

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**PADRÕES FITOGEOGRÁFICOS DE FLORESTAS ESTACIONAIS  
DECIDUAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: ANÁLISE  
FLORÍSTICO-ESTRUTURAL E SUAS RELAÇÕES COM O  
AMBIENTE**

**ANNE PRISCILA DIAS GONZAGA**

**ORIENTADORES: DR. JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PINTO  
DRA. JEANINE MARIA FELFILI (*in memoriam*)**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**PUBLICAÇÃO: PPGEFL. TD. 018 / 2011  
BRASÍLIA / DF: DEZEMBRO - 2011**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília.  
Acervo 996194.

<p>G642p      Gonzaga, Anne Priscila Dias. Padrões fitogeográficos de Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco : análise florístico-estrutural e suas relações com o ambiente / Anne Priscila Dias Gonzaga. -- 2011. xi, 140 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, 2011. Inclui bibliografia. Orientação: José Roberto Rodrigues Pinto, Jeanine Maria Felfili.</p> <p>1. Botânica. 2. Fitogeografia. I. Pinto, José Roberto Rodrigues. II. Felfili, Jeanine Maria. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 581.9</p>
---

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GONZAGA, A.P.D. (2011). Padrões fitogeográficos de Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco: análise florístico-estrutural e suas relações com o ambiente. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL. TD. 018 / 2011, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 140p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Anne Priscila Dias Gonzaga.

TÍTULO: Padrões fitogeográficos de Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco: análise florístico-estrutural e suas relações com o ambiente.

GRAU: Doutor                      ANO: 2011

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Anne Priscila Dias Gonzaga  
Departamento de Engenharia Florestal  
Endereço eletrônico: diaspri@gmail.com

Dedicado à professora Jeanine  
Maria Felfili peça fundamental para  
elaboração e execução deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus por mais essa conquista e acima de tudo por sempre me ofertar obstáculos para que eu consiga superá-los.

À a minha família por todo apoio e incentivo, por entender a minha ausência em muitas ocasiões importantes, mas acima de tudo por todos os ensinamentos transmitidos pois tão importante quanto o conhecimento técnico-científico são os saberes do amor, da honestidade, da união e solidariedade, e com certeza estes eu aprendi com vocês Carlos, Valdívia, Júnior, Rodrigo e Pillar. Vocês são com certeza a família que eu queria ter!

Agradeço ao professor José Roberto Rodrigues Pinto, que aceitou o difícil desafio de orientar uma aluna já em curso e à distância. Obrigada por todos os ensinamentos transmitidos, pela paciência, pela orientação e, acima de tudo, por despertar em mim o desejo de buscar sempre o melhor. Agradeço-o também pela grande amizade e confiança sempre depositada em mim, e é claro, pelas hospedagens nas minhas vindas à Brasília e as nossas inesquecíveis pizzas, com certeza elas farão falta!

Aos professores Maria de Jesus Nogueira Rodal, Ary Teixeira de Oliveira Filho, Bruno Machado Teles Walter, Manoel Cláudio Silva Júnior por aceitarem participar da banca, assim como pelas contribuições e considerações a esse trabalho.

A todos os amigos, colegas de campo e de curso que me ajudaram nas coletas e análise de dos dados e que tanto contribuíram com o meu aprendizado acadêmico, de modo especial: Evandro, Maura, Cândida, Ani Cátia, Chesterton, Fernanda, Mariana, Lauana, Nilton, José Roberto, Manuel Mendes, Sr. Divino, Jéssica, Pillar, Milton, Renata, Ana Carolina, Thiago e de tantas outras pessoas que no momento não me recordo, mas que com certeza contribuíram e muito para a execução e desenvolvimento deste trabalho, sem a ajuda de vocês eu não teria conseguido.

Gostaria de agradecer em especial à Hisaias de Souza Almeida, Ary Teixeira de Oliveira Filho, Manoel Cláudio da Silva Júnior, Christopher William Fagg, Nilton Rodrigues, Benedito Alísio Pereira e Rubens Manoel dos Santos, por auxiliar na identificação das exsiccatas coletadas. Assim como aos funcionários do herbário da Universidade

de Brasília, Reserva Ecológica do IBGE e do Departamento de Botânica da UFMG, pelo grande apoio na identificação do material botânico.

De maneira mais que especial gostaria de agradecer a duas pessoas fundamentais para que eu conseguisse alcançar esse doutorado. A primeira delas a professora Maria Jeanine Felfili que acreditou na minha capacidade de execução do doutorado, me incentivando a efetuar um trabalho oneroso. Ela sempre mostrou a mim e a todos que tiveram a oportunidade de conviver com ela que com determinação, compromisso e dedicação podemos alcançar os mais distantes objetivos. Obrigada por me ensinar com os seus erros e acertos como um bom profissional deve ser. Agradeço também a Evandro Luiz Mendonça Machado, meu marido, por participar ativamente deste e tantos outros trabalhos realizados em minha vida acadêmica. Por estar sempre presente em todas as etapas de execução e desenvolvimento deste trabalho me apoiando tanto tecnicamente como pessoalmente, sem a sua fundamental participação este trabalho não teria se concluído. Mas acima de tudo agradeço pelo apoio e amor incondicional, o qual foi tão importante durante todo esse tempo!

Ao professor Ary Teixeira de Oliveira Filho e aos doutorandos Hisaias de Souza Almeida e Pedro Vasconcellos Einseilohr agradeço pelos estimados conselhos e sugestões com as análises espaciais e a Benedito Alísio Pereira por ceder parte do banco de dados utilizados nesta tese.

À Universidade de Brasília, em especial aos professores e funcionários dos Departamento de Engenharia Florestal, Ecologia, Estatística, pelo apoio técnico e pelas informações que ajudaram na construção deste aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

## RESUMO

### **PADRÕES FITOGEOGRÁFICOS DE FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO: ANÁLISE FLORÍSTICO-ESTRUTURAL E SUAS RELAÇÕES COM O AMBIENTE**

Conhecer os fatores que afetam a estrutura e a florística em comunidades florestais é de fundamental importância, principalmente quando estes esforços se concentram em estudos de meso e macro escala e sob formações vegetacionais como as Florestas Estacionais Deciduais. Desta forma, este trabalho avaliou a similaridade florístico-estrutural e a distribuição espacial das espécies arbóreas em função de variáveis edáficas e de relevo em quatro áreas de Floresta Estacional Decidua localizadas na bacia do rio São Francisco (Capítulos 1 e 2). Além disso, buscou-se relações florísticas entre 47 áreas de mesma fitofisionomia, localizadas numa amplitude geográfica que se estendeu do Rio Grande do Norte até o estado de São Paulo, analisando as relações entre estas florestas e as variáveis climáticas e altitude (Capítulo 3). Em geral, foram observadas diferenças florísticas (entre as áreas e entre o estrato adulto e a regenerante), estruturais e ambientais entre as quatro comunidades. As áreas com maior riqueza, diversidade e densidade foram Paracatu e Peruçu. Já as áreas com maior área basal foram Coribe e Paracatu. Quanto aos aspectos ambientais observou-se que os solos com maior disponibilidade nutricional foram os de Coribe e Paracatu, ao passo que Arcos e Peruçu foram os mais pobres. Estas variações entre as características ambientais e florístico-estruturais podem estar relacionadas à variações na heterogeneidade ambiental dos fragmentos, a qual é resultante tanto da elevada amplitude geográfica, como de contatos com outras matrizes de vegetação. Variações climáticas, principalmente relacionadas a precipitação, também exerceram grande peso na diferenciação entre as mesmas. Além disso, o histórico de perturbação das áreas também podem ter exercido influência nas diferenças estruturais apresentadas pelas áreas. Assim, observou-se que a baixa similaridade florístico-estrutural e ambiental entre as áreas e estratos revelou a elevada diversidade beta entre os quatro fragmentos, o que ressaltou sua importância para a conservação da biodiversidade das Florestas Estacionais Deciduais. A comparação entre as 47 áreas analisadas verificou tendência de distribuição das áreas ao longo do gradiente latitudinal, onde estas se diferenciaram em função das bacias hidrográficas que estão inseridas. Neste caso, as áreas localizadas na bacia do rio São Francisco compartilhavam espécies com demais bacias, o que seria um indício de possíveis rotas de conectividade entre as áreas. Quanto à relação das áreas com as variáveis ambientais, observou-se que a altitude, a precipitação (estacionalidade e a sua distribuição no trimestre mais seco e no mais úmido) e a temperatura (estacionalidade e a média anual) foram as variáveis correlacionadas com o primeiro e terceiro eixo da ordenação da análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). Isto demonstrou que as variáveis climáticas e de altitude exerceram forte influência na distribuição das 47 áreas, e nestes eixos, a porção explicada conjuntamente pelo espaço e ambiente mais da metade da variação obtida pelo modelo. Desta maneira, a grande variação ambiental, observada pelas variáveis climáticas e altitudinais, que se mostraram estreitamente relacionada as variações no espaço, principalmente com o gradiente latitudinal, exerceram grande influência na distribuição das áreas analisadas. Assim, áreas mais semelhantes floristicamente apresentam ambientes parecidos, possivelmente resultantes de habitats equivalentes, corroborando a hipótese levantada neste capítulo que a teoria de nichos ecológicos se aplica para explicar os padrões fitogeográficos das Florestas Estacionais Deciduais.

Palavras-chave: padrões florístico-estruturais, diversidade  $\beta$ , influência edáfo-climática.

## **ABSTRACT**

### **SEASONALLY DRY TOPICAL FORESTS BIOGEOGRAPHIC PATTERNS AT THE SÃO FRANCISCO BASIN: STRUCTURAL-FLORISTIC ANALYSIS AND ITS RELATION WITH THE ENVIRONMENT**

Understanding the factors that affect the structure and flora in forest communities is essential. This is especially true when these efforts are focused on meso and macro-scale studies and on vegetation types that lack more in depth information such as Seasonally Dry Topical Forests (SDTF). In this study we evaluated the floristic-structural similarity and spatial distribution of tree species related to soil variables and relief in four sites of SDTF located along the São Francisco River Basin (Chapters 1 and 2). We also sought the floristic relationships between 47 SDTF sites, in a geographical range extending from Rio Grande do Norte to Sao Paulo state, thus analyzing the relationships between these forests with climatic variables and altitude (Chapter 3 ). We observed differences in the flora (between sites and between the adult stratum and natural regeneration), structure and the environment among the four communities investigated. Paracatu and Peruaçu were the sites with highest richness, diversity and density. The areas with the highest basal area were Coribe and Paracatu. As for the environmental aspects we observed that soils with greater availability of nutrients were found in Coribe and Paracatu, while Arcos Peruaçu and were the poorest. The variations in the environmental characteristics, flora and structure may be related to environmental heterogeneity of forest fragments which is the result of both geographical variations among the sites and due to contact with other vegetation matrices. Climate variations, mainly related to rainfall, also put considerable weight on the distinction between them. In addition, land use history may also have influenced the structural differences presented among sites. The low floristic, structural and environmental similarity between sites and strata revealed high beta diversity between the four fragments, stressing the importance of biodiversity conservation of SDTF. After comparing the 47 sites the observed trend was a distribution of sites along a latitudinal gradient, differentiated according to the water sheds in which they are in. The areas located in the São Francisco River basin share species with other basins, which would be an indication of possible connectivity routes between sites. Regarding the relation of the environmental variables with sites we observed that altitude, precipitation (seasonality and in the driest and wettest quarter) and temperature (seasonality and annual average) were correlated with the first and third axis of the of Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) ordination analysis. This shows that altitude and climatic variables exerted strong influence on the distribution of the 47 sites, with these two axes explaining more than half of the model variation. Thus, the large environmental variation, observed in the altitudinal and climatic variables, which proved to be closely related to variations in space, especially with the latitudinal gradient, exerted great influence on site distribution. The most floristically similar sites have similar environments, possibly resulting from equivalent habitats, supporting the hypothesis proposed in this chapter that the theory of ecological niches can be applied to explain the phylogeographic patterns of deciduous forests.

Key Words: floristic-structural patterns,  $\beta$  diversity, edaphic-climatic influence.

# SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
1- INTRODUÇÃO GERAL .....	12
2- RELAÇÕES FLORÍSTICAS ENTRE ESTRATO ADULTO E REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS.....	<b>19</b>
2.1- INTRODUÇÃO.....	19
2.2- MATERIAL E MÉTODOS .....	21
2.2.1- Caracterização das áreas de estudo .....	21
2.3.2- Sistema de amostragem das áreas de estudo .....	23
2.3.3- Análise dos dados .....	24
2.3.3.1 <i>Análises espaciais</i> .....	24
2.3.3.2 <i>Florística e diversidade de espécies</i> .....	24
2.3.3.3 <i>Análises comparativas</i> .....	25
2.3- RESULTADOS .....	26
2.4- DISCUSSÃO.....	30
2.5- CONCLUSÕES.....	31
3- VARIAÇÕES EDÁFICAS E ESTRUTURAIS EM FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS AO LONGO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO .....	61
3.1- INTRODUÇÃO.....	61
3.2- MATERIAL E MÉTODOS .....	65
3.2.1- Caracterização das áreas de estudo .....	65
3.2.2- Sistema de amostragem das áreas de estudo .....	65
3.2.3- Obtenção das variáveis ambientais .....	65
3.2.4- Análise dos dados .....	63
3.3- RESULTADOS .....	64
3.4- DISCUSSÃO.....	67
3.5- CONCLUSÕES.....	74



4- VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E ALTITUDINAIS COMO ESTRUTURADORAS DA DIVERSIDADE BETA EM FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS NO BRASIL ..	79
4.1- INTRODUÇÃO.....	79
4.2- MATERIAL E MÉTODOS .....	81
4.2.1- Obtenção dos dados de vegetação .....	81
4.2.2- Obtenção das variáveis ambientais .....	81
4.2.3- Análise dos dados .....	81
4.3- RESULTADOS .....	86
4.4- DISCUSSÃO.....	90
4.5- CONCLUSÕES.....	95
5- CONCLUSÕES GERAIS .....	109
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	110

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 2.1: Informações geográficas e ambientais dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco e utilizados nas análises comparativas..... 44
- Tabela 2.2: Lista das espécies registradas em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco com seus respectivos valores de densidade em cada um dos três estratos da vegetação avaliados. Onde: Arb. = estrato arbóreo (DAP > 5,0 cm), Arv. = estrato das arvoretas (altura > 1,0 m) e Juv. = estrato das juvenis (altura < 1,0 m) ..... 45
- Tabela 2.3: Parâmetros de diversidade de espécies para os três estratos da vegetação avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. ....57
- Tabela 2.4: Riqueza de espécies nos três estratos da vegetação avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Os valores são médias + desvios padrão das n amostras (parcelas) de cada estrato em cada área. Em que: o teste Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas ( $p < 0,005$ ) entre os quatro fragmentos e as médias seguidas da mesma letra não diferiram significativamente entre pelo teste de Dunn ( $p < 0,005$ ). .....58
- Tabela 2.5: Significância do teste-t de Hutcheson ( $p < 0,05$ ) para os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) entre os três estratos da vegetação avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. ....59
- Tabela 2.6: Valores de similaridade da composição florística qualitativa pelo índice de Jaccard (porção inferior da tabela) e de Czekanowisk (porção superior da tabela) para os três estratos da vegetação avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na Bacia do Rio São Francisco. Onde: estrato Arbóreo =  $DAP \geq 5,0$  cm, estrato Arvoretas = altura > 1,0 m e estrato Juvenis = altura  $\leq 1,0$  m). .....60
- Tabela 2.7: Análise de espécie indicadoras (ISA) realizada com base na lista das espécies registradas nos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na Bacia do Rio São Francisco e no valor de abundância das espécies. Onde: VIO = valor indicador

observado; VIE = valor indicador esperado; s = desvio padrão; p = significância (\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ). ..... 61

Tabela 3.1: Variáveis ambientais avaliadas em 100 parcelas (20 × 20 m) amostradas em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, amostrados na bacia do Rio São Francisco. Os valores são médias ± desvios padrão das n amostras de cada fragmento. Onde o teste Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas ( $p < 0,005$ ) entre os quatro fragmentos e as médias seguidas da mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,005$ ). \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ ; ns = não significativo.. 80

Tabela 3.2: Variáveis estruturais do compartimento arbóreo amostradas em 100 parcelas (20 × 20 m) em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, na bacia do Rio São Francisco. Os valores são médias ± desvios padrão das n 25 amostras em cada fragmento. O teste Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas ( $p < 0,005$ ) entre os fragmentos e as médias seguidas da mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,005$ ). Onde: \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ ; ns = não significativo..... 81

Tabela 4.1: Informações geográficas e ambientais das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual utilizadas nas análises comparativas. Onde N° Sp.= Número de Espécies e Bacia = Bacia hidrográfica (*sensu*: IBGE 2000). ..... 107

Tabela 4.2: Variáveis climáticas disponíveis na base de dados WorldClim e a sua respectiva descrição. .... 110

Tabela 4.3: Coeficientes de regressão múltipla ( $b \pm$  erro padrão) e testes t associados para os escores dos eixos de ordenação relacionados com variáveis climáticas e para a altitude.111

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1: Localização dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco, com detalhe dos limites dos biomas *sensu* MMA 2009 (□ Caatinga; ■ Cerrado; ■ Mata Atlântica). Onde: AR = Arcos (MG); CO = Coribe (BA); PA = Paracatu (MG) e PE = Peruaçu (MG).....34
- Figura 2.2: Totais de temperatura e precipitação mensais, registrados para os quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Fonte: Worldclim/Diva-GIS, 1950-2000 (Hijmans et al. 2005).....35
- Figura 2.3: Disposição das faixas (A), das parcelas dispostas aleatoriamente ao longo destas (B) e detalhe da alocação das sub-parcelas (Fonte: Felfili et al. 2005).. .....36
- Figura 2.4: Diagrama de Venn produzido a partir de espécies compartilhadas e exclusivas entre os três estratos da vegetação (Arbóreo -  $DAP \geq 5,0$  cm, Arvoretas - altura  $> 1,0$  m e Juvenis - altura  $\leq 1,0$  m) amostrados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual na bacia do Rio São Francisco. Onde A = Arcos (MG), B = Coribe (BA), C = Paracatu (MG) e D = Peruaçu (MG).....37
- Figura 2.5: Curvas de progressão do número cumulativo médio de espécies para o estrato arbóreo ( $DAP \geq 5,0$  cm) em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Por razões de clareza, as curvas representando os intervalos de confiança a 95% não são apresentadas no diagrama.....38
- Figura 2.6: Curvas de progressão do número cumulativo médio de espécies para o estrato das arvoretas (altura  $> 1,0$  m) em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Por razões de clareza, as curvas representando os intervalos de confiança a 95% não são apresentadas no diagrama. ....39
- Figura 2.7: Curvas de progressão do número cumulativo médio de espécies para o estrato das juvenis (altura  $\leq 1,0$  m) em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Por razões de clareza, as curvas representando os intervalos de confiança a 95% não são apresentadas no diagrama ..... 40
- Figura 2.8: Estrutura espacial da riqueza de espécies em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do rio São Francisco avaliados pelo coeficiente I

de Moran. Valores acima de zero indicam autocorrelação espacial positiva e, abaixo, autocorrelação negativa; a significância ( $p \leq 0,05$ ) é indicada pela presença de círculo cheio e a não significância representada pela cruz. A riqueza de espécies não é significativamente autocorrelacionadas em nenhuma classe de distância para  $p= 0,05$ ..... 41

Figura 2.9: Estrutura espacial da riqueza de espécies em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco avaliados pelo coeficiente I de Moran. Onde A = estrato arbóreo ( $DAP \geq 5,0$  cm), B = arvoretas (altura > 1,0 m) e C = Juvenis (altura  $\leq 1,0$  m). Valores acima de zero indicam autocorrelação espacial positiva e, abaixo, autocorrelação negativa; a significância é indicada pela presença de círculo cheio e a não significância representada pela cruz. A riqueza de espécies ao longo dos estratos não é significativamente autocorrelacionadas em nenhuma classe de distância para  $p= 0,05$  .. 42

Figura 2.10: Diagramas de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de correspondência retificada (DCA) para os dados florísticos dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Onde A= os três estratos reunidos, B = estrato arbóreo ( $DAP \geq 5,0$  cm), C= arvoretas (altura > 1,0 m) e D= juvenis (altura  $\leq 1,0$  m). ..... 43

Figura 3.1: Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos arbóreos ( $DAP \geq 5$  cm) amostrados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, localizados na bacia do Rio São Francisco ..... 78

Figura 3.2: Classificação dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco, gerado pelo método TWINSpan, com base nos dados de densidade das espécies arbóreas ( $DAP \geq 5$  cm) ..... 79

Figura 4.1: Distribuição geográfica das 47 áreas de Florestas Estacionais Deciduais utilizadas nas análises comparativas. Onde: ■ bacia hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, □ Atlântico Leste, □ Paraguai, ■ Paraná, ■ Bacia do São Francisco, ■ Tocantins (*sensu*: IBGE 2000). ..... 99

Figura 4.2: Ordenação das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual avaliadas pela análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) ..... 100

Figura 4.3: Estrutura espacial dos escores do primeiro (A), segundo (B) e terceiro eixo (C) da análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). Os valores foram

estimados por meio de regressão múltipla, avaliados pelo coeficiente I de Moran. Valores significativos são apontados por um asterisco. Valores acima de zero indicam autocorrelação espacial positiva e, abaixo, autocorrelação negativa; os resíduos do modelo não foram significativamente autocorrelacionados em nenhuma das classes, indicando bom ajuste entre a estrutura espacial das variáveis preditoras e resposta. —■— Valores observados, --□-- Valores Estimados, —○— Valores dos Resíduos ..... 101

Figura 4.4: Partição da variância total explicada dos escores do primeiro (A), segundo (B) e terceiro eixo (C) da análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). (a) variação explicada exclusivamente para as variáveis ambientais (climáticas e altitude); (b) variação explicada para as variáveis ambientais e pelo espaço concomitantemente; (c) variação explicada exclusivamente pelo espaço; e (d) variação não explicada. A variância particionada para o primeiro eixo (A) é de: (a) = 32,5%; (b) = 37,3%; (c) = 12,7%; (d) = 17,5%; para o segundo eixo (B) é de: (a) = 13,8%; (b) = 19,4%; (c) = 1,5%; (d) = 65,3%; e para o terceiro eixo (C) é de: (a) = 26,1%; (b) = 20%; (c) = 20,8%; (d) = 33,1% ..... 102

Figura 4.5: Distribuição da riqueza de espécies entre as 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas ..... 103

Figura 4.6: Distribuição da altitude (superior) e temperatura média anual (inferior) ao longo das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas ..... 104

Figura 4.7: Distribuição da estacionalidade de temperatura (superior) e de precipitação (inferior) ao longo das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas ..... 105

Figura 4.8: Distribuição da precipitação no trimestre mais úmido (superior) e no mais seco (inferior) ao longo das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas. .... 106

## 1- INTRODUÇÃO GERAL

Rio da integração nacional, o rio São Francisco, registrado pelos europeus em 1502, tem esse título por ser o caminho hidrográfico de ligação do Sudeste e Centro-Oeste com o Nordeste brasileiro (CBHSF 2004). Desde a sua nascente, na Serra da Canastra em Minas Gerais, até sua foz, na divisa dos Estados de Sergipe e Alagoas, ele percorre 2.700 km (ANEEL 1998). Ao longo desse percurso, que banha cinco estados (Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), o rio se divide em quatro trechos ou regiões fisiográficas: o Alto São Francisco, que vai de suas cabeceiras até Pirapora, em Minas Gerais (111.804 km<sup>2</sup> - 17,5% da região); o Médio, de Pirapora, onde começa o trecho navegável, até Remanso, na Bahia (339.763 km<sup>2</sup> - 53% da região); o Submédio, de Remanso até Paulo Afonso, também na Bahia (155.637 km<sup>2</sup> - 24,4% da região); e o Baixo, de Paulo Afonso até a foz (32.013 km<sup>2</sup> - 5,1% da região) (CODEVASF 2001).

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (BHSF) abrange 639.219 km<sup>2</sup> de área de drenagem (7,5% do país) e vazão média é de 2.850 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (2% do total do país) (CBHSF 2004). O rio São Francisco corta toda a região do Polígono das Secas, vital para a sustentação e o desenvolvimento dos 503 municípios ao longo de sua extensão (CODEVASF 2001). Por esta razão, a BHSF tem grande importância para o país não apenas pelo volume de água transportado em região semi-árida, mas, também, pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica para a região (Pereira et al. 2003). Assim, a BHSF constitui importante indutor do desenvolvimento daqueles nove estados brasileiros e, principalmente, da região Nordeste do país (Lima et al. 2001, Pereira et al. 2003).

A importância da BHSF pode ser reforçada ao se observar sua população residente e dependente, que, no ano 2000 era de 12.796.082 habitantes, sendo 74,4% população urbana e 25,6% população rural (Barbosa et al. 2002). A população total da bacia encontra-se distribuída de forma heterogênea nas regiões fisiográficas: Alto São Francisco (48,8%), Médio São Francisco (25,3%), Submédio São Francisco (15,2%) e Baixo São Francisco (10,7%), com densidade demográfica média na em torno de 20,0 habitantes/km<sup>2</sup>(CBHSF 2004).

Fitogeograficamente a BHSF contempla fragmentos pertencentes a várias formações vegetacionais brasileiras, sendo composta por 45,8% de Cerrado, 38,5% de Caatinga, 11,3% de Ecótonos Cerrado-Caatinga, 4,1% de Mata Atlântica e 0,2% de vegetação

Costeira (Pinto 1974, Rocha 1983). Desta forma, a região pertence predominantemente aos biomas Cerrado e Caatinga que, devido às características climáticas e edáficas, geralmente, apresentam áreas com maiores dificuldades de estabelecimento da regeneração natural de seus ecossistemas, após distúrbios (Barbosa et al. 2002).

O Cerrado cobre praticamente metade da área da BHSF (de Minas Gerais ao oeste e sul da Bahia, no Alto e Médio São Francisco), enquanto a Caatinga predomina a partir do nordeste da Bahia até próximo ao litoral, onde as condições climáticas são mais severas. Ambas as formações se distribuem mais expressivamente as áreas do Médio e Submédio São Francisco (Jesus 2009). Por outro lado, fragmentos da Floresta Atlântica ocorrem com maior significância na região do Alto São Francisco, principalmente nas cabeceiras, muito embora, seja necessário comentar que estas, atualmente, se encontram bastante devastadas pelo uso agrícola e pastagens (CBHSF 2004). Ao longo da Bacia também são observadas áreas de transição entre o Cerrado e a Caatinga, Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais, os Campos de Altitude, além de áreas de mangue e vegetação litorânea, estas encontradas no Baixo São Francisco (IBGE 2004).

As Florestas Estacionais Deciduais (Matas Secas) formam a vegetação predominante em diversas regiões do bioma Cerrado (Felfili 2003). São caracterizadas pela elevada caducifolia durante o período de déficit hídrico e pela elevada presença de afloramentos rochosos (Rizzini 1997, Silva & Scariot 2003, 2004a). As Matas Secas estão distribuídas ao longo de toda a extensão da bacia do São Francisco, o que provavelmente está relacionado a formação geológica da região que, é caracterizada principalmente por sedimentos pelítico-carbonáticos do Grupo Bambuí (Braun et al. 1990), com grande presença de áreas com afloramento de calcário (RADAMBRASIL 1983), ambiente muito relacionado a distribuição desta formação vegetal (Ribeiro & Walter 2008). Possivelmente esta relação ocorre em virtude deste tipo geológico originar solos com disponibilidade nutricional bastante alta, principalmente Ca e Mg, como os Neossolos Litólicos, principal tipo de solo encontrado nas áreas de Floresta Estacional Decidual (Silva & Scariot 2004a, Carvalho & Felfili 2011a).

Em geral, a Mata Seca ocorre em solos mesotróficos relativamente férteis e eutróficos (Ratter 1992, Ribeiro & Walter 2008, Santos et al. 2007a). São florestas que geralmente ocorrem de forma disjunta e apresenta estrato dominante predominantemente caducifólio, com mais de 50% dos indivíduos desfolhados no período de déficit hídrico (Ribeiro & Walter 2008). A rochosidade destes ambientes gera micro habitats que permitem o estabelecimento de espécies com diferentes capacidades da utilização dos



recursos, onde a maior restrição causada pelo déficit hídrico durante os períodos secos (Carvalho & Felfili 2011a). Associados a rochosidade, a limitação hídrica imposta pela estacionalidade de precipitação, que varia amplamente ao longo das suas áreas de ocorrência, condiciona a existência de espécies adaptadas a estas condições de restrição à seca, o que gera flora bastante peculiar ao longo dos seus locais de ocorrência (Felfili et al. 2007, Carvalho & Felfili 2011a).

No Vale do rio São Francisco a Floresta Estacional Decidual ocorre principalmente na região norte do estado de Minas Gerais e no sul da Bahia, onde alguns remanescentes estão presentes em várias outras regiões desta bacia (Jesus 2009). Não se sabe ao certo a área total da bacia ocupada por este tipo vegetacional. No entanto, estima-se que grande extensão seja coberta por Florestas Estacionais Deciduais (Pereira et al. 2011). Rica em árvores com grandes dimensões e, ou de valor econômico, como o Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), Ipês (*Handroanthus* spp.), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), dentre outras importantes espécies e, fragmentada pelo desmatamento irregular, é o ecossistema terrestre mais ameaçado no país, principalmente por ocorrer em solos férteis, bastante procurados pela agricultura e pela pecuária (Scolforo & Carvalho 2006), assim como pela extração de calcário (Felfili et al. 2007, Carvalho & Felfili 2011a).

Alguns estudos de caracterização desta vegetação mostram que a Floresta Estacional Decidual apresenta flora lenhosa peculiar, distinta das demais áreas de floresta e savana, contendo inclusive espécies inseridas na Lista Oficial de Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção (MMA 2008) como, por exemplo, *M. urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Silva & Scariot 2003, 2004a,b, Felfili 2003, Nascimento et al. 2004, Silva et al. 2004a, Scariot & Sevilha 2005, Santos et al. 2007a, Felfili et al. 2008, dentre outros).

Os aspectos singulares da flora das Florestas Estacionais Deciduais, tanto no que diz respeito as suas características florísticas quanto ambientais, mostram a importância desta fisionomia (Carvalho & Felfili 2011 a, b). Boa parte dos estudos realizados neste tipo florestal foi conduzido em escala local, e não englobaram padrões biogeográficos importantes para o conhecimento de processos e mecanismos que expliquem como estas comunidades se organizaram e como políticas de manejo e conservação precisam ser elaboradas.

Desta forma, em virtude dos aspectos acima apontados, percebe-se com clareza que a BHSF representa importante papel no desenvolvimento da região sob sua influência (Lima et al. 2001). Por esta razão, conhecer padrões da vegetação amplamente distribuída nesta bacia, como a Floresta Estacional Decidual, assim como as características ambientais sob

as quais ela está submetida é extremamente importante para que o aproveitamento dos recursos naturais e hídricos possam ser otimizados com o menor impacto ambiental possível (Barbosa et al. 2002).

O presente estudo objetivou avaliar a similaridade florística, estrutural e ambiental, assim como a distribuição das espécies em função de variáveis edáficas e de relevo em quatro áreas de Floresta Estacional Decidual localizadas ao longo da bacia do Rio São Francisco. Também foram analisadas as relações florísticas entre 47 áreas de mesma fisionomia, em outras regiões, buscou-se compreender as relações entre estas florestas e as variáveis climáticas. Especificamente pretendeu-se responder as seguintes questões:

- a) existem diferenças florísticas entre as áreas investigadas e entre os compartimentos da vegetação (arbóreo, arvoretas e juvenis)?
- b) variáveis ambientais, edáficas e de relevo, variam entre os quatro fragmentos estudados?
- c) as variáveis ambientais, edáficas e de relevo, podem exercer influência nos padrões florísticos e estruturais entre estas quatro comunidades?
- d) existem variações espaciais na flora arbórea de Florestas Estacionais Deciduais em uma macro-escala?
- e) a distribuição de espécies ao longo das 47 áreas analisadas pode estar associada a variações ambientais, a altitude e o clima local?

Este trabalho foi organizado em três capítulos subsequentes em formato de artigos, com o intuito de serem submetidos à periódicos:

- Capítulo 2. Relações florísticas entre estrato adulto e regeneração natural em Florestas Estacionais Deciduais;
- Capítulo 3. Variações edáficas e estruturais em Florestas Estacionais Deciduais ao longo da bacia do São Francisco;
- Capítulo 4. Variáveis climáticas e altitudinais como estruturadoras da diversidade Beta em Florestas Estacionais Deciduais no Brasil.

## **2- RELAÇÕES FLORÍSTICAS ENTRE ESTRATO ADULTO E REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS**

### **2.1- INTRODUÇÃO**

No Brasil, as Florestas Estacionais Deciduais ou matas secas ocorrem naturalmente na forma de machas, distribuídas ao longo do Brasil Central (Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Tocantins), norte de Minas Gerais e Bahia (Rizzini 1997). De acordo com Prado & Gibbs (1993), estas manchas, provavelmente, poderiam ser remanescentes de antiga floresta contínua, que conectava a Caatinga aos Chacos argentinos durante o Pleistoceno, cerca de pelo menos 10.000 anos antes do presente.

Entre as principais características físicas e ambientais que distinguem a mata seca das demais formações florestais tropicais, destaca-se a sua frequente ocorrência sob afloramentos calcários e, em virtude desta associação, a existência de solos rasos, porém com elevada disponibilidade de nutrientes (Murphy & Lugo 1986, Felfili et al. 1998, Werneck et al. 2000, Silva & Scariot 2004a, b). É importante ressaltar que, apesar de rara, a fisionomia também pode ocorrer sobre relevo plano, onde seus solos são mais profundos (Sampaio 2006). Outros aspectos importantes são a elevada caducifolia apresentada por seus indivíduos, o que teria originado o seu nome popular “mata seca”, a grande amplitude climática apresentada ao longo da sua distribuição (Santos et al. 2007a), a qual está relacionada ao fato deste tipo fisionômico se distribuir ao longo dos biomas da Mata Atlântica, do Cerrado e da Caatinga (IBGE 2004), além da sua dissociação de cursos d’água (Ribeiro & Walter 2008).

De acordo com Espirito-Santo et al. (2008) as Florestais Estacionais Deciduais ocupam área de aproximadamente 27.367,815 ha o que representa 3,21% do território nacional. Apesar da reduzida área de ocorrência, esta fisionomia é considerada portadora de significativa diversidade biológica (Gentry 1995, Silva & Scariot 2003, 2004a, b, Felfili et al. 2007, Santos et al. 2007a, b) e elevada diversidade de formas de vida (Medina 1995, Melo 2008). Porém, apesar da sua considerável importância ecológica e diversidade biológica, tanto florística como faunística, este tipo de vegetação se encontra entre as fisionomias brasileiras menos conhecidas (Gonzaga et al. 2007, Santos et al. 2007a).

Como agravante da carência de informações estas formações vegetacionais apresentam poucas áreas protegidas por unidades de conservação, e até o ano de 2004, estavam limitadas a apenas 3,92% da sua área de ocorrência (Espírito-Santo et al. 2008). Em contrapartida, esta fisionomia se encontra consideravelmente ameaçada, tendo sido drasticamente reduzida nas últimas décadas e fortemente afetada pela retirada de madeira, pela pecuária, pelo fogo (Werneck et al. 2000) e pela mineração, o que deu origem a fragmentos pequenos e esparsos (Oliveira-Filho et al. 2006, Santos et al. 2007b), cujos processos ecológicos de geração e manutenção da diversidade e estrutura ainda não foram plenamente descritos.

Segundo Espírito-Santo et al. (2008) devido a ausência de estudos detalhados, as taxas de desmatamento e o real estado de perturbação dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual, até o momento, não foram precisamente quantificados. Por esta razão, semelhante ao ocorrido na maior parte da vegetação brasileira, grandes porções do patrimônio biológico das Florestas Estacionais Deciduais podem ser perdidas por meio da ação humana, sem se obter, ao menos, o conhecimento ecológico básico destes ambientes.

Boa parte do conhecimento acerca das Florestas Estacionais Deciduais realizados no Brasil advém dos levantamentos florísticos e fitossociológicos como os de Rodrigues & Araújo (1997), Felfili et al. (1998), Silva & Scariot (2003, 2004a, b), Nascimento et al. (2004), Salis et al. (2004), Santos et al. (2007b) ou de similaridades florísticas entre diferentes áreas (Santos & Vieira 2006, Santos et al. 2007a). Por outro lado, poucos estudos contemplam outras áreas do conhecimento, como as relações de luz (Nascimento et al. 2007), efeitos do histórico de perturbação na vegetação (Vieira & Scariot 2006a, Vieira et al. 2007), princípios de restauração (Vieira & Scariot 2006b, Sampaio et al. 2007) ou o efeito de variáveis ambientais na distribuição de espécies arbóreas numa escala local (Oliveira-Filho et al. 1998, Fagundes et al. 2007). De forma semelhante, não são numerosos os trabalhos que, a exemplo do presente, compararam a florística de fragmentos de Floresta Estacional Decidual ao longo de uma escala geográfica. Entre estes, podem ser citados os trabalhos de Pereira (2008) e Santos (2009), que compararam fragmentos em diferentes estados do Brasil e avaliaram a influência das variáveis ambientais na distribuição das espécies.

Tão escassos quanto os estudos em áreas de Florestas Estacionais Deciduais são os trabalhos que envolvem processos ecológicos sucessionais importantes, como a regeneração natural e, principalmente, a relação existente entre a comunidade adulta e a regenerante (Medeiros et al. 2007), muito embora se entenda que estes são fundamentais

para o entendimento do desenvolvimento da floresta futura e manutenção da sua dinâmica (Higuchi et al. 2006, Venturoli et al. 2011). Por esta razão, conhecer e entender os processos, mecanismos e fatores ambientais que regulam a distribuição das espécies arbóreas destas fisionomias, assim como a interação entre estratos da comunidade arbórea são fundamentais para o estabelecimento de práticas conservacionistas.

Desta forma, o presente estudo objetivou descrever e comparar as características florísticas de três compartimentos da vegetação, avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Para tanto, buscou-se avaliar as relações entre o estrato adulto e a regeneração natural em cada uma das áreas estudadas, assim, visou-se responder as seguintes perguntas: (i) existe forte semelhança florística entre os estratos adulto e regenerante nas comunidades de Floresta Estacional Decidual? (ii) existe variação florística dentro do mesmo estrato entre comunidades de Floresta Estacional Decidual? (iii) quais as relações florísticas entre as quatro comunidades de Floresta Estacional Decidual amostradas, quando considerados em conjunto os três estratos avaliados?

## **2.2- MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1- Caracterização das áreas de estudo**

Foram analisados e comparados quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual (*sensu* Veloso et al. 1991) distribuídos ao longo da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, três deles estão em Minas Gerais (Estação Ecológica de Corumbá em Arcos Paracatu, e Parque Nacional Cavernas do Peruaçu) e outro na Bahia (São Félix do Coribe). A extensão deste trabalho é englobada pelas coordenadas geográficas 13°29' – 20°17' S e 44°14' – 46°49' W (Figura 2.1; Tabela 2.1).

A região de estudo encontra-se entre a Depressão Sertaneja e São Francisco e as Serras do Atlântico Leste e Sudeste e sua altitude varia entre 300 e 1.000 metros (Ross 2003). De maneira geral, o altiplano é bastante erodido e cortado por várias cadeias montanhosas e numerosos vales, com solos profundos, pobres em nutrientes, praticamente sem minerais primários facilmente intemperizáveis e localizados em áreas planas a suave onduladas (IBGE 1990). Entretanto, os fragmentos estudados destacam-se na paisagem, pois constituem pequenas colinas imersas em planícies, onde ocorrem solos rasos da classe dos Neossolos Litólicos, situados em áreas acidentadas, geologicamente caracterizadas

pela presença de rochas sedimentares e metamórficas, em concomitância com afloramentos de rochas calcárias do complexo Bambuí (IBGE 1990).

Segundo IBGE (2002), o clima da região é classificado, segundo o sistema de Köppen, como do tipo Aw (clima tropical) e Cwa (clima subtropical úmido). O primeiro apresenta estação seca ou clima de savana, em que todos os meses do ano, têm temperatura média mensal superior a 18° C e pelo menos um dos meses do ano tem precipitação média total inferior a 60 mm. Já para o tipo Cwa a temperatura varia regularmente ao longo do ano, e apresenta verões brandos e suaves e estiagens de inverno (Figura 2.2, Tabela 2.1).

De acordo o mapa de classificação da vegetação brasileira (IBGE 2004), as quatro localidades estudadas possuem como vegetação dominante a Floresta Estacional Decidual, e em todos foi observado a presença de afloramentos de calcário. Porém, as mesmas estão inseridas em distintas regiões fitogeográficas, como áreas *core* do Cerrado (PA – Paracatu, MG), de ecótono Cerrado/Caatinga (CO – São Félix do Coribe, BA e PE – Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, MG), além de áreas com forte influência da Mata Atlântica (AR – Estação Ecológica de Corumbá, MG) (Figura 2.2).

Quanto ao estado de conservação dos fragmentos, pode-se afirmar que este é bastante variável entre as áreas. Dois destes, Peruaçu e Arcos, se encontram no interior de unidades de conservação (UC), o primeiro fragmento localizado no Parque Nacional Carvenas de Peruaçu, uma UC federal que se encontra sob responsabilidade do ICMbio e outro a Estação Ecológica de Corumbá uma UC estadual cujo IEF é o órgão responsável. As duas outras áreas (Coribe e Paracatu) pertencem a propriedades rurais privadas e fazem parte da reserva legal destas. Os fragmentos de Peruaçu e Arcos apesar de inseridos em UCs são os fragmentos onde os históricos de perturbação são mais severos ou mais recentes, dentre as áreas amostradas.

Esse histórico ocorre porque a área onde está instalado o Parque Nacional Cavernas do Peruaçu se tratava uma localidade rural com vários proprietários e até o momento da amostragem notou-se considerável grau de antropismo. Neste foram observados, tanto ao longo do fragmento estudado como em outras porções da unidade, a presença de pessoas que transitam em seu interior, além da existência, em vários pontos, de pequenas criações de gado e lavouras. Outros eventos degradatórios observados com certa frequência na UC são a retirada ocasional de indivíduos de interesse econômico, por exemplo, Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), assim como, a presença de gramíneas exóticas no interior da mata. É importante ressaltar que apesar de não se ter visualizado a retirada de indivíduos

durante o período de amostragem, vestígios desta, como tocos ou madeira serrada, foram observados em alguns pontos do remanescente estudado.

Já no fragmento de Arcos esse histórico se deve porque parte do local onde hoje está inserida a Estação Ecológica de Corumbá (criada em 1974) esteve instalada uma fazenda experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa e Agropecuária de Minas Gerais), por aproximadamente 30 anos. Nesta fazenda era produzida, em algumas porções do terreno, culturas como feijão, milho, arroz, além da criação de gado. Para essa produção foi necessária a retirada de parte da vegetação original, e a introdução de plantas exóticas tanto de gramíneas como de frutíferas, as quais são frequentes no interior do remanescente.

No entanto, cabe aqui ressaltar que apesar da existência dos eventos degradatórios acima descritos, em todos os fragmentos, sempre se optou por amostrar os trechos mais conservados das áreas.

### **2.2.2- Sistema de amostragem das áreas de estudo**

Para amostrar a vegetação arbórea foi instalada uma rede de parcelas seguindo o protocolo proposto pela Rede de Parcelas Permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal (Felfili et al. 2005). Cada uma das quatro áreas amostradas foi dividida em faixas de 20 m de largura, perpendiculares a maior declividade do terreno. Essas faixas foram subdivididas em parcelas de 20 × 20 m. Procedeu-se o sorteio de faixas para amostragem e, em seguida, ao sorteio de parcelas nas faixas (Figura 2.3). Assim foram sorteadas aleatoriamente, por área, 25 parcelas, o que totalizou uma amostra de um hectare. Todos os indivíduos arbóreos contidos nas unidades amostrais, com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 5$  cm, exceto indivíduos mortos, lianas e trepadeiras, tiveram mensuradas a circunferência à altura do peito (CAP), e estimada a altura total.

A amostragem da regeneração teve como base a amostragem do estrato arbóreo, e foi sub-dividida em dois estratos:

a) *Estrato das arvoretas* – Para a amostragem deste estrato em cada parcela de 20 × 20 m foi alocada de forma padronizada (no canto inferior esquerdo) uma parcela de 5 × 5 m (Figura 2.3), conforme método sugerido por Felfili et al. (2005). Nestas parcelas, foram amostrados todos os indivíduos arbustivo-arbóreos com altura  $> 1,0$  m e DAP  $< 5,0$  cm, conforme adotado por Pinto & Hay (2005) e Felfili et al. (2005). Em todos os indivíduos amostrados foram feitas mensurações da altura total destes, onde utilizou-se metro graduado de madeira.

b) *Estrato das juvenis* – Para este estrato foram alocadas, no canto inferior esquerdo de cada parcela de 5 × 5 m uma sub-parcela 2 × 2 m (Figura 2.3), conforme recomendado por Felfili et al. (2005). Nestas parcelas foram amostrados todos os indivíduos com altura < 1,0 m (Pinto & Hay 2005, Felfili et al. 2005). Os indivíduos amostrados foram medidos seguindo o método utilizado para o estrato das arvoretas.

O material botânico foi coletado e depositado no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). As identificações foram feitas com base na literatura especializada, consultas com especialistas e comparações no herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB), Universidade Federal de Lavras (ESAL), Reserva Ecológica do IBGE (IBGE) e Universidade de Brasília (UB). As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do APG, *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III 2009) e as sinonímias e grafia dos nomes científicos foi consultada na lista de espécies da flora do Brasil (Forzza et al. 2010).

### **2.2.3- Análise dos dados**

#### *2.2.3.1 Análises espaciais*

Como as ocorrências das espécies não são espacialmente aleatorizadas nas amostras, ou seja, estas não foram distribuídas independentemente, foi aplicada análise espacial para incorporar eventual dependência residual entre as amostras, conforme recomendado por Diniz-Filho et al. (2003). Variáveis espaciais, correspondendo às coordenadas latitude e longitude de cada área, foram utilizadas para definir rede de pontos. Esta rede de pontos permitiu análise exploratória preliminar, realizada com o objetivo de observar o comportamento geral da riqueza em espécies ao longo do espaço, ou seja, se a riqueza era influenciada pela distância (Diniz-Filho et al. 2003, Diniz-Filho et al. 2009a, Giehl et al. 2011).

A análise exploratória da dependência espacial foi analisada por meio do coeficiente I de Moran, o qual mede a similaridade entre pares de observações para cada classe de distância (Legendre & Legendre 1998, Rossi & Quénéhervé 1998, Diniz-Filho et al. 2003, Rangel et al. 2006). Os valores de I de Moran variam entre -1,0 e 1,0, o que indica máxima autocorrelação negativa e positiva, respectivamente (Câmara et al. 2004). Dessa forma, foi avaliado o comportamento da autocorrelação como função da distância espacial, em gráfico chamado de correlograma, que fornece a descrição do padrão espacial



dos dados (Diniz-Filho et al. 2003). As análises de autocorrelação espacial foram realizadas pelo software PASSAGE (Rosenberg & Anderson 2011).

A significância geral dos correlogramas foi testada com a aplicação do critério sequencial de Bonferroni, onde, para o nível de significância  $\alpha = 0,05$ , o correlograma seria considerado significativo quando pelo menos um dos coeficientes I de Moran fosse significativo para o nível de significância  $\alpha/k$ , onde k o número de classes de distância usado, conforme utilizado por Maldonado-Coelho & Marini (2003). Como, em todos os casos, os correlogramas indicaram que não houve estrutura espacial, ou seja, não existiu função estrutural de comportamento modelável, conforme observado nas figuras 2.8 e 2.9. Assim, a riqueza em espécies nos quatro fragmentos pode ser analisada por métodos clássicos da estatística.

#### 2.2.3.2 Florística e diversidade de espécies

A riqueza e a diversidade de espécies arbóreas e regenerantes foi avaliada pelos seguintes parâmetros: riqueza em espécies, densidade de espécies por parcela e índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (Brower & Zar 1984).

A riqueza em espécie foi comparada entre as áreas por meio de curvas do esforço do coletor, traçadas com base nas médias e intervalos de confiança a 95% do número cumulativo de espécies, os quais foram calculados para cada tamanho amostral e foram utilizadas todas as combinações possíveis de parcelas (McCune & Mefford 1999). Também foram calculados os estimadores 'jackknife' de primeira e segunda ordem, os quais projetam o número total de espécies a partir da heterogeneidade da amostra (Heltsche & Forrester 1983, Palmer 1991). Os valores de  $H'$  das áreas foram comparados pelo de  $t$  de Hutcheson  $\alpha = 0,05$  (Zar 1996).

#### 2.2.3.3 Análises comparativas

Para realizar as comparações florísticas entre as áreas, as listas de espécies registradas foram convertidas em matriz de presença/ausência (ter Braak 1995). Foi feita uma ordenação das quatro áreas por meio da análise de correspondência retificada (DCA, Detrendend Correspondence Analysis) (Causton 1988). Foi utilizada também, apenas para o estrato arbóreo, a Análise de Espécies Indicadoras (Dufrêne & Legendre 1997) processada pelo programa PC-Ord for Windows, versão 6 (McCune & Mefford 2011), como ferramenta na determinação das preferências das espécies em relação as áreas

amostradas. A Análise de Espécies Indicadoras relaciona informações sobre a abundância de uma espécie em um determinado grupo de unidades amostrais e sobre a fidelidade da ocorrência desta espécie a este grupo (McCune & Grace 2002, Machado et al. 2008). Assim, o valor indicador (ValInd) é criado para todas as espécies de cada grupo e a significância da diferença do valor gerado de forma aleatória é determinada pelo teste de permutação de Monte Carlo (Dufrêne & Legendre 1997). Com isso, a espécie só é indicadora de um grupo quando este possui o maior ValInd desta espécie e se o resultado do teste de Monte Carlo for significativo (McCune & Grace 2002, Machado et al. 2008).

Para analisar diretamente a similaridade florística entre os estratos foram confeccionados, para cada área amostrada, diagramas de Venn, com base na presença e ausência das espécies, com destaque para o número de espécies exclusivas e comuns entre os estratos. Paralelamente, também foram calculados índices de similaridade qualitativos (Jaccard), entre os estratos dentro da mesma área e entre as diferentes áreas, e quantitativos (Czekanowski), calculados apenas entre os estratos de cada área (Kent & Coker 1992, Mueller-Dombois & Ellenberg 2002).

Nas comparações entre as áreas, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, uma análise não paramétrica, seguida pelo teste de Dunn,  $\alpha = 0,05$  de significância (Zar 1996).

### **2.3- RESULTADOS**

Quando analisada em conjunto os três estratos dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, foram registradas 204 espécies arbustivo-arbóreas, pertencentes a 45 famílias. Neste conjunto se somariam mais 19 morfoespécies as quais, por não se encontrarem totalmente identificadas até o momento, foram excluídas neste capítulo.

Ao analisar as áreas separadamente foi verificado número similar de famílias entre as mesmas, os quais variam entre 25 e 29 famílias (Tabela 2.2). Porém, quando se analisa a riqueza em espécies verifica-se certa discrepância entre as áreas, onde o fragmento de Paracatu foi o mais rico (90 espécies), seguido por Peruaçu (79), Arcos (73) e Coribe, o de menor riqueza (54).

As diferenças entre as áreas ficaram ainda mais evidentes quando foram considerados os compartimentos da vegetação separadamente (Tabela 2.3). Os fragmentos de Peruaçu e Arcos foram os que apresentaram maior semelhança no número de espécie entre arbóreo e arvoretas (Arcos: Arbóreo = 46 espécies; Arvoretas = 48 e Juvenis = 28; Peruaçu: Arbóreo = 64 espécies; Arvoretas = 56 e Juvenis = 34). Já em Coribe houve

redução de 50% no número de espécies entre os estratos (Arbóreo = 43 espécies; Arvoretas = 20 e Juvenis = 10). Enquanto que em Paracatu registrou-se maior semelhança no número de espécie entre e arvoretas e juvenis (Arbóreo = 65 espécies; Arvoretas = 46 e Juvenis = 40).

A análise conjunta da composição florística em nível de família, para todas as áreas e estratos estudados, mostrou que Fabaceae apresenta a maior riqueza (51 espécies), seguida por Myrtaceae (15), Malvaceae (12) e Rubiaceae (10), as quais juntas representam 43,13% da riqueza em espécies registradas. Neste conjunto de dados foram observadas 18 famílias (40% da amostragem total) que ocorreram com apenas uma espécie, tendo assim, sua ocorrência limitada a uma única área. Exemplos dessa baixa representatividade são Malpighiaceae, Rhamnaceae, Nyctaginaceae e Lauraceae, dentre outras.

Em todo o conjunto amostral investigado, apenas cinco espécies (2,45%) ocorreram nos quatro fragmentos, foram estas: *Aloysia virgata*, *Anadenanthera colubrina*, *Handroanthus impetiginosus*, *Luetzelburgia auriculata* e *Myracrodruon urundeuva*. Por outro lado, as espécies com ocorrência registrada em apenas uma das áreas amostradas (com um ou mais indivíduos em cada área) representam 67,64% (138 espécies) de todas as espécies amostradas. Destas, 26 (12,74%) ocorreram na área de Coribe, 34 (16,66%) no fragmento do Peruaçu, 38 (18,62%) em Arcos e 40 (19,60%) em Paracatu.

Tanto as curvas do esforço do coletor (Figuras 2.5, 2.6 e 2.7) quanto os estimadores 'jackknife' (Tabela 2.3) indicaram riqueza potencial em espécies mais elevada, em todos os estratos analisados, para os fragmentos de Peruaçu e Paracatu, salvo para o estrato das arvoretas em que os estimadores de 'jackknife' indicaram segunda maior riqueza para o fragmento de Arcos. Além disso, Coribe foi o fragmento que apresentou a menor riqueza em todos os estratos, enquanto Arcos está em posição intermediária (Figuras 2.5, 2.6 e 2.7). Todas as diferenças encontradas entre as áreas foram significativas pela análise dos intervalos de confiança (95%) das curva. No entanto, por razões de clareza os intervalos de confiança não são apresentados nas curvas do esforço coletor (Figuras 2.5, 2.6 e 2.7).

Com os resultados encontrados, tanto pelas curvas do esforço do coletor, quanto para os estimadores 'jackknife', quando se utilizou as parcelas de cada estrato como unidades de amostra da riqueza, verifica-se a existência de diferenças entre as áreas estudadas. Em todos os estratos, pelo teste de Kruskal-Wallis, a densidade de espécies por parcela foi considerada significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) entre os quatro fragmentos amostrados (Tabela 2.4).

Ao analisar os valores dos índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) para cada estrato entre as áreas verificou-se que para o estrato arbóreo, este índice variou de 2,697 a 3,486 nats.indivíduo<sup>-1</sup> (Tabela 2.3), onde Coribe foi a área que apresentou o menor índice de diversidade e Peruaçu a de maior valor. A comparação entre índices de diversidade feita pelo teste- $t$  de Hutcheson mostrou que as quatro áreas foram significativamente diferentes (teste- $t$  de Hutcheson;  $p < 0,05$ ) (Tabela 2.5). Já para a Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) ainda para o estrato arbóreo, os valores variaram entre 0,760 a 0,838 (Tabela 2.3), com o maior valor amostrado no fragmento de Peruaçu e o menor foi observado em Paracatu.

Com relação ao estrato das arvoretas observou-se que os valores do índice de diversidade ( $H'$ ) oscilaram entre 3,403 a 2,487 nats. indivíduo<sup>-1</sup> (Tabela 2.3), enquanto que o índice de Pielou ( $J'$ ) ficou entre 0,799 a 0,845 (Tabela 2.3), semelhante aos valores para o estrato arbóreo. Peruaçu apresentou os maiores valores em ambos os índices e Coribe foi a área com menor diversidade. Arcos apresentou a menor equalibidade (Tabela 2.3). Quando se comparam os valores dos índices de diversidade entre as áreas observou-se que, salvo exceção entre Arcos e Paracatu, todos os demais fragmentos estudados apresentaram diferenças significativas (teste- $t$  de Hutcheson;  $p < 0,05$ ).

No estrato das juvenis a diversidade ( $H'$ ) variou entre 2,814 a 1,131 nats. indivíduo<sup>-1</sup> e a equabilidade ( $J'$ ) entre 0,491 a 0,754 (Tabela 2.3), e o fragmento de Coribe apresentou os menores valores em ambos os índices. Já o fragmento de maior diversidade foi Paracatu e o de maior equabilidade Arcos (Tabela 2.3). Todos os fragmentos foram estatisticamente diferentes entre si (teste- $t$  de Hutcheson;  $p < 0,05$ ), com relação aos índices de Shannon, exceto quando comparado o valor de  $H'$  entre Arcos e Peruaçu (Tabela 2.5).

A similaridade florística entre os quatro fragmentos estudados mostrou que os três estratos avaliados apresentam flora muito distinta entre áreas (Tabela 2.6). Os valores encontrados para os índices de Jaccard estão abaixo do mínimo utilizado (50%) para considerar áreas similares floristicamente (Gauch 1982), o que indica que o número de espécies compartilhadas entre as áreas é muito pequeno. Apenas 2,45% de todas as espécies encontradas foram registradas em todos os fragmentos. Quanto a similaridade estrutural também se verificou baixa semelhança entre as áreas, onde nenhum dos estratos apresentou esta maior que 34% (Tabela 2.6). Portanto, assim como a flora, a estrutura entre as áreas em cada um dos estratos também é bem diferenciada.

A similaridade florística entre os estratos na mesma área foi baixa. Nas quatro áreas amostradas o número de espécies compartilhadas entre os três estratos avaliados foi inferior a 33% (Figura 2.4). Além disso, quando se analisa o índice de Jaccard entre os

estratos fica evidente a existência, em todos os fragmentos, de maior semelhança florística entre os estratos da regeneração onde a similaridade entre estes variou entre 40,74 (Arcos) a 55,17 (Peruaçu) (Figura 2.4). De maneira generalizada Peruaçu foi o fragmento que apresentou maior número de espécies compartilhadas entre os estratos com os maiores valores de similaridade (Figura 2.4).

Das 159 espécies do compartimento arbóreo analisadas como indicadoras (Tabela 2.7), 78 (49,05%) apresentaram preferência significativa por um dos quatro fragmentos estudados, onde 15 (9,43%) para a área de Arcos (p.ex. *Cupania vernalis*, *Centrolobium tomentosum* e *Platycyamus regnellii*), 17 (10,69%) para Coribe (p.ex. *Cenostigma macrophyllum*, *Cyrtocarpa caatingae* e *Poincianella pyramidalis*), 20 (12,57%) para Paracatu (p.ex. *Chrysophyllum marginatum*, *Jacaranda brasiliana* e *Sebastiania brasiliensis*) e 26 espécies (16,35%) para Peruaçu (p.ex. *Campomanesia sessiliflora*, *Poincianella pluviosa* e *Combretum duarceanum*).

A análise de correspondência retificada (DCA), tanto para o conjunto total dos dados, como para cada estrato separadamente, resultou em autovalores elevados ( $> 0,6$ ). Segundo ter Braak (1995) no primeiro eixo das ordenações, em contrapartida no segundo eixo foram observados, em todos os casos, autovalores baixos ( $< 0,2$ ) (Figura 2.10). Esses resultados indicam que, no primeiro eixo, há pequeno número de espécies distribuídas ao longo deste gradiente, mas que grande parte das espécies concentra suas abundâncias em setores particulares, o que gerou a formação de grupos bem concisos floristicamente (ter Braak 1995).

Esses dados podem ser melhor observados nos diagramas de cada ordenação. A análise do conjunto geral (Figura 2.10A) deixa clara a formação de quatro grupos bem distintos floristicamente, onde cada um destes criados pelas espécies de cada área. Para o estrato arbóreo e das arvoretas verifica-se que o fragmento do Coribe, em ambos os casos, apresenta menor similaridade florística com as demais áreas. No entanto, os demais fragmentos apresentaram tendências diferentes, pois enquanto para o estrato arbóreo Paracatu e Peruaçu poderiam ser considerados mais similares floristicamente (Figura 2.10B), para as arvoretas, essa maior semelhança florística ocorreria entre Paracatu e Arcos (Figura 2.10C). Com relação ao estrato das juvenis o que se observa é um padrão próximo do observado na figura 2.10A, ou seja, com considerável distinção florística e a formação de quatro grupos floristicamente distintos (Figura 2.10D).

## 2.4- DISCUSSÃO

A família Fabaceae obteve maior representatividade, tanto na análise total (quatro áreas e três estratos) quanto com os fragmentos em separado. Esta família também foi considerada abundante na amostragem de vários outros estudos realizados em Florestas Estacionais Deciduais (Ratter et al. 1978, Silva & Scariot 2003, 2004a, b, Nascimento et al. 2004, Salis et al. 2004, Lombardi et al. 2005, Santos & Vieira 2005, Santos & Vieira 2006, Fagundes et al. 2007, Santos et al. 2007a, Felfili et al. 2007).

Segundo Schrire et al. (2005) e Queiroz (2006) Fabaceae é particularmente rica em espécies típicas de ambientes secos. Gentry (1995) afirma que espécies pertencentes ao grupo das Fabaceae (que apresentam elevado número de espécies com frutos e sementes anemocóricas) estão bem distribuídas nesta fitofisionomia. Acredita-se que a sua ocorrência poderia ser facilitada pela dispersão pelo vento apresentada pelas espécies desta família, assim, estas teriam maior facilidade de se instalarem nestes ambientes.

As cinco espécies que ocorreram em todos os fragmentos foram consideradas de ampla distribuição geográfica ao longo dos domínios atlântico e savânico (Oliveira-Filho 2006). De fato, Rizzini (1963), Rizzini & Heringer (1962) e Pedrali (1997) observaram que, em geral, as Florestas Estacionais apresentam flora com grande contribuição de espécies de ampla distribuição. Isto sugere que estas espécies, provavelmente, apresentam ampla plasticidade fenotípica, haja vista que as áreas estudadas possuem considerável heterogeneidade do ambiente. Resultado semelhante foi observado por Pereira (2008) que estudou quatro fragmentos de Florestas Estacionais Deciduais ao longo do Brasil central e classificou *A. colubrina* e *M. urundeuva* como indiferentes à qualidade do habitat. Além disso, estas espécies são consideradas frequentes nestas formações (Silva & Scariot 2003, 2004a, b, Nascimento et al. 2004, Salis et al. 2004, Santos & Vieira 2005, Santos & Vieira 2006, Fagundes et al. 2007, Santos et al. 2007b, Felfili et al. 2007, Oliveira-Filho 2006) e, por esta razão, algumas delas são consideradas típicas desse tipo de formação (Santos & Vieira 2006, Fagundes et al. 2007, Santos et al. 2007a).

A baixa similaridade observada entre os estratos avaliados nos fragmentos amostrados pode ser reflexo da falta atual de condições ambientais adequadas para o estabelecimento dos regenerantes das espécies registradas no arbóreo. Vários autores sugerem que a heterogeneidade de habitats é uma importante fonte de influência nos padrões e processos ecológicos, por afetar a distribuição das espécies, a resistência e resiliência além da composição e diversidade de fragmentos (Wiens 1976, Gilpin & Hanski

1991, Turchin 1991, Rosenzweig 1995, Ellingsen & Gray 2002, Zajac et al. 2003, Hewitt et al. 2005).

Outra possível explicação para a baixa similaridade entre os compartimentos analisados podem ser devido ao estabelecimento das árvores adultas serem ditados por fatores ambientais de períodos mais antigos (Oliveira-Filho et al. 1997, Schiavini et al. 2001). Em contrapartida, os eventos ambientais atuais seriam os responsáveis pela flora e estrutura observadas para os compartimentos regenerantes (Oliveira & Felfili 2005). Desta forma, condições do ambiente atual ou de um passado recente é que definem as estruturas populacionais e conseqüentemente das comunidades nestes estratos (Oliveira & Felfili 2005).

Além disso, a baixa representatividade observada entre os estratos arbóreo e regenerante pode ter ocorrido em virtude da própria ecologia das espécies amostradas nos estratos arbóreos das quatro áreas. Muitas destas espécies poderiam ter produzido baixa quantidade de sementes, podendo estas ainda ser descontínuas ao longo dos anos, o que afetaria a taxa de germinação e o estabelecimento destas espécies na regeneração natural (Schiavini et al. 2001).

O baixo número de espécies compartilhadas entre localidades evidencia alta diversidade beta ( $\beta$ ) destas formações florestais (Whittaker 1960, Condit et al. 2002). Assim, inferiu-se que a diversidade entre as áreas e entre os estratos foi elevada o que indica que há divergências consistentes entre os remanescentes estudados, assim como, entre os três estratos analisados. O que indica que não existe relação florística entre os estratos adulto e regenerante nas comunidades estudadas e existe variação florística dentro do mesmo estrato entre estas áreas.

Complementarmente, os elevados autovalores registrados para o primeiro das ordenações indicaram a existência de gradientes longos que, segundo (ter Braak 1995), sugere alta substituição de espécies ao longo do eixo. Neste caso, pode-se inferir que os quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados apresentaram poucas espécies compartilhadas entre si, o que reforça a hipótese de elevada diversidade  $\beta$  entre as áreas.

Da mesma forma, os baixos valores dos índices de similaridade de Jaccard e de Czekanowski indicam elevada dissimilaridade entre os fragmentos quando se analisou os três estratos avaliados. Estes resultados podem evidenciar particularidades ambientais de cada fragmento, conforme pode ser observado pela análise das espécies indicadoras, onde uma proporção significativa de espécies se mostrou preditoras das áreas. Fagundes et al.

(2007), Pereira (2008), Santos (2009) que estudou fragmentos de Floresta Estacional também observaram a especificidades de algumas espécies a uma determinada característica ambiental.

Essas particularidades observadas entre as áreas podem ser o reflexo da própria distribuição das Florestas Estacionais Deciduais que, por serem naturalmente disjuntas (Rizzini 1997, Ribeiro & Walter 2008) com elevada variação climática (Santos et al. 2007a,b), podem levar as espécies a se adaptar às condições climáticas locais (Becerra 2005). Prado & Gibbs (1993) e Felfili (2003) afirmaram que as Florestas Estacionais Deciduais são distribuídas em manchas não contíguas de variados tamanhos, devido à heterogeneidade do ambiente e perturbação.

Quando se analisa a associação entre a distribuição das espécies registradas nas quatro áreas amostradas com as características climáticas locais notou-se que as áreas provavelmente apresentam espécies adaptadas às condições ambientais peculiares de cada remanescente, e estas foram principalmente relacionadas às disponibilidades hídricas locais. Santos (2009) que estudou amplo conjunto de dados que incluía a fisionomia aqui estudada também observou forte relação entre a precipitação e as relações florísticas existentes entre as áreas por ele analisadas. Isto mostra que o clima, principalmente a precipitação, exerce forte influência sobre a distribuição das espécies.

Como exemplo desta relação espacial das espécies e disponibilidade hídrica pode ser citado o fragmento de Coribe, que registrou, dentre as áreas amostradas, a menor precipitação anual (cerca de 919 mm). Para tentar evitar esta carência hídrica a vegetação dispõe de características que visam diminuir os efeitos da seca, por exemplo, acumular água em seus troncos e, ou raízes como ocorre em *Cavanillesia umbellata*, *Spondias tuberosa*, *Commiphora leptophloeus* dentre outras (Larcher 2000, Borchert & Rivera 2001, Carvalho 2009). Na condição oposta se encontra o remanescente de Arcos, que apresentou a maior precipitação ao longo do ano (1.600 mm) e espécies bem características de ambientes com maior disponibilidade hídrica, por exemplo, *Siparuna guianensis* cuja ocorrência se limita a ambientes ripários (Gavilanes et al. 1992) e atlântico (Oliveira-Filho 2006).

Outro aspecto a ser considerado sobre as diferenças existentes entre as áreas estudadas é a influência dos contatos vegetacionais existentes em cada uma delas. A Floresta Estacional Decidual, por se apresentar distribuída descontinuamente em extensa faixa territorial, além de ocorrer em grande amplitude climática ainda se encontra sob diferentes fitoregiões (Scariot & Sevilha 2005, Santos et al. 2007a,b, Pereira 2008). De



fato, quando se analisa as espécies de cada área e o local onde as mesmas estão inseridas observou-se que as áreas apresentaram espécies características da matriz vegetacional nas quais os fragmentos estão inseridos. No caso, por exemplo, do fragmento de Coribe, que se encontra na matriz da Caatinga, verificou-se a presença de espécies típicas desse bioma como *C. caatingae*, *P. pyramidalis* (Queiroz 2006, Santos 2009) dentre outras, sendo inclusive selecionadas como indicadoras desta área.

No remanescente do Peruaçu que se encontra na transição entre o Cerrado e a Caatinga verificou-se a presença de *Zeyheria tuberculosa* que é frequentemente relatada em estudos do Cerrado (Mendonça et al. 2008), além de *Amburana cearensis* e *P. pluviosa* que são consideradas endêmicas da caatinga (Queiroz 2006), e a última foi eleita como indicadora desta área. De forma semelhante, o fragmento de Paracatu, que está inserido na área core do Cerrado, possui espécies características deste ambiente como *Dipteryx alata*, *Curatella americana* e *J. brasiliana* (Felfili & Silva-Júnior 1993, Marimom & Lima 2001, Felfili et al. 2002), essa influência do Cerrado na área também foi confirmada pela seleção de *J. brasiliana* como uma espécie indicadora deste local.

No caso do remanescente de Arcos, localizado no contato entre Cerrado e Mata Atlântica, foi observada a presença de espécies destes dois ambientes como *Qualea multiflora* e *Platycamus regnellii* (Mendonça et al. 2008, Machado et al. 2004), e a última espécie, foi considerada peculiar ao ambiente Atlântico, selecionada como indicadora desta área. A influência da vegetação adjacente na composição florística da Floresta Estacional Decidual parece exercer grande influência e foi reportada por outros autores como Santos et al. (2007b), Siquera et al. (2009) que também estudaram Florestas Estacionais Deciduais.

## 2.5- CONCLUSÕES

Os quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, assim como os três estratos estudados, apresentaram elevada diversidade  $\beta$ , o que indicou fraca relação florística e estrutural, ou seja, baixo compartilhamento de espécies, tanto quando se comparou o mesmo estrato entre os fragmentos, como os diferentes estratos num mesmo fragmento. Além disso, verificou-se que a distribuição das espécies ao longo das áreas, mostrou a formação de grupos concisos, o que reforça a distinção florística entre os remanescentes.

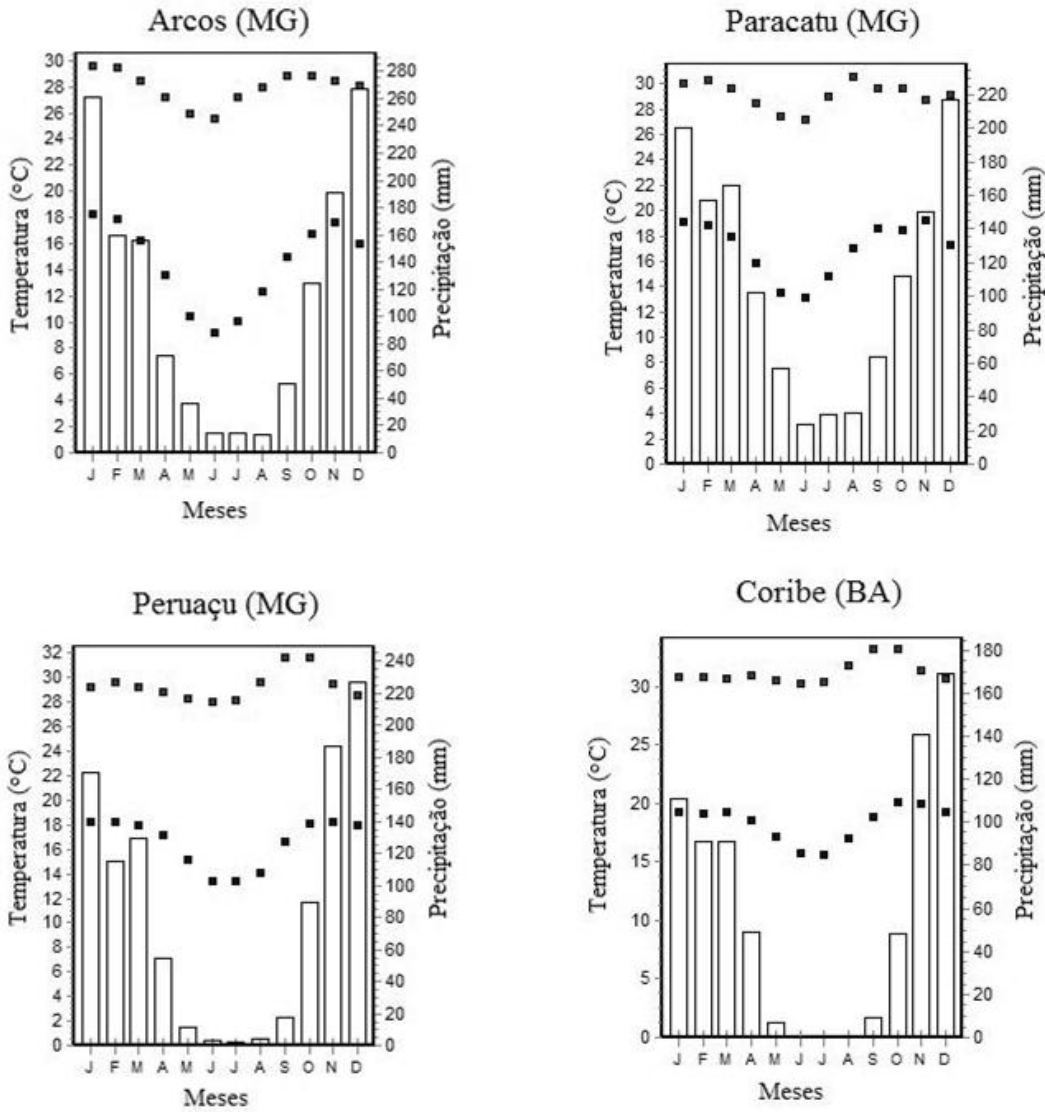
O baixo número de espécies compartilhadas pelos estratos, dentro do mesmo fragmento nas quatro áreas amostradas, pode ser reflexo tanto da variação nas condições

ambientais ao longo do tempo como da própria ecologia de algumas espécies do estrato arbóreo.

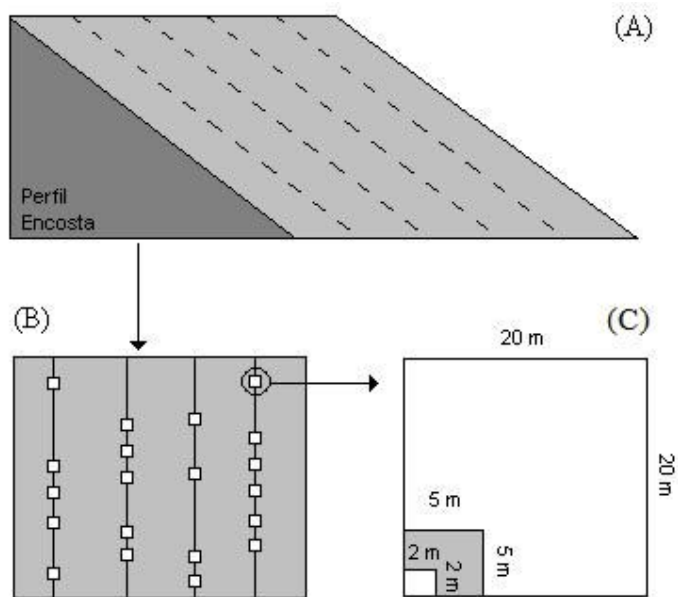
As diferenças florísticas observadas entre os fragmentos, podem estar ligadas a distribuição natural das Florestas Estacionais Deciduais. As áreas com condições ambientais diferentes, por apresentarem espécies adaptadas às estas condições, tiveram composição florística diferenciada. De modo semelhante, a localização fitogeográfica dos fragmentos também pode ter influenciado os resultados, já que a matriz vegetacional dos fragmentos e os vários contatos vegetacionais contribuíram para as diferenças florísticas.



**Figura 2.1:** Localização dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco, com detalhe dos limites da bacia e dos biomas (*sensu* MMA 2009) □ Caatinga; ■ Cerrado; ■ Mata Atlântica. Onde: AR = Arcos (MG); PA = Paracatu (MG); PE = Peruaçu (MG) e CO = Coribe (BA).

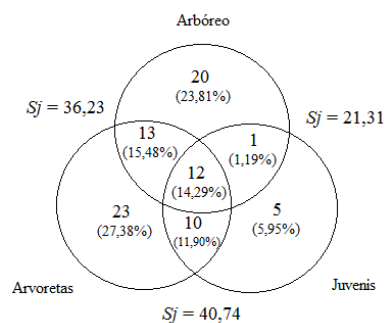


**Figura 2.2:** Totais de temperatura e precipitação mensais registrados para os quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Fonte: Worldclim/Diva-GIS, 1950-2000 (Hijmans et al. 2005).

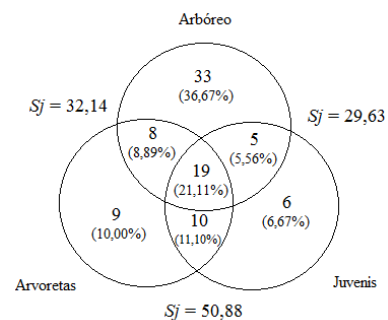


**Figura 2.3:** Disposição das faixas (A), das parcelas dispostas aleatoriamente ao longo destas (B) e detalhe da alocação das sub-parcelas (C) em que: 20 × 20m parcelas do estrato arbóreo, 5 × 5m do estrato das arvoretas e 2 × 2m das juvenis (Adaptado de Felfili et al. 2005).

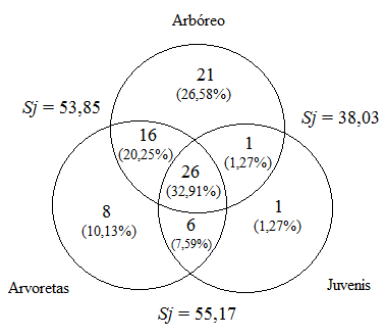
(A)



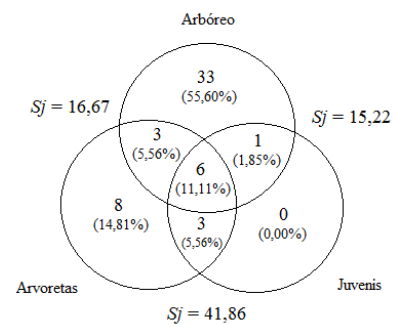
(B)



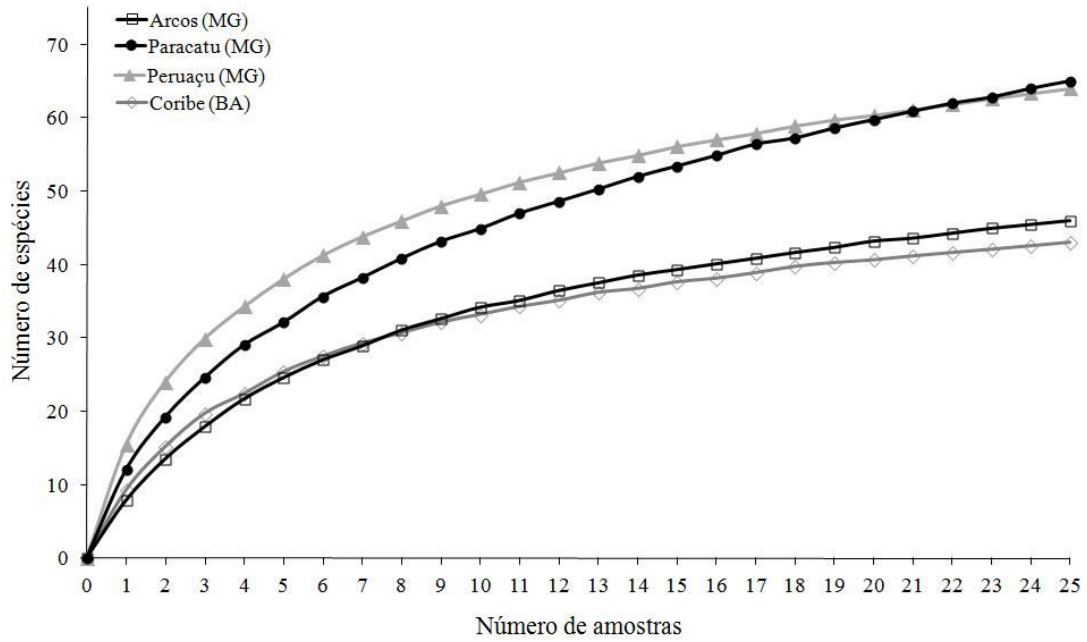
(C)



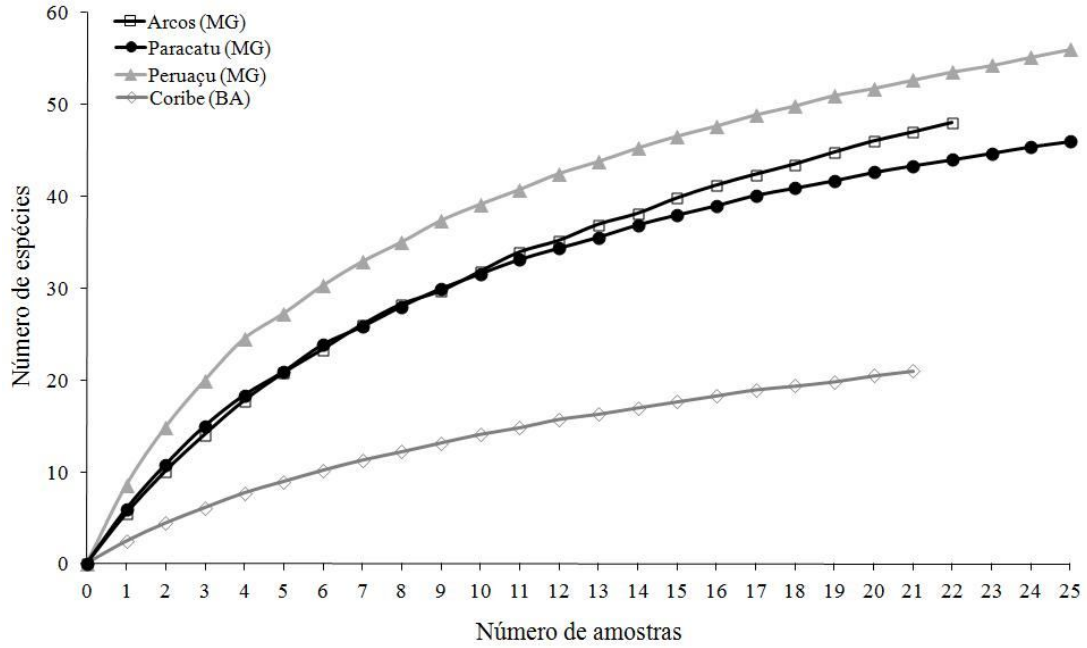
(D)



**Figura 2.4:** Diagramas de Venn produzidos a partir das espécies compartilhadas e exclusivas entre os três estratos da vegetação (Arbóreo - DAP  $\geq 5,0$  cm, Arvoretas - altura  $> 1,0$  m e DAP  $< 5$  cm e Juvenis - altura  $\leq 1,0$  m) amostrados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual na bacia do Rio São Francisco. A = Arcos (MG), B = Coribe (BA), C = Paracatu (MG) e D = Peruaçu (MG).

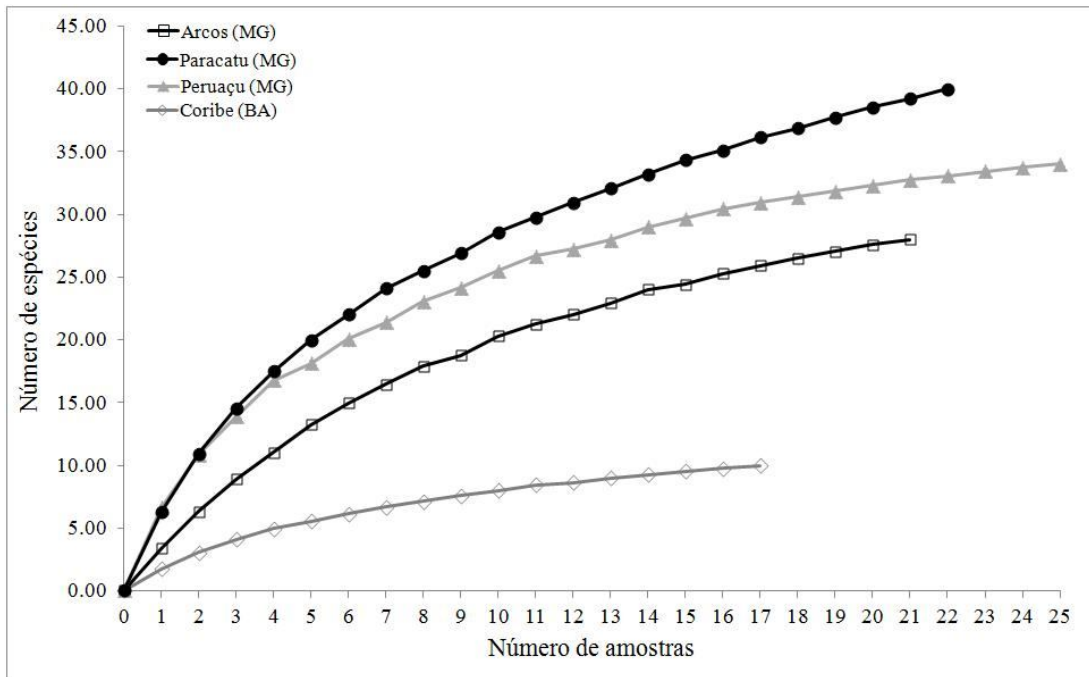


**Figura 2.5:** Curvas de progressão do número cumulativo médio de espécies para o estrato arbóreo ( $DAP \geq 5,0$  cm) em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco.

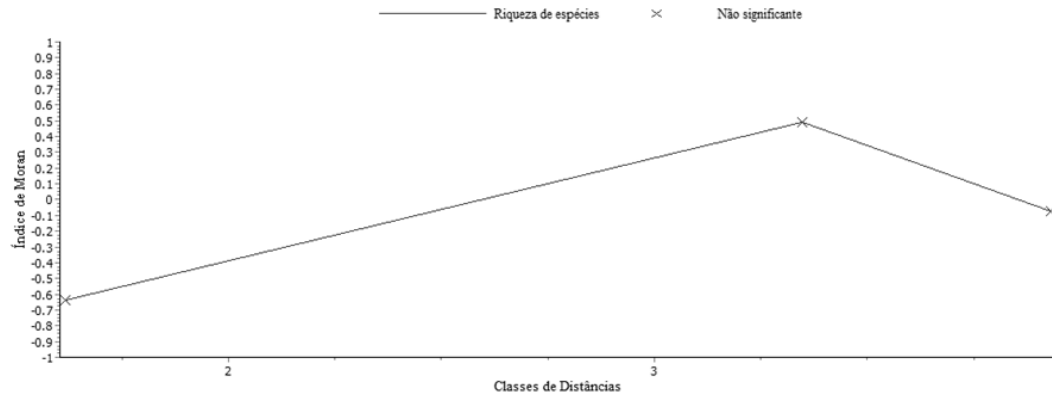


**Figura 2.6:** Curvas de progressão do número cumulativo médio de espécies para o estrato das arvoretas (altura > 1,0 m e DAP < 5 cm) em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. O número reduzido de unidades amostrais nos fragmentos de Arcos e Coribe se devem a ausência de indivíduos em algumas parcelas amostradas.

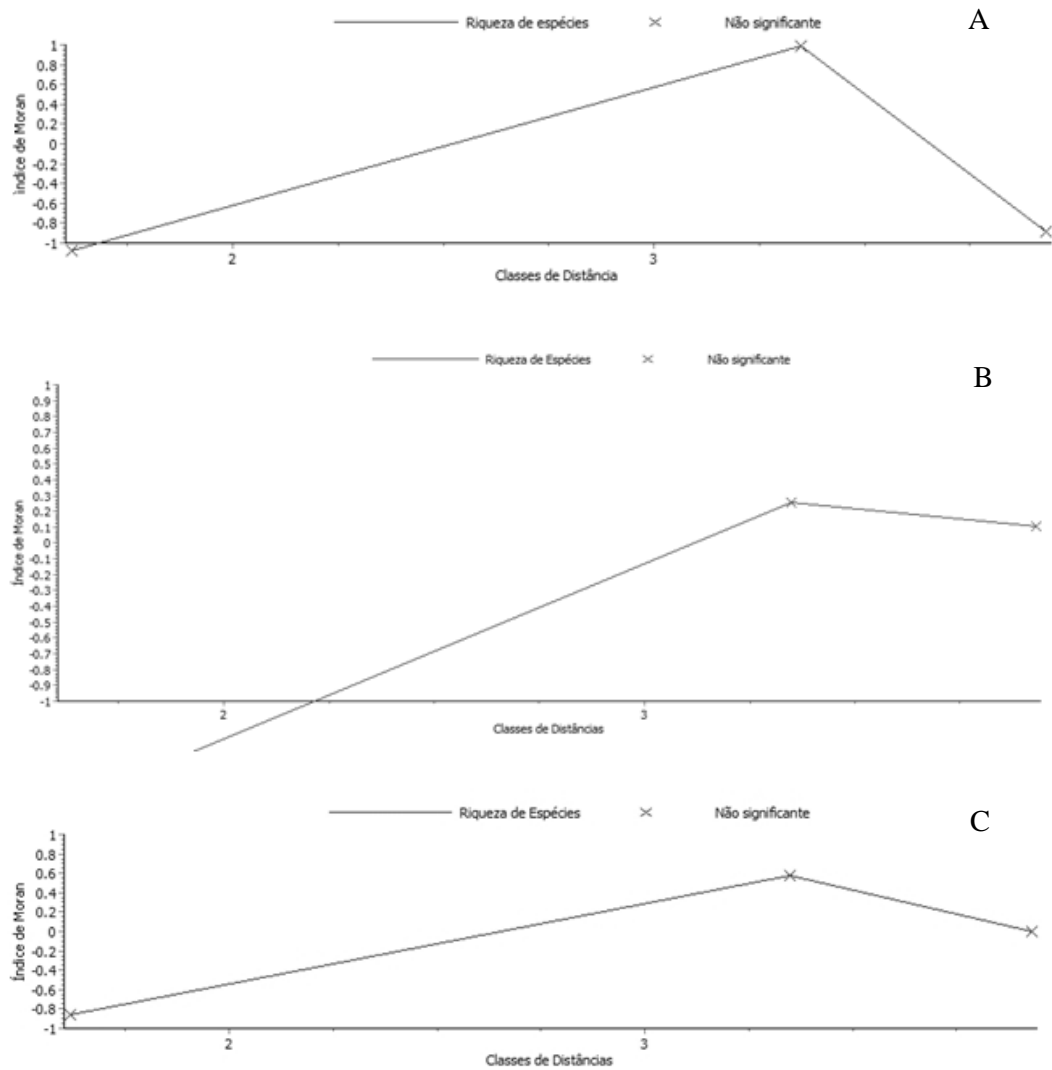




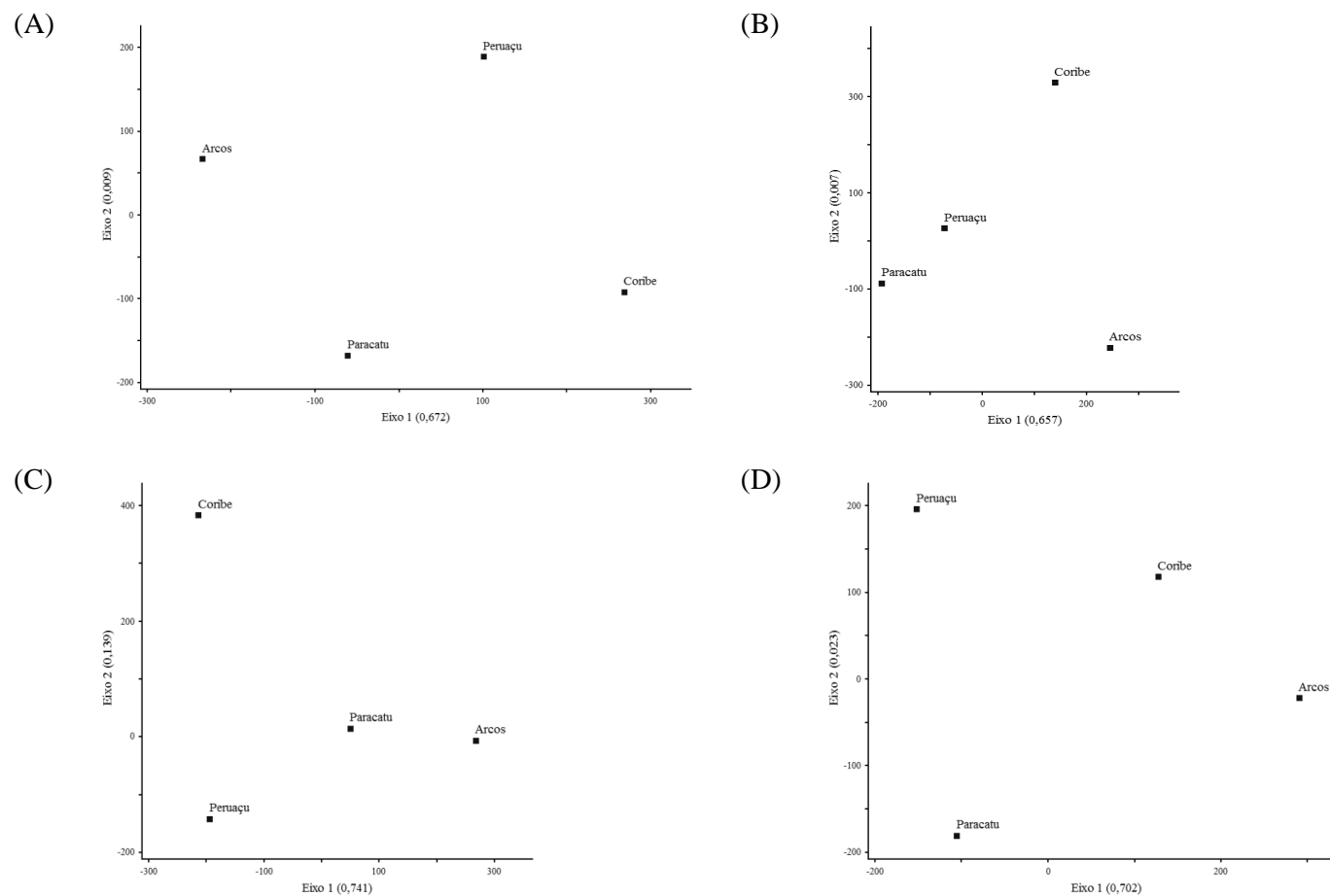
**Figura 2.7:** Curvas de progressão do número cumulativo médio de espécies para o estrato das juvenis (altura  $\leq 1,0$  m) em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. O número reduzido de unidades amostrais nos fragmentos de Arcos, Paracatu e Coribe se devem a ausência de indivíduos em algumas parcelas amostradas.



**Figura 2.8:** Estrutura espacial da riqueza em espécies em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do rio São Francisco avaliados pelo coeficiente I de Moran. Valores acima de zero indicam autocorrelação espacial positiva e, abaixo, autocorrelação negativa; a significância ( $p \leq 0,05$ ) é indicada pela presença de círculo cheio e a não significância representada pela cruz. A riqueza de espécies não é significativamente autocorrelacionadas em nenhuma classe de distância para  $p = 0,05$ .



**Figura 2.9:** Estrutura espacial da riqueza de espécies em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco avaliados pelo coeficiente I de Moran. Onde A = estrato arbóreo ( $DAP \geq 5,0$  cm), B = arvoretas (altura  $> 1,0$  m) e C = Juvenis (altura  $\leq 1,0$  m). Valores acima de zero indicam autocorrelação espacial positiva e, abaixo, autocorrelação negativa; a significância é indicada pela presença de círculo cheio e a não significância representada pela cruz. A riqueza de espécies ao longo dos estratos não é significativamente autocorrelacionadas em nenhuma classe de distância para  $p = 0,05$ .



**Figura 2.10:** Diagramas de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de correspondência retificada (DCA) para os dados florísticos dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. A= os três estratos reunidos, B = estrato arbóreo ( $DAP \geq 5,0$  cm), C= arvoretas (altura  $> 1,0$  m) e D= juvenis (altura  $\leq 1,0$  m).

**Tabela 2.1:** Informações geográficas e ambientais dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco e utilizados nas análises comparativas.

	Arcos (MG)	Paracatu (MG)	Peruaçu (MG)	Coribe (BA)
Município (Estado)	Arcos (Minas Gerais)	Paracatu (Minas Gerais)	Januária / Itacarambi / São João das Missões (Minas Gerais)	São Félix do Coribe (Bahia)
Propriedade	Estação Ecológica de Corumbá (IEF)	Propriedade privada	Parque Nacional Carvernas do Peruaçu (ICMBio)	Propriedade privada
Latitude (S)	20° 17'	17° 13'	14° 54'	13° 29'
Longitude (W)	45° 37'	46° 49'	44° 22'	44° 14'
Altitude	819	626	696	533
Área (ha)	100	100	200	50
Clima	Cwa	Aw	Aw	Aw
Temperatura Média Anual (°C)	20,7	22,0	26,3	24,4
Precipitação Média Anual (mm)	1.600	1.350	947	900

**Tabela 2.2:** Lista das espécies registradas em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco com seus respectivos valores de densidade em cada um dos três estratos da vegetação avaliados. Onde: Arb. = estrato arbóreo (DAP  $\geq$  5,0 cm), Arv. = estrato das arvoretas (altura > 1,0 m) e Juv. = estrato das juvenis (altura  $\leq$  1,0 m).

Família Espécie	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
ANACARDIACEAE												
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.				12	2	22					2	
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	1											
<i>Cyrtocarpa caatingae</i> J.D.Mitch. & Daly										22	3	2
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	95	2	1	116	2	20	70	2	180	26		
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.							9					
<i>Spondias mombin</i> L.							18	2				
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda											4	
ANNONACEAE												
<i>Annona exsucca</i> Dunal						5						
<i>Annona mucosa</i> Jacq.				1								
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	23											
APOCYNACEAE												
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F.Blake ex Pittier				38	8	3						
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	2	1										
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A.DC.	12	1										
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	1											
<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.				120	14	7	12	4	3	15	1	1
<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll.Arg.								1				
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart. ex A.DC.						1	4	1	1		1	

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)												
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.										
APOCYNACEAE (Cont.)																						
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.											2											
ARALIACEAE																						
<i>Aralia excelsa</i> (Griseb.) J.Wen											5											
<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J.Wen											2	1										
BIGNONIACEAE																						
<i>Arrabidaea bahiensis</i> (Schauer) Sandwith & Moldenke							1	4	114													
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos							11	1	19	275	17	90										
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos							15	3	53	1	2	20	4	62	1							
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos							1															
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose							1		2													
<i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S.O.Grose													3	4								
<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.							6															
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith							1		4		1											
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau									1		1											
BORAGINACEAE																						
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.							5															
<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.J.Mill.													7	5								
<i>Cordia incognita</i> Gottschling & J.J.Mill.													15	1								
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.													13									
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.							1		1						1							
BURSERACEAE																						
<i>Commiphora leptophloeus</i> (Mart.) J.B.Gillet													30	1	14							

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
BURSERACEAE (Cont.)												
CALOPHYLLACEAE												
CANNABACEAE												
CAPPARACEAE												
CELASTRACEAE												
COMBRETACEAE												
DILLENACEAE												
EBENACEAE												

Continua...



**Tabela 2.2. (Cont.)**

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
ERYTHROXYLACEAE												
				8	12	14						1
				1	12	1	9	5	2			
			1									
EUPHORBIACEAE												
												5
	11	1					21	1		12	11	
			2									
												2
												5
												1
							1					
				2	2		1					8
				124	39	27						
FABACEAE												
			4									
												3
							7	10	10			
	8				17	40		12	18			
							2	3	5			
	99	6	1	130	24	130	65	21	96	18		
				17	3	6	59	17	52			
					13	48	36	13	81			
												3

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
FABACEAE (Cont.)												
<i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) Vogel											6	3
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	11	15	2									
<i>Blanchetiodendron blanchetii</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes								2				
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.		10	42									
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.											14	
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	8	13	1									
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis				11	2							
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P.Lewis								2				
<i>Chloroleucon tenuiflorum</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes					4	26						
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1			2		1						
<i>Dalbergia glaucescens</i> (Mart. ex Benth) Benth.		1										
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.			1									
<i>Dalbergia villosa</i> (Benth.) Benth.							9	1				
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.				1								
<i>Dipteryx alata</i> Vogel				2		1						
<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.				1			12	4				
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong					2	5	2	2	29	2		
<i>Goniorrhachis marginata</i> Taub.							26	4			6	
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	4	2		10								
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.							69	20	3			
<i>Lonchocarpus costatus</i> Benth.		2	4				1	1				

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)			
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	
FABACEAE (Cont.)													
<i>Lonchocarpus montanus</i> A.M.G.Azevedo ex M.J.Silva & A.M.G.Azevedo													
											15		
											5	6	1
	2	2	4		2	1	8						
	7	6		1									
	55	59	62	35	18	1	5	22	4				
							31	35	87				
				14			2						
				2	3		6	2	1			2	
		10									10		
		1											
	68						3	5					
	8												
	13	3	1	4	2	11							
				1			2						
							50	36	8	9			
										4			
	4												
		3	3	3			8	2	10				
			19				9	30	13	48	1	34	
								1					
		4	12										
	8	1											

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
ICACINACEAE												
			1									
	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers											
LAMIACEAE												
						1		14	6			
	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D.Jackson											
										30	1	
	<i>Vitex polygama</i> Cham.											
LAURACEAE												
			1									
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees											
LOGANIACEAE												
										5	2	
	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.											
LYTHRACEAE												
												2
	<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltldl.											
MALPIGHIACEAE												
										14	5	12 5
	<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.											
MALVACEAE												
									1	1		11
	<i>Cavanillesia umbellata</i> Ruiz & Pav.											
												8
	<i>Ceiba pubiflora</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.											
						10			12	1		
	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna											
			2			28	1			1		
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.											
								5		22	3	
	<i>Helicteres brevispira</i> A.St.-Hil.											
			2						4			
	<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.											
			19	1								
	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.											
						10						
	<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.											
												9
	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil.) A.Robyns											

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Espécie	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
		Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
MALVACEAE (Cont.)													
	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns				18				7				
	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.								4				
	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hill. & Naudin				16	1	1					13	
MELIACEAE													
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.								14				
	<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.			2	2	2							
	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	2											
	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.				21	8	6						
	<i>Trichilia hirta</i> L.				1								
	<i>Trichilia pallens</i> C.DC.							4					
MORACEAE													
	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul				1	1	12	26					
	<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D.Bouché				14								
	<i>Ficus rupicola</i> C.C.Berg & Carauta				11								
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	3	2		5	1		7					
MYRSINACEAE													
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	3											
MYRTACEAE													
	<i>Campomanesia sessiliflora</i> (O.Berg) Mattos							1	98	25	3		
	<i>Campomanesia velutina</i> (Cambess.) O.Berg			1	15	9							
	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.				1								
	<i>Eugenia florida</i> DC.	9	11	7	3	40	4						

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)			
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	
MYRTACEAE (Cont.)													
<i>Eugenia</i> sp.												2	
<i>Eugenia stictopetala</i> DC.							1	1					
<i>Eugenia uniflora</i> L.	1						1						
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.		2											
<i>Myrcia</i> sp.				4									
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		3	2	1									
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.		3	1		4								
<i>Myrciaria cuspidata</i> O.Berg							11	9	12				
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg				1			43	6	9				
<i>Psidium sartorianum</i> (O.Berg) Nied.			2								1	1	
<i>Psidium</i> sp.		3											
NYCTAGINACEAE													
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz							1						
OLACACEAE													
<i>Ximenia americana</i> L.												5	
OPILIACEAE													
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.								1					
PHYLLANTHACEAE													
<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl					4								
PICRODENDRACEAE													
<i>Piranhea securiniga</i> Radcl.-Sm. & Ratter											65	5	4

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
POLYGONACEAE												
								4				
								3	4	2		
			1					13				40
RHAMNACEAE												
												1
RUBIACEAE												
										1		
								1				
				13	13							
			4		2		2	1				
						4	45	9				
										1		
						1	1					
						1						
						1		1	4	17	5	1
												10
RUTACEAE												
										3	1	18
									7	1		
							4					
SALICACEAE												
												1

Continua...

**Tabela 2.2.** (Cont.)

Família	Espécie	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
		Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
SALICACEAE (Cont.)													
	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	2	21	3									
	<i>Casearia</i> cf. <i>mariquitensis</i> Kunth				5								
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	15	2	1									
	<i>Casearia rupestris</i> Eichler				25	11	8						
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.				3								
	<i>Prockia crucis</i> P.Browne ex L.	3	5										
SAPINDACEAE													
	<i>Allophylus sericeus</i> (Cambess.) Radlk.	8			3	2							
	<i>Allophylus</i> sp.					1							
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	73	9	24									
	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.				40	4	9						
	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.				1								
	<i>Talisia esculenta</i> (A.St.-Hil.) Radlk.							20					
SAPOTACEAE													
	<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.				5								
	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.				44	11	20						
	<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni				2		11						
	<i>Pouteria gardneriana</i> (A.DC.) Radlk.							2					
SIPARUNACEAE													
	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	6	5										

Continua...



**Tabela 2.2. (Cont.)**

Família	Arcos (MG)			Paracatu (MG)			Peruaçu (MG)			Coribe (BA)		
	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.	Arb.	Arv.	Juv.
SOLANACEAE												
URTICACEAE												
VERBENACEAE												
VOCHYSIACEAE												
<b>Total</b>	<b>635</b>	<b>316</b>	<b>234</b>	<b>1042</b>	<b>358</b>	<b>491</b>	<b>1025</b>	<b>480</b>	<b>849</b>	<b>778</b>	<b>96</b>	<b>142</b>

**Tabela 2.3:** Parâmetros de diversidade de espécies para os três estratos da vegetação avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, amostrados na bacia do Rio São Francisco.

	<b>Arcos</b> <b>(MG)</b>	<b>Paracatu</b> <b>(MG)</b>	<b>Peruaçu</b> <b>(MG)</b>	<b>Coribe</b> <b>(BA)</b>
<b>Arbóreo</b> (DAP $\geq$ 5,0 cm)				
Número de indivíduos	635	1.042	1.025	778
Riqueza de espécies	46	65	64	43
Índice de Shannon ( $H'$ )	2,91	3,17	3,48	2,69
Equabilidade de Pielou ( $J'$ )	0,76	0,76	0,83	0,71
Estimador <i>Jackknife</i> ; 1º ordem	58,5	89,0	80,3	53,6
Estimador <i>Jackknife</i> ; 2º ordem	63,4	104,9	93,3	59,3
<b>Arvoretas</b> (altura > 1,0 m e DAP < 5,0 cm)				
Número de indivíduos	316	358	480	96
Riqueza de espécies	48	46	56	20
Índice de Shannon ( $H'$ )	3,09	3,18	3,40	2,48
Equabilidade de Pielou ( $J'$ )	0,79	0,83	0,84	0,83
Estimador <i>Jackknife</i> ; 1º ordem	70,0	60,4	75,2	31,5
Estimador <i>Jackknife</i> ; 2º ordem	83,1	64,5	88,3	39,7
<b>Juvenis</b> (altura $\leq$ 1,0 m)				
Número de indivíduos	234	591	849	142
Riqueza de espécies	28	40	34	10
Índice de Shannon ( $H'$ )	2,51	2,81	2,59	1,13
Equabilidade de Pielou ( $J'$ )	0,75	0,76	0,73	0,49
Estimador <i>Jackknife</i> ; 1º ordem	37,5	55,3	40,7	13,8
Estimador <i>Jackknife</i> ; 2º ordem	39,7	63,8	41	15,6

**Tabela 2.4:** Riqueza em espécies nos três estratos da vegetação avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco. Os valores são médias  $\pm$  desvios padrão das n amostras (parcelas) de cada estrato em cada área, em que o teste *Kruskal-Wallis* indicou diferenças significativas ( $p < 0,005$ ) entre os quatro fragmentos. As médias seguidas da mesma letra, entre os fragmentos, não diferiram significativamente entre pelo teste de Dunn ( $p < 0,005$ ).

<b>Densidade de espécies</b>	<b>Arcos</b>	<b>Paracatu</b>	<b>Peruaçu</b>	<b>Coribe</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
Arbóreo (DAP $\geq$ 5,0 cm)	7,84 $\pm$ 3,25 <sup>c</sup>	12,00 $\pm$ 3,89 <sup>b</sup>	15,44 $\pm$ 3,11 <sup>a</sup>	9,24 $\pm$ 2,57 <sup>bc</sup>	444,336	< 0,0001
Arvoretas (altura > 1,0 m)	5,41 $\pm$ 3,53 <sup>b</sup>	5,92 $\pm$ 2,52 <sup>ab</sup>	8,48 $\pm$ 3,37 <sup>a</sup>	2,29 $\pm$ 1,10 <sup>c</sup>	380,894	< 0,0001
Juvenis (altura $\leq$ 1,0 m)	3,38 $\pm$ 2,36 <sup>b</sup>	6,27 $\pm$ 3,17 <sup>a</sup>	6,64 $\pm$ 3,07 <sup>a</sup>	1,76 $\pm$ 0,97 <sup>b</sup>	360,622	< 0,0001

**Tabela 2.5:** Significância do teste-*t* de Hutcheson ( $p < 0,05$ ) para os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) entre os três estratos da vegetação avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco.

	<b>Arcos (MG)</b>	<b>Paracatu (MG)</b>	<b>Peruaçu (MG)</b>	<b>Coribe (BA)</b>
<i>Arbóreo</i>				
<b>Arcos</b>	*	< 0,001	< 0,001	0,001
<b>Paracatu</b>	-4,1409	*	< 0,001	< 0,001
<b>Peruaçu</b>	-9,8979	-6,3562	*	< 0,001
<b>Coribe</b>	3,1053	7,2974	-12,8430	*
<i>Arvoretas</i>				
<b>Arcos</b>	*	ns	< 0,001	< 0,001
<b>Paracatu</b>	-1,1859	*	0,002	< 0,001
<b>Peruaçu</b>	3,9394	-3,0852	*	< 0,001
<b>Coribe</b>	-5,2882	6,5919	8,9615	*
<i>Juvenis</i>				
<b>Arcos</b>	*	< 0,001	ns	< 0,001
<b>Paracatu</b>	-3,3344	*	0,002	< 0,001
<b>Peruaçu</b>	-1,3523	3,0205	*	< 0,001
<b>Coribe</b>	10,7920	14,8240	13,9410	*

Onde ns= não significativo.

**Tabela 2.6:** Valores de similaridade pelos índices de Jaccard (porção inferior da tabela) e Czekanowisk (porção superior da tabela) para os três estratos da vegetação avaliados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na Bacia do Rio São Francisco. (Estrato Arbóreo = DAP  $\geq$  5,0 cm, estrato Arvoretas = altura > 1,0 m e DAP < 5,0 cm e estrato Juvenis = altura  $\leq$  1,0 m).

	<b>Arcos</b>	<b>Paracatu</b>	<b>Peruaçu</b>	<b>Coribe</b>
<i>Arbóreo</i>				
<b>Arcos</b>	*	33,075	21,527	10,615
<b>Paracatu</b>	13,265	*	21,890	14,254
<b>Peruaçu</b>	12,244	19,444	*	17,829
<b>Coribe</b>	8,536	8,000	17,582	*
<i>Arvoretas</i>				
<b>Arcos</b>	*	16,320	10,552	1,452
<b>Paracatu</b>	17,500	*	21,718	2,637
<b>Peruaçu</b>	10,638	17,241	*	6,585
<b>Coribe</b>	3,030	6,451	15,151	*
<i>Juvenis</i>				
<b>Arcos</b>	*	4,120	4,986	11,170
<b>Paracatu</b>	13,333	*	31,124	0,943
<b>Peruaçu</b>	10,714	21,311	*	6,659
<b>Coribe</b>	8,571	6,382	7,317	*

**Tabela 2.7:** Análise de espécie indicadoras (ISA) realizada com base na lista das espécies registradas nos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na Bacia do Rio São Francisco e no valor de abundância das espécies. VIO = valor indicador observado; VIE = valor indicador esperado; s = desvio padrão;  $p$  = significância (\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ).

Áreas Espécies	VIO	VIE			Abundância (%)				
		Média	s	P	AR	CO	PA	PE	
<b>Arcos – (MG)</b>									
<i>Aspidosperma multiflorum</i>	24,0	5,6	2,76	***	100	0	0	0	
<i>Bauhinia rufa</i>	24,0	5,7	3,01	***	100	0	0	0	
<i>Casearia obliqua</i>	28,0	6,2	3,00	***	100	0	0	0	
<i>Cupania vernalis</i>	44,0	8,3	3,62	***	100	0	0	0	
<i>Luehea grandiflora</i>	28,0	6,5	3,21	***	100	0	0	0	
<i>Machaerium brasiliense</i>	32,4	12,5	3,54	***	58	0	37	5	
<i>Albizia niopoides</i>	24,0	5,7	2,80	**	100	0	0	0	
<i>Centrolobium tomentosum</i>	28,0	6,1	2,85	**	100	0	0	0	
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	26,8	7,8	3,55	**	96	0	0	4	
<i>Annona sylvatica</i>	20,0	6,4	3,25	**	100	0	0	0	
<i>Machaerium acutifolium</i>	21,0	6,1	3,02	**	88	0	13	0	
<i>Cordia ecalyculata</i>	20,0	5,0	2,73	**	100	0	0	0	
<i>Platycamus regnellii</i>	16,0	4,8	2,51	**	100	0	0	0	
<i>Pterodon pubescens</i>	16,0	4,7	2,52	*	100	0	0	0	
<i>Platypodium elegans</i>	15,3	6,6	3,26	*	76	0	24	0	
<b>Paracatu – (MG)</b>									
<i>Aspidosperma cuspa</i>	40,0	8,0	3,73	***	0	0	100	0	
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	68,6	16,1	4,41	***	0	10	82	8	
<i>Astronium fraxinifolium</i>	27,4	7,4	3,33	***	0	14	86	0	
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	28,0	6,5	3,20	***	0	0	100	0	
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	60,0	9,2	3,36	***	0	0	100	0	
<i>Ficus gomelleira</i>	40,0	7,2	3,00	***	0	0	100	0	
<i>Ficus rupicola</i>	28,0	6,2	2,96	***	0	0	100	0	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	22,4	7,3	3,46	***	7	0	93	0	
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	56,0	8,9	3,42	***	0	0	100	0	
<i>Celtis iguanaea</i>	29,8	11,1	3,52	**	35	0	62	3	
<i>Erythroxylum deciduum</i>	21,3	6,2	3,03	**	0	11	89	0	
<i>Anadenanthera colubrina</i>	36,7	23,0	3,75	**	32	6	42	21	
<i>Casearia rupestris</i>	20,0	5,8	3,13	**	0	0	100	0	
<i>Diospyros coccolobifolia</i>	16,0	4,9	2,61	**	0	0	100	0	
<i>Sterculia striata</i>	22,1	11,0	3,47	*	0	45	55	0	
<i>Machaerium hirtum</i>	17,5	6,3	3,19	*	0	0	88	13	
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	17,3	8,1	3,61	*	0	0	72	28	
<i>Luehea paniculata</i>	16,0	5,1	2,87	*	0	0	100	0	
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	33,3	25,3	3,96	*	31	8	38	23	
<i>Jacaranda brasiliana</i>	12,0	4,4	2,47	*	0	0	100	0	
<b>Peruaçu – (MG)</b>									
<i>Bauhinia caatingae</i>	59,0	12,1	3,53	***	0	0	22	78	
<i>Bauhinia cheilantha</i>	60,0	9,2	3,47	***	0	0	0	100	

Continua...

**Tabela 2.7.** (Cont.)

Áreas	Espécies	VIO	VIE			Abundância (%)			
			Média	S	P	AR	CO	PA	PE
<b>Peruaçu – (MG) (cont.)</b>									
	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	50,1	8,8	3,31	***	0	0	4	96
	<i>Campomanesia sessiliflora</i>	84,0	11,5	3,97	***	0	0	0	100
	<i>Cedrela fissilis</i>	24,0	6,0	2,98	***	0	0	0	100
	<i>Combretum duarteanum</i>	68,0	9,7	3,41	***	0	0	0	100
	<i>Commiphora leptophloeus</i>	38,2	10,9	3,50	***	0	32	0	68
	<i>Inga cylindrica</i>	60,0	9,4	3,61	***	0	0	0	100
	<i>Machaerium floridum</i>	36,0	7,1	3,15	***	0	0	0	100
	<i>Myrciaria cuspidata</i>	28,0	6,0	2,85	***	0	0	0	100
	<i>Myrciaria floribunda</i>	46,9	8,7	3,54	***	0	0	2	98
	<i>Poincianella pluviosa</i>	57,6	10,3	3,69	***	0	15	0	85
	<i>Spondias mombin</i>	36,0	8,0	3,73	***	0	0	0	100
	<i>Talisia esculenta</i>	32,0	6,3	2,75	***	0	0	0	100
	<i>Vitex polygama</i>	40,0	7,5	3,13	***	0	0	0	100
	<i>Diptychandra aurantiaca</i>	22,2	6,2	2,95	**	0	0	8	92
	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	20,0	5,2	2,65	**	0	0	0	100
	<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	21,6	6,1	2,82	**	0	0	10	90
	<i>Ptilochaeta bahiensis</i>	20,0	6,2	3,14	**	0	0	0	100
	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	16,0	4,9	2,73	*	0	0	0	100
	<i>Goniorrhachis marginata</i>	19,5	7,8	3,59	*	0	19	0	81
	<i>Ceiba speciosa</i>	15,3	8,0	3,22	*	0	0	45	55
	<i>Senegalia polyphylla</i>	11,6	5,2	2,67	*	0	0	27	73
	<i>Acosmium lentiscifolium</i>	12,0	4,4	2,38	*	0	0	0	100
	<i>Tabebuia roseoalba</i>	12,8	5,0	2,55	*	0	0	20	80
	<i>Randia armata</i>	12,8	5,1	2,61	*	0	0	20	80
<b>Coribe – (BA)</b>									
	<i>Cavanillesia umbellata</i>	29,3	7,1	3,24	***	0	92	0	8
	<i>Ceiba pubiflora</i>	32,0	6,4	2,89	***	0	100	0	0
	<i>Cenostigma macrophyllum</i>	44,0	7,5	3,05	***	0	100	0	0
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	28,0	6,3	3,16	***	0	100	0	0
	<i>Cyrtocarpa caatingae</i>	32,0	6,8	3,26	***	0	100	0	0
	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	84,6	12,6	3,61	***	0	96	0	4
	<i>Piranhea securinega</i>	44,0	7,8	3,11	***	0	100	0	0
	<i>Senegalia tenuifolia</i>	33,7	8,5	3,25	***	0	84	0	16
	<i>Triplaris gardneriana</i>	50,4	11,6	3,51	***	2	74	0	24
	<i>Lonchocarpus my8ontanus</i>	24,0	5,9	2,90	**	0	100	0	0
	<i>Pseudobombax marginatum</i>	24,0	5,7	2,95	**	0	100	0	0
	<i>Machaerium villosum</i>	20,0	5,2	2,72	**	0	100	0	0
	<i>Sapium glandulosum</i>	17,5	6,6	3,03	**	0	73	18	9
	<i>Poincianella pyramidalis</i>	16,0	4,7	2,52	*	0	100	0	0
	<i>Aralia excelsa</i>	16,0	5,0	2,62	*	0	100	0	0
	<i>Simira sampaioana</i>	16,0	5,3	3,00	*	0	100	0	0
	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	26,5	18,2	3,61	*	10	41	35	13

### **3- VARIAÇÕES EDÁFICAS E ESTRUTURAIS EM FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS AO LONGO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO**

#### **3.1- INTRODUÇÃO**

As florestas tropicais são reconhecidas por sua alta riqueza e diversidade de espécies e várias teorias têm sido propostas para explicar este padrão (Brown 1995, McKinney & Lockwood 1999, Svenning 1999, Waide et al. 1999, Chown et al. 2003). A maioria dessas teorias está relacionada à elevada heterogeneidade ambiental (Gaston & Blackburn 2000, Wilson 2000, Kolb & Diekmann 2004). Assim, supõe-se que a distribuição espacial e a estrutura das espécies arbóreas tropicais estejam relacionadas com a distribuição descontínuas dos fatores bióticos e abióticos ao longo do espaço (Ricklefs 1977, Deslow 1980, Shmida & Wilson 1985, Stuefer 1996, Dale 1999).

Aspectos históricos e biogeográficos progressos também são fundamentais na determinação dos padrões de distribuição e estruturação da vegetação (Kellman & Tackaberry 1997). Contudo, esta relação é de difícil mensuração. Em contrapartida, as variáveis ambientais, por sua facilidade de mensuração, são comumente mais investigadas com relação a composição e estrutura das comunidades, principalmente as de ordem edáfica (fertilidade, pH, textura e disponibilidade de água) e climática (precipitação e temperatura) (Oliveira-Filho et al. 1989, Oliveira-Filho et al. 1994a, Oliveira-Filho & Fontes 2000, Oliveira Filho & Ratter 2000, Fagundes et al. 2007, Gonzaga et al. 2008, Machado et al. 2008).

A contribuição das variáveis ambientais na distribuição das espécies variam consideravelmente, tanto entre os tipos vegetacionais (Oliveira-Filho & Fontes 2000), como numa mesma fisionomia (Gonzaga et al. 2008), principalmente quando esta ocorre em ampla distribuição geográfica, como com nas Florestas Estacionais Deciduais (Pereira 2008, Santos 2009). Essa vegetação, por se apresentar em grande extensão territorial (Rizzini 1997, Ribeiro & Walter 2008), está submetida a grande amplitude ambiental como, por exemplo, variações nas condições edáficas (Fagundes et al. 2007, Gonzaga 2008) e climáticas (Santos et al. 2007a).



Desta forma, investigou-se neste capítulo as diferenças entre os fatores edáficos e os de relevo e suas relações com as variáveis estruturais da vegetação em quatro fragmentos de Florestas Estacionais Deciduais localizados na bacia do Rio São Francisco.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1- Caracterização das áreas de estudo**

Veja descrição apresentada no Capítulo 2, item 2.2.1 (página 18).

### **3.2.2- Sistema de amostragem das áreas de estudo**

Veja descrição apresentada no Capítulo 2, item 2.2.2 (página 20).

### **3.2.3- Obtenção das variáveis ambientais**

*Propriedades edáficas* – em cada parcela da amostragem da vegetação (20 × 20 m) foram coletadas cinco subamostras de solo (0-20 cm de profundidade), sendo uma em cada vértice e outra no seu centro. As subamostras foram misturadas e homogeneizadas para formar uma amostra composta por parcela, com cerca de 250 g de solo, conforme utilizado por Haridasan (2001) e Rodrigues et al. (2007). Para as análises químicas e físicas do solo adotou-se o protocolo da EMBRAPA (1997). Foram analisadas as seguintes propriedades do solo: pH em água; teores de P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na e H+Al; soma de bases (SB); saturação por bases (V); capacidade de troca catiônica (CTC ou T), e proporções de matéria orgânica (MO), areia, silte e argila.

*Rochosidade nas parcelas* – a percentagem de cobertura rochosa na superfície das parcelas (20 × 20 m) foi obtida por meio de avaliações visuais, conforme método adaptado de Braun-Blanquet (1979). Para melhor visualização da cobertura rochosa, as unidades amostrais foram divididas em quatro porções, cada uma de 10 × 10 m. A avaliação visual consistiu na atribuição de valores nominais, onde: 0 = ausência de rochas superficiais; 1 = 0-25%; 2 = 26-50%; 3 = 51-75%; e 4 = 76-100%.

*Declividade do terreno* – foi realizado a mensuração da inclinação do micro relevo em cada parcela (20 × 20 m) com auxílio do hipsômetro, conforme método adotado por Oliveira-Filho et al. (1998) e Espírito-Santo et al. (2002). Esta mensuração foi realizada

por meio de visadas na linha central da parcela amostrada, e a partir dos vértices destas, foi calculada a ‘declividade’, obtida pela diferença entre as cotas máxima e mínima.

### 3.2.4- Análise dos dados

Para avaliar as possíveis diferenças entre os ambientes das quatro áreas de Floresta Estacional Decidual estudadas foram realizadas testes de Kruskal-Wallis (Zar 1996) para a comparação das variáveis edáficas, além de variáveis de relevo. As variáveis que apresentaram diferenças significativas entre as áreas ( $p \leq 0,05$ ) foi aplicado, *a posteriori*, o teste de Dunn (Zar 1996) para determinar diferenças entre fragmentos, e neste também se adotou o nível de significância de  $p \leq 0,05$ . Estas análises foram processadas com o auxílio do programa BioEstat (versão 5.0) (Ayres et al. 2007).

Para verificar a estrutura de tamanhos nas áreas foi calculada a distribuição de frequências dos indivíduos por classes de diâmetros da comunidade arbórea, conforme sugerido por Felfili & Resende (2003), e adotado por Machado et al. (2004) e Medeiros et al. (2007). Nesta distribuição foram empregados intervalos constantes de classe diamétricas de 5 cm de DAP (diâmetro a altura do peito, medido à 1,30 m). Desta forma, foram criadas quatro classes (5 a 10 cm; 10 a 15 cm; 15 a 20 e >20 cm).

Para ressaltar as diferenças existentes entre as áreas amostradas foram testadas variáveis estruturais entre os remanescentes por meio do teste de Kruskal-Wallis, a 5% de significância (Zar 1996). As variáveis aqui consideradas foram a densidade total e por classe de diâmetro, área basal ( $\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ ) e a altura (máxima e mínima) entre as áreas. Em caso de diferença significativa pelo Kruskal-Wallis foram realizados testes de Dunn, a 5% de significância (Zar 1996).

A fim de verificar diferenças florísticas e estruturais entre as comunidades utilizou-se do método de classificação por TWINSpan (Two-way Species Indicator Analysis) (Kent & Coker 2002). Este método foi utilizado para identificar agrupamentos em função da semelhança na composição florística-estrutural. Para tanto, foi preparada matriz de dados quantitativos das espécies nas áreas. Esta matriz quantitativa de espécies consistiu dos dados de densidade das espécies nas áreas, com uso dos seguintes níveis de corte 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, e 128. Estes valores foram escolhidos em função da distribuição dos indivíduos por espécie existente no banco de dados, já que em todos os fragmentos foi observada a existência de pequenos grupos de espécies que apresentavam densidades muito superiores às demais. Autovalores acima de 0,5 foram considerados satisfatórios,

pois, conforme Kent & Coker (2002), considera-se que classificações com valores a partir deste limite produzem divisões fortes e com significado ecológico. Esta análise foi processada com programa PC-ORD versão 6.0 para Windows (McCune & Mefford 2011).

### 3.3- RESULTADOS

*Ambiente Físico* – as diferenças entre as variáveis edáficas e as de relevo foram altamente significativas ( $p < 0,001$ ) entre as quatro áreas amostradas (Tabela 3.1). Em geral, foi verificado que o fragmento de Peruaçu é o que, possivelmente, possui os solos mais bem drenados, com altos teores de areia e baixos de argila, os quais foram considerados estatisticamente diferentes das outras áreas (Tabela 3.1). Em posição oposta se encontrou o fragmento de Arcos que, provavelmente, deve concentrar maior quantidade de água no solo, pois apresentou os maiores valores de argila e menores para areia, com valores médios significativamente diferentes das demais áreas (Tabela 3.1). Já os fragmentos de Paracatu e Coribe apresentaram condições intermediárias de argila e areia.

Com relação à acidez do solo, observou-se que Coribe foi o fragmento com maior pH, e desta forma, o mais neutro dentre os locais amostrados ( $7,78 \pm 0,27$ ) o que difere estatisticamente dos demais. Em contrapartida, todas as outras áreas apresentaram tendência a acidez ( $\text{pH} > 7$ ), e não diferiram significativamente entre si (Tabela 3.1). Já quando considerada a acidez potencial do solo ( $\text{H} + \text{Al}$ ) Arcos apresentou valores significativamente superiores, e foi, segundo este parâmetro, a área de maior acidez, enquanto que as demais apresentaram valores intermediários a neutros, e não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3.1).

As variáveis que sintetizam a fertilidade mostraram que Coribe e Paracatu apresentaram os maiores teores de Ca, SB, V, CTC e Na com médias estatisticamente similares entre os dois fragmentos. No entanto, Coribe, além das variáveis anteriormente citadas apresentou valores significativamente superiores para potássio ( $\text{K}: 0,51 \pm 0,2 \text{ mg.dm}^{-3}$ ) (Tabela 3.1). Esta situação é parecida com Paracatu, que também apresentou valores significativamente maiores para fósforo ( $\text{P}: 524,44 \pm 397,02 \text{ mg.dm}^{-3}$ ) e matéria orgânica ( $\text{MO}: 124,54 \pm 64,33 \text{ dag.kg}^{-1}$ ). Em síntese, o fragmento de Peruaçu apresentou teores de fertilidade que variaram entre intermediários a baixos. Já Arcos apresentou apenas magnésio com altos teores, salvo exceção para sódio e matéria orgânica que tiveram seus menores valores em Peruaçu (Tabela 3.1).

A maior influência rochosa entre os fragmentos foi observada para Coribe ( $68,50 \pm 27,27\%$ ) e a menor para Arcos ( $25,92 \pm 33,65\%$ ), estas duas médias foram as únicas que divergiram significativamente entre as demais (Tabela 3.1). As áreas com maiores afloramentos rochosos foram tidos com menor disponibilidade e profundidade dos solos, assim, Coribe apresentou solos mais rasos, enquanto em Arcos os solos seriam mais profundos. Assim as demais áreas (Paracatu e Peruaçu), apresentaram valores intermediários de rochosidade (Tabela 3.1).

As cotas altitudinais entre as áreas foram estatisticamente diferentes entre si, e o fragmento de Arcos apresentou os maiores elevações ( $819,6 \pm 29,12$  m). Em Coribe, por sua vez foram amostrados os menores valores ( $533 \pm 25,76$  m) (Tabela 3.1). Com relação à declividade, apenas Coribe diferenciou-se das demais, e todas as outras foram estatisticamente semelhantes (Tabela 3.1). Desta forma, Coribe se encontra na menor cota altimétrica mas, foi a que apresentou maior declividade ( $19,04 \pm 6,52$  m).

*Estrutura fisionômica* – no conjunto total dos dados foram amostrados 3.504 indivíduos, e área basal variou de  $15,98 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  (Peruaçu) a  $26,29 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  (Coribe). Paracatu e Peruaçu foram às áreas com maior densidade, enquanto que Coribe foi o fragmento com a maior biomassa (34% da amostra total) e uma das menores abundâncias (22%) (Tabela 3.2). Relação semelhante ocorreu com Peruaçu que apesar de deter uma elevada densidade (30%), apresentou a menor área basal entre os fragmentos estudados.

As comparações entre os quatro fragmentos estudados permitiram detectar diferenças estatísticas para o total de indivíduos, assim como para a altura (máxima e mínima) (Tabela 3.2). No entanto, a área basal não diferiu significativamente entre as áreas. Para densidade total, os fragmentos de Paracatu e Peruaçu, apresentam os maiores valores, e foram estatisticamente semelhantes entre si e diferentes do restante das áreas (Tabela 3.2). Em contrapartida, Arcos e Coribe foram as áreas de menor densidade, sendo estas semelhantes estatisticamente.

Com relação a altura, Paracatu foi o fragmento que apresentou os maiores valores ( $20,44 \pm 3,3$  m), seguido por Peruaçu ( $18,12 \pm 3,5$  m). Coribe e Arcos apresentaram as menores alturas máximas ( $15,84 \pm 4,06$  m e  $15,28 \pm 1,57$  m, respectivamente), e estas últimas diferem significativamente dos demais fragmentos (Tabela 3.2). Para a altura mínima nota-se que Arcos apresentou o maior valor ( $5,10 \pm 1,63$  m) e este foi diferente significativamente das demais (Tabela 3.2). Desta forma, foi considerado que o fragmento de Arcos apresentou menor estratificação vertical que as demais áreas.

As distribuições de frequência nas classes diamétricas em todos os remanescentes apresentaram elevada concentração de indivíduos nas menores classes e redução acentuada em direção às maiores, caracterizada como distribuição exponencial negativa ou *J*-reverso (Figura 3.1). Este padrão é amplamente conhecido para as formações florestais tropicais (Leak 1964, Botrel et al. 2002), como auto-regenerativa em termos estruturais independente das populações (Schiavini et al. 2001, Pinto & Hay 2005). No presente estudo as duas primeiras classes (5 a 20 cm) somadas representaram mais de 64% dos indivíduos amostrados nos quatro fragmentos, o que enfatiza a importância dessas classes na comunidade arbórea como um todo.

Quando se comparam os quatro fragmentos estudados entre as classes diamétricas adotadas foram detectadas diferenças estatísticas apenas para a primeira classe (5 a 10 cm de DAP). Assim, quando considerado esta classe de DAP, observa-se que Paracatu, Peruaçu e Coribe apresentaram alta concentração de indivíduos nesta classe, e portanto, consideradas semelhantes estatisticamente. Em contrapartida, Arcos apresentou menor densidade nesta classe, e a diferença entre esta e as demais foi altamente significativa.

*Classificação da vegetação* – a análise de classificação por TWINSpan mostrou divisões fortes, onde, em todos os seus níveis, foram observados autovalores superiores a 0,68 (Figura 3.2). Isto sugeriu que os quatro fragmentos investigados apresentaram forte diferenciação florístico-estrutural. De acordo com Felfili & Venturoli (2000) e por Felfili et al. (2011) autovalores acima de 0,3 caracterizam a distinção entre as amostras.

Na primeira divisão (autovalor: 0,6815), Arcos foi separada das demais áreas onde *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart foi a espécie indicadora (Figura 3.2). No segundo nível hierárquico (autovalor: 0,7315) foram agrupadas as áreas de Coribe e Peruaçu e separada a área de Paracatu sendo *Allophylus sericeus* (Cambess.) Radlk. a espécie indicadora deste lado da divisão. A última divisão dos grupos (autovalor: 0,6958) separou os fragmentos de Coribe e Peruaçu, sendo *Acosmium diffusissimum* (Mohlenbr.) Yakovlev a indicadora para este lado da divisão.

### **3.4- DISCUSSÃO**

Para as Florestas Estacionais Deciduais estudadas verificou-se que a variação nos fatores edáficos e de relevo foram determinantes em cada localidade. Segundo Hugget (1995), os fatores abióticos comumente relacionados à estrutura e dinâmica das florestas tropicais, são: a radiação solar e a disponibilidade de água e de nutrientes minerais nos

solos. E a importância de cada um destes difere sensivelmente entre os biomas terrestres e ainda dentro de uma mesma fisionomia.

Ao considerar que a composição granulométrica do solo (textura) é a característica que melhor descreve a sua capacidade de retenção de água (Urach 2007), assumiu-se que o fragmento de Arcos apresentou maior capacidade de armazenamento de água, com maiores teores de argila. Por outro lado, Peruaçu apresentou os maiores valores de areia, conseqüentemente a menor capacidade de retenção de água. Isso acontece como resultado da relação entre macro e microporos, assim, solos com elevado teor de argila, e microporos, contribuem para a formação de baixa permeabilidade, promovendo aporte maior e mais contínuo de umidade (Korman 2008). Enquanto que solos com elevados teores de areia, devido aos macroporos, apresentam elevada perda hídrica, resultantes da rápida infiltração das águas de chuva na camada superficial, assim como do escoamento horizontal subsuperficial (Korman 2008).

Em geral, é difícil distinguir claramente os efeitos do regime de água no solo sobre a distribuição das plantas devido à sua associação com demais características do substrato e relevo (Souza & Lobato 2008). Normalmente as Florestas Estacionais Deciduais ocorrem associadas a um forte regime estacional de chuvas, onde se presume que a capacidade de armazenamento de água de cada localidade apresenta preponderância nos padrões de distribuição das espécies (Rizzini 1979). Desta forma, como as propriedades físicas dos solos, o decréscimo no regime de precipitação no sentido Arcos-Paracatu-Peruaçu-Coribe, certamente exerceu influência na disponibilidade hídrica dos solos entre as áreas analisadas. Padrão semelhante foi verificado na região semi-árida, onde Rodal et al. (2008), constataram que mudanças fisionômicas são comuns ao longo de gradientes de precipitação e tão importante quanto estes é o número de meses secos por ano nas áreas.

Desta forma, observou-se que a ação em conjunto das propriedades edáficas e da precipitação provavelmente influenciaram a distribuição e estruturação das Florestas Estacionais Deciduais estudadas. De fato, é esperado que haja decréscimo no desenvolvimento das plantas quanto mais pronunciado e menor for a capacidade destas em resistir ao estresse hídrico (Taiz & Zeiger 2004, Andrade et al. 2009). Neste caso, a presença de características ambientais, sejam elas de natureza edáfica ou climática, podem ser o diferencial que permitem, ou não, a chegada e/ou desenvolvimento de espécies em cada localidade.

De acordo com Iglesias & Uhlein (2009) as florestas estudadas estão sob o mesmo material de origem derivado do calcário do Grupo Bambuí, cuja ocorrência se dá ao longo

da bacia do rio São Francisco sob a forma de afloramentos descontínuos. No entanto, apesar das semelhanças na rocha matriz, houve variações tanto na fertilidade quanto a textura dos solos ao longo das áreas. Segundo Resende et al. (2007) a textura dos solos atua, também, na disponibilidade nutricional, uma vez em que partículas de argila são resultantes do intemperismo de frações maiores (areia e, ou silte), e embora mais resistentes, estas possuem menor reserva de nutrientes na sua constituição do que o material que lhe deu origem.

Neste sentido, a relação disponibilidade nutricional e textura dos solos pode ser constatada, uma vez que Arcos, fragmento de maior concentração de argila, apresentou a menor fertilidade. Em contrapartida, os remanescentes com maior disponibilidade nutricional (Paracatu e Coribe) apresentaram menores teores de argila. No entanto, cabe a ressalva de que todas as áreas apresentaram teores de Saturação por Bases (V) superiores a 50%, o que indica a existência de solos eutróficos (*sensu* EMBRAPA 1999), ou seja, com altos teores de nutrientes, pH moderado a alto e baixo teor de alumínio, os quais são característicos desta formação (Pennington et al. 2000, Prado 2000).

No presente estudo notou-se que algumas variáveis ambientais, provavelmente, apresentaram relação entre si e, conseqüentemente, exerceram influência nos habitats o que gerou diferenças ambientais entre as áreas. Esta relação foi observada para a fertilidade dos solos nas áreas, que mostrou padrão semelhante ao apresentado entre textura e precipitação, onde áreas com maior disponibilidade hídrica e de argila (Arcos), foram mais pobres nutricionalmente. Por outro lado, áreas mais secas e com maior teor de areia (Coribe) apresentaram maior disponibilidade de nutrientes nos solos. Desta forma notou-se que, assim como na precipitação, provavelmente existiu um gradiente crescente de fertilidade na seguinte seqüência: Arcos-Peruaçu-Paracatu-Coribe.

A associação entre os parâmetros de solo (textura e fertilidade) e a precipitação, pode estar relacionada ao grau de intemperismo nas áreas. A precipitação e temperatura são os principais agentes do intemperismo físico (Bigarella 1994). Logo, em regiões de maior precipitação é esperada maior ação intempérica no material de origem. Por esta razão, solos sob estas condições se tornam mais ácidos, lixiviados e pobres (Resende et al. 1988, Novais & Smyth 1999, Ferreira Júnior et al. 2009). Em contrapartida em solos menos intemperizados existem maior quantidade de minerais primários, logo são mais férteis (Ferreira Júnior et al. 2009). Assim, o fragmento de Arcos que se encontra numa região com altos índices pluviométricos (INMET 2010) estaria mais sujeito a ação intempérica das chuvas. O que pode ter lixiviado com maior rapidez elementos importantes

do solo, como cálcio, potássio e fósforo e assim, gerar ambiente com menor disponibilidade nutricional que as demais áreas. Em contrapartida, o Coribe, provavelmente por apresentar menores índices de precipitação (INMET 2010), possui menor quantidade de elementos importantes ao desenvolvimento das plantas que foram lixiviados pela ação das chuvas, portanto, com solos de maior fertilidade.

O fragmento de Coribe, apesar de ser a área de maior fertilidade, apresentou valores reduzidos nas variáveis estruturais, exceto para área basal. Possivelmente o desenvolvimento dos indivíduos nesta área foi influenciado pela rochiosidade e disponibilidade hídrica. Esta área apresentou maior concentração de afloramentos rochosos, o que pode ter reduzido os potenciais locais de colonização dos indivíduos arbóreos e restringido o estabelecimento da regeneração. Isso ocorre porque as rochas podem dificultar ou impedir que processos como de germinação e estabelecimento ocorram nestes ambientes (Ivanauskas & Rodrigues 2000, Pérez-Garcia & Meave 2004, Fagundes et al. 2007).

Os menores índices de precipitação registrado em São Félix do Coribe associados aos altos teores de areia sugerem que a área possui baixa quantidade de água disponível para as plantas executarem os processos morfofisiológicos básicos. O que pode apresentar impacto negativo no crescimento e desenvolvimento das plantas (Lecoeur & Sinclair 1996) como a produção de carboidratos (Taiz & Zeiger 1991). De acordo com Camacho & Baptista (2005), a deficiência hídrica encontrada nas regiões nordestinas e sob influência da Caatinga, resulta da baixa pluviosidade, por sua má distribuição ao longo do ano e da elevada evapotranspiração potencial. Ainda segundo estes autores, tais características são intensificadas por variações do solo que possui baixa capacidade de retenção de água e baixa permeabilidade. Essa baixa disponibilidade hídrica pode também ter influenciado a área basal apresentada por este fragmento. Isto ocorreu porque em Coribe espécies que são caracterizadas por apresentar elevada circunferência (*Cavanillesia umbellata* e *Ceiba pubiflora*) foram mais frequentes que nas demais áreas. Algumas espécies, como as citadas acima, para evitar a carência hídrica acumulam água em seus troncos (Larcher 2000, Borchert & Rivera 2001, Carvalho 2009) o que lhes confere elevada circunferência.

As diferenças encontradas entre os parâmetros estruturais das comunidades estudadas provavelmente são reflexos da relação da vegetação às condições ambientais impostas a elas. Vários autores afirmam que fatores como o clima, a composição física e química do solo e, ou relevo são importantes na distribuição e estruturação de formações florestais (Cole 1992, Ratter et al. 1978, Oliveira-Filho et al. 1994a,c, Haridasan et al.



1997, Oliveira-Filho et al. 1998, Oliveira-Filho & Fontes 2000), que refletem, principalmente, na estratificação horizontal e vertical das comunidades (Fagundes et al. 2007). Trabalhos realizados em Florestas Estacionais Deciduais encontram relação entre a vegetação e características edáficas, a maioria destas relacionadas à fertilidade destes solos (Andrade-Lima 1981, Fagundes et al. 2007, Pereira 2008, Santos 2009). Segundo Sampaio et al. (1981) essa relação exerce influência direta na altura, biomassa e densidade destas comunidades o que reforça a hipótese de que fatores abióticos exerceram influências nos padrões estruturais das quatro áreas amostradas.

Desta forma, quando se avaliam as características ambientais das áreas notou-se que Arcos, fragmento de menor fertilidade e maior acidez, apresentou menores valores para densidade e altura entre as quatro áreas. A menor fertilidade nesta área pode estar relacionada ao maior teor de acidez, assim como ao intemperismo local, o que, segundo Araújo & Haridasan (1988) compromete a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Associado as limitações de fertilidade apresentada por Arcos o histórico de perturbação também pode ter influenciado os padrões acima descritos. Vários estudos apontam que eventos progressivos podem afetar o desenvolvimento da vegetação (Oliveira-Filho et al. 1997, Whitmore & Burslem 1998, Kennard et al. 2002, Silva Júnior et al. 2004, Fagundes et al. 2007). Em Arcos foi visível no interior do fragmento sinais de eventos degradatórios que podem ter influenciado a estrutura da vegetação devido a, por exemplo, a competição por espécies exóticas que limitaria tanto a germinação como o desenvolvimento dos indivíduos arbóreos. Isso explicaria a baixa densidade e área basal apresentada por este fragmento. Desta forma, acredita-se que tanto as condições ambientais, principalmente aquelas relacionadas a fertilidade e acidez do solos, como o histórico de perturbação da área resultaram na menor densidade e altura da vegetação amostrada em Arcos. No entanto, não se pode afirmar com precisão quanto da área foi afetada por estes eventos degradatórios, quando tais eventos de fato cessaram, assim como, qual a influência destes na composição e estrutura da vegetação remanescente atual.

O histórico de perturbação também pode ter exercido influência nas variáveis estruturais apresentadas por Peruaçu que, dentre as áreas estudadas, foi uma das com menor fertilidade, mas que apresentou a segunda maior densidade total. Provavelmente esse elevado número de indivíduos está relacionado ao estágio sucessional na área. Pois este fragmento possui vestígios de retirada de indivíduos, e este corte seletivo pode ter influenciado a dinâmica sucessional local. Assim, os espaços abertos criados por estes eventos degradatórios permitiram a colonização por novos indivíduos o que aumentou a

densidade de indivíduos jovens do compartimento arbóreo, porém, não refletiu em aumento na área basal da comunidade. Além disso, a presença de gramíneas exóticas no interior da mata pode prejudicar a biomassa dos indivíduos ali instalados.

Quando se toma como base o modelo de sucessão proposto por Machado & Oliveira Filho (2010) para Florestas Estacionais na Mata Atlântica pode-se inferir que o fragmento Peruaçu estaria na fase de construção inicial com degradação. Nesta foi observada a presença de elevado número de indivíduos e baixa área basal. Indicando que a comunidade foi formada por indivíduos jovens, recém recrutados de diâmetros reduzidos, o que é reforçado neste fragmento pela baixa área basal apresentada. Segundo esses autores, em comunidades que permanecem alguns indícios de degradação ainda que processos de reestruturação desta ocorram (aumento da densidade) observa-se características de ambientes em estágio de degradação (reduzida área basal). Parthasarathy (1999) e Guilherme et al. (2004) afirmaram que as florestas maduras apresentam maior número de árvores com áreas basais maiores, enquanto aquelas em estádios mais iniciais de regeneração formam grandes adensamentos de árvores finas.

A estrutura de tamanhos dos indivíduos arbóreos, representada pela distribuição diamétrica na forma de *J-reverso* indicou que as comunidades são auto-regenerativas. Scolforo et al. (1998) afirmaram que em distribuições do tipo *J-reverso* as maiores densidades nas primeiras classes diamétricas podem caracterizar comunidade estoque, ou seja, que apresenta considerável abundância de indivíduos na regeneração natural disponíveis para o estabelecimento dos indivíduos. Isto é típico de florestas tropicais estáveis, que não apresentam grandes distúrbios e com composição em espécies variadas, que criam banco de plântulas permanente (Pereira-Silva 2004). Entretanto, para Harper (1977) a maioria das florestas inequianas com distribuição exponencial invertida não apresentam distribuição balanceada, mas sim tendência a convergir para esse padrão.

Webb et al. (1972) verificaram que padrões de crescimento inicial lento resultam em distribuições na forma *J-reverso*, uma vez que os indivíduos permanecem na mesma classe diamétrica por longo período de tempo. Essa é uma hipótese plausível para explicar o padrão exponencial negativo encontrado no presente estudo e que, constantemente, é observado nas matas secas (Nascimento et al. 2004, Carvalho et al. 2005, Fagundes et al. 2007, Souza et al. 2007, Santos et al. 2008, Carvalho 2009, Lima et al. 2010), uma vez que como já conhecido esta fisionomia apresenta considerável número de espécies com elevada densidade da madeira, como *M. urundeuva* e *Handroanthus impetiginosus* as quais tendem a ter crescimento lento como classificado por Carvalho (2009).

As diferenças na estratificação vertical observada entre os fragmentos, mostra que os fragmentos de Coribe, Paracatu e Peruaçu são mais compartimentada devido as maiores amplitudes entre os valores máximos e mínimos apresentados por estas áreas, o que resultou em maior diversificação de estratos. De acordo com Hunter-Júnior (1990) florestas bem estratificadas possuem elevada diversidade e diferenciação de nichos ecológicos, e compreendem maior diversidade florística e faunística nos diferentes estratos verticais, numa mesma comunidade vegetal. De acordo com Souza & Souza (2004) diferenças na estratificação pode ser determinada, sobretudo, pela resposta do decréscimo da disponibilidade de luz ao longo do perfil vertical, em direção ao piso da floresta.

No entanto, para explicar as diferenças na estratificação entre as áreas amostradas a hipótese acima provavelmente não se aplica pois, as Florestas Estacionais Deciduais por apresentar alto grau de caducifolia (Ribeiro e Walter 2008), em geral, apresentam dossel aberto por pelo menos seis meses do ano (estação seca) o que permite com facilidade o acesso à luz dos estratos inferiores (Nascimento et al. 2007). Assim, a explicação mais plausível para as diferenças observadas entre a estratificação vertical seja a relação desta com os fatores ambientais e históricos. Por exemplo, a fertilidade de solos que limita o desenvolvimento dos indivíduos, ou mesmo o corte seletivo espécies de maior porte, que podem ter influenciado tanto a estrutura dos remanescentes estudados como as suas composições florísticas.

As diferenças entre as variáveis ambientais observadas na análise de classificação, provavelmente exerceram influência na separação entre as quatro áreas estudadas. Assim, pode-se assumir que a textura e a acidez dos solos foram os responsáveis pela separação do fragmento de Arcos dos demais, sendo este possuidor de solos com maiores teores de argila e maiores teores de pH e acidez potencial (H + Al), e as demais áreas solos mais neutros e com teores de argila desde baixos a intermediários. Variações nos teores de argila e pH do solo também foram os responsáveis pela distinção de áreas no estudo realizado por Oliveira-Filho et al. (2001) em florestas estacionais do sudeste.

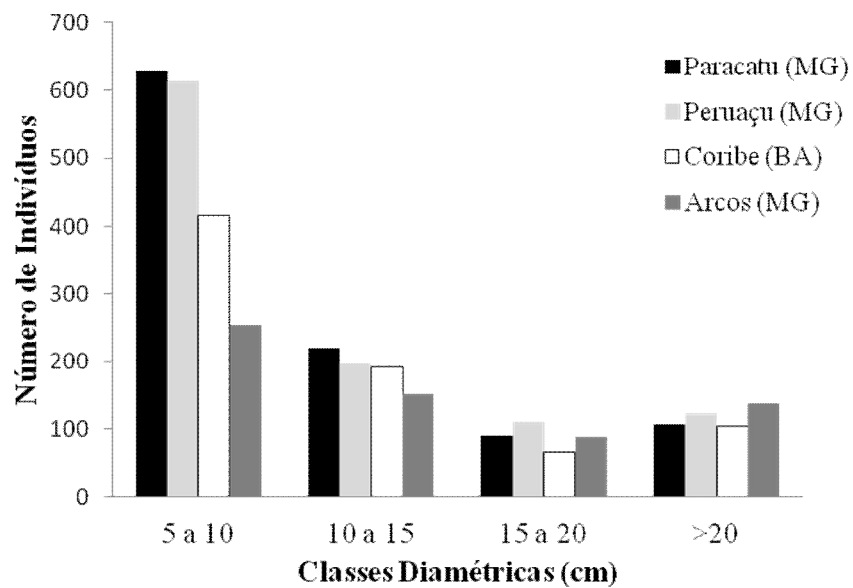
A separação entre Paracatu e demais áreas remanescentes se devem, provavelmente, a influência do relevo, rochiosidade e da matéria orgânica, já que Paracatu apresenta solos mais planos, com maior teor de matéria orgânica e com menor concentração de rochas, que as demais áreas. Diferenças no microrelevo também foram observadas por Fagundes et al. (2007) na distinções de duas áreas de Florestas Estacionais Deciduais. Na separação dos fragmentos de Coribe e de Peruaçu a fertilidade e novamente a textura e a rochiosidade foram as características ambientais que exerceram maior

influência. Quando se compara as duas áreas nota-se que Coribe apresentou os solos mais férteis (com elevados valores de Mg, P, Ca, SB, P, K, V) com grandes teores de areia e elevada concentração de rochas, por outro lado, em Peruaçu os solos tiveram menor disponibilidade nutricional, com valores intermediários de areia e menor influência rochosa. Oliveira-Filho Filho et al. (1994a, 1998) e Almeida (2008) também observaram que variáveis de fertilidade e a concentração rochosa exerceram forte influência na distinção de ambientes estacionais.

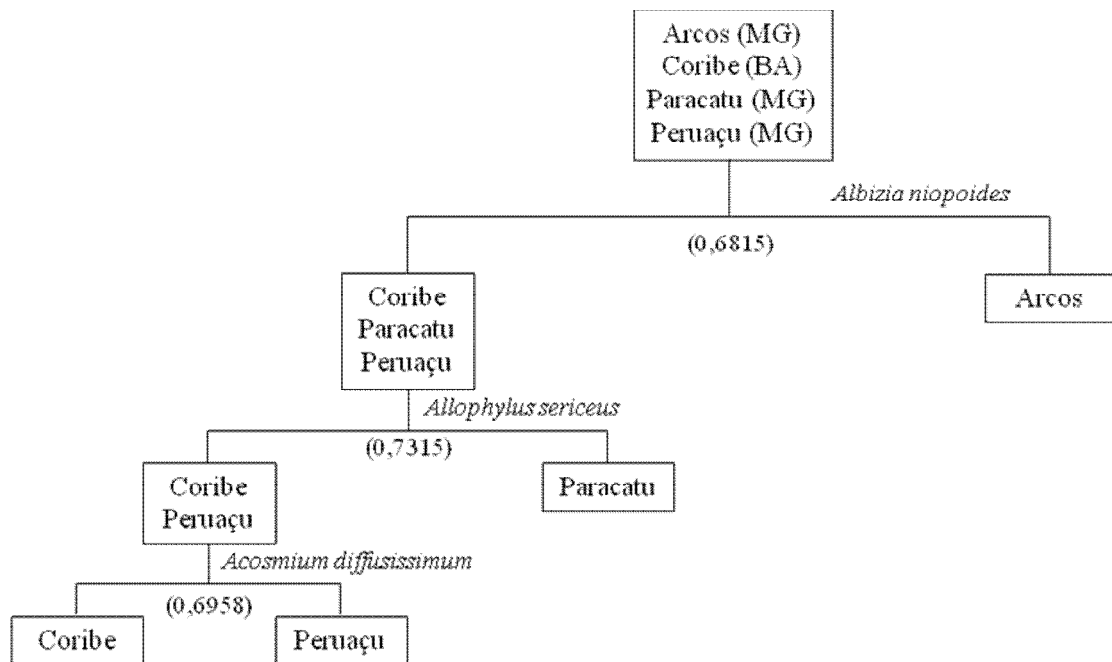
Os padrões observados nas quatro comunidades corroboraram a hipótese de relação florístico-estrutural com variações edáficas e de relevo. Estas relações mostraram-se importantes na distinção destas comunidades e por meio destas foram identificados gradientes vegetacionais.

### **3.5- CONCLUSÕES**

Verificou-se então que os quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual estudados apresentaram diferenças entre todos os fatores edáficos considerados, assim como entre o número de indivíduos total, a densidade na primeira classe diamétrica (5 a 10 cm DAP) e entre as alturas máxima e mínima. Desta forma, aceita-se a hipótese de que as variáveis edáficas e de relevo influenciaram a estrutura da vegetação arbóreas nestes quatro fragmentos, distinguidos de acordo com as dissimilaridades ambientais e estruturais. Isto provavelmente está relacionado ao fato de áreas com menor disponibilidade nutricional (Arcos) e maior concentração rochosa (Coribe) terem apresentado condições mais estressantes para o desenvolvimento das espécies arbóreas, e assim limitar tanto a riqueza em espécies como a densidade de indivíduos nessas áreas. Em contrapartida, solos com maior fertilidade (Paracatu) ou em estágio inicial de sucessão (Peruaçu), por apresentarem condições distintas, mas que favorecem o recrutamento de novos indivíduos apresentaram elevada densidade. Estes padrões de fertilidade nos solos podem ter sido influenciados pelo gradiente de precipitação constatado para as áreas, já que esta característica climática é capaz de influenciar o intemperismo do material de origem e assim, gerar solos com características de textura e fertilidade diferenciadas ao longo das áreas. De forma semelhante, ou até mesmo concomitante, o histórico de perturbação das áreas de Arcos e de Peruaçu podem ter influenciado os baixos valores na densidade e altura da vegetação destes fragmentos.



**Figura 3.1:** Distribuição em classes de diâmetro dos indivíduos arbóreos ( $DAP \geq 5$  cm) amostrados em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, localizados na bacia do Rio São Francisco.



**Figura 3.2:** Classificação dos quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual amostrados na bacia do Rio São Francisco, gerado pelo método TWINSpan, com base nos dados de densidade das espécies arbóreas ( $DAP \geq 5$  cm).

**Tabela 3.1:** Variáveis ambientais avaliadas em 100 parcelas (20 × 20 m) amostradas em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, amostrados na bacia do Rio São Francisco. Os valores são médias ± desvios padrões das *n* amostras de cada fragmento. Onde o teste Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre os fragmentos. As médias seguidas da mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,005$ ).

Variáveis ambientais	Arcos (MG)	Coribe (BA)	Paracatu (MG)	Peruaçu (MG)	Kruskal-Wallis	
	( <i>n</i> = 25)	( <i>n</i> = 25)	( <i>n</i> = 25)	( <i>n</i> = 25)	<i>F</i>	<i>p</i>
Propriedades físicas dos solos:						
Areia (g . Kg <sup>-1</sup> )	343 ± 103,21 <sup>c</sup>	485 ± 40,82 <sup>b</sup>	504 ± 13,84 <sup>b</sup>	686 ± 39,58 <sup>a</sup>	140,6666	***
Silte (g . Kg <sup>-1</sup> )	254 ± 52,38 <sup>a</sup>	231 ± 49,62 <sup>a</sup>	246 ± 13,84 <sup>a</sup>	114 ± 22,91 <sup>b</sup>	72,5023	***
Argila (g . Kg <sup>-1</sup> )	415 ± 96,82 <sup>a</sup>	286 ± 47,91 <sup>b</sup>	250 ± 0,00 <sup>b</sup>	200 ± 21,65 <sup>c</sup>	69,5267	***
Propriedades químicas dos solos:						
pH em H <sub>2</sub> O	6,99 ± 0,87 <sup>b</sup>	7,78 ± 0,27 <sup>a</sup>	7,17 ± 0,49 <sup>b</sup>	6,85 ± 0,25 <sup>b</sup>	15,0723	***
P (mg . dm <sup>-3</sup> )	8,97 ± 6,15 <sup>b</sup>	141,2 ± 42,57 <sup>b</sup>	524,44 ± 397,02 <sup>a</sup>	12,28 ± 12,23 <sup>b</sup>	37,0136	***
K <sup>+</sup> (mg . dm <sup>-3</sup> )	0,16 ± 0,07 <sup>c</sup>	0,51 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,28 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,21 ± 0,06 <sup>bc</sup>	47,5809	***
Ca <sup>++</sup> (cmolc . dm <sup>-3</sup> )	0,44 ± 0,2 <sup>c</sup>	20,08 ± 5,58 <sup>a</sup>	18,48 ± 6,23 <sup>a</sup>	4,83 ± 1,39 <sup>b</sup>	133,4453	***
Mg <sup>++</sup> (cmolc . dm <sup>-3</sup> )	3,37 ± 0,92 <sup>a</sup>	1,98 ± 0,46 <sup>b</sup>	3,02 ± 0,94 <sup>a</sup>	0,73 ± 0,31 <sup>c</sup>	69,3939	***
SB – soma de bases (cmolc . dm <sup>-3</sup> )	4,13 ± 1,05 <sup>b</sup>	22,59 ± 5,89 <sup>a</sup>	21,93 ± 7,18 <sup>a</sup>	5,82 ± 1,66 <sup>b</sup>	111,0823	***
V – saturação por bases (%)	54,88 ± 19,51 <sup>c</sup>	92,24 ± 1,61 <sup>a</sup>	88,84 ± 5,65 <sup>a</sup>	67,84 ± 7,09 <sup>b</sup>	67,3879	***
H + Al (cmolc . dm <sup>-3</sup> )	3,9 ± 2,6 <sup>a</sup>	1,83 ± 0,15 <sup>b</sup>	2,4 ± 0,57 <sup>b</sup>	2,64 ± 0,28 <sup>b</sup>	10,5894	***
T ou CTC (cmolc . dm <sup>-3</sup> )	7,98 ± 1,8 <sup>b</sup>	24,6 ± 5,92 <sup>a</sup>	24,33 ± 6,7 <sup>a</sup>	8,44 ± 1,62 <sup>b</sup>	102,7604	***
Na (cmolc . dm <sup>-3</sup> )	0,11 ± 0,08 <sup>b</sup>	0,19 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,06 <sup>ab</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>c</sup>	27,6266	***
Matéria Orgânica (dag . kg <sup>-1</sup> )	90,36 ± 45,23 <sup>b</sup>	69,96 ± 13,77 <sup>b</sup>	124,54 ± 64,33 <sup>a</sup>	39,11 ± 8,01 <sup>c</sup>	19,9867	***
Rochosidade (%)	25,92 ± 33,65 <sup>b</sup>	68,50 ± 27,27 <sup>a</sup>	46,08 ± 34,46 <sup>ab</sup>	46,8 ± 29,92 <sup>ab</sup>	13,0995	***
Relevo:						
Altitude (m)	819,6 ± 29,12 <sup>a</sup>	533 ± 25,76 <sup>d</sup>	626,24 ± 23,39 <sup>c</sup>	696,64 ± 9,37 <sup>b</sup>	679,7656	***
Declividade (m)	3,75 ± 2,52 <sup>b</sup>	19,04 ± 6,52 <sup>a</sup>	3,58 ± 2,32 <sup>b</sup>	5,42 ± 4,11 <sup>b</sup>	77,8805	***

P = fósforo; K = potássio; Ca = Cálcio; Mg= Magnésio; T ou CTC= Capacidade de troca catiônica potencial; H ± Al= Acidez potencial; Na= Sódio.

**Tabela 3.2:** Variáveis estruturais do compartimento arbóreo amostradas em 100 parcelas (20 × 20 m) em quatro fragmentos de Floresta Estacional Decidual, na bacia do Rio São Francisco. Os valores são médias ± desvios padrão das 25 parcelas em cada fragmento. O teste Kruskal-Wallis indicou diferenças significativas ( $p < 0,005$ ) entre os fragmentos e as médias seguidas da mesma letra não diferiram significativamente pelo teste de Dunn ( $p < 0,005$ ). Onde: \*\*\* =  $P < 0,001$  e ns = não significativo.

	Arcos (MG) ( $n = 25$ )	Coribe (BA) ( $n = 25$ )	Paracatu (MG) ( $n = 25$ )	Peruaçu (MG) ( $n = 25$ )	Kruskal-Wallis	
					<i>F</i>	<i>p</i>
Densidade de árvores (ind.ha <sup>-1</sup> ):						
DAP 5 —  230 cm (todas as classes)	635 ± 231.39 <sup>b</sup>	778 ± 192.07 <sup>b</sup>	1046 ± 67.41 <sup>a</sup>	1045 ± 37.5 <sup>a</sup>	114,191	***
DAP 5 —  10 cm	254 ± 151.67 <sup>c</sup>	509.38 ± 214.53 <sup>c</sup>	630 ± 372.84 <sup>a</sup>	614 ± 176.2 <sup>b</sup>	14.377	***
DAP 10 —  15 cm	153 ± 108.57	192 ± 94.57	219 ± 140.73	197 ± 90.23	1.54940	ns
DAP 15 —  20 cm	89 ± 65.38	67 ± 55.3	90 ± 65.75	110 ± 59.95	2.02400	ns
DAP > 20 cm	139 ± 68.5	103 ± 53.68	107 ± 73.43	124 ± 72.7	1.50270	ns
Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	17,52 ± 7,30	26,29 ± 30,17	17,7 ± 9,49	15,98 ± 5,90	20,100	ns
Altura (m):						
Altura máxima	15,28 ± 1,57 <sup>c</sup>	15,84 ± 4,06 <sup>b,c</sup>	20,44 ± 3,3 <sup>a</sup>	18,12 ± 3,5 <sup>ab</sup>	132,274	***
Altura mínima	5,1 ± 1,63 <sup>a</sup>	3,39 ± 0,66 <sup>b</sup>	3,5 ± 1,06 <sup>b</sup>	3,27 ± 0,7 <sup>b</sup>	157,257	***



## **4- VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E ALTITUDINAIS COMO ESTRUTURADORAS DA DIVERSIDADE BETA EM FLORESTAS ESTACIONAIS DECIDUAIS NO BRASIL**

### **4.1- INTRODUÇÃO**

As Florestas Estacionais Deciduais ocorrem em locais com sazonalidade climática definida (estação chuvosa e seca), sendo o termo estacional usado para expressar as transformações dos padrões fenológicos vegetativos da comunidade conforme as estações do ano (Rodrigues & Araújo 1997). Essas florestas estão frequentemente condicionadas a solos férteis mesotróficos derivados de rochas calcárias, com altos níveis de nutrientes (cálcio e magnésio), baixos níveis de alumínio e pH de moderado a alto (Ratter et al. 1978, Ratter 1992) e normalmente se encontram dissociadas de cursos d'água (Ribeiro & Walter 2008).

Quanto a distribuição, as Florestas Estacionais Deciduais se apresentam sob a forma de fragmentos naturais isolados, ou em *continuum* florestal com outros tipos vegetacionais (Scariot & Sevilha 2005, Santos et al. 2007a). Segundo Miles et al. (2006) sua maior ocorrência se dá na América do Sul. Nesta região elas são encontradas em três grandes núcleos: as províncias biogeográficas da Caatinga, do Cerrado e do Chaco, (Fernandes 2003, Pennington et al. 2006, Zanella 2010). A ampla distribuição geográfica das Florestas Estacionais Deciduais (Rizzini 1997, IBGE 2004, Pereira 2009) as submetem à grande variação ambiental, principalmente no que diz respeito ao clima e as condições edáficas (Oliveira Filho et al. 2006, Gonzaga 2008, Pennington et al. 2009), podendo influenciar significativamente na composição florística e nas suas diversidades alfa e beta (Pereira 2008, Pereira et al. 2011, Carvalho & Felfili 2011a).

Em geral, a vegetação é considerada como espelho de uma série de fatores ambientais, dentre os quais merecem destaque as condições climáticas. Além disso, o clima também é considerado como fator crucial na evolução e distribuição das fisionomias (Ledru 1993, Oliveira-Filho & Fontes 2000, Ferraz et al. 2004). Dessa forma, características como umidade, temperatura, precipitação, dentre outras, são fundamentais para determinar relações fitogeográficas (Oliveira-Filho & Fontes 2000, Santos 2009) e de diversidade beta (*sensu* Whittaker 1960, 1972) ao longo de sua amplitude geográfica (Carvalho & Felfili 2011a). E as Florestas Estacionais Deciduais não fogem a esta regra.

Além disso, associação entre variáveis do clima, principalmente a sazonalidade da precipitação e duração do período da estação seca, têm se apresentado como preditoras na determinação de padrões florísticos entre áreas de Florestas Estacionais Deciduais (Gentry 1995, Queiroz 2006, Rodal et al. 2008, Santos 2009)

A maioria dos fenômenos ecológicos, bem como as variáveis físicas que descrevem o ambiente, está sujeita à autocorrelação espacial, sendo este outro fator importante a ser considerado em estudos fitogeográficos (Legendre & Fortin 1989, Legendre 1993, Lennon 2000, Lacerda & Kageyama 2003). Uma variável apresenta autocorrelação espacial quando é possível prever o valor que ela assumirá a partir do valor estimado em áreas espacialmente próximas (Legendre 1993). Assim, a existência de autocorrelação espacial sugere que parte da variância dos atributos investigados está relacionada aos efeitos da variação no espaço (Legendre 1993, Selmi & Boulinier 2001). Neste caso, padrões de autocorrelação nos dados podem gerar resultados espúrios nas análises e, portanto, não devem ser ignorados (Diniz-Filho et al. 2003, Legendre & Legendre 1998, Dormann et al. 2007).

A existência de autocorrelação em determinado recurso do ambiente condiciona a existência de padrões na densidade das espécies que o utilizam, e esta é uma das previsões da teoria de nichos (Hutchinson 1957). Por outro lado, uma distribuição aleatória, mas espacialmente correlacionada, é prevista pela teoria neutra e enfatiza a importância do acaso e do histórico de dispersão na distribuição das espécies (Hubbell 2001). Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar se a variação espacial na composição da flora arbórea em Florestas Estacionais Deciduais está associada com a altitude e as variáveis climáticas locais. Para tanto, os objetivos desse capítulo foram norteados pelas seguintes questões: i) a distribuição das espécies entre as áreas investigadas apresenta dependência espacial? ii) a diversidade beta existente entre as áreas seria influenciada pelas variáveis ambientais (climáticas e altitudinais)? a teoria de nichos ecológicos se aplica para explicar a distribuição das Florestas Estacionais Deciduais estudadas, ou isso se deve ao acaso, como previsto na teoria neutra?

## **4.2- MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1- Obtenção dos dados de vegetação**

Além das quatro áreas foco no presente estudo, foram selecionados na literatura 43 levantamentos florísticos ou fitossociológicos realizados em Florestas Estacionais Deciduais, preferencialmente sob afloramentos de calcário, provenientes dos estados de Minas Gerais (29 localidades), Goiás (6), Mato Grosso (2), Mato Grosso do Sul (2), Bahia (2), Distrito Federal (2), São Paulo (1), Paraíba (1), Rio Grande do Norte (1) e Tocantins (1).

As comparações foram realizadas apenas para o estrato arbóreo ( $DAP \geq 5\text{cm}$ ). Para isso, de cada estudo, foram extraídas as listagens das espécies registradas. Para evitar problemas oriundos da intensidade amostral diferenciada foi adotado o critério de presença e ausência das espécies para comparações entre as áreas. A posição geográfica das 47 áreas analisadas variou entre 5 a 22 graus de latitude e de 35 a 47 graus de longitude (Figura 4.1), abrangendo ampla variação ambiental (Tabela 4.1).

As espécies foram tratadas conforme classificação nas famílias reconhecidas pelo *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III 2009). Os nomes científicos e sinônimos botânicos foram atualizados por meio da lista de espécies da flora do Brasil (Forzza et al. 2010).

### **4.2.2- Obtenção das variáveis ambientais**

As variáveis climáticas foram obtidas para cada localidade com o auxílio do programa Diva-GIS (Hijmans et al. 2001) e da base de dados *WorldClim* (Hijmans et al. 2005). Os dados utilizados foram: altitude, temperatura e precipitação anual, onde das duas últimas foram utilizadas variáveis derivadas, totalizando 20 variáveis consideradas nas análises (Tabela 4.2).

### **4.2.3- Análise dos dados**

A partir das listas florísticas das 47 áreas foi confeccionada uma matriz de presença e ausência das espécies arbóreas. Para captar todas as possíveis similaridades e divergências florísticas entre os levantamentos, foram mantidas todas as espécies registradas em cada localidade. Desta forma, não foi adotado qualquer critério mínimo de inclusão, mantendo-

se assim o banco de dados original proveniente dos trabalhos analisados.

Foi realizada análise de ordenação das áreas por meio da técnica de NMDS (Escalonamento Multidimensional Não Métrico) (Clarke 1993). Vieira et al. (2008) comentam que esta técnica sintetiza as relações entre objetos por meio de matriz de distâncias, de acordo com as características dos objetos. No presente estudo os objetos analisados foram as 47 áreas de Floresta Estacional Decidual, a partir da lista de presença das espécies nas áreas. Esta análise foi processada com auxílio do programa PC-ORD, versão 6.0 para Windows (McCune & Mefford 2011).

Segundo Ferreira & Casatti (2006) a NMDS cria uma configuração de pontos, onde escores dos eixos de ordenação (para cada objeto) são aleatorizados até que a correlação entre a matriz de distância obtida com a aleatorização dos escores e a matriz de distância dos dados originais seja a maior possível. Este procedimento é adotado para descrever os objetos em valor pré-determinado de dimensões (vetores), de modo que diferenças entre objetos sejam reflexo de divergências entre objetos na matriz de distâncias (Minchin 1987, Clarke 1993). O índice de estresse (*stress indice*) é o responsável por essa medida, que representa a diferença entre as matrizes correlacionadas (Manly 2004). Entretanto, para Vieira et al. (2008), este índice é indiretamente relacionado aos valores que medem os ajustes em outras técnicas de ordenação. No presente estudo as diferenças foram calculadas entre todos os pares de objetos (47 localidades investigadas, baseado na lista das espécies), foi usado o índice de dissimilaridade de Jaccard como a medida de semelhança. Este índice é adotado por ser qualitativo (Mueller-Dombois & Ellenberg 2002, Kent & Coker 1992), o qual é considerado o mais adequado para dados de presença e ausência (Matteucci & Colma 1982, Mantovani 1987, Ferreira-Júnior et al. 2008).

Os eixos da ordenação tiveram sua significância verificada por meio de permutações geradas pelo teste de Monte Carlo (Anderson 1986). Essa avaliação foi realizada com o objetivo de analisar a estabilidade dos eixos da ordenação onde foi usado cada eixo separadamente e valores de interação de 999 e nível de significância 5%, conforme recomendado por Pillar (1999). A análise foi realizada com o uso do programa PC-ORD, versão 6.0 para Windows (McCune & Mefford 2011).

A partir dos escores dos eixos da ordenação significativos foi obtido um valor por eixo para cada área e, com base nestes valores, foram confeccionados correlogramas para analisar a estrutura espacial por meio dos coeficientes I de Moran (Rangel et al. 2006). A autocorrelação ou dependência espacial, neste caso, deve ser entendida como a interdependência (ou ausência de independência) entre pares de observações a determinada

distância geográfica (Legendre 1993, Rossi & Quénéhervé 1998, Fortin & Dale 2005). Assim, é o mesmo que afirmar que a semelhança entre as amostras para dado atributo existe em virtude do espaço geográfico, e não em função do gradiente nas condições ambientais. Diniz et al. (2009b) comentam que este é um padrão comum em dados provenientes de estudos biológicos.

Adotou-se o coeficiente I de Moran para avaliar a estrutura espacial dos dados, pois este é um dos índices mais utilizados para encontrar distintos graus de autocorrelação na matriz de distâncias gerada para os dados amostrados (Legendre & Legendre 1998, Diniz-Filho et al. 2003, Rangel et al. 2006). Este índice varia entre -1 e +1, em valores máximos de autocorrelação negativos e positivos, respectivamente (Câmara et al. 2004). Assim, valores que diferem de zero sugerem que unidades amostrais ligadas a determinada distância geográfica são mais similares (autocorrelação positiva), ou menos similares (autocorrelação negativa) do que o esperado para unidades aleatoriamente associadas (Bailey & Gattrel 1995, Câmara et al. 2004, Giehl et al. 2011).

As distâncias geográficas entre as unidades amostrais podem ser divididas em classes distintas, o que cria sucessivas matrizes e permite o cálculo de diferentes valores do coeficiente de Moran para a mesma variável (Bailly 2010, Giehl et al. 2011). Ainda de acordo com esta autora, isso permite avaliar os padrões de autocorrelação em função da distância através de correlograma espacial, o qual fornece descrição espacial da variável resposta investigada. No presente estudo a significância da autocorrelação espacial foi calculada para 10 classes de distâncias, com número equivalente de unidades amostrais em cada classe, conforme adotado por Giehl et al. (2011).

A análise de relação entre o gradiente de vegetação e variáveis ambientais foi realizada *a posteriori*, onde que os escores obtidos para os eixos significativos da NMDS foram relacionados com as variáveis ambientais, por meio de regressões múltiplas (OLS – Ordinary Least Squares) (Diniz-Filho et al. 2003, Diniz-Filho & Bini 2005, Bailly 2010, Giehl et al. 2011). Como a regressão OLS não considera se os dados apresentam ou não autocorrelação espacial, optou-se por agregar às análises metodologia que insere a questão espacial de forma mais evidente e precisa, conforme recomendado por Diniz-Filho et al. (2009a), Bailly (2010). Por esta razão, foram empregados filtros espaciais baseados em autovetores da matriz de distância (eixos 1 e 2 da NMDS) e da matriz de conectividade (Eixo 3 da NMDS) (Griffith 2003, Diniz-Filho & Bini 2005, Griffith & Peres-Neto 2006, Dormann et al. 2007). No primeiro método, as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de cada unidade amostral (localidades) foram usadas para gerar, par a par, a

matriz de distâncias geográficas entre unidades, com determinada distância de truncamento. Esta distância foi determinada pela interseção dos eixos da NMDS no correlograma espacial, ou seja, a distância geográfica para a qual a autocorrelação nos eixos torna-se zero (Diniz-Filho & Bini 2005, Rangel et al. 2006).

Na matriz de conectividade não é calculada uma distância de truncamento, pois neste método a distância entre as unidades é obtida a partir da conexão entre dois pontos. Assim, calcula-se um “caminho” entre todos os vértices (coordenadas) e, a partir de então, é obtida uma rede de conexões entre as unidades amostrais. Desta forma este método calcula os autovetores a partir da matriz de conectividade de distâncias. Esta rede de conexões foi obtida a partir do algoritmo *Minimum Spanning Tree*, no qual a ligação entre os pontos (unidades amostrais) ocorre quando um conjunto mínimo de distâncias é necessário para conectar todos os pontos, ou seja, calcular a menor distância utilizada para ligar todos os pontos (Griffith 2003).

Os autovetores (filtros) foram usados como descritores da estrutura espacial do conjunto de dados. Posteriormente, estes filtros foram empregados como preditores adicionais nos processos de modelagem (regressão OLS), quando se levou em conta o efeito do espaço, tal como utilizado por Diniz-Filho et al. (2009b). Para o resultado final (seleção do modelo final) apenas os autovetores significativos ( $\alpha \leq 0,05$ ) foram utilizados.

Para selecionar o melhor modelo preditor da relação entre variáveis ambientais e flora dos 47 levantamentos foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC), conforme recomendado por Cassemiro et al. (2007) e Diniz-Filho et al. (2008). O valor do AIC de cada modelo foi convertido em  $\Delta AIC$ , o qual é obtido pela diferença entre o AIC de cada modelo e o AIC mínimo observado para todos os modelos confrontados (Silva 2008, Bailly 2010). Valores de  $\Delta AIC$  superiores a 7 sugerem ajuste fraco do modelo. Já valores menores que 2 indicam modelos equivalentes ao modelo de mínimo AIC (Burham & Anderson 2004). Desta forma, o melhor modelo foi escolhido com base naquele que apresentou valor de  $\Delta AIC < 2$  e ausência de multicolinearidade (Bailly 2010).

Para evitar multicolinearidade entre as variáveis preditoras foi realizada seleção prévia de quais variáveis seriam incorporadas ao modelo. A seleção foi realizada com base na Análise de Componentes Principais (PCA), conforme sugerido por (Hanspach et al. 2011), e utilizou-se todas as 20 variáveis obtidas da base de dados WorldClim. Como critério de seleção das variáveis adotou-se autovalor acima de 0,5, em um dos eixos da ordenação, ou aquelas altamente redundantes com outras variáveis. Desta forma, foram selecionadas apenas oito, das 20 variáveis iniciais, as quais são apresentadas a seguir por

ordem decrescente de autovalor: Temperatura média anual, Precipitação no trimestre mais seco, Estacionalidade de temperatura, Isotermalidade, Precipitação anual, Precipitação no trimestre mais úmido, Estacionalidade de precipitação e altitude. A PCA foi realizada com o auxílio do programa PC-ORD versão, 6.0 para Windows (McCune & Mefford 2011).

A ausência de multicolinearidade entre as variáveis preditoras que iriam compor o modelo foi verificada por meio do fator de aumento da variância (*Variance Inflation Factor* – VIF), que aponta o quanto a variância dos coeficientes de regressão foi aumentada, comparado quando não há multicolinearidade (Philipp 1993). Os valores de VIF para as variáveis que não apresentam multicolinearidade variam entre 0 e 10 (Myers 1986, Seaby & Henderson 2007). Assim, variáveis que apresentaram valores superiores a 10 foram consideradas multicolineares. Quando este comportamento foi detectado adotou-se a exclusão da variável com maior VIF, conforme sugerido por Graham (2003).

A significância estatística dos modelos de regressão foi avaliada pelo teste F e pelo cálculo da probabilidade -  $p$  (Regazzi 1999). Ao final da análise os resíduos da regressão foram avaliados quanto a persistência de autocorrelação espacial entre as unidades amostrais (localidades), por meio de correlogramas realizados por estimação do coeficiente de Moran (Giehl et al. 2011). Assim, nos modelos com resíduos não estruturados espacialmente, considerou-se que o ajuste entre as variáveis preditoras (variáveis climáticas e de altitude) e variáveis resposta (eixos da NMDS) apresentam menor chance de ocorrência de erro tipo I, ou seja, de rejeitar a hipótese nula quando esta é verdadeira devido à autocorrelação espacial (Diniz-Filho et al. 2003). Assim, ao se verificar a estrutura espacial dos resíduos há maior probabilidade de encontrar relações autênticas entre as variáveis preditoras e respostas, de modo que há menor chance de gerar relações espúrias (Giehl et al. 2011).

A significância geral de todos os correlogramas gerados foi testada aplicando-se o critério sequencial de Bonferroni, onde, para o nível de significância  $\alpha = 0,05$ , o correlograma seria considerado significativo quando pelo menos um dos coeficientes I de Moran fosse significativo para o nível de significância  $\alpha/k$ ; sendo  $k$  o número de classes de distância usadas, conforme utilizado por Maldonado-Coelho & Marini (2003).

Além disso, foram calculadas as partições da variância explicadas pelos modelos selecionados para cada eixo da NMDS (Borcard et al. 1992). Neste caso, regressões parciais foram utilizadas para quantificar a contribuição relativa dos diferentes fatores (do ambiente e do espaço) para a explicação da variação espacial dos eixos da NMDS. A partir dos resultados dessas regressões é possível avaliar os efeitos compartilhados das variáveis

(espaço e ambiente conjuntamente), os quais não são observados nas interações (variação não explicada pelo modelo) (Legendre & Legendre 1998, Lobo et al. 2002). Esta análise foi realizada apenas para as variáveis preditoras utilizadas no melhor modelo (Lobo et al. 2002).

Os cálculos dos coeficientes I de Moran, os filtros espaciais, as regressões múltiplas, assim como a partição da variância explicada pelo melhor modelo foram realizados com o auxílio do programa SAM (Spatial Analysis in Macroecology – Versão 4.0) (Rangel et al. 2006).

### **4.3- RESULTADOS**

Com os dados provenientes das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual foi registrada ocorrência total de 696 espécies, distribuídas em 74 famílias botânicas. Verificou-se, de modo geral, que a distribuição espacial das espécies se mostrou bastante heterogênea, já que do total amostrado, 516 (74,13%) ocorreram em menos de 10% das áreas; ou seja, tiveram seu registro limitado ao máximo de quatro levantamentos. Nenhuma espécie foi registrada em todas as áreas, e as maiores frequências foram observadas para *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, que foram encontradas em 44 (93%) e 40 (85%) das áreas, respectivamente. Estes dados indicam a existência de elevada diversidade beta (*sensu* Whittaker 1960, 1972) entre as Florestas Estacionais Deciduais avaliadas.

Os três primeiros eixos da análise de ordenação NMDS foram significativos ( $p < 0,01$ ), pelo teste de permutação de Monte Carlo, os eixos foram considerados estáveis. De acordo com o diagrama gerado pela NMDS percebeu-se que os eixos tenderam a representar gradientes em relação a latitude (eixo 1), longitude (eixo 3), ou associação entre latitude e longitude conjuntamente (eixo 2) (Figura 4.2). Esse padrão pode ser visualizado, por exemplo, pela ocorrência de áreas como A1 e A2 (Macaíba RN e Caturité PB) que se encontram em torno dos 5° e 7° de latitude, se apresentarem no extremo do primeiro eixo e A18 e A45 (Alpinópolis MG e Nova Xavantina MT) que se apresentam em latitudes de 20° e 16°, respectivamente, que se distribuíram na outra extremidade do diagrama. Porém, em alguns casos é difícil captar tais tendências, já que áreas em condições distintas de latitude e longitude aparecem em posições próximas do diagrama como, por exemplo, em A1 (Macaíba RN 5°S) e A32 (Manga MG 13°S).



Com base na NMDS foi verificado que as áreas de Floresta Estacionais Deciduais avaliadas formaram grupos que se assemelham entre si em relação às bacias em que estão inseridas, ou em razão da proximidade geográfica em que as mesmas se encontram. Assim, é notou-se a formação de grupos originados em virtude da bacia onde a área está inserida, como acontece com as áreas pertencentes à bacia do rio Tocantins, que apresentaram similaridade entre si (Figura 4.2). De forma semelhante, áreas que se encontram em bacias hidrográficas distintas, mas que são próximas geograficamente também apresentaram considerável semelhanças florísticas, como é o caso das áreas A22 (Capitão Enéas MG, bacia do São Francisco) e A28 (Salinas MG, bacia do Atlântico Leste) (Figuras 4.1 e 4.2). Por outro lado, exceções foram observadas em casos onde áreas que se encontram numa mesma bacia hidrográfica e que são relativamente próximas mas, apresentaram baixa semelhança florística, como observado para as três áreas inseridas na bacia do Atlântico Leste (A04, A28, A29 e A37) (Figura 4.1 e 4.2).

As áreas localizadas na bacia hidrográfica do Rio São Francisco mostraram que, embora grande parte das áreas tenham formado um grupo bastante nítido, situado na porção central do diagrama (A16, A36, A42, A41, A38, A40, A23, A35 A22, A26, A03, A33, A34, A30 A31, A39), algumas áreas se apresentaram distribuídas ao longo do gradiente de ambos os eixos (Figura 4.2). Algumas delas se mostraram bem próximas das áreas da bacia do Tocantins (A15 e A21, respectivamente Paracatu e Três Marias, ambas em Minas Gerais). Outras se mostraram próximas às áreas da bacia Atlântico Nordeste Oriental (A32, Manga MG) ou da bacia do Paraná (A14, Arcos MG). A distribuição das espécies ao longo de suas bacias de ocorrência mostra que, apesar de em muitos casos elas apresentarem identidade florística, com a formação de grupos similares, as áreas também possuem considerável heterogeneidade florística, a qual é reforçada pelo baixo compartilhamento de espécies, o que corrobora a idéia de que as áreas possuem elevada diversidade beta.

Quando se considera a análise da dependência espacial verifica-se que os escores do primeiro eixo da NMDS apresentaram autocorrelação significativa do espaço em seis das dez classes de distância consideradas, as quais foram positivas para áreas próximas e negativas para as mais distantes (Figura 4.3).

A análise dos filtros espaciais no primeiro eixo foi baseada na distância de truncamento de aproximadamente 900 km. Foram gerados cinco autovetores com autovalores positivos, os quais descreveram a estrutura espacial dos dados. Ao realizar a regressão de cada filtro (variável independente) com a variável resposta, apenas um filtro

foi significativo. Este foi adicionado no modelo como variável preditora para estabilizar a autocorrelação nos resíduos da regressão. A incorporação do componente espacial no modelo diminuiu a autocorrelação (Figura 4.3), como observado, por exemplo, na primeira classe (Índice de Moran observado = 0,645 e resíduo = 0,03), e conseqüentemente, melhorou o ajuste e elevou o coeficiente de determinação da regressão. Além disso, os resíduos do modelo não foram significativamente autocorrelacionados, o que indica bom ajuste entre a estrutura espacial das variáveis preditoras e resposta.

As variáveis relacionadas com o primeiro eixo foram altitude, temperatura média anual, estacionalidade de precipitação, precipitação no trimestre mais úmido e precipitação no trimestre mais seco (Tabela 4.3). Tais variáveis foram testadas por meio de regressão múltipla para prever os valores dos escores do primeiro eixo, o que resultou em bom ajuste do modelo ( $R^2 = 0,838$ ;  $F = 39,491$ ;  $p < 0,001$ ). Isto indica que o clima e a altitude exercem influência na distribuição da vegetação ao longo das 47 áreas analisadas. A partição da variância do primeiro eixo de ordenação NMDS resultou em 32,5% explicada exclusivamente pelas variáveis ambientais, 12,7% exclusivamente pelo espaço, 37,3% pelas variáveis climáticas e espaço e 17,5% de variação não explicada (Figura 4.4). Desta forma, considerou-se que a porção explicada conjuntamente pelo espaço e o ambiente, pode ser em parte atribuída ao último, assim, a variação da vegetação explicada para o primeiro pode chegar a 69,8%.

No segundo eixo da ordenação NMDS não foi observada correlação entre os seus escores e o espaço e, portanto, não foi necessária a inclusão de filtros espaciais no modelo de regressão (Figura 4.3). As variáveis correlacionadas com este eixo da ordenação (Tabela 4.3) foram altitude, estacionalidade de temperatura, precipitação no trimestre mais seco e temperatura média anual ( $R^2 = 0,285$ ;  $F = 5,218$ ;  $p < 0,01$ ). Essa variação é explicada em 13,8% pelas variáveis climáticas e de altitude, 1,5% unicamente pelo espaço, 19,4% pelo compartilhamento entre ambiente e espaço, onde 65,3% não foram explicados pelo modelo (Figura 4.4). Estes dados reforçam a idéia de que o ambiente aqui estudado exerceu menor influência na variação da vegetação das 47 áreas de analisadas, porém ainda assim esta foi superior a apresentada pelo espaço, o que já era esperado, visto que os escores desse eixo não apresentaram estrutura espacial.

O terceiro eixo apresentou escores estruturados espacialmente em praticamente todas as classes de distância, e assim como observado para o primeiro eixo, esta autocorrelação foi positiva para os levantamentos mais próximos e negativa para os mais distantes (Figura 4.3). No eixo três a análise dos filtros espaciais foi baseada na matriz de

conectividade de Griffith, e foi utilizado como critério de conectividade o algoritmo *Minimum Spanning Tree*, o que gerou 15 filtros. A análise de regressão de cada um dos 15 filtros com o terceiro eixo da NMDS (variável resposta) resultou em quatro filtros significativos ( $p < 0,05$ ), estes foram sucessivamente adicionados no modelo como preditores para estabilizar a autocorrelação nos resíduos da regressão. Como esperado, a inclusão dos filtros (componente espacial) no modelo reduziram a autocorrelação espacial apresentada no terceiro eixo, o que melhorou a regressão realizada *a posteriori* (Figura 4.3).

Altitude, precipitação no trimestre mais seco, temperatura média anual e estacionalidade de temperatura foram as variáveis relacionadas com o terceiro eixo (Tabela 4.3), com ajuste razoável do modelo ( $R^2 = 0,610$ ;  $F = 9,602$ ;  $p < 0,001$ ). Do total da variação explicado pelo modelo 26,1% pode ser atribuída ao ambiente, aqui representado pelas variáveis climáticas e altitude, 20,8% ao espaço, 20% a junção de espaço e ambiente e 33,1% a variação não explicada (Figura 4.4). A partição indicou que para este eixo, assim como observado no primeiro eixo, quando considerado toda a possível influência do ambiente este pode atingir 59,2% da variação da vegetação nas 47 áreas analisadas.

Os correlogramas espaciais produzidos para os valores estimados e para os resíduos da relação entre variáveis predictoras e dependentes não apresentaram correlação espacial significativa em nenhuma das classes de distância (Figura 4.3). Isso reforça a idéia que toda dependência espacial apresentadas pelos eixos foi totalmente removida com a inclusão dos filtros espaciais nos modelos. Além disso, após a inclusão dos filtros foi verificado que o modelo do primeiro eixo de ordenação gerou previsão melhor que os modelos ajustados para os demais eixos. Isso provavelmente está relacionado ao fato da maior variação dos dados estar sintetizada neste eixo, assim, ele explicaria melhor a distribuição das espécies nas 47 áreas analisadas.

Quando se avalia a distribuição das áreas em função da riqueza em espécies e das variáveis ambientais selecionadas pelos modelos de regressão, em geral, observa-se que as áreas que apresentam maior número de espécies se encontram no Brasil Central, mais precisamente nas bacias do rio São Francisco e Tocantins (Figura 4.5). Estas regiões se encontram sob as altitudes e temperatura média anual mais elevadas dentre as áreas analisadas (Figura 4.6). Em contrapartida se mostram com estacionalidade de temperatura menos marcante (Figura 4.7), ou seja, a temperatura varia pouco ao longo das estações do ano.

Resultado oposto foi observado para a estacionalidade de precipitação, que para as áreas inseridas bacias do rio São Francisco e Tocantins se mostraram entre as mais acentuadas (Figura 4.7), o que indica que entre essas áreas existe discrepância maior que nas demais áreas entre os níveis pluviométricos durante as estações. Quando observado os trimestres mais secos e os trimestres mais úmidos, observa-se também relação oposta (Figura 4.8). Enquanto nestas áreas foram registradas as maiores precipitações durante o período de chuva, na seca as mesmas se apresentam entre as áreas com os menores níveis pluviométricos, o que reforça a forte influência da estacionalidade da precipitação.

Nas áreas onde a riqueza em espécies apresentou menores valores não houve variação tão grande da precipitação ao longo das estações, como observado para as áreas de elevada riqueza. Isso demonstra que, para estas regiões (bacias do Atlântico Norte Oriental, Atlântico Leste e Paraná) a precipitação é melhor distribuída durante o ano, já que esta variável apresenta curta estacionalidade. Em contrapartida, existe considerável variação da temperatura, a qual é verificada principalmente pela marcada estacionalidade da temperatura nestes locais (Figura 4.7).

#### **4.4- DISCUSSÃO**

A distribuição e a semelhança florística das Florestas Estacionais Deciduais analisadas no presente estudo podem ser consideradas como reflexo das interações da heterogeneidade ambiental e temporal, estas são, muitas vezes, influenciadas pelo espaço. Oliveira-Filho e Fontes (2000), ao estudar os padrões de diferenciação da Floresta Atlântica verificaram que as condições ambientais (climáticas) e espaciais associadas são responsáveis pela diferenciação de fisionomias e são bons indicadores de rotas migratórias do Quaternário. Desta forma, fatores históricos (recentes e pretéritos) conjugados às condições climáticas do presente e pedológicas regionais, influenciaram a composição florística das formações vegetacionais ao longo das 47 áreas analisadas.

A altitude e as variáveis relacionadas ao clima exerceram forte relação com a distribuição das espécies nas 47 áreas. Deve-se, no entanto, considerar o peso do componente espacial na determinação destas variáveis, uma vez que estas se alteram continuamente no espaço geográfico (Hawkins et al. 2003). Assim, estas duas forças (ambiental e espacial) moldaram a composição e distribuição da flora no espaço e, desconsiderá-las, seria um grande equívoco como observado por Legendre (1993), Legendre & Legendre (1998), Dormann et al. (2007).

O peso do componente espacial no presente estudo que, por consequência, gerou variações ambientais, pode ser facilmente observada pela disposição geográficas das áreas, principalmente da latitude, a qual foi relacionada com o primeiro eixo da ordenação NMDS. Neste caso, cabe ressaltar que o fator determinante da diversidade biológica ao longo das regiões não é, claramente, a latitude em si, mas as condições ambientais correlacionadas com esta variável. De acordo com Kraft et al. (2011) mais de 25 mecanismos diferentes já foram sugeridos para a geração de gradientes latitudinais de diversidade, principalmente à diversidade beta. No entanto, ainda não houve consenso sobre qual maneira este gradiente atua (Gaston 2000, Diniz-Filho et al. 2009b).

Para as 47 florestas analisadas, o clima também foi um dos responsáveis pelas diferenças florísticas entre as áreas. Rosenzweig (1992) destaca que um dos fatores propostos como causa dos gradientes latitudinais de diversidade seria a variação climática ocasionada pela mudança de latitude, as quais por sua vez podem influenciar padrões de distribuição das espécies (Rosenzweig 1992, Gaston 2000, Buzas et al. 2002). Neste caso, pode-se inferir que a latitude, indiretamente representada pelo clima, exerceu influência na distribuição das áreas estudadas.

Assim, as condições ambientais, aqui consideradas como heterogeneidade de habitat, exerceram influência no padrão de distribuição das espécies ao longo das 47 áreas analisadas o que gerou elevada diversidade  $\beta$ . Em geral, diferenças na diversidade  $\beta$  ao longo de gradientes biogeográficos, mais precisamente os latitudinais, são interpretadas como reflexo de diferentes processos ecológicos que atuam ao longo desses gradientes, e incluem a variação na escala abordada (Rodríguez & Arita 2004), capacidade de dispersão das espécies (Soininen et al. 2007) e na força dos processos locais, como a seleção de habitat (Qian & Ricklefs 2007).

Esta influência espacial no conjunto de dados investigado pode ser percebida quando se observa tanto a distribuição das áreas ao longo dos eixos da ordenação NMDS, como das variáveis ambientais relacionadas a cada eixo. Este padrão pode ser atribuído à elevada heterogeneidade ambiental as Florestas Estacionais Deciduais, que compreendem ampla variação nos fatores fisiográficos (relevo, altitude, solo) e climáticos, criando nítida variação florística (Prado & Gibbs 1993, Pennigton et al. 2009, Santos 2009). Neste caso, ficou claro que o ambiente foi capaz de influenciar a distribuição das 47 áreas analisadas, demonstrando a existência de mudanças na composição de espécies (diversidade beta) que são observadas por meio dos agrupamentos formados na NMDS.

Quando se considerou as áreas ao longo das suas respectivas bacias hidrográficas verificou-se que aquelas inseridas numa mesma bacia tenderam a apresentar composição florística mais similares entre si. Alguns estudos demonstram que áreas que com condições ambientais semelhantes tendem a apresentar características vegetacionais, principalmente relacionadas à flora, bem parecidas (van den Berg & Oliveira-Filho 2000, Felfili & Silva-Júnior 2001). As bacias podem ser consideradas unidades territoriais que compartilham características ambientais semelhantes, principalmente às relacionadas ao tipo de solo e de clima (Guerra & Cunha 2005, Pinto & Oliveira-Filho 1999). Esta afinidade ambiental ao longo das bacias foi observada quando se analisou a distribuição das variáveis ambientais correlacionadas com os eixos da NMDS ao longo das bacias aqui consideradas.

É importante ressaltar que, apesar de existir a formação de grupos entre as áreas, possivelmente em função das características ambientais apresentadas pelas bacias hidrográficas, estes grupos não são totalmente individualizados. Em muitos casos podem haver semelhanças ambientais entre áreas que pertençam a diferentes bacias hidrográficas, ou mesmo áreas da mesma bacia se comportarem distintamente ao longo do gradiente. Estes padrões podem estar relacionados com a proximidade geográfica entre áreas de diferentes bacias, já que áreas mais próximas tendem a ser mais semelhantes do ponto de vista florístico (Santos et al. 2007a). Isto ocorre porque, na maioria dos casos, tais locais sofrem influências ambientais semelhantes, principalmente às relacionadas ao clima (Oliveira-Filho & Fontes 2000). De maneira semelhante, Giehl et al. (2011) que estudou as variações florísticas em florestas ribeirinhas e as suas relações com variáveis geográficas e climáticas perceberam que houve autocorrelação espacial entre as áreas, ou seja, que a composição de espécies é semelhante quando os levantamentos são próximos e diferente quando são distantes.

Para as Florestas Estacionais Deciduais avaliadas pode ser que haja uma rota de migração entre as áreas, a qual seria formada pelos fragmentos inseridos na bacia do rio São Francisco. Esta suposição emerge dos resultados observados pela análise NMDS, onde as áreas localizadas na bacia do rio São Francisco se distribuíram ao longo de todo o diagrama da ordenação, o que sugere semelhanças florísticas com praticamente todas as demais bacias hidrográficas consideradas. Oliveira-Filho & Ratter (1995, 2000) também observaram a existência de rotas de migração entre Florestas Amazônicas e a Floresta Atlântica, onde as florestas ripárias da Província do Cerrado formariam verdadeira rede que conectaria as florestas das Províncias Amazônicas e Paranaense. Diversos autores também descreveram a existência de possíveis rotas migratórias para explicar as conexões

florísticas entre as formações abertas da América da Sul (Prado & Gibbs 1993, Prado 2000, Fernandes 2003, Carvalho & Felfili 2011b). Assim, este estudo confirma os resultados obtidos pelos autores acima citados, o que sugere que a bacia do São Francisco agiria como rota de migração para espécies de ambientes mais secos, como as da Caatinga e do Cerrado em relação à ambientes com menor limitação hídrica como a Mata Atlântica e vice e versa.

A influência das características ambientais na determinação dos padrões vegetacionais observada corrobora a Teoria de Nichos (Hutchinson 1957). Svenning (2001) afirmou que a diversificação ou diferenciação de nichos está intimamente ligada à heterogeneidade ambiental, a qual varia ao longo da escala espacial. Assim, pode-se sugerir que a existência de diferentes nichos ao longo das 47 áreas de Floresta Estacional Decidua desempenhou elevada influência nos padrões florísticos apresentados, uma vez que áreas mais similares ambientalmente, logo com nichos semelhantes, também se mostraram semelhantes floristicamente.

Os resultados da análise de partição da variância a partir dos modelos de regressão múltipla feitos para cada eixo da análise NMDS reforçam a hipótese de que a teoria de nichos ecológicos é boa conjectura para explicar os padrões de distribuição das áreas investigadas. Com exceção do segundo eixo, a junção da explicação do ambiente e espaço foi responsável por mais da metade da explicação do modelo. Particularmente no caso do segundo eixo, possivelmente a baixa explicação atribuída ao ambiente pode estar relacionada ao fato das variáveis ambientais aqui consideradas terem se mostrado bastante dependentes do espaço. Desta forma, como neste o componente espacial teve baixa contribuição, talvez seja essa a razão para a alta variância não explicada pelo o modelo no segundo eixo. Neste caso, provavelmente, outros fatores ambientais e espaciais, que não os analisados no presente estudo, seriam os responsáveis pelo padrão apresentado neste eixo.

Quando observadas as áreas que agrupam as maiores riquezas notou-se que boa parte delas se encontra na região central (bacias do São Francisco e do Tocantins) enquanto que na região periférica (demais bacias) encontram-se os menores valores de riqueza. Possivelmente isso ocorre porque em locais com elevada heterogeneidade ambiental há mais nichos e modos diversos de explorar os recursos ambientais devido à expansão no número de partições da dimensão de nicho, suportando maior diversidade de espécies do que ambientes mais simples (Bazzaz 1975). Assim, para este estudo foi considerado que na região central variações nas condições ambientais favoreceram a formação de vários nichos ecológicos o que permitiria a coexistência de grande número de espécies e incremento na riqueza. Ao passo que, as áreas periféricas apresentariam menor

diferenciação de nichos, e por esta razão menor riqueza. Isto reforça a idéia de que para as Florestas Estacionais Deciduais a teoria de nichos ecológicos é a que melhor se aplica para explicar tanto os padrões de distribuição das espécies, como a riqueza e diversidade.

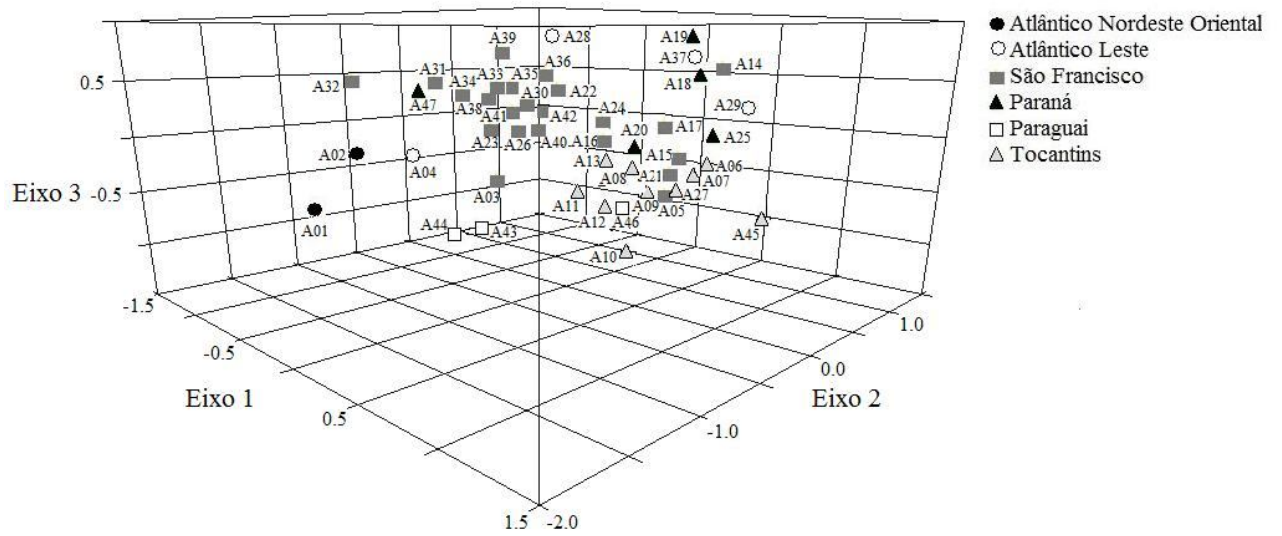
#### **4.5- CONCLUSÕES**

A alta heterogeneidade ambiental, aqui expressa por variáveis climáticas e pela altitude, foi altamente relacionada às variações espaciais e exerceu grande influência nos padrões de distribuição entre as áreas analisadas. Este resultado corrobora a hipótese de que áreas com características ambientais semelhantes apresentariam maior similaridade florística em virtude da existência de nichos ecológicos equivalentes. Por outro lado, em locais com menor semelhança ambiental a similaridade florística seria menor. Desta forma, ficou claro que a flora arbórea apresentou elevada diversidade beta entre as 47 áreas de Floresta Estacional Decidual avaliadas, o que foi atribuído a elevada influência exercida pela heterogeneidade ambiental. O que permite assumir que a teoria de nichos ecológicos exerce influência nos padrões fitogeográficos das Florestas Estacionais Deciduais.

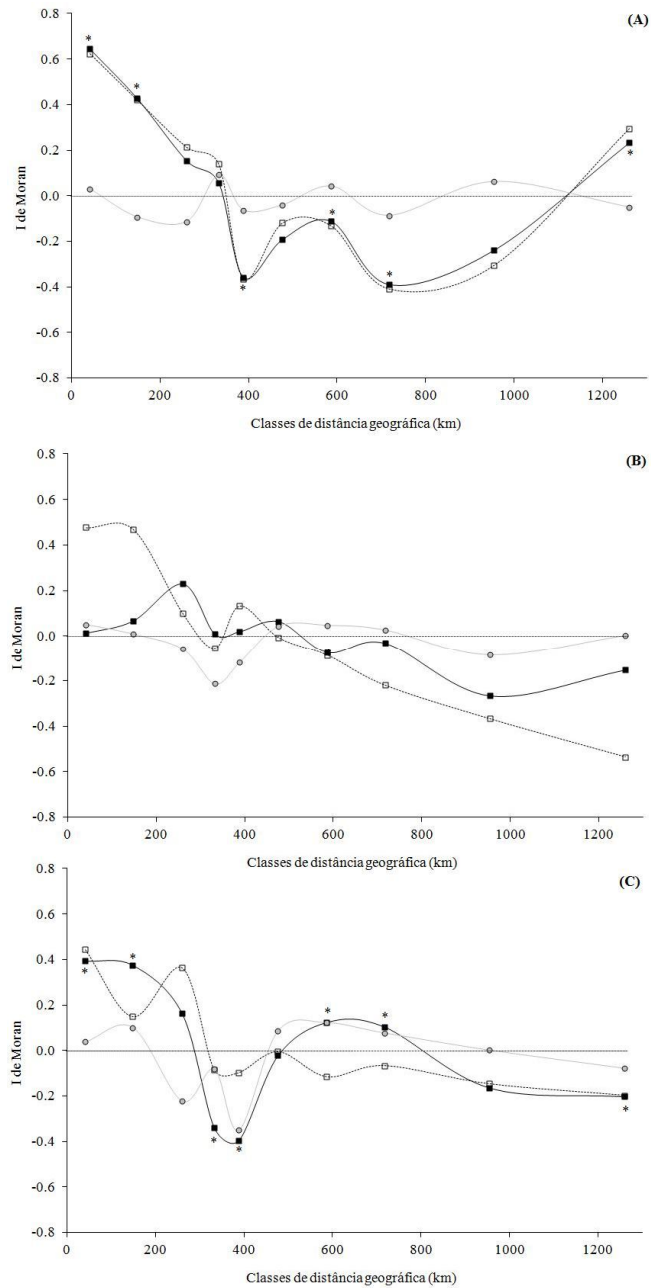




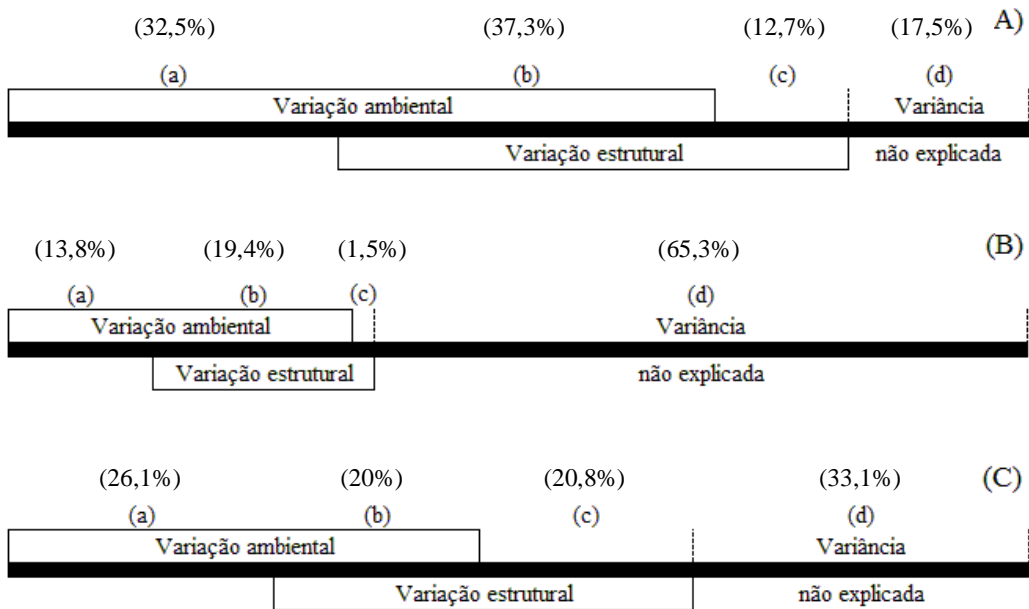
**Figura 4.1:** Distribuição geográfica das 47 áreas de Florestas Estacionais Deciduais utilizadas nas análises comparativas. Onde: ■ bacia hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, □ Atlântico Leste, ▨ Paraguai, ▩ Paraná, ■ Bacia do São Francisco, ■ Tocantins (*sensu*: IBGE 2000).



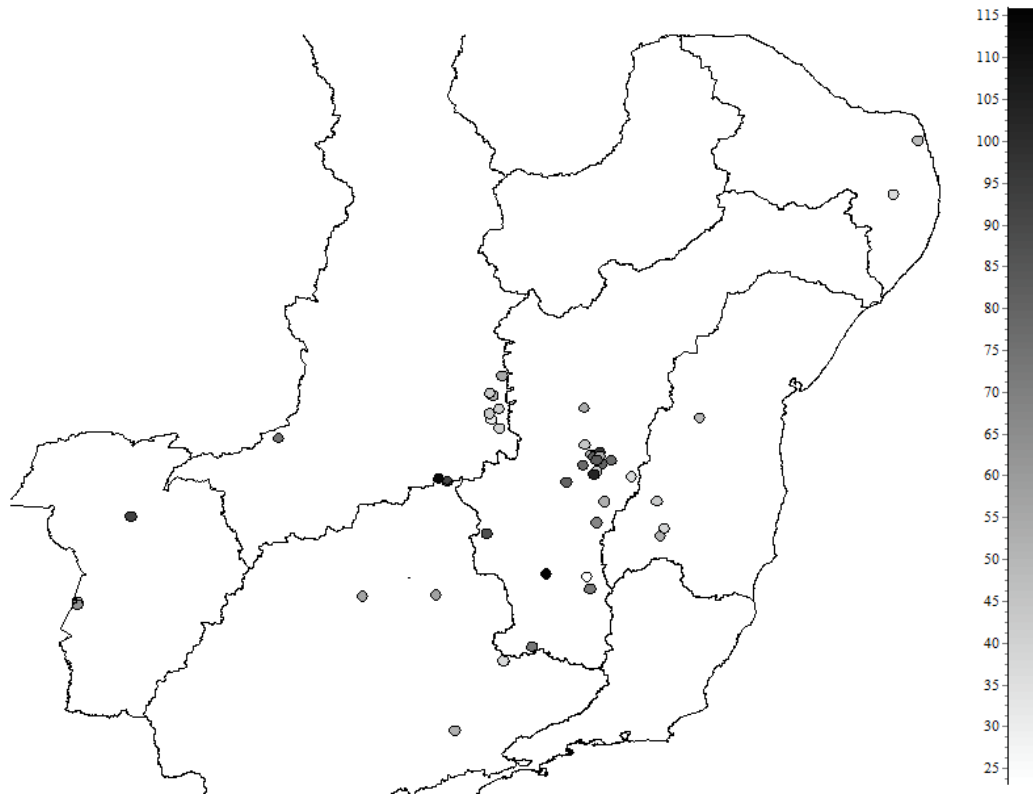
**Figura 4.2:** Ordenação das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual avaliadas pela análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e diferenciadas pelas bacias hidrográficas nas quais as áreas se encontram inseridas.



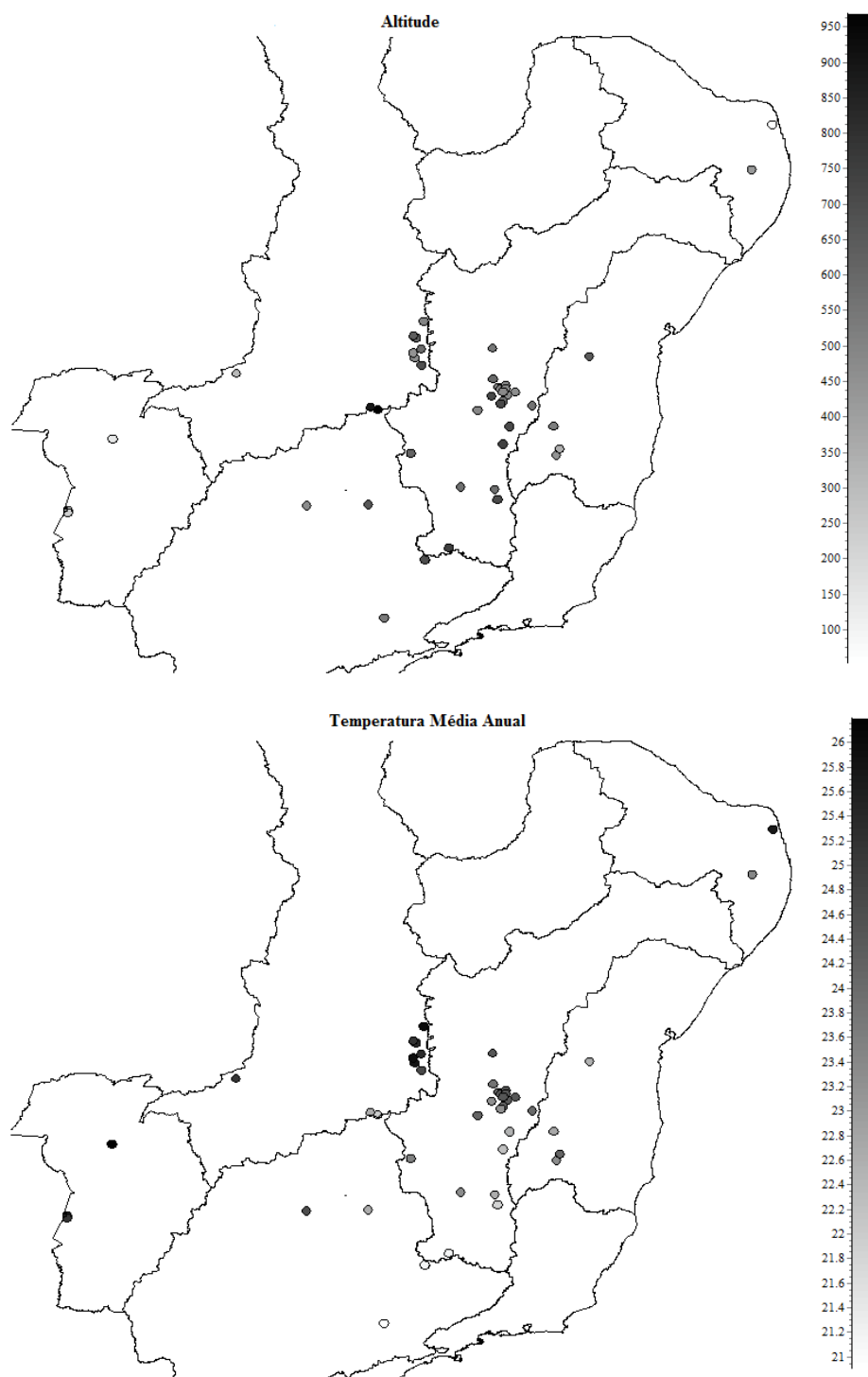
**Figura 4.3:** Estrutura espacial dos escores do primeiro (A), segundo (B) e terceiro eixos (C) da análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). Valores significativos são apontados por asterisco. Valores acima de zero indicam autocorrelação espacial positiva e, abaixo, negativa. —■— Valores observados, --□-- Valores Estimados, —○— Valores dos Resíduos.



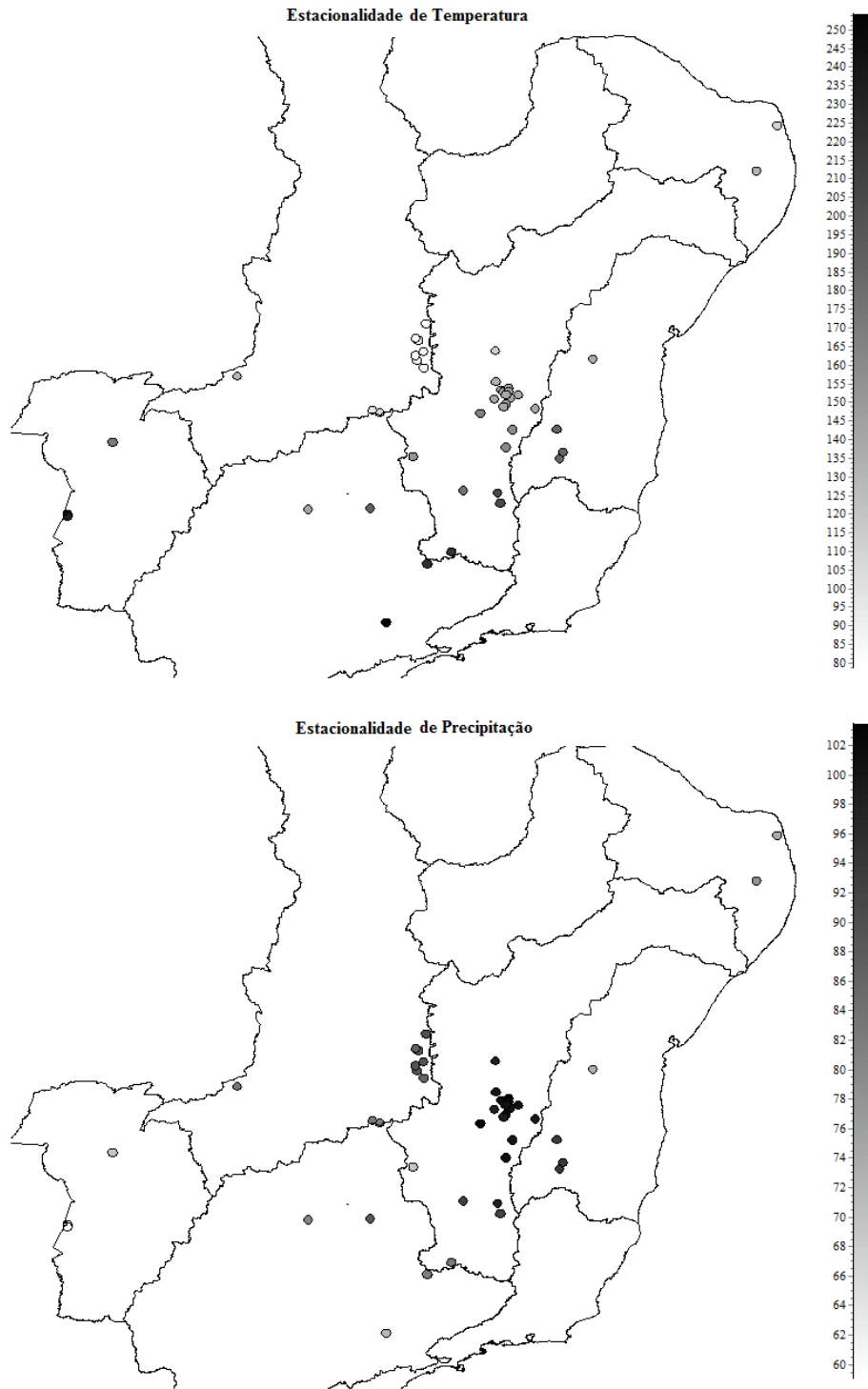
**Figura 4.4:** Partição da variância total explicada dos escores do primeiro (A), segundo (B) e terceiro eixo (C) da análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). (a) variação explicada exclusivamente para as variáveis ambientais (climáticas e altitude); (b) variação explicada para as variáveis ambientais e pelo espaço concomitantemente; (c) variação explicada exclusivamente pelo espaço; e (d) variação não explicada.



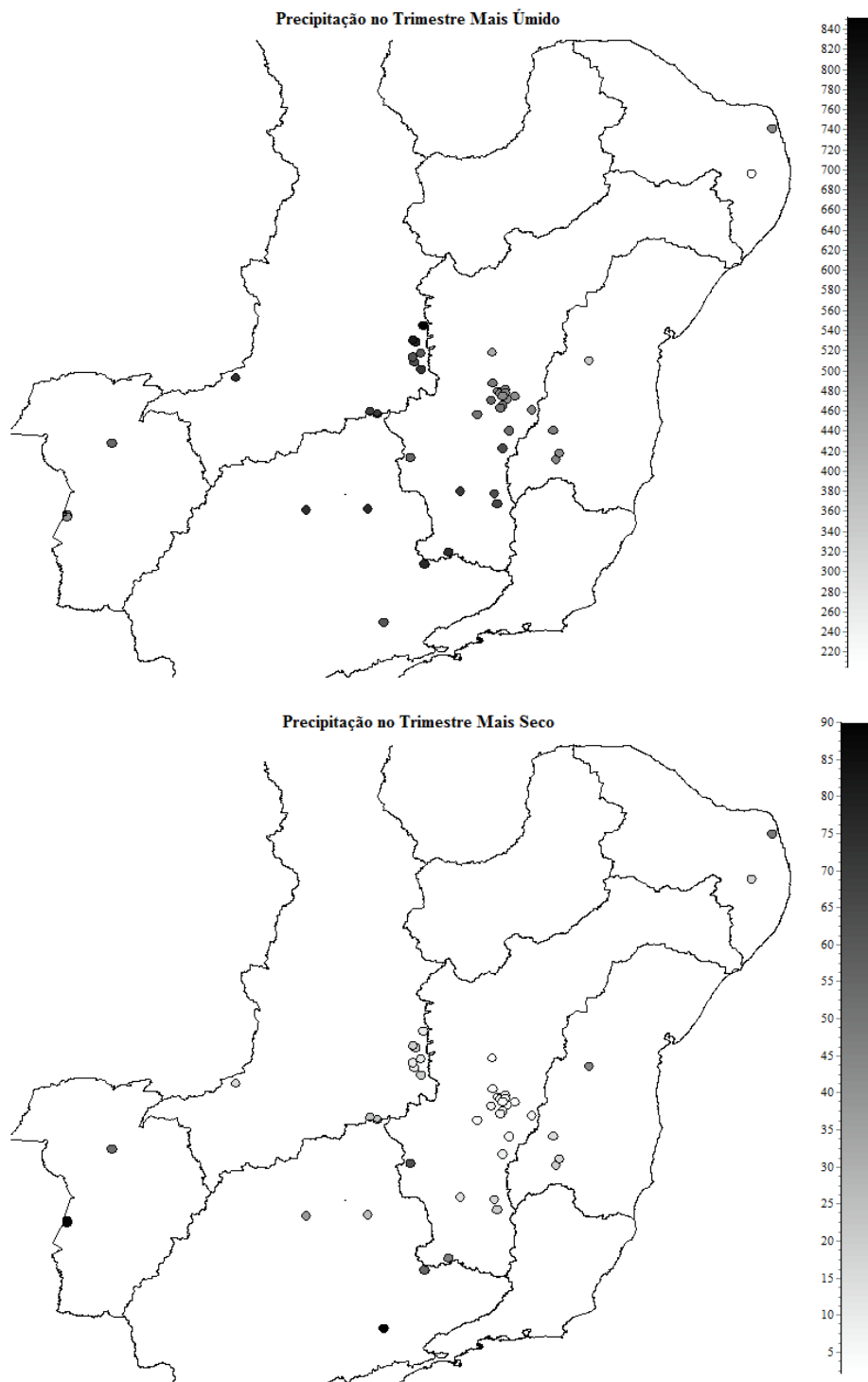
**Figura 4.5:** Distribuição da riqueza em espécies entre as 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas.



**Figura 4.6:** Distribuição da altitude e temperatura média anual ao longo das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas.



**Figura 4.7:** Distribuição da estacionalidade de temperatura e de precipitação ao longo das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas.



**Figura 4.8:** Distribuição da precipitação no trimestre mais úmido e no mais seco ao longo das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas.



**Tabela 4.1:** Informações geográficas e ambientais das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual utilizados nas análises comparativas. Onde N° Sp.= Número de Espécies e Bacia = Bacia hidrográfica (*sensu*: IBGE 2000).

Bacia	Código	Município	Estado	Latitude	Longitude	Altitude	N° Sp.	Autor
Atlântico Nordeste Oriental								
	A01	Macaíba	RN	5° 53'	35° 23'	52	47	Cestaro & Soares 2004
	A02	Caturité	PB	7° 24' 38,95"	36° 1' 49,73"	416	36	Oliveira et al. 2009
Atlântico Leste								
	A04	Sincorá	BA	13° 46'	41° 10'	640	48	Lima & Lima 1998
	A28	Salinas	MG	16° 8' 36"	42° 18' 11"	517	42	Scolforo et al. 2008
	A29	Jenipapo de Minas	MG	17° 7' 21,37"	42° 12' 43,92"	437	52	Scolforo et al. 2008
	A37	Araçuaí	MG	16° 54' 38,82"	42° 6' 36,23"	335	38	Scolforo et al. 2008
São Francisco								
	A03	São Felix do Coribe	BA	13° 29' 16,93"	44° 13' 54,54"	539	53	este trabalho; Pereira 2008
	A14	Arcos	MG	20° 17' 5"	45° 37' 16"	738	72	este trabalho
	A15	Paracatu	MG	17° 3' 33,86"	46° 49' 20,62"	612	87	este trabalho
	A16	Januária	MG	15° 6' 59,96"	44° 16' 1,66"	711	77	este trabalho
	A17	Presidente Juscelino	MG	18° 38' 40"	44° 4' 57"	700	71	Oliveira (dados não publicados)
	A21	Três Marias	MG	18° 12' 21"	45° 14' 31"	567	116	Carvalho et al. 2005
	A22	Capitão Enéas	MG	16° 8' 59"	43° 41' 59"	703	52	Arruda et al. 2011
	A23	Juvenília	MG	14° 32' 9,13"	44° 13' 12,92"	593	43	Santos et al. 2008; Santos et al. 2011
	A24	Montes Claros	MG	16° 44' 57,5"	43° 54' 13,8"	734	67	Santos et al. 2007a
	A26	Manga	MG	14° 48' 45,5"	44° 3' 46,86"	508	50	Madeira et al. 2009
	A27	Santo Hipólito	MG	18° 17' 11,51"	44° 9' 53,6"	571	23	Meguro et al. 2007
	A30	Januária	MG	15° 35' 56,32"	44° 42' 27,07"	482	79	Scolforo et al. 2008
	A31	Manga	MG	14° 49' 23,23"	43° 55' 55,79"	454	49	Scolforo et al. 2008
	A32	Manga	MG	14° 48' 46,96"	43° 55' 55,55"	454	29	Scolforo et al. 2008
	A33	Manga	MG	14° 52' 19,1"	43° 58' 55,14"	482	80	Scolforo et al. 2008
	A34	Jaíba	MG	14° 59' 8,91"	43° 31' 15,23"	459	76	Scolforo et al. 2008

*Continua...*

**Tabela 4.1. (Cont.)**

Bacia	Código	Município	Estado	Latitude	Longitude	Altitude	Nº Sp.	Autor
São Francisco (continuação)								
	A35	Matias Cardoso	MG	14° 44' 47,86"	43° 49' 6,5"	466	96	Scolforo et al. 2008
	A36	Matias Cardoso	MG	15° 4' 3,04"	43° 45' 38,17"	480	80	Scolforo et al. 2008
	A38	Pai Pedro	MG	15° 26' 24,2"	42° 59' 5,72"	554	36	Scolforo et al. 2008
	A39	Jaíba	MG	15° 17' 36,88"	43° 54' 45,52"	534	42	Scolforo et al. 2008
	A40	Jaíba	MG	15° 22' 42,67"	43° 58' 56,18"	706	103	Scolforo et al. 2008
	A41	Matias Cardoso	MG	14° 51' 16,41"	43° 49' 8,45"	466	52	Scolforo et al. 2008
	A42	Matias Cardoso	MG	14° 58' 37,02"	43° 54' 16,54"	471	82	Scolforo et al. 2008
Paraná								
	A18	Alpinópolis	MG	20° 41' 13"	46° 22' 11"	692	47	Fagundes et al. 2007
	A19	Passos	MG	20° 40' 10"	46° 22' 42"	687	37	Fagundes et al. 2007
	A20	Santa Vitória	MG	18° 50' 20"	50° 7' 15"	466	56	Carvalho et al. 1996; Carvalho et al. 1999
	A25	Uberlândia	MG	18° 48'	48° 10'	653	57	Souza et al. 2007
	A47	Piracicaba	SP	22° 39' 47,09"	47° 39' 45,13"	529	51	Ivanauskas & Rodrigues 2000
Paraguai								
	A43	Corumbá	MS	19° 1'	57° 41' 3,4"	143	37	Lima et al. 2010
	A44	Corumbá	MS	19° 5' 20"	57° 40' 55"	218	62	Salis et al. 2004
	A46	Barão de Melgaço	MT	16° 34' 50"	56° 15' 58"	130	92	Duarte 2007
Tocantins								
	A05	Taguatinga	TO	12° 34' 35"	46° 24' 33"	496	54	Mendonça et al 2010
	A06	Brasília	DF	15° 35' 1,48"	47° 52' 14,19"	969	90	Pereira 2008
	A07	Brasília	DF	15° 30' 19"	48° 6' 18"	886	113	Pereira & Mecnas 2005
	A08	Monte Alegre	GO	13° 8' 50"	46° 39' 34"	596	50	Nascimento et al. 2004; Pereira 2008
	A09	Iaciara	GO	14° 3' 53,2"	46° 29' 15,2"	680	39	Felfili et al. 2007
	A10	São Domingos	GO	13° 49' 34"	46° 41' 55"	460	30	Silva & Scariot 2003
	A11	São Domingos	GO	13° 4' 16"	46° 44' 20"	627	42	Silva & Scariot 2004a

*Continua...*

**Tabela 4.1. (Cont.)**

<b>Bacia</b>	<b>Código</b>	<b>Município</b>	<b>Estado</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>	<b>Nº Sp.</b>	<b>Autor</b>
Tocantins (continuação)								
	A12	São Domingos	GO	13° 31' 11"	46° 29' 48"	584	41	Silva & Scariot 2004b
	A13	São Domingos	GO	13° 39'	46° 45'	440	42	Vieira et al. 2006c*
	A45	Nova Xavantina	MT	14° 20' 57"	52° 20' 43"	300	74	Pereira 2008

\* Foi considerado apenas a lista das espécies do estrato arbóreo (DAP  $\geq$  5 cm).

**Tabela 4.2:** Variáveis climáticas disponíveis na base de dados WorldClim e a sua respectiva descrição.

Variável	Descrição
Temperatura média anual	Média das temperaturas médias mensais ao longo do ano, sendo a média mensal e média entre as temperaturas máximas e mínimas registradas no mês.
Amplitude térmica diária	Diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas diárias.
Isotermalidade	Amplitude térmica diária dividida pela amplitude térmica anual.
Estacionalidade de temperatura	Coefficiente de variação da média da temperatura média, expressa como porcentagem da média da temperatura anual.
Temperatura máxima do mês mais quente	Temperatura mais elevada constatada no mês de maior temperatura média.
Temperatura mínima do mês mais frio	Temperatura mais fria constatada no mês de menor temperatura média.
Amplitude térmica anual	Diferença entre a temperatura máxima do período mais quente e a temperatura mínima do período mais frio.
Temperatura média do trimestre (*) mais úmido	Determinado o trimestre mais úmido do ano a temperatura média do período é calculada.
Temperatura média do trimestre mais seco	Determinado o trimestre mais seco do ano a temperatura média do período é calculada.
Temperatura média do trimestre mais quente	Determinado o trimestre mais quente do ano a temperatura média do período é calculada.
Temperatura média do trimestre mais frio	Determinado o trimestre mais frio do ano a temperatura média do período é calculada.
Precipitação anual	Média das precipitações cumulativas dos meses ao longo do ano.
Precipitação do mês mais úmido	Precipitação cumulativa do mês mais úmido.
Precipitação do mês mais seco	Precipitação cumulativa do mês mais seco.
Estacionalidade de precipitação	Coefficiente de variação da precipitação mensal, expressa como porcentagem da precipitação média anual.
Precipitação do trimestre mais úmido	Determinado o trimestre mais úmido do ano a precipitação cumulativa do período é calculada.
Precipitação do trimestre mais seco	Determinado o trimestre mais seco do ano a precipitação cumulativa do período é calculada.
Precipitação do trimestre mais quente	Determinado o trimestre mais quente do ano a precipitação cumulativa do período é calculada.
Precipitação do trimestre mais frio	Determinado o trimestre mais frio do ano a precipitação cumulativa do período é calculada.

(\*) Trimestre: período de três meses consecutivas.

**Tabela 4.3:** Coeficientes de regressão múltipla ( $b \pm$  erro padrão) e testes t associados para os escores dos eixos de ordenação relacionados com variáveis climáticas e ‘altitude.

<b>Eixo</b>	<b>Variáveis</b>	<b><math>b \pm</math> EP</b>	<b><i>T</i></b>	<b><i>P</i></b>
Eixo 1	Estacionalidade de precipitação	0,578 + 0,121	4,759	<0,001
	Precipitação no trimestre mais úmido	-0,385 + 0,064	-5,997	<0,001
	Temperatura média anual	0,370 + 0,086	4,292	<0,001
	Precipitação no trimestre mais seco	0,488 + 0,139	3,504	0,001
	Altitude	0,228 + 0,084	2,70	0,010
	Filtro espacial nº 3	-2,031 + 0,415	-4,899	<0,001
Eixo 2	Precipitação no trimestre mais seco	-0,307 + 0,086	-3,552	<0,001
	Estacionalidade de temperatura	0,356 + 0,151	2,361	0,023
	Altitude	0,343 + 0,157	2,180	0,035
	Temperatura média anual	0,377 + 0,189	1,996	0,053
Eixo 3	Estacionalidade de temperatura	0,198 + 0,116	1,705	0,097
	Precipitação no trimestre mais seco	-0,120 + 0,074	-1,621	0,114
	Temperatura média anual	-0,156 + 0,146	-1,071	0,291
	Altitude	0,033 + 0,117	0,279	0,781
	Filtro espacial nº 7	1,229 + 0,405	3,038	0,004
	Filtro espacial nº 3	-0,959 + 0,332	-2,890	0,006
	Filtro espacial nº 1	-0,914 + 0,374	-2,446	0,019
	Filtro espacial nº 2	-0,044 + 0,356	-0,123	0,903

## 5- CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados deste trabalho permitem as seguintes conclusões:

- Existem diferenças florísticas tanto entre as quatro áreas localizadas na bacia do São Francisco assim como para os estratos de cada uma dessas áreas, o que demonstra a elevada diversidade  $\beta$  das áreas estudadas e a sua relevância para a conservação das Florestas Estacionais Deciduais.
- Houve variações das características edáficas e de relevo entre as áreas e estas provavelmente foram influenciadas pela precipitação de cada local.
- Os padrões florísticos e estruturais apresentados pelas quatro áreas investigadas foram influenciados pelas variáveis ambientais (edáficas e de relevo) o que sugere que as espécies estão adaptadas às condições de cada local, e estas foram bastante influenciadas pela heterogeneidade ambiental destes ambientes.
- A flora arbórea de Florestas Estacionais Deciduais, numa macro-escala, foi influenciada por variações espaciais, e estas foram relacionadas principalmente em função da variação latitudinal.
- A distribuição das espécies das 47 áreas de Floresta Estacional Decidual analisadas foi influenciada por variáveis climáticas (estacionalidade de temperatura e precipitação, temperatura média anual e precipitação nos trimestres mais secos e nos mais úmidos) e altitudinais. O que corrobora a hipótese de que a teoria de nichos ecológicos se aplica para explicar os padrões fitogeográficos destas formações vegetais.
- As áreas inseridas na bacia do rio São Francisco, por apresentarem ampla distribuição ao longo da amplitude geográfica avaliada e por compartilhar espécies com as demais bacias, indicam que esta bacia funcionaria como possível rota de migração entre as demais áreas de Floresta Estacional Decidual.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, H. S. 2008. **Influência de variáveis ambientais e espaciais na estrutura da comunidade arbórea em área sob tensão ecológica entre Floresta Estacional Decidual e Semidecidual no sudoeste de Minas Gerais, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, 46 p.
- Anderson, H. L. 1986. Metropolis, Monte Carlo and the MANIAC. **Los Alamos Science 14:** 96–108.
- Andrade, W. M.; Araújo, E. L.; Rodal, M. J. N.; Encarnação, C. R. F. & Pimentel, R. M. M. 2009. Influência da Precipita o na abundância de popula es de plantas da caatinga. **Revista de Geografia 26:** 161-184.
- Andrade-Lima, D. 1981. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica 4:** 149-153.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. 1998. **Atlas Hidrológico Brasileiro.** Brasília: ANEEL, CD. ROM.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society 161:**105-121.
- Araújo, G. M. & Haridasan, M. 1988. A comparison of the nutritional status of two forest communities on mesotrophic and dystrophic soils in Central Brazil. **Soil Science and Plant Analysis 19:**1075-1089.
- Arruda, D. M.; Brandão, D. O.; Costa, F. V.; Tolentino, G. S.; Duque-Brasil, R.; D' ngelo-Neto, S.; Nunes, Y. R. F. 2011. Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in northern Minas Gerais, Brazil. **Revista  rvore 35 (1):** 131-142.
- Ayres, M.; Ayres Júnior, M.; Ayres, D. L. & Santos, A. A. 2007. **BIOESTAT – Aplica es estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas.** Ong Mamiraua. Belém, PA.

- Bailey, T. & Gattrel, A. 1995. **Spatial data analysis by example**. London: Longman, 400 p.
- Bailly, D. A. 2010. **Teoria metabólica da ecologia e o padrão espacial de riqueza de espécies de peixes de água doce de reservatórios brasileiros**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá, 129 p.
- Barbosa, S. M. S.; Dias, I. F. O.; Carvalho Júnior, O. A.; Araújo Neto, M. D.; Guimarães R. F. & Martins, E. S. 2002. Análise da representatividade das unidades de conservação federais na bacia do Rio São Francisco. **Espaço & Geografia 5** (1): 33-47.
- Bazzaz, F. A. 1975. Plant Species Diversity In Old-Field Successional Ecosystems In Southern Illinois. **Ecology 56**: 485-488.
- Becerra, J. 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102** (31): 10919–10923.
- Bigarella, J. J. 1994. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. V 1. Florianópolis: Editora da UFSC, 424 p.
- Borcard, D.; Legendre, P. & Drapeau, P. 1992. Partialling Out The Spatial Component Of Ecological Variation. **Ecology 73**: 1045-1055.
- Borchert, R. & Rivera, G. 2001. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem-succulent trees. **Tree Physiology 21**: 213-221.
- Botrel, R. T.; Oliveira-Filho, A. T.; Rodrigues, L. & Curi, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutural da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica 25** (2): 195-213.
- Braun O.P.G.; Mello V. & Della-Piazza H. 1990. Bacias proterozóicas brasileiras com perspectivas exploratórias para hidrocarbonetos. *In*: Raja-Gabaglia, G. P. & Milani, E. J. (eds.). **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro. Petrobrás, 115-132 p.



- Braun-Blanquet, J. 1979. **Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales.** Madrid: H. Blume Ediciones, 820 p.
- Brower, J. E. & Zar, J. H. 1984. **Field & laboratory methods for general ecology.** Boston: W.C. Brown Publishers, 226 p.
- Brown, J. H. 1995. **Macroecology.** Chicago: University of Chicago Press, 269 p.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. 2004. Multimodel inference: understanding AIC and BIC in Model Selection. **Sociological Methods and Research** 33: 261-304.
- Buzas, M. A.; Collins, L. S. & Culver, S. J. 2002 Latitudinal difference in biodiversity caused by higher tropical rate of increase. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 99: 7841-7843
- Camacho, R. G. V. & Baptista, G. M. M. **Análise geográfica computadorizada aplicada à vegetação da caatinga em unidades de conservação do Nordeste: a) Estação Ecológica do Seridó-ESEC/RN/Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005. Goiânia. Anais... Goiânia, 2005, 2611-2618 p.
- Câmara, G.; Carvalho, M. S.; Cruz, O. G. & Correa, V. 2004. Análise espacial de área. In: Druck, S.; Carvalho, M. S.; Câmara, G.; Monteiro, A. V. M. (eds.). **Análise espacial de dados geográficos.** Brasília: Embrapa, 300 p.
- Carvalho, D. A.; Oliveira-Filho, A. T. & Vilela, E. A. 1996. Florística e fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea de mata ripária do Baixo Paranaíba (Santa Vitória, Minas Gerais). **Daphne** 6 (1): 60-68.
- Carvalho, D. A.; Oliveira-Filho, A. T. & Vilela, E. A. 1999. Florística e fitossociologia da vegetação arbóreo-arbustiva de floresta ripária decídua do Baixo Paranaíba (Santa Vitória, Minas Gerais). **Revista Árvore** 23 (3): 311-320.
- Carvalho, D. A.; Oliveira-Filho, A. T.; Vilela, E. A.; Curi, N.; van den Berg, E.; Fontes M. A. L. & Botezelli, L. 2005. 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** (2): 329-345.
- Carvalho, F. A. & Felfili, J. M. 2011a. Aplicação da diversidade alfa e beta para definição de áreas prioritárias para conservação: uma análise das florestas decíduais sobre afloramentos calcários no Vale do Paranã, Goiás. **Bioscience Journal** **27**: 830-838.
- Carvalho, F. A. & Felfili, J. M. 2011b. Variações temporais na comunidade arbórea de uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central: composição, estrutura e diversidade florística. **Acta Botanica Brasilica** **25**: 203-214.
- Carvalho, F. A. 2009. **Dinâmica da vegetação arbórea de uma Floresta Estacional Decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central**. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília (UnB), 134 p.
- Casemiro, F. A. S.; Diniz-Filho, J. A. F.; Rangel, T. F. L. V. B. & Bini, L. M. 2007. Spatial autocorrelation, model selection and hypothesis testing in geographical ecology: Implications for testing metabolic theory in New World amphibians. **Neotropical Biology and Conservation** **2**: 119-126.
- Causton, D. R. 1998. **Introduction to vegetation analysis**. London: Unwin Hyman, 342 p.
- CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. 2004. Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco -PBHSF (2004-2013) *In: Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na Bacia do São Francisco - Síntese do Resumo Executivo do PBHSF com Apreciação das Deliberações do CBHSF*. Brasília: ANA, 150 p.
- Cestaro, L. A. & Soares, J. J. 2004. Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **18** (2): 203-218
- Chown, S. L.; van Rensburg, B. J.; Gaston, K. J.; Rodrigues, A. S. L. & van Jaarsveld, A. S. 2003. Energy, species richness, and human population size: conservation implications at a national scale. **Ecological Applications** **13**: 1233-1241.

- Cintra, R. & Terborgh, J. 2000. Forest microspatial heterogeneity and seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume *Dipteryx micrantha* in an Amazonian forest. **Ecotropica** **6**: 77-88.
- Clark, D. A. & Clark, D. B. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. **Revista de Biología Tropical** **35** (1): 41-54.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Austral Ecology** **18**: 117-143.
- CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. 2001. **Almanaque Vale do São Francisco**. Brasília: CODEVASF, 412 p
- Cole, M. M. 1992. Influence of physical factors on the nature and dynamics of forest-savanna boundaries. *In*: Furley, P. A.; Proctor, J.; Ratter, J. A. (eds.). **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 63-75 p.
- Condit, R. P.; Hubbell, S. P.; Lafrankie, J. V.; Sukumar, R.; Manokaran, N.; Foster, R.B. & Ashton, M. S. 1996. Species-area and species-individual relationships for tropical trees: A comparison of three 50-ha plots. **Journal of Ecology** **84**: 549-562.
- Condit, R.; Pitman, N.; Leigh, E. G. Jr.; Chave, J.; Terborg, J.; Foster, R. B.; Núñez, P.; Aguilar, S.; Valencia, R.; Villa, G.; Landau-Muller, H. C.; Losos, E. & Hubbel, S. P. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. **Science** **25**: 666-667.
- Connell, J. H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rainforest trees. *In*: Boer, P. J. & Gradwell, G. R. (eds) **Dynamics of number and populations**. Wageningen: Advanced Studies Institute, 298-312 p.
- Dale, M. R. T. 1999. **Spatial pattern analysis in plant ecology**. Cambridge: Cambridge University, 326 p.
- Denslow, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. **Biotropica** **12** (Suppl.): 47-55.

- Diniz-Filho, J. A. F. & Bini, L. M. & Hawkins, B. A. 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. **Global Ecology and Biogeography** **12** (1): 53-64.
- Diniz-Filho, J. A. F. & Bini, L. M. 2005. Modelling geographical patterns in species richness using eigenvector-based spatial filters. **Global Ecology and Biogeography Letters** **14** (2): 177-185.
- Diniz-Filho, J. A. F.; Nabout, J. C.; Bini, L. M.; Soares, T. N.; Campos-Telles, M. P.; Marco, P. & Collevatti, R. G. 2009a. Niche modelling and landscape genetics of *Caryocar brasiliense* (Pequi tree: Caryocaraceae) in Brazilian Cerrado: an integrative approach for evaluating central peripheral population patterns. **Tree Genetics & Genomes** **5**: 617-627.
- Diniz-Filho, J. A. F.; Bini, L. M.; Oliveira, G.; Barreto, B. S.; Silva, M. M. F. P.; Terribile, L. C.; Rangel, T. F. L. V. B.; Pinto, M. P.; Sousa, N. P. R.; Vieira, L. C. G.; Melo, A. S.; Marco-Júnior, P.; Vieira, C. M.; Balmires, D.; Bastos, R. P.; Carvalho, P.; Ferreira, L. G.; Telles, M. P. C.; Rodrigues, F. M.; Silva, D. M.; Silva-Júnior, N. J. & Soares, T. N. 2009b. Macroecologia, biogeografia e áreas prioritárias para conservação no cerrado. **Oecologia Brasiliensis** **13**: 470-497.
- Diniz-Filho, J. A. F.; Silveira, L.; Jácomo, A. T. A.; Bini, L. M.; Ramos-Neto, M. B. & Torres, N. M. 2008. Spatial autocorrelation of mammalian richness and abundance along the Cerrado-Pantanal corridor, Central Brazil. **Neotropical Biology and Conservation** **3**: 103-111.
- Dormann, C. F.; Dormann, C. F.; McPherson, J. M.; Araujo, M. B.; Bivand, R.; Bolliger, J.; Carl, G.; Davies, R. G. Hirzel, A.; Jetz, W.; Kissling, W. D.; Kuhn, I.; Ohlemuller, R.; Peres-Neto, P. R.; Reineking, B.; Schroder, B.; Schurr, F. M. & Wilson, R. 2007. Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. **Ecography** **30**: 609-628.
- Duarte, T. G. 2007. **Estudo florístico e fitossociológico em Floresta Tropical Seca (Tropical Dry Forest) na RPPN SESC - Pantanal, Barão de Melgaço, MT (Brasil)**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 144p.

- Dufrêne, M. & Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecology Monography** **67**: 345-366.
- Ellingsen, K. E. & J. S. Gray. 2002. Spatial patterns of benthic diversity: is there a latitudinal gradient along the Norwegian continental shelf? **Journal of Animal Ecology** **71**: 373-389.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. 2<sup>ed</sup>. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 212 p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 412 p.
- Espírito-Santo, F. D. B., 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 Brasilica** **16** (3): 331-356.
- Espírito-Santo, M. M.; Fagundes, M.; Sevilha, A. C.; Scariot, A. O.; Sanchez-Azofeifa, G. A.; Noronha, S. E. & Fernandes, G. W. 2008. Florestas estacionais decíduas brasileiras: distribuição e estado de conservação. **MG-Biota** **1**: 5-13.
- Fagundes, L. M.; Carvalho, D. A.; van den Berg, E.; Melo Marques, J. J. G. S. & Machado, E. L. M. 2007. Florística e estrutura do estrato arbóreo de dois fragmentos de florestas decíduas às margens do rio Grande, em Alpinópolis e Passos, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **21** (1): 65-78.
- 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.
- Felfili, J. M.; Silva Junior, M. C. & Nogueira, P. E. 1998. Levantamento da vegetação arbórea na região de Nova Xavantina, MT. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** **3**: 63-81.

- Felfili, J. M. & Venturoli, F. 2000. **Tópicos em análise de vegetação**. Comunicações técnicas florestais. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia florestal, 34 p.
- Felfili, J. M. & Silva Júnior, M. C. 2001. **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia florestal, 152p
- Felfili J. M.; Nogueira, P. E.; Silva-Júnior, M. C.; Marimon, B. S. & Delitti, W. B. C. 2002. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa - MT. **Acta Botanica Brasílica**16 (1): 103-112.
- Felfili, J. M. 2003. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. *In*: Costa, R. B. (ed.). **Fragmentação florestal e alternativas ao desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB. 139-160 p.
- Felfili, J. M. & Resende, R. P. 2003. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Comunicações técnicas florestais. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 68 p.
- Felfili, J. M.; Carvalho, F. A. & Haidar, R. F. 2005. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 55 p.
- Felfili, J. M.; Nascimento, A. R. T.; Fagg, C. W. & Meirelles, E. L. 2008. Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous dry forest on limestone outcrops in Central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30 (4): 611-621.
- Felfili, J. M.; Carvalho, F. A.; Libano, A. M.; Venturoli, F.; Pereira, B. A. S. & Machado, E. L. M. 2011. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. *In*: Felfili, J. M.; Eisenlohr, P. V.; Melo, M. M. R. F.; Andrade, L. A. & Meira-Neto, J. A. A. (eds.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 122-155 p.

- Fernandes, A. 2003. **Conexões florísticas do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 134 p.
- Ferraz, E. M. N.; Araújo, E. L. & Silva, S. I. 2004 Floristic similarities between lowland and montane areas of Atlantic Coastal Forest in Northeastern Brazil. **Plant Ecology** **174**: 59-70.
- Ferreira, C. P. & Casatti, L. 2006. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem. **Revista Brasileira de Zoologia** **23** (3): 642-651.
- Ferreira-Júnior, E. V.; Soares, T. S.; Costa, M. F. F. & Silva, V. S. M. 2008. Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia - MT. **Acta Amazonica** **38** (4): 673 - 680.
- Ferreira Júnior, W. G.; Schaefer, C. & Silva, A. F. 2009. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais da Mata Atlântica. *In*: Martins, S V. (ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 109-142 p.
- Fortin, M. J. & Dale, M. R. T. 2005. **Spatial analysis: a guide for ecologists**. Cambridge: Cambridge University Press, 392 p.
- Forzza, R.C.; Leitman, P.M.; Costa, A.F.; Carvalho Jr., A.A.; Peixoto, A.L.; Walter, B.M.T.; Bicudo, C.; Zappi, D.; Costa, D.P.; Lleras, E.; Martinelli, G.; Lima, H.C.; Prado, J.; Stehmann, J.R.; Baumgratz, J.F.A.; Pirani, J.R.; Sylvestre, L.; Maia, L.C.; Lohmann, L.G.; Queiroz, L.P.; Silveira, M.; Coelho, M.N.; Mamede, M.C.; Bastos, M.N.C.; Morim, M.P.; Barbosa, M.R.; Menezes, M.; Hopkins, M.; Secco, R.; Cavalcanti, T.B. & Souza, V.C. 2010. Introdução. *In*: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>
- Gaston K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. **Nature** **405**: 220-227
- Gaston, K. J., & Blackburn, T. M. 2000. **Pattern and process in macroecology**. Oxford: Blackwell Science. 377 p.

- Gavilanes, M. L.; Oliveira-Filho, A. T.; Carvalho, D. A. & Vilela, E. A. 1992. Flora arbustivo-arbórea de uma mata ciliar do Alto Rio Grande em Madre de Deus de Minas - MG. **Daphne** 2 (4): 15-24.
- Gauch, H. G. 1982. **Multivariate Analysis in Community Ecology**. Cambridge University Press. Cambridge, 298 p.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *In*: Bullock, S. H., Mooney, H. A. & Medina, E., (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press, 146-194 p.
- Giehl, E. L. H.; Budke, J. C.; Oliveira-Filho, A. T. & Jarenkow, J. A. 2011. Variações florísticas e relação com variáveis geográficas e climáticas em florestas ribeirinhas do sudeste da América do Sul. *In*: Felfili, J. M.; Eisenlohr, P. V.; Melo, M. M. R. F.; Andrade, L. A. & Meira-Neto, J. A. A. (eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 504-519 p.
- Gilpin, M. E. & Hanski, I. A. 1991. **Metapopulation dynamics-empirical and theoretical investigations**. London: Academic Press, 336 p.
- Gonzaga, A. P. D. 2008. **Dinâmica da regeneração natural de florestas estacionais decíduais em Montes Claros, MG**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, 68 p.
- Gonzaga, A. P. D.; Almeida, H. S.; Nunes, Y. R. F.; Machado, E. L. M.; D'Angelo Neto, S. 2007. Regeneração natural da comunidade arbórea de dois fragmentos de Floresta Decidual (Mata seca Calcária) no município de Montes Claros, MG. **Revista Brasileira de Biociências** 5(2): 531-533.
- Gonzaga, A. P. D.; Oliveira-Filho, A. T.; Machado, E. L. M.; Hargreaves, P. & Machado, J. N. M. 2008. Diagnóstico florístico-estrutural do componente arbóreo da floresta da serra de São José, em Tiradentes, Minas Gerais, baseado na comparação com 23 remanescentes florestais da região. **Acta Botanica Brasilica** 22 (2): 501-516.
- Graham, M. H. 2003. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. **Ecology** 84 (11): 2809-2815.



- Griffith, D. A. & Peres-Neto, P. R. 2006. Spatial modeling in ecology: The exibility of eigenfunction spatial analyses. **Ecology** **87** (10):2603-2613.
- Griffith, D. A. 2003. **Spatial autocorrelation and spatial filtering: gaining understanding through theory and visualization**. New York: Springer-Verlag, 247 p.
- Guerra, A. J. T. & Cunha, S. B. 2003. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 472 p.
- Guilherme, F. A. G.; Oliveira-Filho, A. T.; Appolinário, V. & Bearzoti, E. 2004. Effects of flooding regimes and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brazil. **Plant Ecology** **174** (1): 19-36.
- Hanspach, J.; Kühn, I.; Schweiger, O.; Pompe, S. & Klotz, S. 2011. Geographical patterns in prediction errors of species distribution models. **Global Ecology and Biogeography** **1**: 1-10.
- Haridasan, M. 2001. Solos. *In*: Felfili, J. M. & Silva-Júnior, M. C (Eds.). **Biogeografia do bioma cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 12-17 p.
- Haridasan, M.; Silva-Júnior, M. C.; Felfili, J. M.; Rezende, A. V. & Silva, P. E. N. 1997. Gradient analysis of soil properties and phytosociological parameters of some gallery forests on the Chapada dos Veadeiros in the cerrado region of Central Brazil. *In*: Imanã, J. E. & Kleinn, C. (eds.) **Proceedings of the international symposium on assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests**. Brasília: Universidade de Brasília, 259-275 p.
- Harper, J. L. 1977. **Population biology of plants**. New York : Academic Press, 892 p.
- Hawkins, B. A.; Field, R.; Cornell, H. V.; Currie, D. J.; Guegan, J. F.; Kaufman, D. M.; Kerr, J. T.; Mittelbach, G. G.; Oberdorff, T.; O'Brien, E. M.; Porter, E. E. & Turner, J. R. G. 2003 Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. **Ecology** **84**: 3105–3117.

- Heltsche, J. F. & Forrester, N. E. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. **Biometrics** **39**:1-12.
- Hewitt, J. E.; Thrush, S. F.; Halliday, J. & Duffy, C. 2005 The importance of small-scale habitat structure for maintaining beta diversity. **Ecology** **86**: 1619–1626.
- Higuchi, P.; Reis, M. G. F.; Reis, G. G.; Pinheiro, A. L.; Silva, C. T. & Oliveira, C. H. R. 2006. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore** **30** (6): 893-904.
- Hijmans, R. J.; Cameron, S. E.; Parra, J. L.; Jones, P. G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** **25**: 1965-1978
- Hijmans, R. J.; Cruz, M.; Rojas, E. & Guarino, L. 2001. **DIVA-GIS, Version 1.4. A geographic information system for the management and analysis of genetic resources data**. Manual. Lima: International Potato Center, 73 p.
- Hubbell, S. P. 2001 **The unified neutral theory of biodiversity and biogeography**. New Jersey: Princeton University Press, 375 p.
- Hugget, R. J. 1995. **Geocology: an evolutionary approach**. Londres: Routledg, 324p.
- Hunter-Júnior., M. L. 1990. **Wildlife forests, and forestry: principles of managing forests for biological diversity**. New Jersey: Prentice-Hall, 370 p.
- Hutchinson, M. F. 1957 Concluding remarks. **Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology** **22**:415–427.
- Hutchings, M. J.; John, E. & Stewart, A. J. A. 2000. **The ecological consequences of environmental heterogeneity**. Cambridge: University Press. 433 p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1990. **Mapa da geologia do Brasil**. Escala 1:22.000.000. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002. **Mapa de climas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. **Mapa da vegetação do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE.
- Iglesias, M. & Uhlein, A. 2009. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências** **39** (2): 256-266.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, Departamento Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 2010. **Normais Climatológicas (1961-1999): versão revista e ampliada**. Brasília: INMET, CD ROM.
- Ivanauskas, N. M. & Rodrigues, R. R. 2000. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **23** (3): 291-304.
- Jesus, S. M. 2009. **Planejamento, gestão e ordenamento territorial no Médio São Francisco no Norte de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Montes Claros, 112 p.
- Jha, C. S. & Singh, J. S. 1990. Compositions and dynamics of dry tropical forest in relation to soil texture. **Journal of Vegetation Science** **1**: 609-614.
- Kellman, M. & Tackaberry, R. 1997. **Tropical environments: the functioning and management of tropical ecosystems**. London: Routledge, 380 p.
- Kennard, D. K.; Gould, K.; Putz, F. E.; Fredericksen, T. S. & Morales, F. 2002. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management** **162**: 197-208.
- Kent, M. & Coker, P. 1992. **Vegetation description analyses**. London: Behaven Press, 363p.
- Kolb, A. & Diekmann, M. 2004. Effects of environment, habitat configuration and forest continuity on the distribution of forest plant species. **Journal of Vegetation Science** **15**: 199-208.
- Korman, V. 2008. **Fatores abióticos definidores da distribuição dos diferentes tipos florestais (floresta paludícula, floresta estacional semidecidual ribeirinha e**

- cerradão) nos municípios de Batatais e Restinga, SP.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 136 p.
- Kraft, N. J. B.; Comita, L. S.; Chase, J. M.; Sanders, N. J.; Swenson, N. G.; Crist, T. O.; Stegen, J. C.; Vellend, M.; Boyle, B.; Anderson, M. J.; Cornell, H. V.; Davies, K. F.; Freestone, A. L.; Inouye, B. D.; Harrison, S. P. & Myers, J. A. 2011. Disentangling the drivers of  $\beta$  diversity along latitudinal and elevational gradients. **Science** **333**: 1755-1758.
- Lacerda, C. M. B. & Kageyama, P. Y. 2003. Spatial genotype structure of two natural populations of *Myracrodruon urundeuva* M. Allemão in a semiarid region of Brazil. **Revista Árvore** **27** (2): 145-150.
- Larcher, W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 531p.
- Lecoeur, J. & Sinclair, R.T. 1996. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. **Crop Science** **36**: 331-335.
- Latham, P. A., Zuuring, H. R., Coble, D. W. 1998. A method for quantifying vertical forest structure. **Forest Ecology and Management** **104**:157-170.
- Leak, W. B. 1964. An expression of diameter distribution for unbalanced, uneven-aged stands and forests. **Forest Science** **10** (1):1-10.
- Ledru, M. P. 1993. Late Quaternary environmental and climatic changes in central Brazil. **Quaternary Research** **39**: 90-98.
- Legendre, P. & Fortin, M. J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio** **80** (2):107-138.
- Legendre, P. & Legendre, L. 1998. **Numerical ecology: Developments in Environmental Modelling**. Amsterdam: Elsevier, 851 p.
- Legendre, P. 1993. Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? **Ecology** **74**: 1659-1673.
- Lennon, J. J. 2000. Red-shifts and red herrings in geographical ecology. **Ecography** **23** (1): 101-113.

- Lima, J. E. F. W.; Santos, P. M. C.; Chaves, A. G. M. & Scilewski, L. R. 2001. **Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na bacia do rio São Francisco**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 108p.
- Lima, M. S.; Damasceno-Júnior, G. A. & Tanaka, M. O. 2010. Aspectos estruturais da comunidade arbórea em remanescentes de Floresta Estacional Decidual, em Corumbá, MS, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **33** (3): 437-453.
- Lima, P. C. F. & Lima, J. L. S. 1998. Composição florística e fitossociologia de uma área de caatinga em Contendas do Sincorá, Bahia, microrregião homogênea da Chapada Diamantina. **Acta Botanica Brasilica** **12** (3): 441-450.
- Lobo, J. M.; Lumaret, J. & Jay-Robert, P. 2002. Modelling the species richness distribution of French dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) and delimiting the predictive capacity of different groups of explanatory variables. **Global Ecology and Biogeography** **11**: 265-277.
- Lombardi, J. A.; Salino, A. & Temoni, L. G. 2005. Diversidade florística de plantas vasculares no município de Januária, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana** **6** (1): 3-20.
- MacArthur, R. H. 1972. **Geographical ecology: Patterns in the distribution of species**. New York: Harper & Row, 269 p.
- MacArthur, R. R. & Wilson, E. O. 1967. **The theory of island biogeography**. New Jersey: Princeton University Press, 224 p.
- Machado, E. L. M. & Oliveira-Filho, A. T. 2010. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botanica Brasilica** **24** (1): 250-261.
- Machado, E. L. M.; Oliveira-Filho, A. T.; Carvalho, W. A. C.; Souza, J. S.; Borém, R. A. T. & Botezelli, L. 2004. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na fazenda Beira Lago, Lavras, MG. **Revista Árvore** **28** (4): 499-516.
- Machado, E. L. M.; Oliveira-Filho, A. T.; van den Berg, E.; Carvalho, W. A. C.; Souza, J. S.; Marques, J. J. G. S. M. & Calegário, N. 2008. Efeitos da proximidade espacial,

- substrato e bordas na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **31** (2): 278-302.
- Madeira, B. G.; Espírito-Santo, M. M.; D'Ângelo-Neto, S.; Nunes, Y. R. F.; Sánchez Azofeifa, G. A.; Wilson, G. F. & Quesada, M. 2009. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. **Plant Ecology** **201**: 291-304.
- Maldonado-Coelho, M. & Marini, M. A. 2003. Composição de bandos mistos de aves em fragmentos de mata atlântica no sudeste do Brasil. **Papéis Avulsos Zoologia** **43** (3): 31-54.
- Manly, B. J. 2004. **Multivariate statistical methods: a primer**. 3<sup>ed</sup>. New York: Chapman and Hall. 214 p.
- Mantovani, W. 1987. **Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu e em Itirapina, SP**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 203 p.
- Marimon, B. S. & Lima, E. S. 2001. Caracterização fitofisionômica e levantamento florístico preliminar no Pantanal dos Rios Mortes-Araguaia, Cocalinho, Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **15** (2): 213-229.
- Matteucci, S. D. & Colma, A. 1982. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. (Série Biologia - Monografia, 22). Washington: The Genral Secretarial of the Organization of American States, 167 p.
- McCune, B. & Melfford, M. J. 1999. **Multivariate analysis of ecological data**. MjM software. Gleneden Beach.
- McCune, B. & Mefford, M. J. 2011. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, version 6**. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- McCune, B. & Grace, J. B. 2002. **Analysis of Ecological Communities**. Gleneden Beach: MJM Publishers, 300 p.

- McKinney, M. L. & Lockwood, J. L. 1999. Biotic homogenization: A few winners replacing many losers in the next mass extinction. **Trends in Ecology & Evolution** **14**: 450-453.
- Medeiros, M. M.; Felfili, J. M. & Libano, A. M. 2007. Comparação florístico-estrutural dos estratos de regeneração e adulto em Cerrado *sensu stricto* no Brasil Central. **Cerne** **13** (3): 291-298.
- Medina, E. 1995. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests. *In*: Bullock, S. H., Mooney, H. A. & Medina, E., (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press, 221-242 p.
- Meguro, M.; Pirani, J.R.; Mello-Silva, R. & Cordeiro, I. 2007. Composição florística e estrutura das florestas estacionais decíduas sobre calcário a oeste da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **25** (2): 147-171.
- Melo, P. H. A. 2008. **Flora vascular relacionada aos afloramentos de rocha carbonática do interior do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. 79p.
- Mendonça, G. V.; Rezende, A. V. & Silvestre, R. 2010. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Decidual, sobre afloramento calcário, no Tocantins. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** **16**: 31-49.
- Mendonça, R. C.; Felfili, J. M.; Walter, B. M. T.; Silva-Júnior, M. C.; Rezende, A. B.; Filgueiras, T. S.; Nogueira, P. E. & Fagg, C. W. 2008. Flora Vascular do Bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. *In*: Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. (eds.) **Cerrado: Ecologia e Flora**. Volume 2. Brasília: Embrapa Cerrados, 1279 p.
- Miles, L. A. C.; R. S. Newton, C. Defries, I. Ravilious, S. May, V. Blyth, Kapos & J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography** **33**: 491-505.

- Minchin, P. R. 1987. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. **Vegetatio** **69**: 89-107.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. **Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção**. Instrução Normativa N. 06 de setembro de 2008. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. 2002. **Aims and methods of vegetation ecology**. Caldwell: The Blackburn Press, 548 p.
- Murphy, P. G & Lugo, E. A. 1986. Ecology of tropical dry forests. *Annual Review of Ecology & Systematics* **17**: 67-88.
- Myers, R. H. 1986. **Classical and modern regression with applications**. Duxbury Press, Boston, 488 p.
- Nascimento, A. R. T.; Felfili, J. M. & Meirelles, E. M. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **18** (3): 659-669.
- Nascimento, A. R. T.; Felfili, J. M. F F. & Fagg, C. W. 2007. Canopy openness and LAI estimates in two seasonally deciduous forests on limestone outcrops in Central Brazil using hemispherical photographs. **Revista Árvore** **31** (1): 167-176.
- Novais, R. F. & Smyth, T. J. 1999. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Editora UFV, 399 p.
- Oliveira, E. C. L. & Felfili, J. M. 2005. Estrutura e dinâmica da regeneração natural de uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **19** (4): 801-811.
- Oliveira, P. T. B.; Trovão, D. M. B. M.; Carvalho, E. C. D.; Souza, B. C. & Ferreira, L. M. R. 2009. Florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no cariri paraibano. **Revista Caatinga** **22** (4): 169-178.
- Oliveira-Filho, A. T.; Shepherd, G. J.; Martins, F. R. & Stubblebine, W. H. 1989. Environmental factors affecting physiognomical and floristic variations in a cerrado of central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **5** (4): 413-431.



- 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.; Carvalho, D. A. & Gavilanes, M. L. 1994a. 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** (4): 483-508.
- Oliveira-Filho, A. T.; Almeida, R. J.; Mello, J. M.; Gavilanes, J. M. 1994b. Estrutura fitofisiológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do córrego Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica** **17** (1): 67-85.
- Oliveira-Filho, A. T., Vilela, E. A., Gavilanes, J. M., Carvalho, D. A. 1994c. 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. & Ratter, J. A. 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany** **52** (2):141-194.
- 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** (3): 362-375.
- Oliveira-Filho, A. T. & Fontes, 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. & Ratter, J. A. 2000. Padrões florísticos das matas ciliares da região do cerrado e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário Tardio. In: Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, H. F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 73-89 p.
- 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 south-eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** **58** (1): 139-158.
- 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 fragment of tropical secondary Forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. **Revista Brasileira de Botânica** **27** (3): 685-701.
- Oliveira-Filho, A. T. 2006. **Catálogo das Árvores Nativas de Minas Gerais – Mapeamento e Inventário da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais**. Editora UFLA, Lavras, 423 p.
- Oliveira-Filho, A. T.; Jarenkow, J. A. & Rodal, M. J. N. 2006. Floristic relationships of Seasonally Dry Forest of Eastern South América based on tree species distribution patterns. *In*: Pennington, R. T. Lewis, G. P. Ratter, J. A (eds.). **Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forest: plant diversity, biogeography and conservation**. Florida: CRC Press, 159-192 p.
- Palmer, M. W. 1991. Estimating richness species: the second order jackknife reconsidered. **Ecology** **72**: 1512-1513.
- Parthasarathy, N. 1999. Tree diversity and distribution in undisturbed and human-impacted sites of tropical wet evergreen forest in southern Western Ghats, India. **Biodiversity and Conservation** **8** (4): 1365-1381.
- Pedrali, G. 1997. Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais: florística e fisionomia. **Bios** **5** (5): 81-89.
- Pennington, R. T.; Lavin, M. & Oliveira-Filho, A. 2009. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from Seasonally Dry Tropical Forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** **40**:437–57.
- Pennington, R. T.; Lewis, G. P. & Ratter, J. A. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forests. *In*: Pennington, R. T. Lewis, G. P. Ratter, J. A (eds.). **Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forest: Plant Diversity, Biogeography and Conservation**. Florida: CRC Press, 1-29 p.

- Pennington, R. T; Prado, D. A & Pendry, C. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Pleistocene vegetation changes. **Journal of Biogeography** **27**: 261–73.
- Pereira, B. A. S. 2008. **Relações vegetação-variáveis ambientais em Florestas Estacionais Decíduas em afloramentos calcários no bioma Cerrado e em zonas de transição com a Caatinga e com Amazônia**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 79p.
- Pereira, B. A. S. & Mecnas, V. V. 2005. Flórula fanerogâmica: composição, diversidade e distribuição. *In*: Braga-Neto, P.; Mecnas, V. V.; Cardoso, E. S.; Felfili, J. M.; Brandão, R. A. & Zerbini, G. J. (eds.). **APA de Cafuringa a última fronteira natural do Distrito Federal**. Brasília: SEMRAH-DF, 544 p.
- Pereira, B. A. S.; Venturoli, F. & Carvalho, F. A. 2011. Florestas Estacionais no Cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical** **41** (3): 446-455.
- Pereira, S. B.; Pruski, F. F.; Novaes, L. F.; Silva, D. D. & Ramos, M. M. 2003. Distribuição espacial das variáveis hidrológicas na Bacia do Rio São Francisco. **Engenharia na Agricultura** **32** (11): 1-4.
- Pereira-Silva, E. F. L. 2004. **Alterações temporais na distribuição dos diâmetros de espécies arbóreas**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas, 102 p.
- Perez-Garcia, E. A. & Meave, J. A. 2004. Heterogeneity of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region in southern México. **Plant Ecology** **175**: 147-163.
- Philipp, T. E. 1993. Multiple regression: herbivory. *In*: Scheiner, S. & Gurevitch, J. (eds.). **Design and Analysis of Ecological Experiments**. New York: Chapman & Hall, 183-210 p.
- Pillar, V. D. 1999. The bootstrapped ordination reexamined. **Journal of Vegetation Science** **10**: 895-902.
- Pinto, H. S. 1974. **Zoneamento climático básico do Vale do São Francisco**. Brasília: IBDF, 91 p.

- Pinto, J. R. R. & Oliveira-Filho, A. T. 1999. Perfil florístico e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães. **Revista Brasileira de Botânica** **22** (1): 53-67
- Pinto, J. R. R. & Hay, J. D. V. 2005. Mudanças florísticas e estruturais na comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **28** (3): 523-539.
- Prado, D. E. & Gibbs, P. E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal Forest South América. **Annals Missouri Botany Garden** **80**: 902-927.
- Prado, D. E. 2000. Seasonally dry forest of tropical South America; from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. **Edinburgh Journal Botany** **57** (3): 437-461.
- Qian, H. & Ricklefs, R. E. 2007. A latitudinal gradient in large-scale beta diversity for vascular plants in North America. **Ecology Letters** **10**: 737-744.
- Queiroz, L. P. 2006. The Brazilian caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. *In*: Pennington, R. T. Lewis, G. P. Ratter, J. A (eds.). **Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forest: Plant Diversity, Biogeography and Conservation**. Florida: CRC Press, 113-149 p.
- Rangel, T. F. L. V. B.; Diniz-Filho, J. A. F. & Bini, L. M. 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. **Global Ecology and Biogeography** **15** (4): 321-327.
- Ratter, J. A. 1992. Transitions between cerrado and forest vegetation in Brasil. *In*: Furley, P. A.; Proctor, J.; Ratter, J. A. (eds.). **Nature and dynamics of forest savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 51-76 p.
- Ratter, J. A.; Askew, G. P.; Montgomery, R. F. & Gifford, D. R. 1978. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **1**: 47-58.

- Regazzi, A. J. 1999. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. **Revista Ceres** **46**: 383-409.
- Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S. B. & Corrêa, G. F. 2007. **Pedologia: base para a distinção de ambiente**. Lavras: Editora UFLA, 322 p.
- Resende, M; Curi, N. & Santana, D. P. 1988. **Pedologia e fertilidade do solo: Interações e aplicações**. Piracicaba: MEC/ESAL/POTAFOS, 83 p.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: Sano, S. M., Almeida, S. P. & Ribeiro, J. F. (eds.) **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, 151-199 p.
- Ricklefs, R. E. 1977. Environmental heterogeneity and plant species diversity: a hypothesis. **American Naturalist** **111**: 376–381.
- Rizzini, C. T. & Heringer, E. P. 1962. **Preliminares acerca das formações vegetais e do reflorestamento no Brasil Central**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 40 p.
- Rizzini, C. T. 1963. A flora do cerrado: análise florística das savanas centrais. *In*: Ferri, M.G. (eds.). **Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo Editora da Universidade de São Paulo, 126-177 p.
- Rizzini, C. T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 747p.
- Rocha, G. 1983. **O Rio São Francisco: fator precípua da existência do Brasil**. v. 184, São Paulo: Cia. Nacional / CODEVASF, 301 p.
- Rochelle, A. L. C. 2008. **Heterogeneidade ambiental, diversidade e estrutura da comunidade arbórea de um trecho da Floresta Ombrófila Densa Atlântica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 126 p.
- Rodal, M. J. N.; Barbosa, M. R. V. & Thomas, W. W. 2008. Do the seasonal forests in northeastern Brazil represent a single floristic unit? **Brazilian Journal of Biology** **68** (3): 467-475.

- Rodrigues, L. A. & Araújo, G. M. 1997. Levantamento florístico de uma mata decídua em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **11** (2): 229-236.
- Rodrigues, L. A.; Carvalho, D. A.; Oliveira Filho, A. T. & Curi, N. 2007. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore** **31** (1): 25-35.
- Rodríguez, P. & Arita, H. T. 2004. Beta diversity and latitude in North American mammals: testing the hypothesis of covariation. **Ecography** **27**: 547-556.
- Rosenberg, M. S. & Anderson, C. D. 2011. PASSaGE: Pattern Analysis, Spatial Statistics and Geographic Exegesis. Version 2. **Methods in Ecology and Evolution** **2** (3): 229-232.
- Rosenzweig, M. L. 1992. Species diversity gradients: we know more and less than we thought. **Journal of Mammalogy** **73**: 715-730
- Rosenzweig, M. L. 1995. **Species diversity in space and time**. Cambridge: Cambridge University Press, 460 p.
- Ross, J. L. S. 2003. **Geografia do Brasil**. 4ed. São Paulo: EDUSP, 552 p.
- Rossi, J. P. & Quénéhervé, P. 1998. Relating species density to environmental variables in presence of spatial autocorrelation: a study case on soil nematodes distribution. **Ecography** **21** (2): 117-123.
- Salis, S.M.; Silva, M.P.; Mattos, P.P.; Silva, J.S.V.; Pott, V.J.; Pott, A. 2004. Fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Corumbá, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **27** (4): 671-684.
- Sampaio, A. B. 2006. **Recuperação das Florestas Estacionais Deciduais de Terrenos Planos no Norte do Vão do Paranã, GO**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 125 p.

- Sampaio, A. B.; Holl, K. D. & Scariot, A., 2007. Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in Central Brazil? **Restoration Ecology** **15**: 462–471.
- Sampaio, E. V. S. B.; Andrade-Lima, D. & Gomes, M. A. F. 1981. O gradiente vegetacional das caatingas e áreas anexas. **Revista Brasileira de Botânica** **4**: 27-30.
- Sano, S. M. & Almeida, S. P. 1998. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 556p.
- Santos, R. M. & Vieira, F. A. 2005. Estrutura e florística de um trecho de mata ciliar do rio Carinhanha no extremo norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** **5**: 1-13.
- Santos, R. M. & Vieira, F. A. 2006. Similaridade florística entre formações de Mata Seca e mata de galeria no Parque Municipal da Sapucaia, Montes Claros-MG. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** **7**: 2 -10.
- Santos, R. M., Vieira, F. A., Fagundes, M., Nunes, Y. R. F., Gusmão, E. 2007a. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore** **31** (1): 135-144.
- Santos, R. M.; Vieira, F. A.; Gusmão, E.; Nunes, Y. R. F. 2007b. Florística e Estrutura de uma Floresta estacional Decidual, no Parque Municipal do Sapucaia, Montes Claros (MG). **Cerne** **13** (3): 248-256.
- Santos, R. M.; Barbosa, A. C. M. C.; Almeida, H. S.; Vieira, F. A.; Santos, P. F.; Carvalho, D. A & Oliveira Filho, A. T. 2011. Estrutura e florística de um remanescente de Caatinga Arbórea em Juvenília, Norte de Minas Gerais, Brasil. **Cerne** **17** (3): 247-258.
- Santos, R. M; Vieira, F. A.; Santos, P. F.; Morais, V. M. & Medeiros, M. A. 2008. Estrutura e florística de um remanescente florestal na Fazenda Ribeirão, município de Juvenília, MG, Brasil. **Caatinga** **21** (4): 154-162.

- Santos, R. M. 2009. **Identidade e relações florísticas da Caatinga Arbórea do norte de Minas Gerais e sudeste da Bahia**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras, 118p.
- Scariot, A. & Sevilha, A. C. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado. *In*: Scariot, A.; Sousa-Silva, J. C. & Felfili, J. M. (eds.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 121-139 p.
- Schiavini, I.; Resende, J. C. F. & Aquino, F. G. 2001. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em mata de galeria e mata mesófila na margem do ribeirão Panga, MG. *In*: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. & Sousa-Silva, J. C. (eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Brasília: Embrapa Cerrados, 267-299 p.
- Schrire, B. D.; Lavin, M. & Lewis, G. P. 2005. Global distribution patterns of the Leguminosae: insights from recent phylogenies. **Biologiske Skrifter** **55**: 375.
- Scolforo, J. R. S. & Carvalho, L. M. T. 2006. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 288 p
- Scolforo, J. R. S.; Machado, E. L. M.; Silva, C. P. C.; Mello, J. M.; Oliveira-Filho, A. T.; Andrade, I. S. & Ferraz Filho, A. C. 2008. Definição de grupos fisionômicos na Floresta Estacional Decidual. *In*: Scolforo, J. R. S.; Mello, J. M. & Carvalho, L. M. T. (eds.). **inventário florestal de Minas Gerais - floresta estacional decidual: florística, estrutura, diversidade, similaridade, distribuição diamétrica e de altura, volumetria, tendências de crescimento e áreas aptas para manejo Florestal**. Lavras: Editora UFLA, 29-64 p.
- Scolforo, J. R. S.; Pulz, F. A. & Mello, J. M. 1998. Modelagem da produção, idade das floresta nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. *In*: Scolforo, J. R. S. (ed.). **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA, 189-245 p.
- Seaby, R. M. H. & Henderson, P. A. 2007. **Community Analysis Package 4.0**. Pisces Conservation Ltd., Lymington, UK.



- Selmi, S. & Boulinier, T. 2001. Ecological biogeography of Southern Ocean Islands: The importance of considering spatial issues. **The American Naturalist** **158** (4): 426-437.
- Shmida, A. & Wilson, M. V. 1985. Biological determinants of species diversity. **Journal of Biogeography** **12**:1-20.
- Silva, L. A. & Scariot, A. 2003. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos-GO, Bacia do Rio Paraná). **Acta Botanica Brasilica** **17** (2): 307-315.
- Silva, L. A. & Scariot, A. 2004a. Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramentos calcários na bacia do rio Paranã. **Revista Árvore** **28** (1): 61-67.
- Silva, L. A. & Scariot, A. 2004b. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma Floresta Estacional Decidual sobre afloramento calcário no Brasil Central. **Revista Árvore** **28** (1): 69-75.
- Silva, M. M. F. P. 2008. **Padrões espaciais da riqueza de espécies no Cerrado através da seleção de modelos utilizando o Critério de Akaike (AIC)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, 111 p.
- Silva, V. T.; Medri, P. S.; Ferracin, T. P.; Bianchini, E.; Torezan, J. M. D. & Pimenta, J. A. 2010. **Semina** **31** (1): 37-51.
- Silva-Júnior, W. M.; Martins, S. V.; Silva, A. F. & Marco-Júnior, P. 2004. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbórea em dois trechos e uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis** **66**: 169-179.
- Siqueira, A. S.; Araujo, G. M.; Schiavini, I. Estrutura do componente arbóreo e características edáficas de dois fragmentos de floresta estacional decidual no vale do rio Araguari, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **23**(1): 10-21.
- Soininen, J.; Lennon, J. J. & Hillebrand, H. 2007. A multivariate analysis of beta diversity across organisms and environments. **Ecology** **88**: 2830-2838.

- Souza, D. & Souza, A. L. 2004. Estratificação vertical em floresta Ombrófila Densa de Terra Firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore** **28** (5): 691-698.
- Souza, D. M. G. & Lobato, E. 2008. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2<sup>ed.</sup>. Planaltina: EMBRAPA, 416 p.
- Souza, J. P.; Araújo, G. M. & Haridasan, M. 2007. Influence of soil fertility on the distribution of tree species in a deciduous forest in the Triângulo Mineiro region of Brazil. **Plant Ecology** **191**: 253–263.
- Stuefer, J. F. 1996. Potential and limitations of current concepts regarding the response of clonal plants to environmental heterogeneity. **Vegetatio** **127**: 55-70.
- Svenning, J. C. 1999. Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. **Journal of Tropical Ecology** **87**: 55-65.
- Svenning, J. C. 2001. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of Neotropical rain-forest palms (Arecaceae). **Botanical** **67**: 1-53.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 1991. **Plant Physiology**. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 565p.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2004. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 719 p.
- ter Braak, C. J. F. 1995. Ordination. *In*: Jongman, R.H.G.; ter Braak, C.J.F.; & van Tongeren, O.F.R. (eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 91-173 p.
- Turchin, P. 1991. Translating foraging movements in heterogeneous environments into the spatial distributions of foragers. **Ecology** **72**: 1253-1266.
- Urach, F. L. 2007. **Estimativa da retenção de água em solos para fins de irrigação**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 78 p.
- van den Berg, E. & Oliveira-Filho, A. T. 2000. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica** **23** (3): 231-253.

- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R. & Lima, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 124 p.
- Venturoli, F.; Felfili, J. M. & Fagg, C. W. 2011. Avaliação temporal da regeneração natural em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. **Revista Árvore** **35** (3): 473-483.
- Vieira, D. L. M. & Scariot, A. 2006a. Effects of logging, liana tangles and pasture on the seed fate of Dry Forest tree species. **Forest Ecology and Management** **230**: 197-205.
- Vieira, D. L. M. & Scariot, A. 2006b. Principles of natural regeneration of Tropical Dry Forests for restoration. **Restoration ecology** **14** (1): 11-20.
- Vieira, D. L. M.; Scariot, A.; Sampaio, A. B. & Holl, K. D. 2006c. Tropical dry-forest regeneration from root suckers in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** **22** (3): 353-357.
- Vieira, D. L. M.; Scariot, A. & Holl, K. D. 2007. Effects of gap, cattle and selective logging on seedling survival and growth in dry forests of Central Brazil. **Biotropica** **39**: 269-274.
- Vieira, L.; Lopes, F. S.; Fernandes, W. D. & Raizer, J. 2008. Comunidade de Carabidae (Coleoptera) em manchas florestais no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia** **98** (3): 317-324.
- Waide, R. B.; Willig, M. R.; Steiner, C. F.; Mittelbach, G.; Gough, L.; Dodson, S. I.; Juday, G. P. & Parmenter, R. 1999. The relationship between productivity and species richness. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** **30**: 257-300.
- Webb, L. S.; Tracey, J. G. & Willins, W. T. 1972. Regeneration and pattern in the subtropical rain forest. **Journal of Ecology** **60** (3): 675-695.
- Werneck, M. S.; Franceschinelli, E. V. & Tameirão-Neto, E. 2000. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos

- (1994-1998), na região do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica** **23** (4): 399-411.
- Whitmore, T. C. & Burslem, D. F. R. P. 1998. Major disturbances in tropical rainforests. *In*: Newbery, D. M., Prins, H. H. T., Brown, N. (eds.). **Dynamics of tropical communities**. Blackwell: Oxford, 549-565 p.
- Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. **Ecological Monographs** **30** (3): 279-338.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon** **21**: 213-251.
- Wiens, J. A. 1976. Population responses to patchy environments. **Annual Review of Ecology and Systematics** **7**:81-120.
- Wilson, S. D. 2000. Heterogeneity, diversity, and scale in plant communities. *In*: Hutchings, M. J., John, E. & Stewart, A. J. A. (eds.). **The Ecological Consequences of Environmental Heterogeneity**. Cambridge: University Press. 53-69 p.
- Zajac, R. N.; Lewis, R. S.; Poppe, L. J.; Twichell, D. C.; Vozarik, J. & DiGiacomo-Cohen, M. L. 2003. Responses of infaunal populations to benthoscape structure and the potential importance of transition zones. **Limnology and Oceanography** **48**: 829-842.
- Zanella, F. 2010. Evolução da biota da diagonal de formações abertas secas da América do Sul. *In*: Carvalho, C. & Almeida, E (eds.). **Biogeografia da América do Sul: padrões & processos**. São Paulo: Roca Editora, 198-220 p.
- Zar, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. 3<sup>ed</sup>. New Jersey: Prentice-Hall, 662p.