

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

TESE

**Análise da restauração florestal espontânea a partir dos efeitos de
nucleação da *Guarea guidonia* (L.) Sleumer na vertente atlântica
da Serra do Mar, Piraí, RJ – Brasil**

Hiram Feijó Baylão Junior

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**Análise da restauração florestal espontânea a partir dos efeitos de
nucleação da *Guarea guidonia* (L.) Sleumer na vertente atlântica da Serra
do Mar, Pirai, RJ – Brasil**

HIRAM FEIJÓ BAYLÃO JUNIOR

Sob a orientação do Professor
Ricardo Valcarcel

Co-orientação do Professor
Luiz Fernando Duarte de Moraes

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Doutor em
Ciências**, no Programa de Pós-
Graduação em Ciências Ambientais e
Florestais, Área de Concentração em
Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ
Outubro de 2014

Ficha Catalográfica

634.956098

153

B358a

T

Baylão Junior, Hiram Feijó, 1980-

Análise da restauração florestal espontânea a partir dos efeitos de nucleação da *Guarea guidonia* (L.) Sleumer na vertente atlântica da Serra do Mar, Piraí, RJ - Brasil / Hiram Feijó Baylão Junior. - 2014.

94 f.: il.

Orientador: Ricardo Valcarcel.

Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, 2014.

Bibliografia: f. 70-80.

1. Reflorestamento - Piraí (RJ) - Teses. 2. Degradação ambiental - Piraí (RJ) - Teses. 3. Resiliência (Ecologia) - Piraí (RJ) - Teses. 4. Meliaceae - Teses. I. Valcarcel, Ricardo, 1953- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

HIRAM FEIJÓ BAYLÃO JUNIOR

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza.

TESE APROVADA EM 31/10/2014

**Ricardo Valcarcel – Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)**

Eduardo Vinícius da Silva – Prof. Dr. UFRRJ

Alexander Silva Resende – Dr. EMBRAPA Agrobiologia

Jerônimo B. B. Sansevero – Dr. Instituto Internacional para Sustentabilidade

Irene Ester Gonzalez Garay – Dr. UFRJ

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Hiram e Ana Lúcia,
à minha companheira de todas as horas, Juliana,
e ao meu maior tesouro, Aninha
Dedico.*

AGRADECIMENTO

À Deus, pela vida e pela oportunidade de vivê-la junto a Natureza.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelos dias mais incríveis da minha vida e por ter me transformado em Engenheiro Florestal, Mestre e agora Doutor.

Ao Professor Ricardo Valcarcel pela orientação na realização desse trabalho, pela experiência de aprender ao seu lado e, principalmente, pela franqueza e amizade.

À Cristiane Roppa, Cristiana Miranda, Erika Cortines, Felipe Mateus, Pablo Figueiredo, Gabriela Teixeira e todos os demais membros do Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas – IF/UFRRJ, pela amizade, aprendizado, convivência e principalmente, pelas ajudas nos momentos difíceis.

Aos amigos Felipe Cito Nettesheim e Tatiana Dias Gai que na reta final muito me ajudaram na construção desse trabalho.

Aos graduandos em Engenharia Florestal – UFRRJ Luis Berti e Mateus Reis pela ajuda nos trabalhos de campo.

À Buá Maimon & Zeev Luti Maimon, proprietários do Sítio Monumento, que me acolherem por 7 anos em sua propriedade para o desenvolvimento e me permitiram realizar Monografia, Dissertação e Tese. Agradeço à todos os funcionários pela amizade e apoio em todos os meus projetos, em especial à Teca (pelo rango) e ao amigo Aloísio Gomes.

À EPTCA Medical Devices, pelo apoio logístico para execução desse trabalho.

À CAPES pela bolsa de estudos que viabilizou esse estudo.

A todos os amigos que de maneira direta ou indireta estiveram presentes na realização desse trabalho.

Aos meus sogros Luiz Carlos e Ana Maria por todo carinho, amizade, confiança, e principalmente, por cuidarem tão bem de minha filha.

Aos meus pais, Hiram e Ana, meus irmãos e meus sobrinhos, pelo amor, carinho e por compreenderem a minha ausência durante toda Pós-Graduação.

À Juliana, por todo amor a mim direcionado e por ter me dado o maior presente dessa vida: a Ana Luiza, a nossa Aninha.

MUITO OBRIGADO!!!

RESUMO GERAL

BAYLÃO JUNIOR, Hiram Feijó. **Análise da restauração florestal espontânea a partir dos efeitos de nucleação da *Guarea guidonia* (L.) Sleumer na vertente atlântica da Serra do Mar, Pirai, RJ – Brasil** 2014. 80p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ. 2014.

Desde o período colonial até os dias atuais o Brasil passou por diversos ciclos econômicos relacionados à extração de recursos naturais e à agropecuária. Como resultados dessa exploração surgiram passivos ambientais e ecossistemas fragilizados. A restauração de áreas perturbadas em regiões economicamente deprimidas demandam estratégias alternativas, que sejam de baixo custo e utilizem pouca de mão-de-obra, sendo o papel da *Guarea guidonia* (L.) Sleumer levantado e estudado como uma provável espécie facilitadora da restauração florestal espontânea de ecossistemas perturbados. O estudo foi dividido em três partes, a saber: Caracterização dos principais parâmetros físicos determinantes na sua distribuição espacial (Capítulo I); Caracterização da composição florística e estrutural sob sua copa dentro de fragmento florestal originado a partir de pastagens abandonadas (Capítulo II); e Quantificação da serrapilheira acumulada e da sua capacidade de retenção hídrica (Capítulo III). A área de estudos foi a microbacia (9,6 hectares) localizada na bacia hidrográfica do rio Cacaria, distrito de Vila Monumento, município de Pirai, sul do Estado do Rio de Janeiro. A microbacia foi dividida em função do seu histórico de uso em: área conservada (32 anos sem pecuária) e área perturbada (2 anos sem pecuária). As *G. guidonia* (CAP > 90 cm) foram consideradas unidades amostrais e agrupadas em três tratamentos T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada. Os fatores que apresentaram maior influência na distribuição da *G. guidonia* na microbacia foram *Elevação* (100 – 120 m A.N.M.), *Declividade* (ondulada), *Superfície de curvatura* (côncava) e maior concentração da espécie em áreas com exposição para o norte. A maior oferta de atributos ambientais conferiram à T3 maior resiliência, favorecendo o desenvolvimento do remanescente florestal. Os valores referentes ao estoque e a capacidade de retenção hídrica da serrapilheira sobre o solo dos remanescentes florestais sugerem que a *G. guidonia* contribuiu junto com as espécies que cresceram sob sua copa a manutenção do estoque de serrapilheira e da umidade sobre o solo. Ao longo do seu desenvolvimento a *G. guidonia* contribuiu para modificação do micro-habitat de seu entorno, atuando como agente facilitador da restauração florestal.

Palavras-chaves: Ecossistemas Perturbados, Facilitação, Resiliência.

GENERAL ABSTRACT

Analysis of spontaneous forest restoration based on the effects of nucleation of *Guarea guidonia* (L.) Sleumer on the Atlantic slope of the Serra do Mar, Pirai, RJ - Brazil

Since the colonial period to the present day Brazil experienced several economic cycles related to the extraction of natural resources and agriculture. As a result of this exploration emerged environmental liabilities and fragile ecosystems. The restoration of disturbed areas in economically depressed regions require alternative strategies that are low cost and demanding little involvement of hand labor, and the role of *Guarea guidonia* (L.) Sleumer raised and studied as a probable facilitator species restoration spontaneous forest of disturbed ecosystems. The study was divided into three parts, namely: Characterization of the main physical parameters in determining their spatial distribution (Chapter I); Characterization of the structure and floristic composition under its canopy in the forest fragment originated from pastures forsaken (Chapter II); and Quantification of accumulated litter and its water retention capacity (Chapter III). The study area was the micro watershed (9.6 hectares) located in the watershed of the Cacaria river, district of Vila Monumento, Pirai, the southern state of Rio de Janeiro. The watershed is divided into different areas with a history of use: conservation area (32 years without livestock) and disturbed area (two years without livestock). The *G. guidonia* (CAP > 90 cm) were considered sampling units and grouped in three treatments T1 - North slope in conserved area; T2 - North slope in disturbed area; T3 - southern slope in the disturbed area. The factors that showed the greatest influence on the distribution of *G. guidonia* in the watershed were elevation (100-120 m ANM), Slope (wavy), surface curvature (concave) and higher concentration of the species in areas with exposure to the north. A greater supply of environmental attributes bestowed on T3 greater resilience, favoring the development of the remaining forest. The values regarding the stock and the water retention capacity of litter on the soil of the forest remnants suggest that *G. guidonia* promoted along with the plants grown under its canopy to maintain the stock of litter and moisture on the ground. Along its development *G. guidonia* contributed to modification of the micro-habitat of its surroundings, acting as facilitating agent of forest restoration.

Keywords: Ecosystem Disturbed, Facilitation, Resilience.

Índice de Figuras

Figura 1: Delimitação das unidades geomorfológicas sobre os remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro (SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). Legenda: E1 – Escarpas das Serras das Araras e Paracambi; E2 – Espigão das Serras de Santana e Botija; E3 – Escarpas das Serras de Macaé, Macabu e Imbé.....	7
Figura 2: Delimitação das unidades geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro (Modificado de DANTAS et al., (2000)). Legenda: E1 – Escarpas das Serras das Araras e Paracambi; E2 – Espigão das Serras de Santana e Botija; E3 – Escarpas das Serras de Macaé, Macabu e Imbé.	8
Figura 3: Região de Estudo. Escarpas da Serra das Araras e Paracambi (DANTAS, 2001).	9
Figura 4: Área de estudo. Bacia hidrográfica do rio Cacaria, município de Piraí, sul do Estado do Rio de Janeiro.	10
Figura 5: Fisionomia da área de estudo. Bacia hidrográfica do rio Cacaria.....	11
Figura 6: Tipos vegetacionais predominantes da região da bacia hidrográfica do rio Cacaria – escala 1:70.000 (FARIAS, 2010).	12
Figura I. 1: Área de estudos na base da encosta da Serra do Mar (UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500), no detalhe: Brasil (1); Estado do Rio de Janeiro (2); Município de Piraí (3); bacia hidrográfica do rio Cacaria (4); microbacia, setores A e B (5). Imagem de satélite GeoEye (2009).	18
Figura I. 2: Distribuição dos indivíduos de <i>Guarea guidonia</i> na microbacia experimental. ...	22
Figura I. 3: Posicionamento da <i>G. guidonia</i> em relação às zonas hidrogenéticas (A), elevação do terreno (B), exposição do relevo (C), declividade (D), superfície de curvatura (E) e presença de afloramentos rochosos (F) na microbacia.	25
Figura I. 4: Parte da copa da <i>Guarea guidonia</i> tocando o solo em local de declividade acentuada criando nesses pontos ambientes mais favoráveis à colonização por outras espécies.	26
Figura I. 5: <i>Guarea guidonia</i> com fuste tortuoso e com alta intensidade de danos.	26
Figura I. 6: Diagrama de ordenação obtido pela análise dos componentes principais (PCA) dos 38 indivíduos de <i>Guarea guidonia</i> levantados na microbacia experimental em relação à declividade do terreno (D), superfície de curvatura (C), elevação (A), exposição (E) e zo zonas hidrogenéticas (Z) – Cacaria, Piraí – RJ.....	27
Figura II. 1: Área de estudos na base da encosta da Serra do Mar (UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500), no detalhe: Brasil (1); Estado do Rio de Janeiro (2); Município de Piraí (3); bacia hidrográfica do rio Cacaria (4); microbacia, setores A e B (5). Imagem de satélite GeoEye (2009).	34
Figura II. 2: Distribuição das parcelas na microbacia experimental dispostas em três tratamentos diferentes (Figura 2): T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada.	35
Figura II. 3: Modelo de amostragem para análise dos estratos arbóreo, arbustivo e regeneração natural sob a copa da <i>Guarea guidonia</i> (“carrapeta”).	37
Figura II. 4: A suficiência amostral (número acumulado de espécies) – modelo de regressão logaritmo (T1 = A, R ² 0,6843; T2 = B, R ² 0,8480; T3 = C, R ² 0,8546).	40
Figura II. 5: Dendrograma de similaridade florística entre os três tratamentos (T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada).	40
Figura II. 6: Hábito das espécies levantadas no estrato de regeneração natural.	44
Figura II. 7: Gráfico de médias da Abundância de cada um dos tratamentos avaliados. Média +/- 0,95 = Intervalo de confiança.	45

Figura II. 8: Gráfico de médias da Riqueza de cada um dos tratamentos avaliados. Média +/- 0,95 = Intervalo de confiança.	45
Figura II. 9: Gráfico de médias da Altura de cada um dos tratamentos avaliados. Média +/- 0,95 = Intervalo de confiança.	46
Figura II. 10: Cobertura vegetal na microbacia.	53
Figura III. 1: Área de estudos na base da encosta da Serra do Mar (UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500), no detalhe: Brasil (1); Estado do Rio de Janeiro (2); Município de Piraí (3); bacia hidrográfica do rio Cacaria (4); microbacia, setores A e B (5). Imagem de satélite GeoEye (2009).	62
Figura III. 2: Distribuição das parcelas na microbacia experimental dispostas em três tratamentos diferentes (Figura 2): T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada.	63
Figura III. 3: Coletor de serrapilheira acumulada no solo.	64
Figura III. 4: A) Imersão da serrapilheira em água por 90 minutos para encharcamento da amostra; B) Drenagem do excedente por 30 minutos em bandejas dispostas com 30% de declividade; C) Pesagem da serrapilheira.	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I. 1: Classificação de elevação.....	20
Tabela I. 2: Classificação de declividade	20
Tabela I. 3: Dados dendrométricos dos indivíduos de <i>G. guidonia</i> levantados na microbacia experimental.	23
Tabela II. 1: Caracterização dos tratamentos na área da microbacia – Cacaria, Piraí – RJ.....	34
Tabela II. 2: Lista florística das espécies levantadas no estrato arbóreo sob a copa da <i>Guarea guidonia</i> e os tratamentos em que estavam presentes. Legenda – T1 = área norte conservada; T2 = área norte perturbada; T3 = área sul perturbada.	39
Tabela II. 3: Matriz de índices de similaridade de Jaccard (SJ) estimada para os tratamentos analisados (T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada).....	40
Tabela II. 4: Parâmetros estruturais do estrato arbóreo da área conservada norte (T1). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; G – área basal; DomiRel. – dominância relativa; VI – Valor de Importância; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.	41
Tabela II. 5: Parâmetros estruturais do estrato arbóreo da área perturbada norte (T2). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; G – área basal; DomiRel. – dominância relativa; VI – Valor de Importância; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.	41
Tabela II. 6: Parâmetros estruturais do estrato arbóreo da área perturbada sul (T3). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; G – área basal; DomiRel. – dominância relativa; VI – Valor de Importância; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.	42
Tabela II. 7: Classificação sobre os grupos ecológicos e forma de dispersão das espécies levantadas nos tratamentos do estrato arbóreo: PI = Pioneira; SI = Secundária Inicial; ST = Secundária Tardia; AN = Anemocórica; AU = Autocórica; ZO = Zoocórica e NC = Não Classificada.....	42
Tabela II. 8: Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') em comparação com outros trabalhos em Florestas Estacionais.	43
Tabela II. 9: Média dos parâmetros avaliados para os tratamentos T1, T2 e T3 (P a probabilidade de 5%).....	45
Tabela II. 10: Parâmetros estruturais da regeneração natural de T1 (área conservada norte). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.	47
Tabela II. 11: Parâmetros estruturais da regeneração natural de T2 (área perturbada norte). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.	48
Tabela II. 12: Parâmetros estruturais da regeneração natural de T3 (área perturbada sul). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.	49
Tabela II. 13: Lista florística com as espécies levantadas na regeneração natural sob a copa da <i>Guarea guidonia</i> e os tratamentos em que elas foram encontradas. Legenda – T1 = área norte conservada; T2 = área norte perturbada; T3 = área sul perturbada. NI ha-1 = número de indivíduos por hectare. HAB = hábito; ARV = árvore; ARB = arbusto. G.E = Grupo ecológico; PI = Pioneira; SI = Secundária inicial; ST = Secundária tardia; NC = Não classificada.....	50

Tabela III. 1: Caracterização dos tratamentos na área da microbacia – Cacaria, Pirai – RJ. Legenda: H' = Índice de Shannon-Weaver.	63
Tabela III. 2: Valores médios e desvio padrão da serrapilheira acumulada (t/ha) nos três tratamentos [Norte Conservado (NC), Norte Perturbado (NP) e Sul Perturbado (SP)] no inverno e verão – Cacaria, Pirai – RJ.	66
Tabela III. 3: Valores médios e desvio padrão da capacidade de retenção hídrica (%) nos três sítios amostrais (Norte conservado, Norte perturbado e Sul perturbado) em diferentes estações (inverno e verão) – Cacaria, Pirai – RJ.....	67

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 - Mata Atlântica.....	3
2.2 - Recuperação e restauração de ecossistemas perturbados	4
2.3 – Plantas enfermeiras e facilitação	5
2.4 – <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer – carrapeta.....	5
3. REGIÃO DE ESTUDO	6
CAPÍTULO I – PREFERÊNCIAS ECOLÓGICAS DA <i>GUAREA GUIDONIA</i> NA COLONIZAÇÃO DE ECOSISTEMAS PERTURBADOS	14
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.1 Área de estudo	18
2.2 Metodologia.....	19
2.2.1 Seleção de indivíduos	19
2.2.2 Fatores ecológicos	19
2.2.2.1 Exposição	19
2.2.2.2 Elevação.....	20
2.2.2.3 Declividade.....	20
2.2.2.4 Superfícies de curvatura	20
2.2.2.5 Zonas hidrogenéticas	21
2.2.2.6 Afloramentos rochosos	21
2.2.3 Análise Estatística	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4. CONCLUSÕES	28
CAPÍTULO II – ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO SOB INFLUÊNCIA DA <i>GUAREA GUIDONIA</i>	29
1. INTRODUÇÃO.....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.1 Área de estudo	33
2.2 Metodologia.....	34
2.2.1 Unidades amostrais.....	34
2.2.2 Classificação dos grupos ecológicos	35
2.2.3 Descrição fitossociológica do estrato arbóreo	35
2.2.4 Regeneração Natural.....	36
2.2.5 Cobertura vegetal.....	37

2.2.6 Potencial de facilitação da <i>Guarea guidonia</i>	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1 Florística e estrutura da comunidade arbórea	39
3.2 Florística e estrutura da regeneração natural	44
4. CONCLUSÃO.....	56
CAPÍTULO III – ESTOQUE E CAPACIDADE DE RETENÇÃO HÍDRICA DA SERRAPILHEIRA SOB A COPA DA <i>GUAREA GUIDONIA</i>	57
1. INTRODUÇÃO.....	60
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	61
2.1 Área de estudo	61
2.2 Metodologia.....	62
2.2.1 Unidades amostrais.....	62
2.2.2 Quantificação da serrapilheira acumulada.....	63
2.2.3. Avaliação da capacidade de retenção hídrica	64
2.3. Análise Estatística	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
3.1. Serrapilheira acumulada	65
3.2. Capacidade de Retenção Hídrica.....	67
4. CONCLUSÃO.....	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	70

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO

Desde a chegada dos portugueses ao Brasil houveram diversos ciclos econômicos de extração de recursos naturais e de cultivos agrícolas para fins de exportação (ciclos do café, açúcar e pecuária) e/ou abastecimento interno. As consequências deste modelo de exploração foram os índices de desmatamento elevados, exaustão em diferentes proporções dos solos e, em alguns casos, a degradação dos ecossistemas.

Como consequências da exploração mal planejada dos recursos naturais, surgem os passivos ambientais que levam à fragilização dos ecossistemas. As extensas áreas em degradação, processos erosivos, perda da qualidade da água e baixa produtividade agrícola representam evidências da magnitude da perturbação e acarretam perdas de serviços ambientais, como qualidade e disponibilidade hídricas, e oscilações térmicas diárias abruptas (MIRANDA *et al.*, 2011).

Ecossistemas degradados são aqueles cujas ações antrópicas modificaram-no de tal maneira, que fazem com que os seus mecanismos naturais de equilíbrio homeostático sejam perdidos (MAGALHÃES *et al.*, 2005). Já os ecossistemas perturbados sofreram modificações antrópicas no passado, mas ainda resguardam capacidade de responder aos distúrbios presentes, e em longo prazo recuperar-se em níveis de equilíbrio homeostático similares aos originais, caso as fontes de perturbação sejam eliminadas (SER, 2004; MAGALHÃES *et al.*, 2005).

Os processos de degradação com influência antrópica na bacia hidrográfica do rio Cacaria tiveram início no Período Colonial com a retirada das florestas presentes nas várzeas e encostas para, inicialmente, exploração de madeira e, em função das condições climáticas favoráveis, introdução da cultura do café. Com a perda da cobertura florestal e o declínio da produção cafeeira, os cafezais foram parcialmente abandonados apresentando mínima rentabilidade. Os fazendeiros buscaram outros tipos de uso para o solo iniciando o cultivo de banana e produção pecuária. Nas encostas onde haviam cafezais, os mesmos foram retirados e no seu lugar foram plantados bananais. A pecuária se instalou, inicialmente, nas zonas de várzea em função da suavidade do terreno, avançando para algumas áreas de encostas abandonadas. Observamos nessas áreas sinais que evidenciam o intenso uso do solo no período colonial, onde em muitas situações temos áreas onde os horizontes superficiais do solo não existem mais, além da formação de solos colúviais em muitas áreas de encosta. E em função da ação do pisoteio do gado e de queimadas anuais como prática de renovação de pastagem, os solos dessas áreas estão cada vez mais esgotados e apresentando tendência inercial de degradação.

Porém, em zonas que não foram cultivados bananais ou onde o cultivo da banana foi abandonado em função da baixa capacidade de investimento dos agricultores locais e que também não sofreram ação da pecuária, estão se regenerando espontaneamente, revelando capacidade de resiliência para os ecossistemas locais.

Os processos ecológicos dos ecossistemas incluem interações entre organismos e destes com o ambiente, constituindo-se base para a manutenção de um ecossistema (SER, 2004). Os organismos interagindo com o ambiente produzem estruturas funcionais e realizam a ciclagem de matéria, que passa pelas partes vivas e não vivas dos ecossistemas, fortalecendo os seus processos de manutenção e crescimento, inter-relacionados por múltiplas dependências e interações (BEGON *et al.* 2007; ROPPA, 2009).

A restauração de áreas que resguardem níveis mínimos de resiliência como solos que ainda possuam traços de matéria orgânica, mosaicos de pequenos fragmentos florestais e vegetação rala com predomínio de pastagens abandonadas requerem estratégias específicas

que demandam o conhecimento das espécies invasoras espontâneas da região que suportam as adversidades locais, como ataque de insetos, estresses hídrico e térmico, fogo e pastoreio extensivo (VALCARCEL & SILVA, 1997; MIRANDA *et al.*, 2011).

Em ecossistemas perturbados, espécies arbóreas pioneiras ao se desenvolverem promovem o sombreamento da superfície, o acúmulo de matéria orgânica no solo, beneficiando o aumento de umidade e favorecendo a formação de agregados de outras espécies ao seu redor, acelerando, assim, o processo de sucessão primário (YARRANTON & MORRISON, 1974; REIS *et al.* 2003; BAYLÃO JUNIOR *et al.* 2011). O conhecimento de diferentes estratégias de estabelecimento adotadas pelas espécies vegetais pioneiras viabiliza projetos sustentáveis de restauração florestal (MIRANDA *et al.* 2011). Essas espécies quando presentes em pastagens e grandes áreas abertas servem de poleiros naturais e contribuem para propagar sementes de fragmentos florestais próximos exercendo função de elemento nucleador no ecossistema (CORTINES *et al.*, 2005; TRES *et al.*, 2007, KRIECK *et al.* 2008), também servindo como abrigo para aves e morcegos dispersores de sementes (REIS *et al.* 2003). Uma espécie capaz de formar agregados de outras espécies ao seu redor é considerada uma espécie facilitadora.

Stachowicz (2001) define facilitação como qualquer interação onde uma espécie (ou indivíduo) beneficia outra, direta ou indiretamente. Segundo Ricklefs (2003), espécies facilitadoras são aquelas que em uma fase inicial alteram as condições da comunidade de modo que as outras tenham maior facilidade de estabelecimento. Essas plantas com capacidade de favorecer a colonização de outras espécies também são consideradas por Scarano (2000) como “espécies focais”. De acordo com Zaluar e Scarano (2000), “espécies focais” cumprem um papel fundamental na manutenção estrutural e na sucessão vegetal, uma vez que contribuem para a melhoria das condições para germinação, estabelecimento e/ou crescimento de outras espécies vegetais. Os mesmos autores consideram ainda que o alto recrutamento sobre o solo desnudo, dominância do dossel, posição central nas moitas e associação espacial positiva com plântulas de outras espécies são alguns dos padrões descritos para “espécies focais”. Niering *et al.* (1963) denominam como “síndrome de plantas enfermeiras” a influência positiva de plantas adultas no desenvolvimento de plântulas.

Os processos de colonização que ocorrem ao entorno de uma espécie facilitadora são denominados nucleação que é entendida como a capacidade de uma espécie em propiciar uma significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo um aumento na probabilidade de ocupação deste ambiente por outras espécies (YARRANTON & MORRISON, 1974).

De acordo com Reis *et al.* (2003), a nucleação é um princípio sucessional na colonização de áreas em formação e representa uma técnica básica para as atividades antrópicas que se proponham contribuir para o restabelecimento de comunidades. O mesmo autor considera que no processo de sucessão, as espécies componentes de uma comunidade, após a sua implantação e posterior morte, modificam-na, permitindo que outros organismos mais exigentes possam colonizá-la.

O aumento da resiliência ambiental é promovido com a nucleação, pois o processo restaurador desta técnica se baseia na ativação do próprio potencial de auto-regeneração da comunidade (BECHARA, 2006).

Robinson & Handel (1993), aplicaram a teoria da nucleação em restauração ambiental e concluíram que os núcleos colaboram no incremento do processo sucessional, introduzindo novos elementos na paisagem. Segundo os mesmos autores, este processo é potencializado se as espécies tiverem capacidade de atração de aves dispersoras de sementes.

A restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004). Para reverter o atual quadro de degradação, faz-se necessário empregar modelos alternativos de recuperação nos ambientes perturbados, pois os custos econômicos dos atuais modelos de reflorestamento são

muito elevados, sendo necessária a elaboração de projetos de restauração podem-se iniciar pelo levantamento dos serviços ambientais oferecidos pelos ecossistemas degradados ou alterados (MIRANDA *et al.* 2011).

As estratégias de regeneração espontânea podem apresentar comportamentos diferentes em vertentes, onde sob condições de insolação intensa e menor interceptação de massas de ar úmido foram observados nucleação a partir de 4 espécies rústicas (*Sparattosperma leucanthum*, *Tabernaemontana laeta*, *Peltophorum dubium* e *Guarea guidonia*) com potencial de facilitação (Baylão Junior *et al.*, 2011). Essas espécies colonizaram por 30 anos uma área de pastagem e, após a exclusão dos agentes de perturbação, contribuíram para o reinício dos processos de regeneração natural. Ao se desenvolverem, essas espécies rústicas, aparentemente, ofereceram condições ambientais ao seu entorno que favoreceram o surgimento de outras espécies. Os autores consideraram que as espécies rústicas contribuíram para modificação do micro-habitat de seu entorno, promovendo a formação de núcleos de vegetação, avançando na sucessão e consolidando os processos ecológicos responsáveis pela sustentabilidade da floresta.

Os mesmos efeitos de nucleação a partir das 4 espécies citadas acima ocorrem nas vertentes com exposição para o Sul, porém em função de melhores condições ambientais (menor ação da insolação e maior interceptação de massas de ar úmido), a restauração espontânea ocorre em maior velocidade e intensidade. O histórico de uso das duas vertentes são os mesmos, porém as melhores condições ambientais atribuídas às vertentes com exposição para o Sul conferem a essas áreas uma maior resiliência.

Essas árvores funcionam como núcleos de deposição de sementes que, posteriormente, se estabelecerão e permitirão a continuidade do processo de sucessão vegetal (GUEVARA *et al.*, 1992). Os mesmos autores consideraram que árvores remanescentes em pastagens funcionam como focos de recrutamento de sementes dispersas por animais.

O levantamento e a identificação de modelos de restauração espontânea da vegetação a partir de núcleos formados originalmente por espécies arbóreas nativas podem constituir uma boa estratégia de revegetação (BAYLÃO JUNIOR *et al.*, 2011). As espécies arbóreas nativas atuam como engenheiras do ecossistema, modificando as condições físicas e biológicas do ambiente (JONES *et al.*, 1997), facilitando o surgimento de novos organismos, formando núcleos de vegetação e tornando-as espécies focais dentro da comunidade.

Em função de todo histórico de uso do solo da bacia hidrográfica do rio Cacaria e das atuais condições de regeneração dos ecossistemas da localidade esta tese objetiva avaliar se a *Guarea guidonia* (L.) Sleumer apresenta efeitos de facilitação na restauração florestal espontânea de ecossistemas perturbados na base da vertente atlântica da Serra do Mar, Piraí, RJ – Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Mata Atlântica

As florestas tropicais estão incluídas entre um dos ecossistemas mais ricos em espécies do planeta (TURNER & COLLET, 1996) que, pela alta taxa de desmatamento e degradação de seus ambientes, têm sofrido a perda de inúmeras espécies da fauna e flora, pela redução da área de ocorrência e isolamento dos habitats originais.

As florestas tropicais mundiais ocorrem nos três grandes continentes na faixa intertropical, determinada pela ocorrência de alta pluviosidade, causada pelo encontro dos ventos úmidos e cadeias montanhosas continentais (TANIKAZI & MOULTON, 2000).

O bioma Mata Atlântica compreende um conjunto de formações florestais e ecossistemas associados que incluem a floresta ombrófila densa, a floresta ombrófila mista, a floresta ombrófila aberta, a floresta estacional semidecidual, a floresta estacional decidual, os manguezais, as restingas, os campos de altitude e os brejos interioranos e encaves florestais do Norte (SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002). Originalmente abrangia total ou parcialmente 17 Estados brasileiros, situados ao longo da costa atlântica, do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, além de parte dos Estados de Mato Grosso do Sul e Goiás (SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002).

O passado de transgressões e retrações de domínios durante as oscilações climáticas do quaternário, associado aos diversos gradientes altitudinais, geopedológico, orométricos e latitudinais conferem ao bioma Mata Atlântica o panorama atual de extrema diversidade biológica, de habitats e fitofisionomias florestais ao longo desta extensa faixa perilitorânea de florestas (MORI *et al.*, 1981; MANTOVANI, 1993).

O Brasil possui uma área estimada de florestas naturais de aproximadamente 456.083.955 hectares, sendo que essa cobertura no bioma Mata Atlântica representa uma área de 20.128.299 hectares, correspondendo essa área relativamente a 4,41% da cobertura florestal natural do País (SFB, 2013). O bioma Mata Atlântica com seus ecossistemas associados envolvem uma área de 1,1 milhão de km² (13% do território brasileiro), mas em virtude de séculos de ocupação, a área florestal da Mata Atlântica foi reduzida drasticamente e encontra-se altamente fragmentada, constituindo-se no segundo ecossistema mais ameaçado de extinção do mundo (SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002; SFB, 2013).

Em virtude de sua riqueza biológica e níveis de ameaça, a Mata Atlântica, ao lado de outras 33 regiões localizadas em diferentes partes do planeta, foi apontada como um dos *hotspots* mundiais, os seja, áreas prioritárias para a conservação de biodiversidade em todo o mundo (MYERS *et al.*, 2000; MITTERMEIER *et al.*, 2004).

O Estado do Rio de Janeiro apresenta atualmente grandes manchas florestais principalmente sobre as vertentes das cadeias montanhosas da Serra do Mar e zonas de alta fragmentação, com um total estimado em cerca de 8.000 quilômetros quadrados de florestas, localizadas em sua maioria, nas encostas em declive da Serra do Mar acima da cota de 500 m (TANIKAZI & MOULTON, 2000).

2.2 - Recuperação e restauração de ecossistemas perturbados

Ecossistemas perturbados são ambientes que sofreram distúrbio, mas mantiveram meios de regeneração biótica (CARVALHO, 2000), ou seja, um nível mínimo de resiliência capaz de promover a auto-regeneração (CARPANEZZI, 2005). Uma área degradada é caracterizada pela supressão de vegetação nativa, modificações na riqueza e composição da fauna, retirada de camada fértil do solo, alterações profundas nos ecossistemas, afetando inclusive o regime hídrico das bacias hidrográficas (MINTER/IBAMA, 1990).

Entretanto, o prejuízo causado ao ecossistema, seja por perturbação seja por degradação, sugere impactos negativos sobre seus atributos naturais e propriedades emergentes, dentre os quais se pode destacar o banco de sementes e plântulas do solo; a camada de matéria orgânica; a disponibilidade de nutrientes; a capacidade de infiltração e as interações fauna-flora (NEPSTAD, 1998; MARTINS, 2001).

Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.985, 18/07/2000, Diário Oficial 19/07/2000), **Recuperação** “é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original.” Já o termo **Restauração** “é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada ao mais próximo possível da sua condição original”.

A recuperação ambiental admite segundo Carpanezzi (2000) os níveis de restauração (obtenção de ecossistema idêntico ao original), reabilitação (parecido com o original) e substituição (criação de um ecossistema novo em lugar do antigo), sendo a reabilitação geralmente o nível de recuperação desejado na prática.). “A restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SER, 2004).

A reabilitação de áreas degradadas deve envolver um conjunto de fatores ambientais, de tal forma de propicie condições para que os processos ambientais sejam similares ao de uma vegetação secundária da região, tanto nos aspectos hidrológicos, fitossociológicos, ciclagem de nutrientes, “construção de solo”, filtragem de radiação solar, umidade, microclima e meso-fauna dos compartimentos do ecossistema: parte área, serrapilheira e substrato (VALCARCEL & SILVA, 1999).

2.3 – Plantas enfermeiras e facilitação

Stachowicz (2001) define facilitação como qualquer interação onde uma espécie (ou indivíduo) beneficia outra, direta ou indiretamente, alterando as condições da comunidade de modo que as beneficiadas tenham maior facilidade de estabelecimento. Essas plantas com capacidade de favorecer a colonização de outras espécies também são consideradas por Zaluar & Scarano (2000) como “espécies focais”.

Niering *et al.* (1963) denominam como “síndrome de plantas enfermeiras” a influência positiva de plantas adultas no desenvolvimento de plântulas. Plantas enfermeiras são as que facilitam o crescimento e desenvolvimento de outras espécies vegetais (espécies alvo) sob seu dossel, oferecendo microhabitats benignos que são mais favoráveis para a germinação de sementes e/ou recrutamento de mudas do seu ambiente circundante, regulando luminosidade, temperatura, umidade do solo e nutrientes, tornando esses ambientes melhores do que as pastagens e outras áreas abertas (REN *et al.*, 2008). Plantas enfermeiras podem amortecer condições ambientais não ideais, reduzindo a temperatura e a evaporação de água no solo, diminuindo a quantidade de radiação atingindo as plantas, protegendo assim a regeneração natural dos efeitos prejudiciais de temperaturas extremas e baixa umidade em regiões áridas (PADILLA & PUGNAIRE, 2006).

Plantas enfermeiras desempenham um papel importante na recuperação das estruturas e funções do ecossistema primário e é pensado para ser uma força motriz na sucessão de certos ambientes, em especial nos degradados, onde as espécies nativas são consideradas as melhores “enfermeiras” para iniciarem a colonização desses habitats (REN *et al.*, 2008).

Após o estabelecimento da planta enfermeira em uma área perturbada a facilitação começa a ficar perceptível através da chegada de indivíduos de novas espécies que encontram condições ideais para se desenvolverem em seu entorno. Elas alteram o ambiente local lançando sombras sobre o solo, alterando luz e regimes de umidade (STACHOWICZ, 2001).

2.4 – *Guarea guidonia* (L.) Sleumer – carrapeta

A carrapeta, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, conhecida no Brasil também como marinheiro, camboatá, peloteira (LORENZI, 1998), e na América Central como guaraguo e american muskwood (WEAVER, 1988) é uma Angiosperma, pertencente à ordem Sapindales, família Meliaceae (APGII, 2003). São árvores com aproximadamente 20 – 25 m de altura e diâmetro à altura do peito (DAP) podendo ultrapassar 1,0 m. Possui casca espessa, acinzentada, levemente fendida; de ramos glabros e recobertos por lenticelas (BRANDÃO *et al.* 2002).

Possui distribuição Neotropical, entre as latitudes 22°N e 25°S, ocorrendo desde as ilhas de Cuba e Porto Rico, se estendendo por países da América Central como Nicarágua, Costa Rica e Panamá, tendo distribuição na América do Sul até o sul do Brasil e Argentina (WEAVER, 1988). Segundo Lorenzi (1998), a espécie possui ampla distribuição no Brasil ocorrendo desde a região amazônica até os Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, em várias formações vegetais.

Sua madeira é considerada moderadamente pesada (densidade 0,76 g/cm³), dura, resistente, elástica, aromática, de grande durabilidade mesmo quando em contato com solo e umidade (LORENZI, 1998). O mesmo autor considera a madeira própria para construção civil e naval, carpintaria, obras internas, caixotaria, forros, portas e janelas.

De acordo com Lorenzi & Matos (2002) todas as partes desta planta são empregadas na medicina caseira em muitas regiões do país, embora a eficácia e a segurança do uso de suas preparações não tenham sido ainda comprovadas cientificamente.

G. guidonia é uma planta secundária inicial (GANDOLFI *et al.*, 1995), comum em formações secundárias e com dispersão zoocórica. Suas folhas são consideradas tóxicas para o gado e seus frutos são avidamente procurados por várias espécies da fauna, que contribuem para a sua disseminação (LORENZI, 1998). Cardoso *et al.* (1994) em experimento sobre a germinação de sementes de *G. guidonia*, observaram que a emergência da radícula ocorreu com 15 dias em uma temperatura controlada de 30°C. O período para o estabelecimento da plântula normal foi de 40 dias.

Neves & Peixoto (2008), em estudo realizado em remanescentes em regeneração de Floresta Atlântica secundária na Reserva Biológica de Poços das Antas, Silva Jardim - RJ, observaram a espécie presente tanto no sub-bosque quanto no dossel da comunidade.

3. REGIÃO DE ESTUDO

A distribuição dos remanescentes florestais no Estado do Rio de Janeiro se encontra com maior frequência sobre as vertentes das cadeias montanhosas (acima da cota 500 m) da Serra do Mar (TANIKAZI & MOULTON, 2000), totalizando aproximadamente 8.000 quilômetros quadrados de superfície. Metade destas áreas encontra-se em unidades de conservação federais, estaduais, municipais e particulares (IEF, 1994).

No Noroeste, Norte e Baixada Fluminense, a fragmentação florestal evidencia manchas menores, que se devem a combinação de usos antrópicos indevidos e ambientes com menor oferta de atributos ambientais (exposição solar e incidência de ventos), reduzindo a colonização vegetal espontânea, distribuídas da seguinte forma (Figuras 1 e 2):

- Escarpas da Serra das Araras e Paracambi – Eng. Paulo de Frontin, Japeri, Paracambi e Pirai;
- Espigão das Serras de Santana e Botija – Casimiro de Abreu e Silva Jardim;
- Escarpas das Serras de Macaé, Macabu e Imbé – Casimiro de Abreu, Nova Friburgo, Macaé, Conceição de Macabu, Santa Maria Madalena, São Fidélis e Campos.

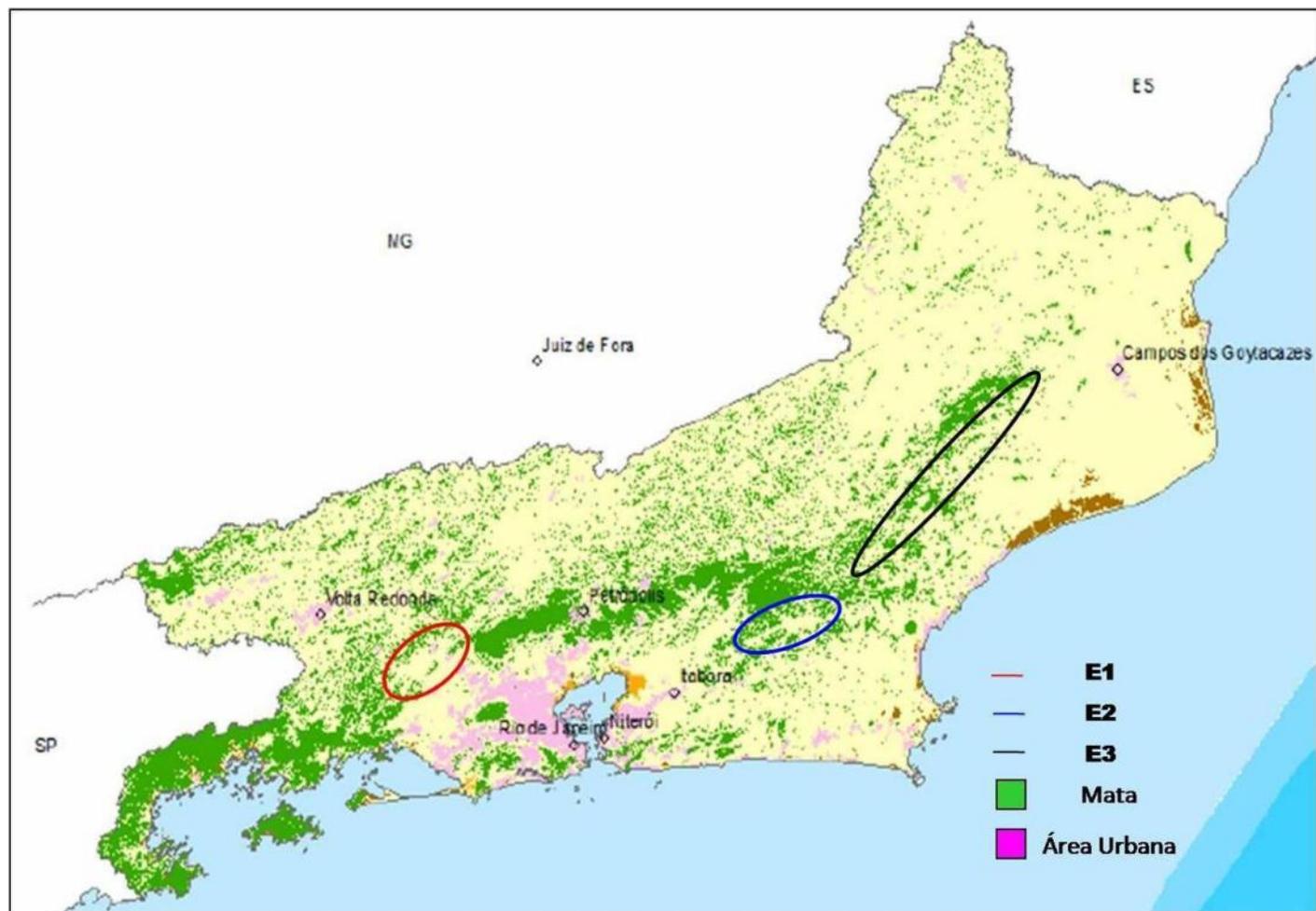


Figura 1: Delimitação das unidades geomorfológicas sobre os remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro (SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). Legenda: E1 – Escarpas das Serras das Araras e Paracambi; E2 – Espigão das Serras de Santana e Botija; E3 – Escarpas das Serras de Macaé, Macabu e Imbé.

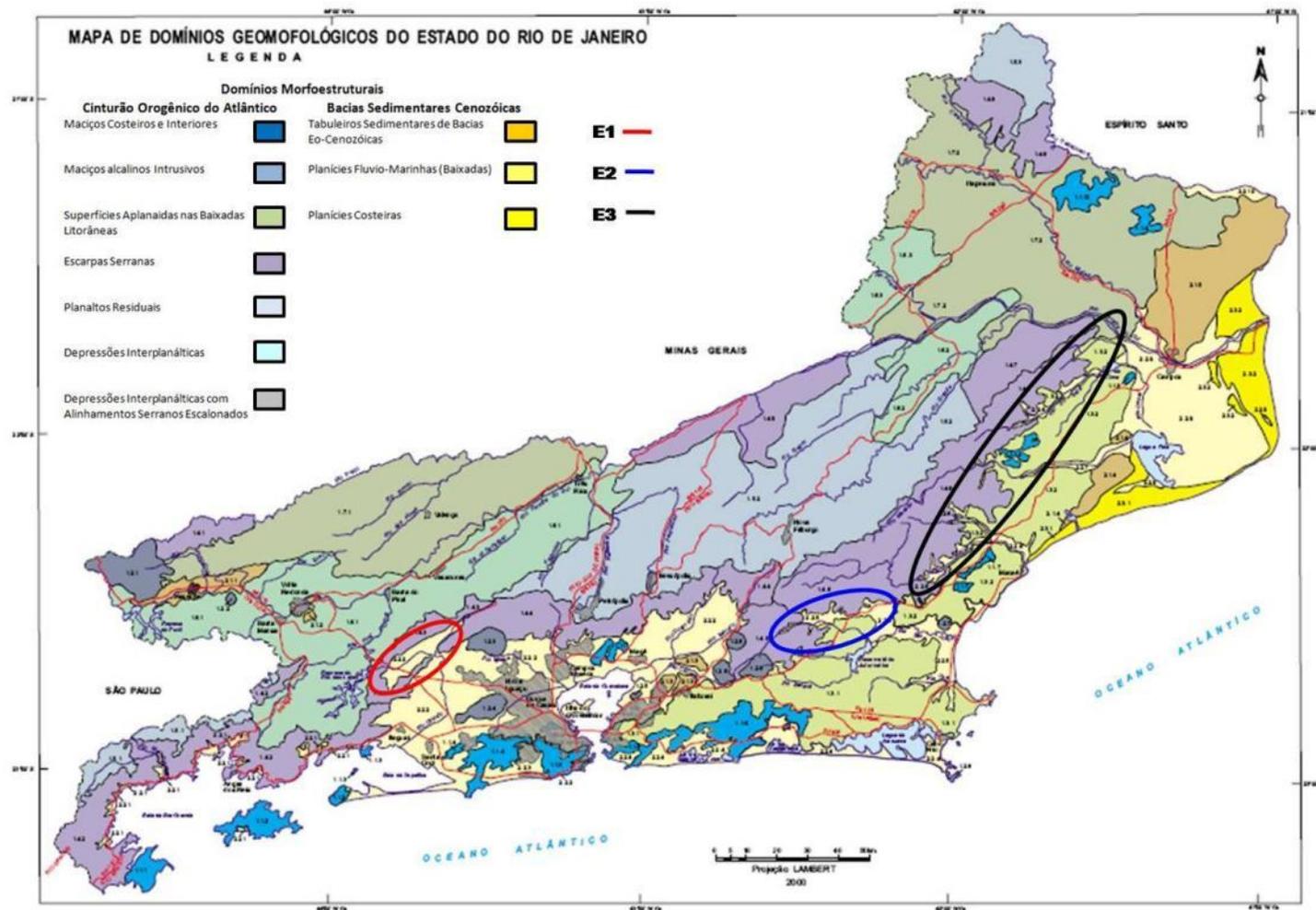


Figura 2: Delimitação das unidades geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro (Modificado de DANTAS et al., (2000)). Legenda: E1 – Escarpas das Serras das Araras e Paracambi; E2 – Espigão das Serras de Santana e Botija; E3 – Escarpas das Serras de Macaé, Macabu e Imbé.

A região de estudo encontra-se entre os municípios de Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri, Paracambi e Piraí (Figura 3). Os remanescentes florestais sofrem intervenções desde o período colonial, com a lavoura do café e continuam sofrendo com freqüentes queimadas, para renovação de pastagens, que avançam sobre as bordas das matas, fazendo com que os tamanhos dos fragmentos regredam com o avançar do tempo. Esse uso inadequado do solo têm gerado ecossistemas perturbados e com tendência inercial de degradação, o que reflete o empobrecimento paulatino desses ecossistemas mesmo com taxa de uso mínima (MIRANDA *et al.*, 2011).

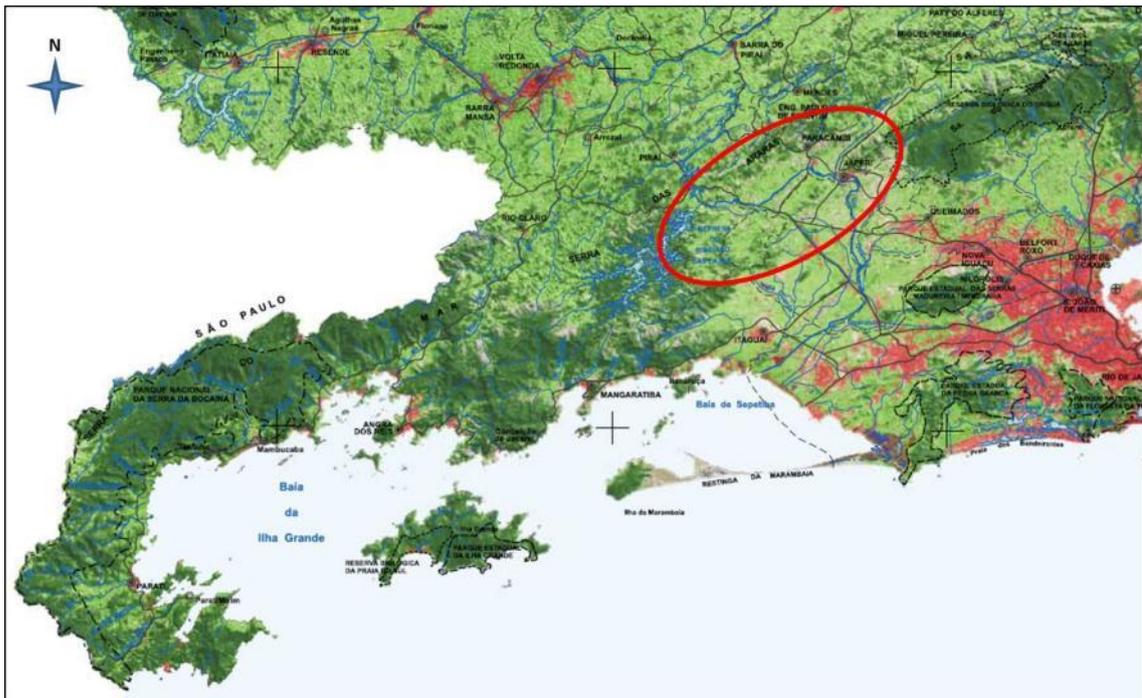


Figura 3: Região de Estudo. Escarpas da Serra das Araras e Paracambi (DANTAS, 2001).

Os locais sem interesse econômico e de difícil acesso, como as áreas de escarpas, têm fragmentos florestais resistentes e preservados, conseguindo inclusive resistir às queimadas, dado seus altos níveis de resiliência.

Segundo Dantas *et al.* (2000), a região do estudo apresenta um alto potencial de vulnerabilidade a erosão e movimentos de massa, tanto pelo relevo escarpado submetido a um forte controle litoestrutural, quanto pelo desmatamento generalizado, facilitando a formação de áreas degradadas.

A área de estudo encontra-se próxima a escarpa baixa da serra do Mar, sendo fator determinante para seu intenso uso no passado, pois também era o principal eixo viário entre a metrópole carioca e o Vale do Paraíba: Estradas de Ferro Rio-São Paulo e Via Dutra (BR-116) (DANTAS, 2001).

A região pertence ao Corredor de Biodiversidade Tinguá-Bocaina, integralizando 195.000 hectares, que conectam a Reserva Biológica do Tinguá ao Parque Nacional da Serra da Bocaina, onde nove municípios (Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Barra do Piraí, Piraí, Paracambi, Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes e Rio Claro) foram envolvidos.

A área do Corredor possui alto índice de diversidade biológica e grande número de espécies endêmicas, além das cabeceiras da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, responsável pela transposição de água do rio Paraíba do Sul para abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, onde se aproveita o desnível de 368m para gerar energia para Região Metropolitana do Estado do Rio.

Uma das estratégias de conservação da Mata Atlântica na região do Corredor é através da criação de unidades de conservação (UC), podendo melhorar a conectividade entre fragmentos do Corredor de Biodiversidade Tinguá-Bocaina. Porém, áreas que tangenciam os corredores, apresentam mais dificuldades em se auto-determinar, sendo necessário o desenvolvimento de metodologias alternativas de restauração ecológica de ecossistemas.

A área compõe o Cinturão Orogênico do Atlântico (DANTAS *et al.*, 2000), Unidade Geomorfológica Escarpas das Serras das Araras e Paracambi, composta pelo sistema de relevo Escarpas Serranas Degradadas, sendo drenada pelos principais formadores da bacia do rio Guandu: Ribeirão das Lajes e rio Santana.

A Serra das Araras se individualiza da escarpa da serra da Bocaina, a oeste, e das escarpas das serras do Couto e dos Órgãos, a leste, por sua posição mais interiorana e menores altitudes. Trata-se de uma unidade de relevo transicional entre os terrenos planos e colinas isoladas da Baixada de Sepetiba e o relevo colinoso do médio vale do rio Paraíba do Sul. Esse escarpamento estende-se da serra da Calçada até o sítio do conduto forçado da represa de Ribeirão das Lajes numa direção SSW-NNE, evidenciando o recuo diferencial desse trecho da escarpa da Serra do Mar. A partir daí, segue uma direção SW-NE até as proximidades de Governador Portela (DANTAS *et al.*, 2000). A escarpa da serra das Araras abrange a bacia hidrográfica do rio Cacaria (município de Piraí), o núcleo urbano de Engenheiro Paulo de Frontin, localizado em patamar escalonado da escarpa e os municípios de Paracambi e Japeri, situados ao sopé, no recôncavo da Baixada de Sepetiba.

O trabalho foi realizado em uma microbacia experimental na bacia do rio Cacaria, situada na região de Cacaria, distrito de Vila Monumento, município de Piraí 22°43'949" S e 43°50'807" W, localizado ao sul do estado do Rio de Janeiro (Figura 4).

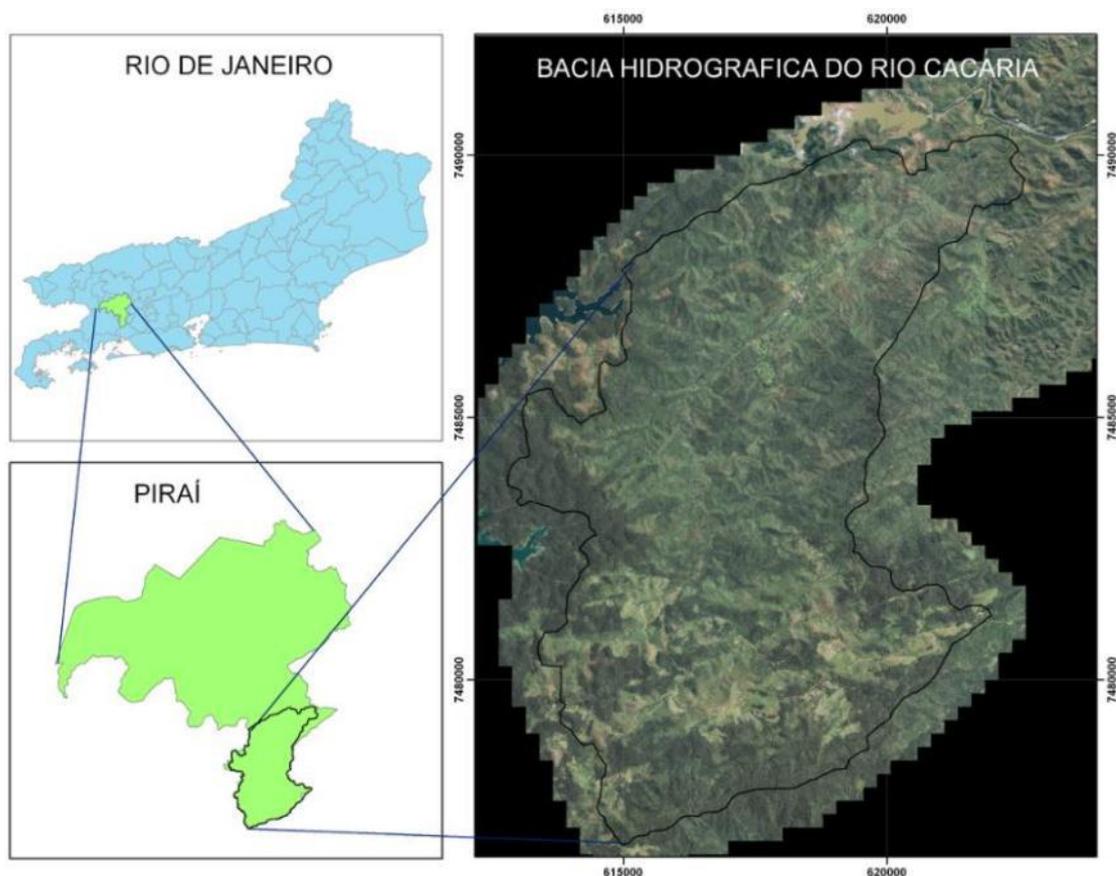


Figura 4: Área de estudo. Bacia hidrográfica do rio Cacaria, município de Piraí, sul do Estado do Rio de Janeiro.

O clima Ws – Tropical com Estação Seca de Inverno (KÖPPEN, 1948) apresenta temperatura média máxima de 29,1°C em fevereiro e temperatura média mínima de 20,1°C em julho. A precipitação média anual varia entre 1.100 e 1.400 mm (DANTAS *et al.*, 2001), com abundantes chuvas em fevereiro e escassez em julho.

A região apresenta várzeas inundáveis encaixadas entre colinas isoladas e de moderada suscetibilidade à erosão, nas vertentes declivosas. Os solos rasos apresentam afloramentos rochosos nas áreas declivosas e alta suscetibilidade a erosão e movimentos de massa.

De acordo com Silva & Cunha (2001), as áreas de várzea da bacia hidrográfica do rio Cacaria são formadas por colinas residuais dissecadas e alinhadas, sustentadas por granitóides e ortognaisses migmatíticos. Estas colinas residuais estão isoladas pela sedimentação fluvial nos baixos cursos dos principais rios, possuindo amplitudes topográficas inferiores a 50m.

No intervalo entre 100m a 200m de altitude são observados morrotes alinhados e morros baixos sustentados por paragnaisses, mármore, granitóides e granitos. Esses morros e morrotes apresentam forte controle estrutural, dispostos de forma alinhada. Entre essas cotas altimétricas o relevo é bastante dissecado, de morros com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou alongados ou morrotes com vertentes côncavas e topos alinhados (SILVA & CUNHA, 2001).

Os trechos de declividade acentuada e com altitudes acima de 500m são formados por escarpas serranas sustentadas por granitóides, paragnaisses, ortognaisses migmatíticos, granulitos e charnockitos. As vertentes dessa formação são retilíneas a côncavas (SILVA & CUNHA, 2001).

Os Latossolos Vermelho-Amarelo álico e Argissolos Vermelho-Amarelo eutróficos e distróficos constituem os principais solos, ocorrendo em áreas com o relevo variando de montanhoso à fortemente ondulado, associados aos Neossolos Litólicos (LUMBRERAS *et al.*, 2003).

As pastagens sem manejo, pasto sujo, apresentam plantas arbustivas invasoras, emolduram os poucos e pequenos fragmentos florestais/capoeirinhas remanescentes da Mata Atlântica (JACQUES & SHINZATO, 2000) (Figuras 5A e 5B).

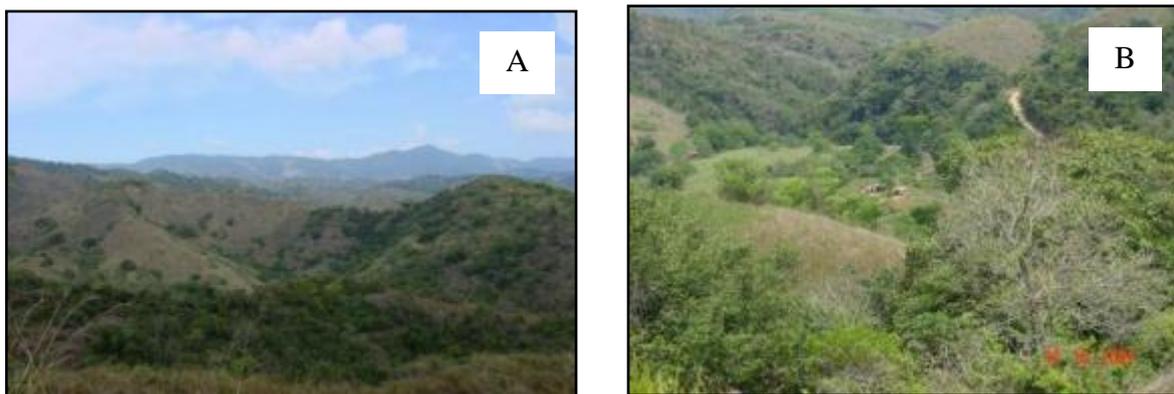


Figura 5: Fisionomia da área de estudo. Bacia hidrográfica do rio Cacaria.

A Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012) se apresenta fragmentada e com predomínio de espécies secundárias, formando pequenas ilhas de vegetação nas encostas declivosas.

Dentre as formações florestais tropicais, este tipo de vegetação é o que apresenta maior influencia aos regimes de luz e à marcada estacionalidade climática (GANDOLFI, 2000), com a existência de um período de deficiência hídrica (IBGE, 2012). Nas florestas semidecíduais, de 20 a 50% dos indivíduos perdem suas folhas (IBGE, 2012), contribuindo

com o aumento na qualidade e quantidade de luz que chega ao sub-bosque (LEE *et al.* 1998; GANDOLFI, 2000; TOMITA & SEIWA, 2004; SOUZA, 2007).

A bacia hidrográfica do rio Cacaria apresenta pastagens exploradas de forma extensiva nas várzeas e meia encosta, com poucos indivíduos na face norte e fragmentos florestais em estado inicial de sucessão secundária (capoeiras) na face sul, além de fragmentos florestais maiores no terço superior (mata) (Figura 6).

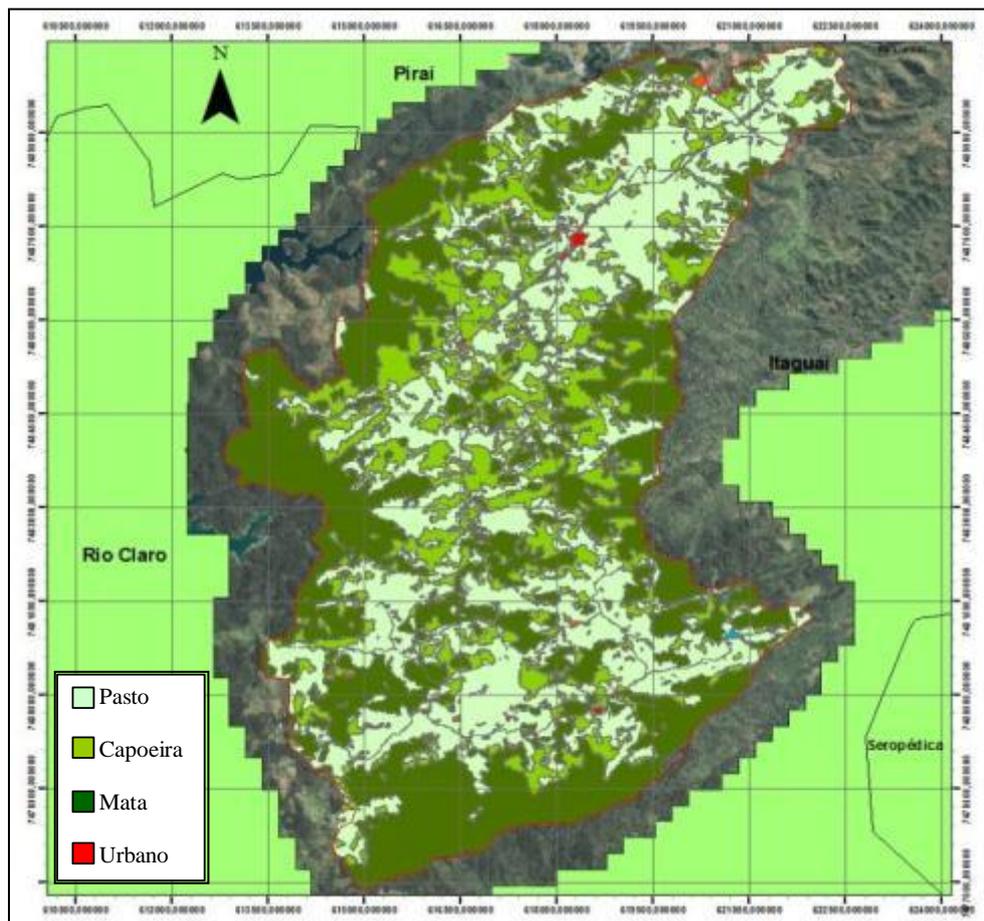


Figura 6: Tipos vegetacionais predominantes da região da bacia hidrográfica do rio Cacaria – escala 1:70.000 (FARIAS, 2010).

A colonização foi iniciada em 1770, a partir da rota comercial que interligava Rio de Janeiro e Minas Gerais, que originou a necessidade de edificar estâncias e locais para hospedar os viajantes. Em 1772 foi construída a capela próximo as margens do rio Pirai, formando o povoado de Sant'Ana do Pirai, hoje Pirai (PMP, 2001).

A ocupação do Vale do Paraíba reflete o processo de interiorização da economia cafeeira e a redefinição da cidade do Rio de Janeiro como espaço da Corte de Portugal. Pirai ocupou lugar de destaque neste processo, por estar no meio do caminho e por apresentar solos e clima favoráveis, como a região de São Marcos, motivo pelo qual ela obteve, em 1874, foro de cidade (PMP, 2001).

Os solos foram ocupados no período colonial de forma irregular, misturando cultivos de banana, café e cana-de-açúcar, até sua perda de fertilidade e transformação em pastagens para pecuária de leite e depois de corte, à medida que os estágios de degradação evoluíram devido ao mau uso e queimadas. A falta de critérios conservacionista levou à perda de potencial produtivo dos solos, que atualmente possuem capacidade de suporte para vegetação rala e frágil (MIRANDA *et al.*, 2011).

Após a abolição da escravatura, a economia cafeeira sofreu forte decadência em todo o estado, criando aglomerações urbanas e aumento de demandas por recursos naturais de outras regiões. Em 19 de abril de 1907, a empresa canadense Light and Power obteve concessão para desviar o Rio Pirai para o Ribeirão das Lajes, comprometendo-se a garantir vazão mínima de três mil litros por segundo a jusante da barragem (PMP, 2001), passando o município a ter papel estratégico para o Estado Rio de Janeiro, visto que a represa de Ribeirão das Lajes gera parte da energia e contribui com o abastecimento alternativo da região metropolitana.

O rio Cacaria é tributário do Ribeirão das Lajes, que funciona como transposição da bacia do Paraíba do Sul, via rio Pirai. A composição destas bacias conforma o rio Guandu, responsável pelo abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e tributário da Baía de Sepetiba.

**CAPÍTULO I – PREFERÊNCIAS ECOLÓGICAS DA *GUAREA*
GUIDONIA NA COLONIZAÇÃO DE ECOSISTEMAS PERTURBADOS**

RESUMO

A *Guarea guidonia* é uma espécie naturalmente encontrada em diversas regiões do Brasil, se destacando por colonizar ambientes perturbados. O conhecimento de sua estratégia de colonização pode promover uma melhor utilização da espécie na restauração florestal. O estudo objetiva caracterizar os principais parâmetros físicos determinantes na distribuição espacial da espécie *Guarea guidonia* na base da Serra do Mar – RJ. A área de estudos é uma microbacia de 9,6 hectares localizada na bacia hidrográfica do rio Cacaria, distrito de Vila Monumento, município de Piraí, sul do Estado do Rio de Janeiro. A microbacia é dividida em áreas com histórico de uso diferente: área conservada (32 anos sem pecuária) e área perturbada (2 anos sem pecuária). Os indivíduos de *G. guidonia* (CAP > 90 cm) foram demarcados e classificados segundo os seguintes fatores ambientais: face de exposição, elevação, declividade, superfície de curvatura, zonas hidrogenéticas e afloramentos rochosos. Foram levantados 38 indivíduos, sendo 9 na área conservada e 29 na área perturbada. Os fatores que apresentaram maior influência na distribuição da *G. guidonia* na microbacia foram *Elevação* (100 – 120 m A.N.M.), *Declividade* (ondulada), *Superfície de curvatura* (côncava) e maior concentração da espécie em áreas com exposição para o norte. Essas informações podem favorecer a utilização da *G. guidonia* em áreas com esses fatores ambientais, promovendo a sua melhor utilização e desempenho na restauração florestal.

Palavras-chaves: Distribuição Espacial, Restauração, Serra do Mar.

ABSTRACT

The *Guarea guidonia* is a species naturally found in various regions of Brazil, highlighted by colonizing disturbed environments. Knowledge of its strategy of colonization may promote better utilization of the species in forest restoration. The study analyzes the main physical parameters determinants in the spatial distribution of the species *Guarea guidonia* at the base of the Serra do Mar - RJ. The study area is a watershed of 9.6 hectares located in the watershed of the Cacara river, district of Vila Monument, Piraí, the southern state of Rio de Janeiro. The watershed is divided into different areas with a history of use: conservation area (32 years without livestock) and disturbed area (two years without livestock). Individuals of *G. guidonia* (CAP > 90 cm) were demarcated and classified according to the following environmental factors: face exposure, elevation, slope, surface curvature, hidrological areas and rocky outcrops. Were raised 38 individuals, 9 in the conserved area and 29 in the disturbed area. The factors that showed the greatest influence on the distribution of *G. guidonia* in the watershed were elevation (100-120 m ANM), Slope (wavy), surface curvature (concave) and higher concentration of the species in areas with exposure to the north. This information can benefit the use of *G. guidonia* in areas with these environmental factors by promoting their use and better performance in forest restoration.

Keywords: Spatial Distribution, Restoration, Serra do Mar.

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica foi a principal fonte de recursos dos colonizadores europeus por mais de quatrocentos anos, onde a retirada da madeira da floresta ajudou a viabilizar a infraestrutura básica para implantação das culturas agrícolas, mineração e pecuária, gerando esgotamento dos solos e perda dos serviços ecossistêmicos (PINTO SOBRINHO *et al.*, 2010; MATEUS *et al.*, 2013). A dinâmica da destruição promovida pela pecuária foi mais acentuada durante as últimas três décadas do século XX, promovendo severas alterações dos ecossistemas que compõem esse bioma, especialmente pela alta fragmentação do habitat e perda de biodiversidade (PINTO *et al.*, 2006).

Áreas perturbadas são ambientes que sofreram distúrbio, mas mantiveram meios de regeneração biótica em função de níveis mínimos de resiliência, capazes de garantir sua autorregeneração a médio/longo prazo, onde as fontes de perturbação foram eliminadas (SER, 2004; CARPANEZZI, 2005; BAYLÃO JUNIOR *et al.*, 2011). Os ecossistemas perturbados constituem grande parte da paisagem ao longo de todas as formações vegetais da Mata Atlântica. Os esforços de recuperação visam mitigar os impactos da degradação ambiental e garantir a conservação dos serviços ambientais para sociedade.

A restauração de áreas de pastagens abandonadas entre mosaicos de pequenos fragmentos florestais com solos exauridos requerem estratégias que demandam conhecimentos auto-ecológico das espécies de regeneração espontânea da região, envolvendo informações como a sua capacidade de suportar adversidades locais, predação de insetos, estresses hídrico e térmico, fogo e pastoreio extensivo (VALCARCEL & SILVA, 1997; MIRANDA *et al.*, 2011; MATEUS *et al.*, 2013). Espécies colonizadoras de pastagens abertas devem ser capazes de tolerar condições ambientais diferentes daquelas comumente encontradas em florestas, onde a oscilação térmica diária, umidade do solo, altas taxas de transpiração, e concorrência de gramíneas têm pesos distintos (SANKARAN *et al.*, 2004; DUARTE *et al.*, 2006).

O conhecimento das estratégias de estabelecimento das espécies vegetais pioneiras pode viabilizar projetos sustentáveis de restauração florestal (MIRANDA *et al.*, 2011). A distribuição espacial de uma espécie dentro de uma bacia hidrográfica pode revelar combinações de fatores bióticos e abióticos determinantes das suas preferências ambientais permitindo agregar informações úteis na restauração (ANJOS *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2008).

A espécie arbórea *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae) foi selecionada para esse estudo devido o seu potencial de colonização de áreas de pastagens abandonadas (BAYLÃO JUNIOR *et al.*, 2011). *G. guidonia* é naturalmente encontrada em diversos países da América Central e América do Sul (OLIVEIRA *et al.*, 2013). No Brasil a sua distribuição ocorre desde a região norte até o estado do Paraná na região sul, abrangendo os biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (STEFANO *et al.*, 2011). É considerada uma espécie rústica e comumente encontrada na região de estudo, tanto em áreas abertas de pastagem quanto em fragmentos florestais (BAYLÃO JUNIOR *et al.*, 2011).

O presente estudo objetiva caracterizar os principais parâmetros físicos determinantes na distribuição espacial da espécie *Guarea guidonia* na base da Serra do Mar, no município de Piraí – RJ.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Microbacia de 9,6 hectares situada na bacia hidrográfica do rio Cacaria, distrito de Vila Monumento, município de Pirai, cujos solos são predominantemente rasos, apresentando afloramentos rochosos nas áreas declivosas e alta suscetibilidade a erosão e movimentos de massa; declividade acentuada (superior à 45°); temperatura média de 22°C; precipitação média anual de 1.466 mm; vegetação com pastagens sem manejo e remanescentes de Floresta Atlântica (coordenadas UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500) (Figura 01). A região se encontra na base da Serra das Araras, denominação local da Serra do Mar.

A microbacia possui áreas com diferentes históricos de uso: O setor “A” encontra-se sem pecuária e queimadas há 32 anos. O setor “B” tem uso com pecuária extensiva e o último registro de queimada foi em agosto de 2004.

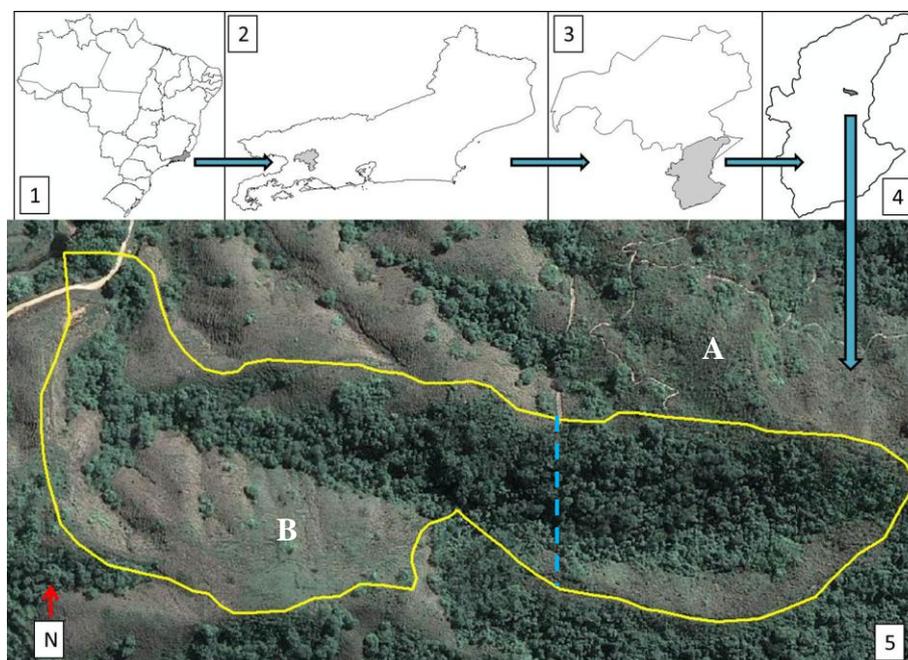


Figura I. 1: Área de estudos na base da encosta da Serra do Mar (UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500), no detalhe: Brasil (1); Estado do Rio de Janeiro (2); Município de Pirai (3); bacia hidrográfica do rio Cacaria (4); microbacia, setores A e B (5). Imagem de satélite GeoEye (2009).

As pastagens abandonadas não tiveram ações de reflorestamentos e originaram remanescentes florestais seguindo dinâmica onde as espécies arbóreas pioneiras se estabeleceram, colonizaram e se desenvolveram, formando núcleos de vegetação que se conectaram entre si dando origem aos fragmentos florestais. Esses fragmentos se encontram em estágio inicial de sucessão secundária de Florestas Estacionais Semidecíduais (IBGE, 2012). Na região predominam ecossistemas perturbados, com baixa oferta de atributos ambientais, com solos rasos, caracterizados por estarem nas vertentes voltadas para o norte onde há maior exposição à radiação solar, além de menor interceptação de chuvas e umidade (DANTAS, 2001).

2.2 Metodologia

2.2.1 Seleção de indivíduos

Foram amostrados e georreferenciados (GPS modelo *Garmim 76csx*) todos os indivíduos de *Guarea guidonia* com CAP (circunferência na altura do peito) maior que 90 cm, utilizando fita métrica e trena (FINGER, 1992), e com a primeira ramificação do fuste ocorrendo até 2,00 m de altura. Esses critérios priorizam os indivíduos que propiciaram o início do processo de formação do atual remanescente florestal.

A qualidade do fuste foi determinada de acordo com Vaccaro *et al.* (2003), onde: (1) fuste reto e sem danos; (2) fuste levemente tortuoso e com baixa intensidade de danos; (3) fuste tortuoso e com alta intensidade de danos.

A cobertura de copa é a projeção perpendicular da parte aérea dos indivíduos da população ou comunidade sobre o solo (MELO *et al.*, 2007). Ela interfere na quantidade, qualidade e distribuição temporal e espacial da luz, determinando níveis diferenciados de umidade do ar, temperatura e condições de umidade do solo, assim como intercepta chuvas e reduz o impacto direto da precipitação sobre o solo (JENNINGS *et al.*, 1999; MELO *et al.*, 2007). Ela foi medida a partir dos diâmetros médios das copas dos indivíduos de *G. guidonia* utilizando trena no sentido norte-sul e leste-oeste, com o objetivo de se padronizar a medição.

2.2.2 Fatores ecológicos

Os indivíduos de *G. guidonia* amostrados e georreferenciados foram localizados sobre base digital obtida pelo software *ArcMap 10*, utilizando o modelo digital de elevação do terreno (MDE) gerado a partir das bases 1:50.000 do IBGE e usos oriundos da restituição da imagem GeoEye (2009).

Utilizando a ferramenta “*surface*” do *ArcMap 10*, foram gerados mapas de exposição, declividade, elevação e forma das vertentes, que permitiram relacionar a localização dos indivíduos de *Guarea guidonia* sob esses fatores abióticos.

2.2.2.1 Exposição

Segundo Schmidt *et al.* (2003), a exposição ou orientação de vertentes é uma medida do ângulo horizontal da direção esperada do escoamento superficial, geralmente expressa em relação ao Norte geográfico, variando entre 0° e 360° crescendo no sentido horário.

A exposição foi representada pelos pontos cardeais e através do conhecimento dos mesmos pode-se avaliar a influência da orientação das encostas em relação à ação do sol e dos ventos.

A determinação da exposição das vertentes foi realizada no trecho de 10m no entorno próximo a árvore amostrada, sendo 5m a jusante até 5m a montante, e foi feita com a utilização de bússola de acordo com os pontos cardeais, divididas em: Norte (337,5° a 22,5°), Nordeste (22,5° a 67,5°), Leste (67,5° a 112,5°), Sudeste (112,5° a 157,5°), Sul (157,5° a 202,5°), Sudoeste (202,5° a 247,5°), Oeste (247,5° a 292,5°) e Noroeste (292,5° a 337,5°).

A bacia hidrográfica do rio Cacaria está localizada entre os paralelos 22° e 23° sul, onde a face norte é a mais exposta à insolação, portanto mais quente e seca, enquanto que a face sul é a menos exposta e com temperatura amena. A face leste recebe insolação pela manhã, período em que há mais umidade no ar, sendo, logo após a face sul, também mais fresca e úmida. A face oeste recebe sol pela tarde, estando sujeita à mesma insolação que a face leste; no entanto neste período do dia a umidade do ar já diminuiu o que faz com que seja mais quente e menos úmida que a face leste.

2.2.2.2 Elevação

A altitude do terreno está relacionada à distribuição do solo e do clima, condicionando diferentes padrões vegetacionais na paisagem (BISPO *et al.*, 2009). A altitude tem sido considerada um elemento complexo de variação atuando em conjunto com a topografia e muitos fatores ambientais (MONTEIRO & FISCH, 2005).

A elevação de cada indivíduo amostrado foi obtida com a utilização de altímetro de precisão e classificada em intervalos de classe (Tabela I.1).

Tabela I. 1: Classificação de elevação.

CLASSES DE ELEVAÇÃO	ELEVAÇÃO (m)
1	100 – 120
2	121 – 140
3	141 – 160
4	161 – 180
5	181 – 200
6	201 – 220
7	221 – 240

2.2.2.3 Declividade

A declividade foi obtida em % de inclinação com auxílio de clinômetro, sendo levantada em um trecho de 10m no entorno próximo a árvore, sendo 5 m a jusante até 5 m a montante. O agrupamento foi feito segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1997) (Tabela I.2).

Tabela I. 2: Classificação de declividade

CLASSES DE DECLIVIDADE (EMBRAPA)	%
Plano	0-3
suavemente ondulado	3-8
Ondulado	8-20
fortemente ondulado	20-45
Montanhoso	45-75
fortemente montanhoso	>75

2.2.2.4 Superfícies de curvatura

A superfície de curvatura foi representada em três temas (CALDAS, 2006): o plano de curvatura, o perfil de curvatura e a curvatura. O plano de curvatura é uma seção do relevo paralela ao sentido das curvas de nível. O perfil de curvatura é definido com base em uma seção transversal às curvas de nível. A curvatura é uma síntese dos outros dois. As superfícies de curvatura definem a concavidade ou convexidade do relevo (CARVALHO Jr., 2005).

São calculadas como uma derivação do modelo digital de elevação. As três formas de superfície de curvatura foram geradas no ArcInfo 9.0 com o módulo *curvature* do *gridtools* (*statistic >> surface analysis*). A curvatura é calculada por célula, comparando-se o valor de elevação de cada uma com o das células contíguas. Os valores entre -0,5 a 0,5 para as superfícies de curvatura indicam tendência de serem planas, enquanto valores razoáveis entre -4 e 4 indicam superfícies movimentadas, respectivamente côncavas e convexas (ESRI, 1996).

2.2.2.5 Zonas hidrogenéticas

As zonas hidrogenéticas são regiões onde as chuvas são convertidas em diferentes fluxos na microbacia hidrográfica. São zonas onde os fluxos de água se formam e apresentam comportamento diferenciado dentro de cada microbacia, principalmente em função das suas características naturais, que dependem da conjugação de vários fatores geológicos, geomorfológicos e da ação dos componentes bióticos dos ecossistemas (VALCARCEL *et al.*, 2004). Segundo Cortines (2008), a **zona de captação** funciona como receptora e distribuidora de água para o sistema solo, onde há perdas e ganhos pelas variáveis dos balanços hídricos. A **zona de transmissão** é formada pela parte intermediária das encostas com declividades acentuadas, sendo áreas mais susceptíveis a processos erosivos. As **zonas de afloramento** são as áreas de baixada, menos declivosas onde o lençol aflora, sendo áreas importante de serem manejadas para fim de manter as condições de troca de água da calha para a várzea e vice-versa, garantindo a regulação hídrica da calha e perenidade dos rios.

Para definição da zona de captação, as linhas de cumeada da microbacia experimental foram medidas e a distância total dividida em 20 intervalos onde o comprimento do topo de morro foi delimitado. O valor médio da soma dos intervalos foi considerado como a distância limite da zona de captação.

Para zona de afloramento, o talvegue da microbacia foi medido e sua distância total dividida em 10 intervalos onde o comprimento da várzea foi delimitado. O valor médio da soma dos intervalos foi considerado como a distância limite da zona de afloramento.

A área de encosta entre a zona de captação e zona de afloramento foi considerada zona de transmissão. Todas essas 3 zonas foram representadas graficamente utilizando a ferramenta *buffer* do software *ArcMap 10*.

Foi observado o posicionamento dos indivíduos de *Guarea guidonia* em relação às zonas hidrogenéticas da microbacia experimental.

2.2.2.6 Afloramentos rochosos

Afloramento rochoso é a exposição natural em superfície, de rocha ou mineral, acessíveis à observação humana (IBGE, 2004). A presença ou ausência de afloramentos rochosos e ou de matações sobre a superfície do solo foi analisada em um raio de 5m da base de cada indivíduo amostrado.

2.2.3 Análise Estatística

As preferências ecológicas da *G. guidonia* foram obtidas através da análise de frequência de ocorrência da espécie nos diferentes setores da microbacia experimental. As diferenças entre essas frequências foram analisadas através do teste do Qui-Quadrado (ZAR, 1999). Para identificar os fatores ambientais que melhor explicam a distribuição da espécie na microbacia experimental foi realizada a análise de componentes principais – PCA (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998) utilizando o pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2013) do software R (R CORE TEAM, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram levantados 38 indivíduos de *Guarea guidonia* (CAP > 90 cm) na microbacia (Figura I.02). Sendo 9 na área conservada e 29 na área perturbada. Esses indivíduos apresentaram altura média de 9,00 m, variando de 5 m a 14 m, e área basal 0,1745 m², variando de 0,0645 m² a 0,5380 m² (Tabela I.3).

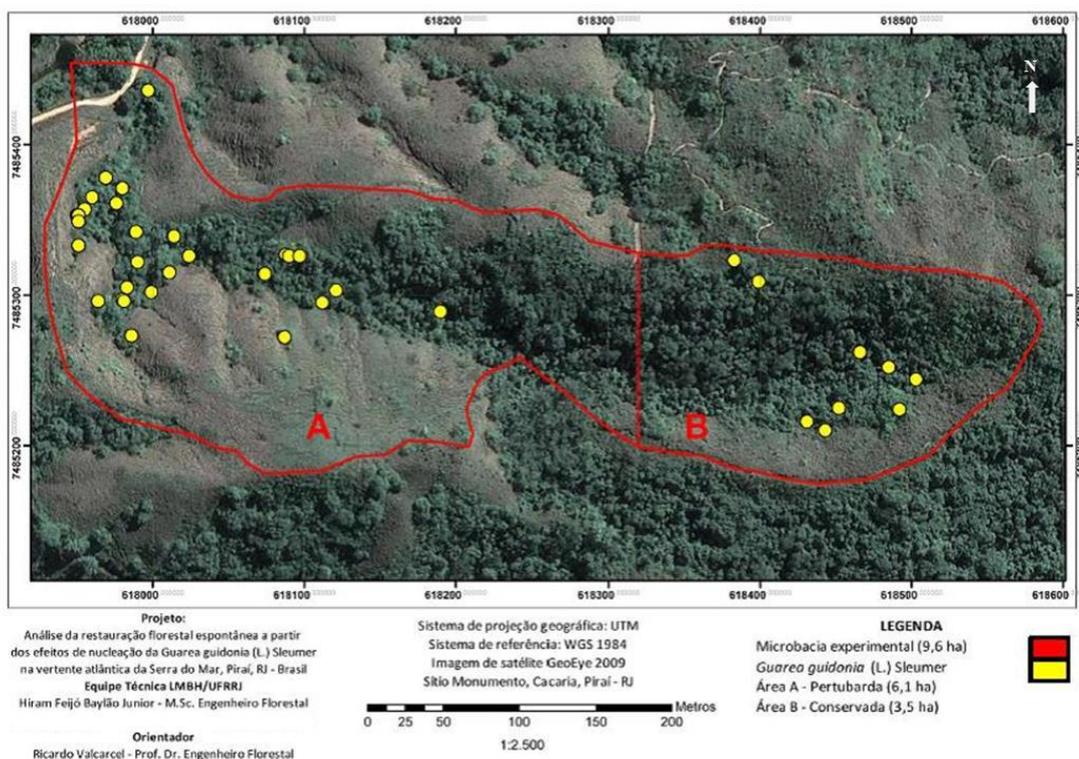


Figura I. 2: Distribuição dos indivíduos de *Guarea guidonia* na microbacia experimental.

Em relação ao diâmetro de copa, no sentido norte – sul o diâmetro variou de 05 m a 15 m e no sentido leste – oeste variou de 04 m a 17 m. Quanto à qualidade do fuste dos indivíduos de *Guarea guidonia*, 8% dos indivíduos apresentaram fuste reto e sem danos (qualidade 1), 21% dos indivíduos apresentaram fuste levemente tortuoso e com baixa intensidade de danos (qualidade 2), e 71% dos indivíduos apresentaram fuste tortuoso e com alta intensidade de danos (qualidade 3) (Tabela I.3).

Em relação ao posicionamento dos indivíduos quanto às zonas hidrogenéticas 55,26% foram localizados na zona de afloramento, sendo 2 indivíduos na área conservada e 19 indivíduos na área perturbada; 39,47% na zona de transmissão, sendo 5 indivíduos na área conservada e 10 indivíduos na área perturbada; e apenas 5,26% na zona de captação, sendo esses localizados na área conservada (Figura I.03A).

Tabela I. 3: Dados dendrométricos dos indivíduos de *G. guidonia* levantados na microbacia experimental.

<i>G. guidonia</i>	Altura	G	Copa N/S	Copa L/O	Fuste
1	8,5	0,2984	11,80	13,90	3
2	8	0,0764	5,50	8,20	3
3	14	0,0877	8,90	11,50	1
4	10	0,0981	11,70	11,60	1
5	8	0,1917	11,60	10,40	3
6	12	0,5380	10,50	11,00	3
7	7	0,1820	11,50	14,00	3
8	8	0,1354	11,50	11,80	3
9	10	0,0998	9,50	8,00	2
10	12	0,1193	11,70	11,20	3
11	12	0,0733	10,80	12,00	3
12	10	0,2088	12,00	10,00	3
13	7	0,3026	10,50	9,50	3
14	10	0,1208	9,50	8,70	2
15	8	0,1101	12,00	10,00	2
16	6	0,0645	7,50	9,50	3
17	10	0,1275	9,00	8,00	2
18	8	0,1455	15,00	11,90	2
19	7	0,0659	15,00	7,00	3
20	8	0,0911	10,00	13,00	3
21	12	0,2923	13,00	17,00	3
22	10	0,3362	14,00	16,00	3
23	11	0,1838	12,00	15,00	2
24	12	0,6464	10,00	11,00	3
25	9	0,0733	5,00	7,00	3
26	12	0,3476	12,00	17,00	3
27	7	0,0894	6,00	6,50	1
28	5,5	0,0718	6,50	4,00	2
29	5	0,0659	5,00	7,00	3
30	6	0,0674	6,00	7,50	3
31	5,5	0,0928	5,00	8,00	3
32	9	0,0911	10,00	12,00	3
33	7	0,0945	10,00	10,00	3
34	7	0,0828	10,00	14,00	2
35	8	0,1263	8,00	7,00	3
36	14	0,1494	13,00	16,00	3
37	12	0,1987	7,00	13,00	3
38	9	0,4842	8,00	14,00	3

Quanto ao posicionamento dos indivíduos levantados em relação à elevação do terreno a maioria (42,11%) se concentrou na parte mais baixa da microbacia (100 m – 120 m) (Figura I.03B). Em relação à exposição do relevo, 47,37% indivíduos foram localizados na vertente com exposição para o Norte, 28,95% na vertente com exposição para o Sul e 23,68% na vertente com exposição para o Leste (Figura I.03C).

Em relação ao posicionamento da *G. guidonia* quanto à declividade, 76,32 % dos indivíduos se encontram em área *Ondulada* (8 – 20 %), 21,05 % em área *Fortemente ondulada* (20 – 45 %) e 2,63 % em área *Plana* (0 – 3 %) (Figura I.03D). Quanto à superfície de curvatura, 63,16 % dos indivíduos foram localizados nas feições côncavas e 36,84 % em feições convexas da microbacia experimental (Figura I.03E).

Quanto ao desenvolvimento da *G. guidonia* em relação à presença de afloramentos rochosos em seu entorno 47,37 % dos indivíduos localizados ocorrem nessa condição (Figura I.03F). As plantas que se estabelecem sobre os afloramentos crescem diretamente sobre a rocha exposta ou em ilhas de vegetação, apresentando tamanhos variados, gerando um mosaico de acordo com a declividade da rocha e a profundidade do substrato (MEIRELES *et al.* 1999; OLIVEIRA & GODOY, 2007).

Quando associamos os resultados encontrados aos valores médios da área basal observamos que os indivíduos com fuste de qualidade 1 tiveram o menor valor médio de área basal (0,0917 m²), seguido dos indivíduos com qualidade 2 (0,1178 m²) e a maior média de área basal para os indivíduos com qualidade 3 (0,2005 m²). Se considerarmos os indivíduos com maior área basal como sendo os mais antigos na comunidade, admitindo que eles ao se estabelecerem e se desenvolverem tinha condições de luminosidade diferentes das promovidas pelo atual dossel, podemos assim justificar a tortuosidade dos fustes e alta intensidade de danos. Em função da incidência direta de luz solar na fase inicial de crescimento, os indivíduos levantados desenvolveram ramificações e tortuosidade de fustes, o que proporcionou uma maior amplitude de copa criando ambiente diferenciado ao entorno. A densidade e complexidade da arquitetura de plantas podem influenciar a sua capacidade para modificar o ambiente físico ou biótico e, assim, alterar a sua capacidade para facilitar outras espécies (STACHOWICZ, 2001).

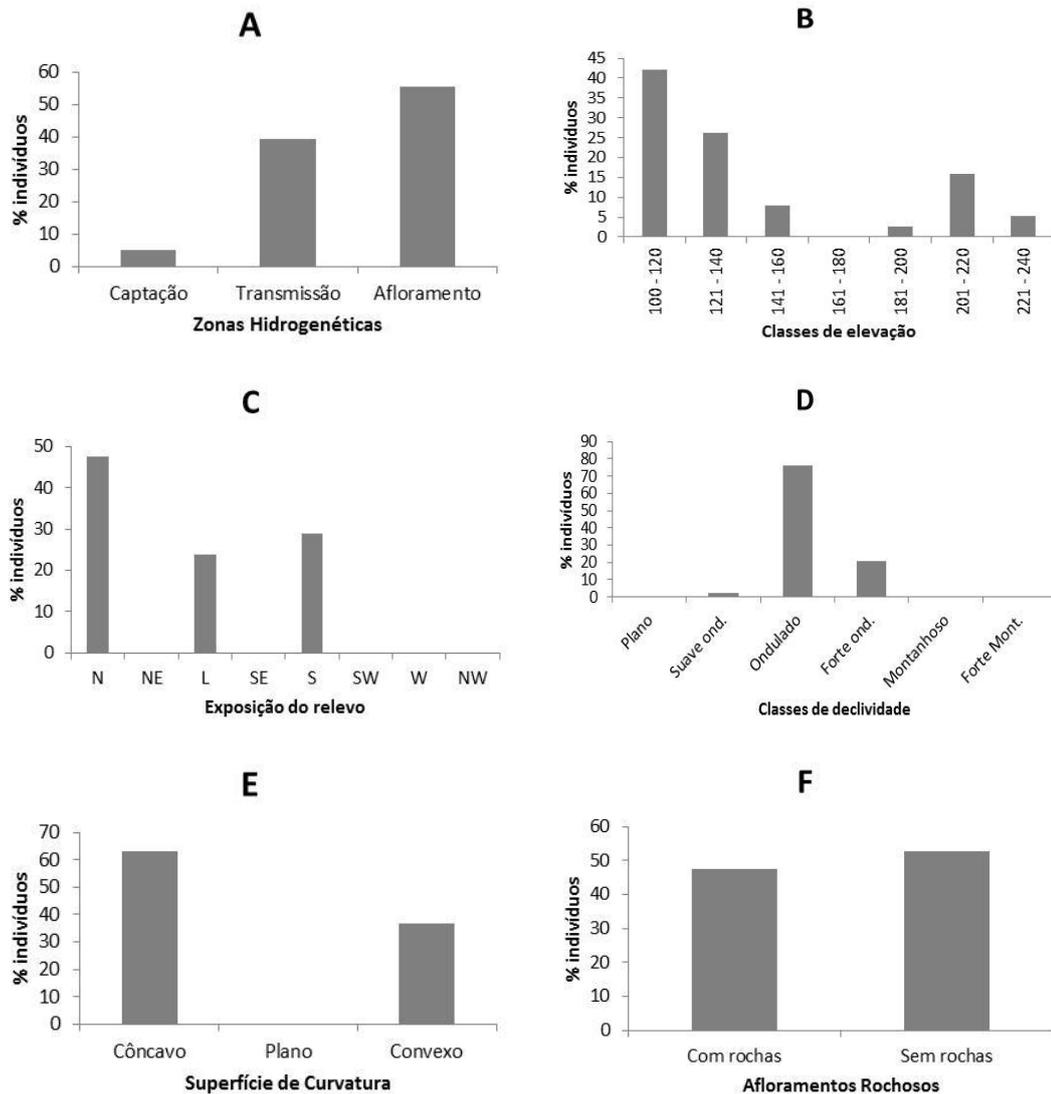


Figura I. 3: Posicionamento da *G. guidonia* em relação às zonas hidrogenéticas (A), elevação do terreno (B), exposição do relevo (C), declividade (D), superfície de curvatura (E) e presença de afloramentos rochosos (F) na microbacia.

Nas áreas declivosas as copas por muitas vezes se aproximaram ou até mesmo tocaram o solo no trecho da encosta a montante dos fustes dos indivíduos de *G. guidonia*, criando nesses locais ambientes diferenciados (menor incidência de radiação solar, maior acúmulo de umidade no solo) que tendem a favorecer a formação de pontos de colonização ao entorno da copa (Figura I.03). Variações no estabelecimento da regeneração natural podem ser causadas por níveis variados de sombreamento sob a copa de plantas enfermeiras (SÁNCHEZ-VELÁSQUEZ *et al.*, 2004). Muitos arbustos podem limitar a disponibilidade de água em seu sub-bosque por interceptar a água da chuva durante pequenas precipitações (TIELBÖRGER & KADMON, 2000). No entanto, durante a chuvas fortes, alguns arbustos podem aumentar a disponibilidade de água, direcionando a água interceptada pelo dossel para o interior através de escoamento pelo tronco (PADILLA & PUIGNARE, 2006). Já os danos observados foram podridões, ataques de cupins e sinais de fogo (Figura I.04).



Figura I. 4: Parte da copa da *Guarea guidonia* tocando o solo em local de declividade acentuada criando nesses pontos ambientes mais favoráveis à colonização por outras espécies.

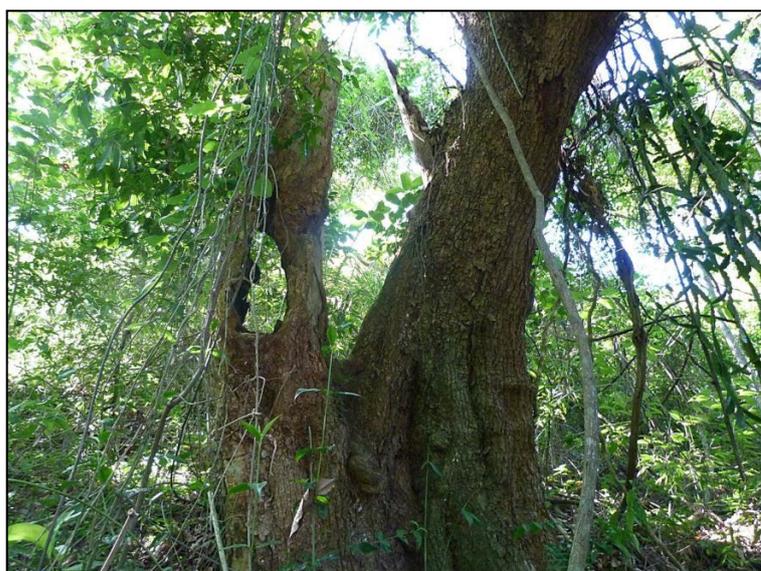


Figura I. 5: *Guarea guidonia* com fuste tortuoso e com alta intensidade de danos.

A associação entre os resultados obtidos revelam que a maior concentração de *G. guidonia* ocorreu nas áreas côncavas da parte mais baixa da microbacia (100 – 120 m), na zona de afloramento. Por estar próximo ao exutório da microbacia, esse trecho recebe toda água à montante conferindo maior disponibilidade hídrica ao local. A maior ocorrência de indivíduos nas áreas côncavas pode ser justificada por esses locais possuírem maior oferta de atributos ambientais como acúmulo de umidade, sedimentos, matéria orgânica e nutrientes, conferindo maior grau de resiliência ao local (MIRANDA *et al.*, 2011). Solórzano *et al.* (2005) em estudo em um remanescente de Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro observaram que a *G. guidonia* apresentou maior densidade e dominância nas áreas de fundo de vale associando esse fato ao acúmulo de umidade nesses locais.

Em relação à exposição do relevo, dos indivíduos presentes na vertente Sul, apenas 3 foram levantados na área conservada. Ao longo do processo de colonização espontânea essa vertente recebeu maior oferta de atributos ambientais (menor incidência de radiação solar e maior ação de massas de ar úmido) conferindo maior resiliência à essas áreas. No Hemisfério

Sul a trajetória leste-oeste do Sol sofre declinação para o norte, fazendo com que os raios solares interceptem as superfícies voltadas para o norte e tangenciem as voltadas para o sul (PEREIRA *et al.*, 2002; FERREIRA *et al.*, 2005; MIRANDA *et al.*, 2011). As encostas voltadas para o Norte recebem os primeiros e os últimos raios de sol do dia proporcionando à essas vertentes maior evapotranspiração e menor umidade, enquanto as encostas voltadas para o Sul apresentam uma maior duração da umidade promovida pelo orvalho durante um período mais longo, em função de uma maior duração do período de sombreamento (OLIVEIRA *et al.*, 1995).

A interceptação de umidade pelas encostas é um atributo diretamente relacionado à face de exposição (MIRANDA *et al.*, 2011). No Estado do Rio de Janeiro, as encostas voltadas para a vertente sudoeste, ou seja, perpendicular à entrada de ventos úmidos, interceptam mais umidade proporcionando variações no ambiente, deixando as encostas a barlavento, no caso a sudoeste, mais úmidas e propícias à presença de fragmentos florestais (MARQUES *et al.*, 2004; BARBOZA 2007; CORTINES 2012). Segundo Oliveira *et al.* (1995), a porção da serra do Mar presente no Estado do Rio de Janeiro é constituída por encostas voltadas para o sul, beneficiando a recomposição florestal em função da maior disponibilidade de água no sistema e do menor grau de insolação.

Em relação à análise da influência dos fatores ecológicos na distribuição espacial *G. guidonia* na microbacia, diferenças significativas foram observadas entre as classes de declividade ($\chi^2 = 105,61$; $\alpha = 5\%$; gl = 5), exposição ($\chi^2 = 72,74$; $\alpha = 5\%$; gl = 7), superfície de curvatura ($\chi^2 = 22,94$; $\alpha = 5\%$; gl = 2), zonas hidrogenéticas ($\chi^2 = 14,89$; $\alpha = 5\%$; gl = 2) e elevação ($\chi^2 = 36,78$; $\alpha = 5\%$; gl = 6). Apenas o fator afloramento rochoso não apresentou diferença significativa ($\chi^2 = 0,11$; $\alpha = 5\%$; gl = 1).

A análise dos componentes principais indicou que a maior parte da variação do componente 1 (primeiro eixo) foi explicada pela elevação, seguindo pela superfície de curvatura e declividade (Figura I.06).

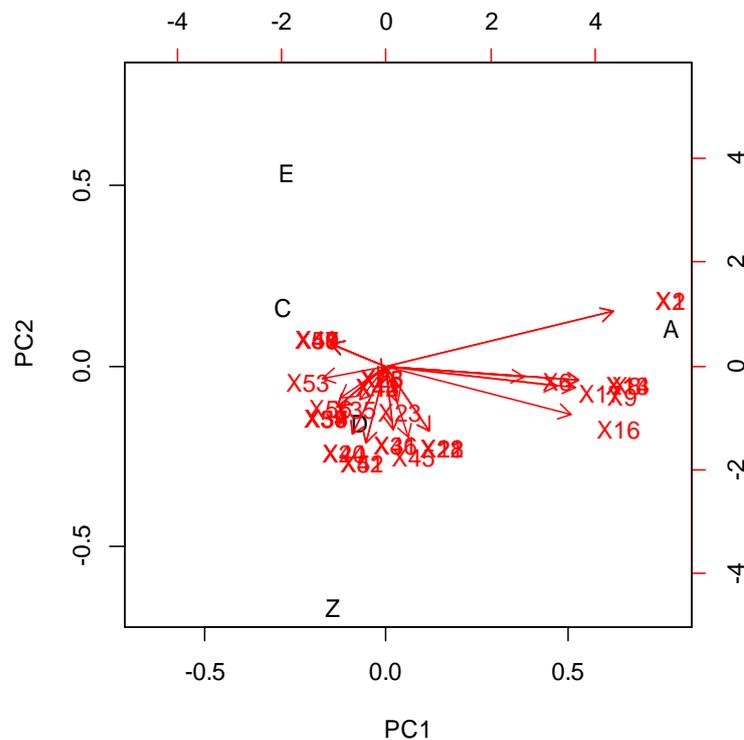


Figura I. 6: Diagrama de ordenação obtido pela análise dos componentes principais (PCA) dos 38 indivíduos de *Guarea guidonia* levantados na microbacia experimental em relação à declividade do terreno (D), superfície de curvatura (C), elevação (A), exposição (E) e zo zonas hidrogenéticas (Z) – Cacaria, Pirai – RJ.

4. CONCLUSÕES

Os fatores que apresentaram maior influência na distribuição da *G. guidonia* na microbacia foram *Elevação* (100 – 120 m A.N.M.), *Declividade* (ondulada) e *Superfície de curvatura* (côncava). Porém, a maior concentração da espécie em áreas com a exposição do relevo para o norte demonstra a capacidade da *G. guidonia* em se adaptar às áreas em condições ambientais desfavoráveis e evidencia uma maior resistência dessa espécie na colonização de áreas perturbadas e com baixa oferta de atributos ambientais.

**CAPÍTULO II – ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO SOB INFLUÊNCIA DA
*GUAREA GUIDONIA***

RESUMO

A caracterização da composição florística e estrutural sob a copa da *Guarea guidonia* em fragmento florestal originado a partir de pastagens abandonadas permite resgatar os processos sucessionais envolvidos na restauração espontânea de uma área. Foi utilizada microbacia de 9,6 hectares dividida em áreas com histórico de uso diferente: área conservada (32 anos sem pecuária) e área perturbada (2 anos sem pecuária). As *G. guidonia* (CAP > 90 cm) foram consideradas unidades amostrais e agrupadas em três tratamentos T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada. Foram levantados e caracterizados os estratos arbóreos e de regeneração natural. As espécies foram classificadas em relação aos seus grupos ecológicos e tipo de dispersão. O potencial de facilitação de cada tratamento foi medido por meio dos seguintes atributos da regeneração natural: riqueza, abundância e altura. No estrato arbóreo foram levantados em 0,18 ha da microbacia 83 indivíduos, sendo para T1, 41 indivíduos pertencentes a 13 espécies e agrupados em 12 famílias; T2, com 12 indivíduos pertencentes a 5 espécies e agrupados em 5 famílias; e T3, com 30 indivíduos pertencentes a 14 espécies e agrupados em 11 famílias. Na regeneração natural foram levantados em 288 parcelas de 1 m² na microbacia, 981 indivíduos, sendo para T1 348 indivíduos pertencentes a 34 espécies e agrupados em 22 famílias; T2 com 298 indivíduos pertencentes a 36 espécies e agrupados em 24 famílias; e T3 com 335 indivíduos pertencentes a 38 espécies e agrupados em 25 famílias. Das espécies levantadas, 61% são de hábito arbóreo e 31% são arbustos. A maior oferta de atributos ambientais conferem a T3 maior resiliência, favorecendo a restauração florestal espontânea. Ao longo do seu desenvolvimento a *G. guidonia* contribuiu para modificação do micro-habitat de seu entorno, atuando como agente facilitador da restauração florestal.

Palavras-chaves: Ecossistemas Perturbados, Resiliência, Restauração.

ABSTRACT

The characterization of the structure and floristic composition under the *Guarea guidonia* canopy in the forest fragment originated from pastures forsaken allows rescue the successional processes involved in spontaneous restoration of an area. The study area is a watershed of 9.6 hectares located in the watershed of the river Cacaria, district of Vila Monument, Pirai, the southern state of Rio de Janeiro. The watershed is divided into different areas with a history of use: conservation area (32 years without livestock) and disturbed area (two years without livestock). The *G. guidonia* (CAP > 90 cm) were considered sampling units and grouped in three treatments T1 - North slope in conserved area; T2 - North slope in disturbed area; T3 - southern slope in the disturbed area. The species were classified in relations to its ecological groups and the type of dispersion. The potential facilitation of each treatment was measured through the following natural regeneration attributes: richness, abundance and height. In the tree layer were raised in 0.18 ha of watershed 83 individuals, for T1 with 41 individuals belonging to 13 species and grouped into 12 families; T2 with 12 individuals belonging to 5 species and grouped into five families; and T3 with 30 individuals belonging to 14 species and grouped into 11 families. Natural regeneration were raised in 288 plots whit 1 m² in the watershed, 981 individuals, T1 with 348 individuals belonging to 34 species grouped into 22 families; T2 with 298 individuals belonging to 36 species and grouped into 24 families; and T3 with 335 individuals belonging to 38 species and grouped into 25 families. Of the surveyed species, 61% are arboreal habit and 31% are shrubs. A greater supply of environmental attributes confer greater resilience to T3, favoring spontaneous forest restoration. Along its development *G. guidonia* contributed to modification of the micro-habitat of its surroundings, acting as facilitating agent of forest restoration.

Keywords: Disturbed Ecosystems, Resilience, Restoration

1. INTRODUÇÃO

Sucessão ecológica é um processo que envolve mudanças progressivas na composição e estrutura de comunidades, iniciando-se em áreas que sofreram distúrbios, mas que ainda oferecem condições para que ocorra a colonização por novos indivíduos com mais seletividade de atributos ambientais (plantas e animais), prosseguindo até estágios mais desenvolvidos, onde as mudanças que geram ofertas de meios são lentas e as comunidades se estabilizam, considerado clímax (HORN, 1974). O termo sucessão ecológica é usado para descrever processos de alteração na vegetação sobre várias escalas, como temporal, espacial ou vegetacional (FARREL, 1991; MIRANDA, 2009).

Nas florestas neotropicais a sucessão da vegetação ocorre de forma gradativa sendo que as espécies são, em geral, agrupadas em quatro estágios sucessionais: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáxica (BUDOWSKI, 1965). Esses estágios correspondem a uma seqüência temporal, em que há o predomínio de determinadas espécies, se destacando o crescimento, a reprodução, a longevidade, a necessidade de luz, a quantidade de biomassa, a tolerância ao sombreamento, entre outras (TONHASCA, 2005). O processo de sucessão pode durar séculos, porém esse tempo está relacionado à intensidade da perturbação sofrida e às características da comunidade (GANDOLFI *et al.* 1995). A sucessão ecológica se inicia com a colonização pelas espécies pioneiras ou secundárias iniciais, que irão promover alterações no ambiente, criando condições para que as espécies tardias possam posteriormente se estabelecer no local (FRANCO, 2005; BEGON *et al.*, 2007).

A sucessão primária diz respeito à colonização e o desenvolvimento de comunidades de plantas em habitats recentemente formados, inicialmente desprovidos de quaisquer plantas (CLEMENTS, 1916; YARRANTON & MORRISON, 1974; RICKLEFS, 2003; BEGON, 2007). Nos casos onde a vegetação foi parcial ou completamente removida, mas permanecem solos bem desenvolvidos, com sementes e esporos, a seqüência de espécies que se sucede é considerada por Begon *et al.* (2007) como sucessão secundária. Gomez-Pompa (1971) definiu como sucessão secundária o mecanismo pelo qual as florestas tropicais se regeneram através da restauração espontânea de locais perturbados que ocorrem constantemente em diferentes pontos da mata.

Florestas secundárias podem ser caracterizadas por apresentar elevada densidade de árvores jovens; baixa densidade de árvores com DAP acima de 10 cm; baixa área basal; árvores baixas com diâmetros pequenos; baixo volume lenhoso (exceto para florestas secundárias manejadas); e elevado índice de área foliar (BROWN & LUGO, 1990; NEVES & PEIXOTO, 2008).

Vieira e Gandolfi (2006) consideram que individualmente, as espécies do dossel florestal, em virtude de sua estrutura e longevidade, podem exercer grande influência sobre o ambiente situado sob suas copas, influenciando, por exemplo, o padrão de luz no sub-bosque ou sobre o solo afetando a temperatura superficial do sol, a germinação de sementes e o estabelecimento de espécies. (FACELLI & PICKETT, 1991; GANDOLFI, 2000)

Vários fatores influenciam a recomposição do número de espécies nos estágios iniciais de sucessão, entre os quais se destacam o banco de sementes e plântulas disponível (NEVES & PEIXOTO, 2008).

Diferentes espécies de árvores do dossel, por criarem sob si distintas condições abióticas e bióticas, limitam em maior ou menor grau o recrutamento, a abundância, a sobrevivência e a distribuição espacial das espécies arbustivo-arbóreas dispersas sob suas copas (GANDOLFI, 2003).

As fases de germinação e estabelecimento de plântulas são etapas críticas no desenvolvimento da regeneração, principalmente para espécies arbóreas, as quais são mais sensíveis às variáveis ambientais (KOZLOWSKI, 2002).

Comunidades de plantas jovens são indicadores de tendências da dinâmica das comunidades de plantas lenhosas florestais, pois representam o resultado líquido da dinâmica recente do sítio, indicando o desenvolvimento futuro (DUARTE *et al.*, 2006). Segundo Ribeiro e Felfili (2009), a avaliação da regeneração natural em florestas permite entender o seu funcionamento, orientando ações de manejo e recuperação de áreas degradadas (RIBEIRO & FELFILI, 2009; ROPPA *et al.*, 2012). A regeneração natural é definida como o processo pelo qual a floresta perturbada, após modificações na composição florística e estrutural da comunidade, atinge características de uma floresta madura (KLEIN, 1980; GUARITARA & OSTERTAG, 2001; TEIXEIRA, 2013).

Os estudos fitossociológicos permitem conhecer a composição florística da vegetação, estabelecer relações quantitativas entre táxons e estrutura horizontal/vertical da comunidade. São úteis na elaboração de diagnósticos da vegetação em áreas preservadas e também utilizados para detectar perturbações em áreas impactadas (VUONO, 2002; MELO, 2004). Eles também servem como instrumentos indicadores da composição florística, estrutura e diversidade da comunidade colonizadora em áreas impactadas, constituindo ferramentas a serem utilizadas nas estratégias de recuperação de áreas degradadas.

O presente capítulo levanta e caracteriza a composição florística e estrutural sob a copa da *Guarea guidonia* em fragmento florestal originado a partir de pastagens abandonas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo está situada em uma microbacia de 9,6 hectares situada na bacia hidrográfica do rio Cacaria, distrito de Vila Monumento, município de Pirai, cujos solos são predominantemente rasos, apresentando afloramentos rochosos nas áreas declivosas e alta suscetibilidade a erosão e movimentos de massa; declividade acentuada (superior à 45°); temperatura média de 22°C; precipitação média anual de 1.466 mm; vegetação com pastagens sem manejo e remanescentes de Floresta Atlântica (coordenadas UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500) (Figura II.1). A região se encontra na base da Serra das Araras, denominação local da Serra do Mar.

A microbacia possui áreas com diferentes históricos de uso: o setor “A” (Figura II.1) está sem pecuária e queimadas há 32 anos; o setor “B” tem uso com pecuária extensiva e o último registro de queimada foi em agosto de 2004.

As pastagens abandonadas não foram reflorestadas. Os remanescentes florestais surgiram espontaneamente a partir de espécies arbóreas pioneiras que colonizaram locais de suas preferências ecológicas, formando núcleos de vegetação que se conectaram originando fragmentos maiores. Esses fragmentos se encontram em estágio inicial de sucessão secundária de Florestas Estacionais Semidecíduais (IBGE, 2012). Na região predominam ecossistemas perturbados, com baixa oferta de atributos ambientais, com solos rasos, caracterizados por estarem nas vertentes voltadas para o norte onde há maior exposição à radiação solar, além de menor interceptação de chuvas e umidade (Dantas, 2001; Machado *et al.*, 2009).

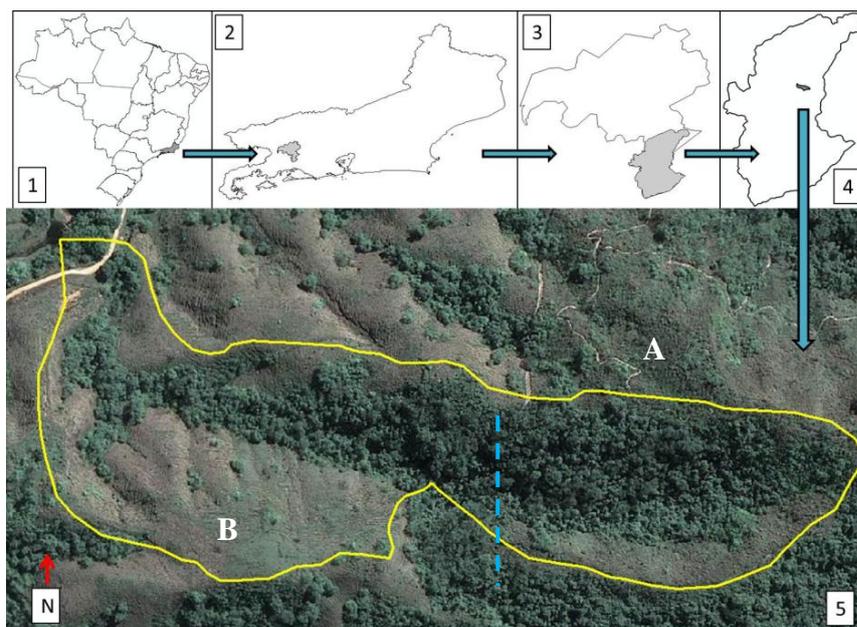


Figura II. 1: Área de estudos na base da encosta da Serra do Mar (UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500), no detalhe: Brasil (1); Estado do Rio de Janeiro (2); Município de Pirai (3); bacia hidrográfica do rio Cacaria (4); microbacia, setores A e B (5). Imagem de satélite GeoEye (2009).

2.2 Metodologia

2.2.1 Unidades amostrais

Os indivíduos de *Guarea guidonia* com CAP > 90 cm e primeira bifurcação até 2,00 m de altura foram considerados unidades amostrais, constituindo indivíduos mais antigos que estabeleceram o início do desenvolvimento das atuais comunidades.

As unidades amostrais foram agrupadas em três tratamentos na área da microbacia (Figura II.2). Cada tratamento foi composto por seis unidades amostrais. Os tratamentos foram caracterizados como: T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada (Tabela II.1). Não foram instaladas parcelas na vertente sul da área conservada devido a ausência da *G. guidonia* nesse trecho da microbacia.

Tabela II. 1: Caracterização dos tratamentos na área da microbacia – Cacaria, Pirai – RJ.

Tratamento	Localização	Histórico de uso
T1	Trecho conservado – vertente norte.	Trecho que utiliza boas práticas rurais (apicultura) desde 1982 sem influência de pecuária e queimadas.
T2	Trecho perturbado – vertente norte.	Trecho da microbacia utilizado para pecuária até o ano de 2012 e com última queimada registrada em outubro de 2004.
T3	Trecho perturbado – vertente sul.	

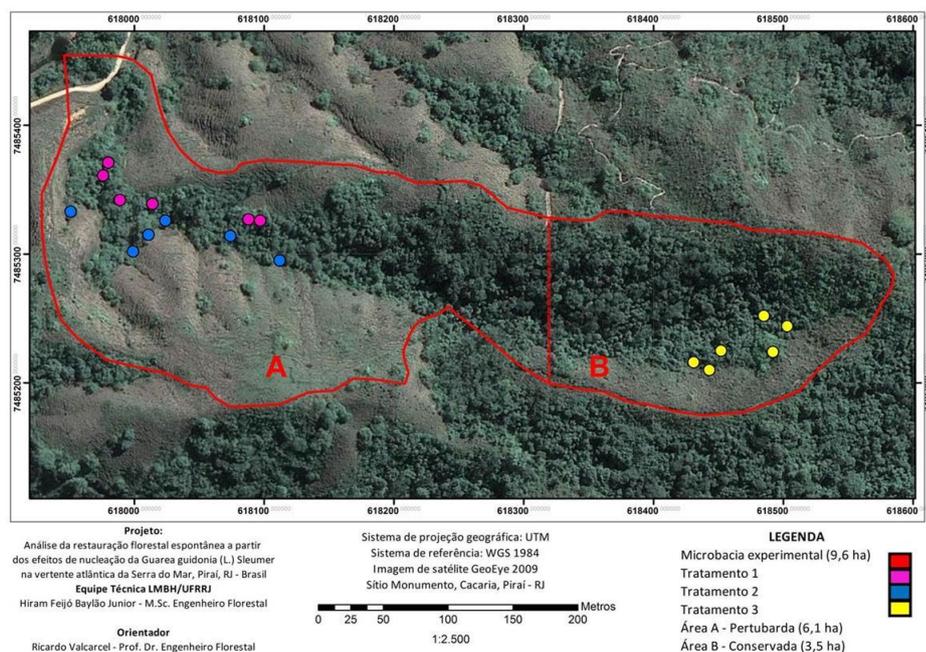


Figura II. 2: Distribuição das parcelas na microbacia experimental dispostas em três tratamentos diferentes (Figura 2): T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada.

Foi analisada a composição florística e estrutural, o estágio sucessional, os tipos de dispersão, a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos nos estratos arbóreo, arbustivo e na regeneração sob a copa da *Guarea guidonia* na área perturbada e na área conservada da microbacia.

2.2.2 Classificação dos grupos ecológicos

Tanto as espécies do estrato arbóreo quanto do estrato de regeneração foram classificadas de acordo com o seu grupo ecológico pelo sistema de classificação de Gandolfi *et al.* (1995) e bibliografia especializada (PAULA *et al.* 2004; CARVALHO *et al.* 2007; LORENZI 1998, 2002 e 2009). O objetivo de se utilizar essa classificação é para caracterizar o estágio sucessional das espécies presentes sob a área de influência de copa da *G. guidonia*.

A classificação de Gandolfi *et al.* (1995) é o sistema que mais se aproxima das características das florestas secundárias semidecíduas (ROPPA, 2009). Nesta classificação são consideradas quatro categorias: espécies pioneiras (PI), secundárias iniciais (SI), secundárias tardias (ST) e não classificadas ou caracterizadas (NC).

Gandolfi *et al.* (1995) evitam o uso da denominação espécie clímax, primeiramente para evitar a discussão sobre este conceito e por reconhecerem que muitas espécies típicas de sub-bosque ocorrem tanto nos estádios mais maduros, como em outras etapas do processo sucessional.

2.2.3 Descrição fitossociológica do estrato arbóreo

Nos remanescentes florestais analisados, foram realizadas análises florísticas e estruturais a fim de caracterizar a comunidade vegetal arbórea e a distribuição das espécies sob a área de influência de copa da *Guarea guidonia*. Para a amostragem florística e estrutural da vegetação foi utilizado o método de parcelas (MUELLER-DUMBOIS & ELLENBERG, 1974) permanentes de 10x10m (PAULA *et al.*, 2004) sob a área de influência da copa da

Guarea guidonia e o diâmetro de inclusão mínimo para incluir uma espécie na amostragem é de 4,77cm de DAP (equivalente à 15 cm de CAP).

Foram coletados dados silviculturais, como altura e CAP (circunferência à do peito) obtidos com fita métrica, régua graduada e trena métrica, de cada espécie presente nas parcelas (FINGER, 1992).

A dinâmica das espécies foi determinada através da curva de suficiência amostral, buscando alcançar o número de pontos de amostragem representativo da diversidade sob as copas de *Guarea guidonia*, a partir da relação do número de espécies inéditas acumuladas amostradas, até atingir estabilização. Para identificação dos melhores ajustes, foram utilizados os modelos de regressão linear e logarítmico (GUEDES-BRUNI *et al.*, 2002).

Para análise de similaridade florística entre as áreas amostradas montou-se uma matriz de presença e ausência com as espécies levantadas em cada tratamento. Para a quantificação da similaridade foi utilizado o índice de Jaccard (Müller-Dombois & Elleberg, 1974) (Equação 01) que foi calculado utilizando o pacote Vegan (OKSANEN *et al.*, 2013) do software R (R CORE TEAM, 2013).

$$SJ_{ij} = \frac{c}{a+b-c}$$

(Equação 01)

Onde:

SJ = Coeficiente de Similaridade de Jaccard

a = número de espécies ocorrentes na parcela 1 ou comunidade 1

b = número de espécies ocorrentes na parcela 2 ou comunidade 2

c = número de espécies comuns às duas parcelas ou comunidades

A análise da composição florística e estrutural das parcelas foi realizada de acordo com Vuono (2002), através do cálculo dos parâmetros fitossociológicos de densidade absoluta (DA) e relativa (DR), frequência absoluta (FA) e relativa (FR) e dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR). O Valor de Importância (VI) será calculado pela seguinte fórmula: VI = DR + FR + DoR. O Valor de Importância representa em que grau as espécies se encontram estabelecidas na comunidade e é resultante das somas dos valores relativos de densidade, dominância e frequência (CURTIS & MCINTOSH, 1951). A diversidade florística será estimada pelo cálculo do Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), que é usado na determinação da riqueza de espécies por área (RICKLEFS, 2003) (Equação 02).

$$H' = -\sum_{i=1}^S \left(\frac{N_i}{N} \right) \ln \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

(Equação 02)

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon

N_i = Número de indivíduos de cada espécie

N = Número total de indivíduos.

2.2.4 Regeneração Natural

Foram delimitadas parcelas no chão sob a copa da *G. guidonia* por um quadrado de madeira de 1 x 1 m (1 m²) para a amostragem da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas (VUONO, 2002). Com o objetivo de se obter padronização na distribuição das parcelas ao redor de cada indivíduo de *Guarea guidonia*, buscou-se alocar as parcelas em forma cruzada no sentido norte-sul-leste-oeste, ficando 4 parcelas para cada direção (Figura

II.3). No total, para cada indivíduo de *Guarea guidonia* analisado foram instaladas 16 parcelas de 1 m² cada.

Foram medidos, com vara graduada em centímetros, os indivíduos com altura entre 15 cm e 3 m, e CAP menor que 15 cm. Foram medidas somente as alturas dos indivíduos presentes nas parcelas, uma vez que nessa fase inicial de crescimento a medida de diâmetro é pouco precisa e gera pouca informação (FELFILI *et al.*, 2005).

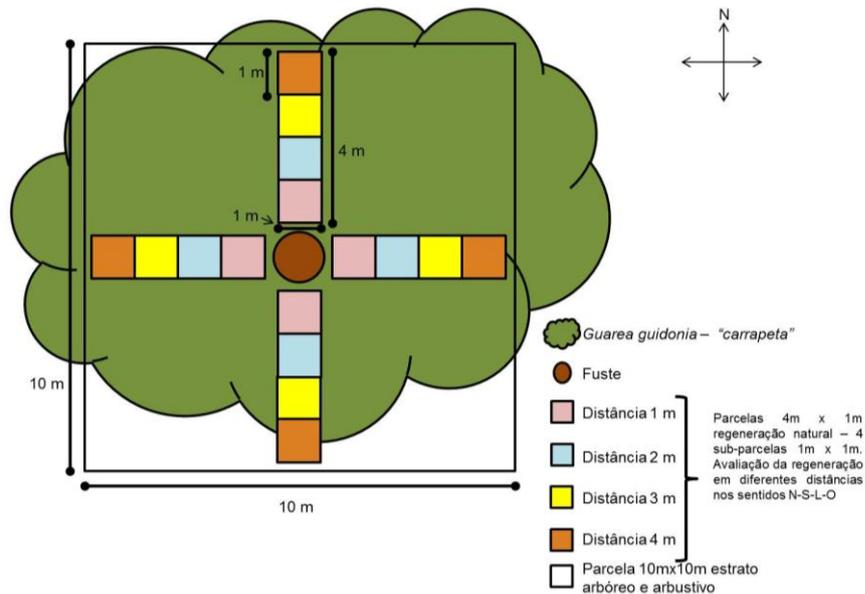


Figura II. 3: Modelo de amostragem para análise dos estratos arbóreo, arbustivo e regeneração natural sob a copa da *Guarea guidonia* ("carrapeta").

A avaliação da composição florística e estrutural das parcelas de regeneração foram realizadas por análise dos parâmetros fitossociológicos de densidades absolutas (DA) e relativas (DR), frequências absolutas (FA) e relativas (FR) (FELFILI & REZENDE, 2003). O Valor de Importância da regeneração natural (VI) foi calculado pela seguinte fórmula: $VIRN = DR + FR$. A diversidade florística foi estimada pelo cálculo do Índice de diversidade de (H').

2.2.5 Cobertura vegetal

Os indivíduos de *Guarea guidonia* que se constituíram em Unidades Amostrais foram georreferenciados e localizados sobre imagem de satélite GeoEye (2009) utilizando o software ArcMap 10.0. A microbacia de 9,6 hectares localizada na bacia hidrográfica do rio Cacaria foi delimitada utilizando a ferramenta *sketch* no modo de edição.

O mapa de cobertura vegetal foi gerado a partir de interpretação visual da vegetação dentro dos limites da microbacia estudada, onde as áreas de pastagem e as áreas de florestas foram delimitadas e seus quantitativos de área (hectare) determinados em cada sítio amostral.

A área de várzea da microbacia (zona de afloramento) foi descartada, pois apresenta influência adicional de oferta de atributos ambientais. O talvegue da microbacia foi medido e sua distância total dividida em 10 intervalos onde o comprimento da várzea foi delimitado. O valor médio da soma dos intervalos foi considerado como a distância limite da várzea.

2.2.6 Potencial de facilitação da *Guarea guidonia*

Os indivíduos de *G. guidonia* que foram consideradas unidades amostrais, sob as quais foram analisadas a estrutura e florística da regeneração, foram aqui chamadas de tratamentos. O potencial de facilitação de cada tratamento foi estimado por meio dos seguintes atributos da regeneração: riqueza, abundância e altura.

A riqueza, abundância e altura dos indivíduos da regeneração natural dos tratamentos foram comparadas através do teste não-paramétrico de variância Kruskal-Wallis à um nível de significância de 5%. Este teste foi utilizado pois não foi possível transformar os dados de forma a alcançar os pressupostos de normalidade e homocedasticidade necessários à estatística paramétrica. Todas as análises foram efetuadas com auxílio do software GraphPad Prism 5 (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Florística e estrutura da comunidade arbórea

Foram levantados em 0,18 ha da microbacia 83 indivíduos do estrato arbóreo, sendo para T1 41 indivíduos pertencentes a 13 espécies e agrupados em 12 famílias; T2 com 12 indivíduos pertencentes a 5 espécies e agrupados em 5 famílias; e T3 com 30 indivíduos pertencentes a 14 espécies e agrupados em 11 famílias (Tabela II.2).

Tabela II. 2: Lista florística das espécies levantadas no estrato arbóreo sob a copa da *Guarea guidonia* e os tratamentos em que estavam presentes. Legenda – T1 = área norte conservada; T2 = área norte perturbada; T3 = área sul perturbada.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	T1	T2	T3	TOTAL
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	3		1	4
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	9	4	11	24
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos			2	2
Cannabaceae	<i>Celtis</i> sp.		2		2
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1			1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	2		1	3
Euphorbiaceae	<i>Euphorbiaceae</i> sp.			1	1
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.			1	1
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.		1		1
	<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.			1	1
Lauraceae	<i>Ocotea</i> aff. <i>diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	4		1	5
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	8	4	4	16
	<i>Trichilia</i> sp.			1	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	4		2	6
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	1			1
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1			1
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	3		2	5
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1			1
Solanaceae	<i>Solanum argenteum</i> Dun.			1	1
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	2	1		3
Mortos		2		1	3
TOTAL		41	12	30	83

Para o levantamento do estrato arbóreo a suficiência amostral foi estimada pelo modelo logaritmo de regressão, que apresentou para T1 o coeficiente de determinação (R^2) de 0,6843, T2 = 0,8480 e T3 = 0,8546 (Figura II.4).

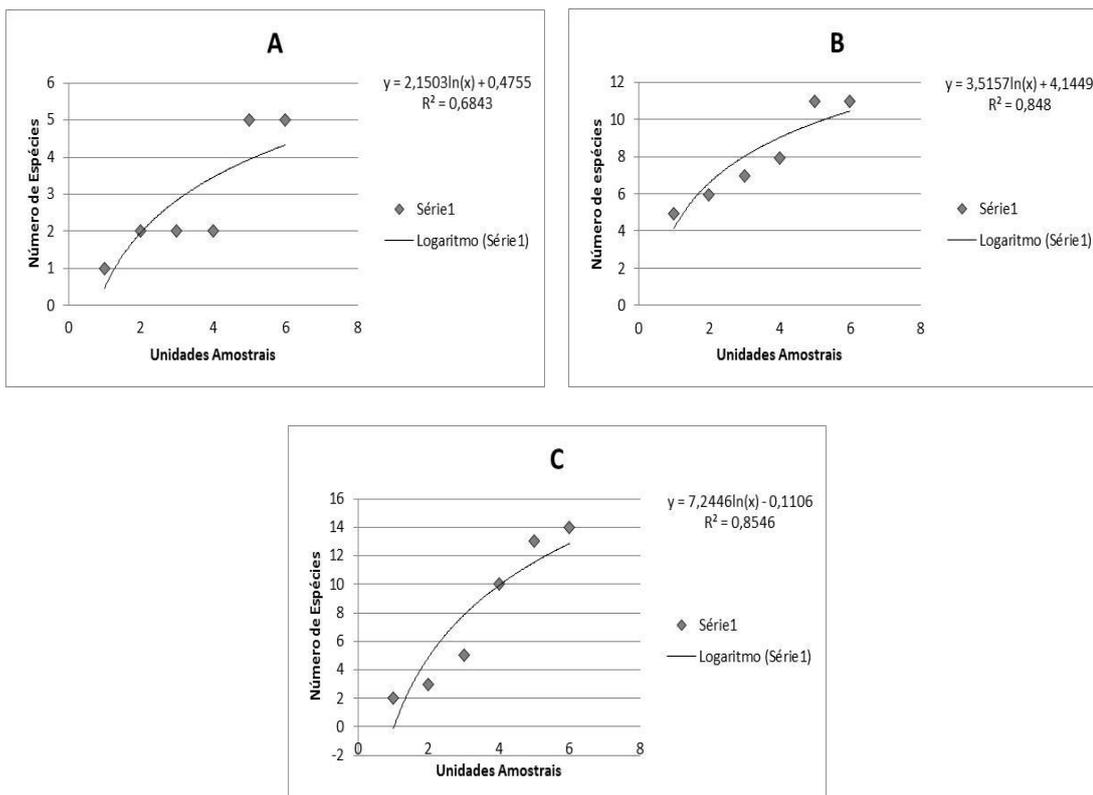


Figura II. 4: Diagrama de dispersão representando o número de espécies em função dos valores acumulados de unidades amostrais, ajustados à regressão logarítmica.

Na tabela II.3 é apresentada a estimativa dos índices de similaridade de Jaccard (SJ) para a vegetação do estrato arbóreo dos três tratamentos presentes na microbacia analisada. O dendrograma de similaridade florística demonstra que houve maior semelhança entre a composição florística dos tratamentos T1 e T3 (Figura II.5).

Tabela II. 3: Matriz de índices de similaridade de Jaccard (SJ) estimada para os tratamentos analisados (T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada).

Tratamento	T1	T2	T3
T1	*		
T2	0,21	*	
T3	0,39	0,13	*

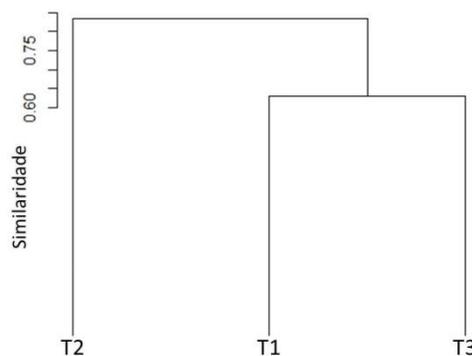


Figura II. 5: Dendrograma de similaridade florística entre os três tratamentos (T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada).

Os valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver foram para 2,29 (T1), 1,45 (T2), e 2,20 (T3) nats/ind.

No tratamento T1 (Tabela II.4), as cinco espécies com maior VI foram *Tabernaemontana laeta*, *Guarea guidonia*, *Ocotea* aff. *diospyrifolia*, *Guapira opposita* e *Cupania oblongifolia*, que somados atingem o valor de 212,69, equivalendo a 71% do valor de importância.

No tratamento T2 (Tabela II.5), as espécies com maior VI foram *Guarea guidonia*, *Tabernaemontana laeta*, *Celtis* sp., *Peltophorum dubium* e *Cecropia pachystachya*, respectivamente com 104,04; 98,94; 40,23; 28,98 e 28,50%.

No tratamento T3 (Tabela II.6), as cinco espécies com maior VI foram *Tabernaemontana laeta*, *Guarea guidonia*, *Guapira opposita*, *Cupania oblongifolia* e *Handroanthus chrysotrichus*, que somados atingem o valor de 202,79, equivalendo a 67% do valor de importância.

Tabela II. 4: Parâmetros estruturais do estrato arbóreo da área conservada norte (T1). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; G – área basal; DomiRel. – dominância relativa; VI – Valor de Importância; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.

ESTRATO ARBÓREO - CONSERVADO NORTE									
Espécie	ni	DensRel	np	FreRel	G	DomiRel	VI	VC	H'
<i>Tabernaemontana laeta</i>	9	21,95123	4	14,8148	0,4811	55,2074	91,9735	36,7660	
<i>Guarea guidonia</i>	8	19,5122	5	18,5185	0,1624	18,6335	56,6643	38,0307	
<i>Guapira opposita</i>	4	9,756102	3	11,1111	0,0105	1,2000	22,0673	20,8672	
<i>Ocotea</i> aff. <i>diospyrifolia</i>	4	9,756102	3	11,1111	0,0264	3,0266	23,8938	20,8672	
<i>Astronium graveolens</i>	3	7,317077	2	7,4074	0,0240	2,7535	17,4780	14,7245	
<i>Cupania oblongifolia</i>	3	7,317077	2	7,4074	0,0293	3,3618	18,0862	14,7245	
<i>Cecropia pachystachya</i>	2	4,878051	1	3,7037	0,0413	4,7362	13,3180	8,5818	
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	2	4,878051	2	7,4074	0,0228	2,6165	14,9020	12,2855	
Morta	2	4,878051	1	3,7037	0,0223	2,5581	11,1398	8,5818	
<i>Amaioua guianensis</i>	1	2,439026	1	3,7037	0,0268	3,0723	9,2150	6,1427	
<i>Casearia sylvestris</i>	1	2,439026	1	3,7037	0,0092	1,0557	7,1985	6,1427	
<i>Siparuna guianensis</i>	1	2,439026	1	3,7037	0,0126	1,4485	7,5912	6,1427	
<i>Trema micrantha</i>	1	2,439026	1	3,7037	0,0029	0,3297	6,4724	6,1427	
Total	41	100		100	0,8714	100	300	200	2,29

Tabela II. 5: Parâmetros estruturais do estrato arbóreo da área perturbada norte (T2). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; G – área basal; DomiRel. – dominância relativa; VI – Valor de Importância; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.

ESTRATO ARBÓREO - PERTURBADO NORTE									
Espécie	ni	DensRel	np	FreRel	G	DomiRel	VI	VC	H'
<i>Tabernaemontana laeta</i>	4	33,3333	3	33,3333	0,3953	31,5727	98,2393	66,6667	
<i>Guarea guidonia</i>	4	33,3333	3	33,3333	0,4679	37,3753	104,0420	66,6667	
<i>Celtis</i> sp.	2	16,6667	1	11,1111	0,1559	12,4522	40,2299	27,7778	
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	8,3333	1	11,1111	0,1134	9,0584	28,5028	19,4444	
<i>Peltophorum dubium</i>	1	8,3333	1	11,1111	0,1195	9,5414	28,9859	19,4444	
Total	12	100		100	1,2520	100	300	200	1,45

Tabela II. 6: Parâmetros estruturais do estrato arbóreo da área perturbada sul (T3). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; G – área basal; DomiRel. – dominância relativa; VI – Valor de Importância; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.

ESTRATO ARBÓREO - PERTURBADO SUL									
Espécie	ni	DensRel	np	FreRel	G	DomiRel	VI	VC	H'
<i>Tabernaemontana laeta</i>	11	36,6667	3	16,6667	0,1654	44,5347	97,8680	53,3333	
<i>Guarea guidonea</i>	4	13,3333	3	16,6667	0,0584	15,7237	45,7237	30,0000	
<i>Guapira opposita</i>	2	6,6667	1	5,5556	0,0338	9,1093	21,3315	12,2222	
<i>Cupania oblongifolia</i>	2	6,6667	1	5,5556	0,0308	8,2969	20,5192	12,2222	
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	2	6,6667	1	5,5556	0,0190	5,1205	17,3427	12,2222	
<i>Euphorbiaceae sp.</i>	1	3,3333	1	5,5556	0,0058	1,5625	10,4514	8,8889	
<i>Piptadenia paniculata</i>	1	3,3333	1	5,5556	0,0067	1,8026	10,6915	8,8889	
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	1	3,3333	1	5,5556	0,0039	1,0374	9,9263	8,8889	
<i>Astronium graveolens</i>	1	3,3333	1	5,5556	0,0054	1,4489	10,3378	8,8889	
<i>Solanum argenteum</i>	1	3,3333	1	5,5556	0,0026	0,6944	9,5833	8,8889	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	1	3,3333	1	5,5556	0,0147	3,9631	12,8520	8,8889	
<i>Trichilia sp.</i>	1	3,3333	1	5,5556	0,0168	4,5353	13,4242	8,8889	
Morta	1	3,3333	1	5,5556	0,0042	1,1338	10,0227	8,8889	
<i>Ocotea aff. diospyrifolia</i>	1	3,3333	1	5,5556	0,0039	1,0374	9,9263	8,8889	
Total	30	100		100	0,3713	100	300	200	2,20

Em relação aos grupos ecológicos, as espécies secundárias iniciais foram as de maior ocorrência em T1 e T3. Quanto à dispersão de sementes, nos três tratamentos as espécies zoocóricas foram a de maior ocorrência (Tabela II.7).

Tabela II. 7: Classificação sobre os grupos ecológicos e forma de dispersão das espécies levantadas nos tratamentos do estrato arbóreo: PI = Pioneira; SI = Secundária Inicial; ST = Secundária Tardia; AN = Anemocórica; AU = Autocórica; ZO = Zoocórica e NC = Não Classificada.

Tratamento	Grupo Ecológico				Dispersão				Total de Espécies
	PI	SI	ST	NC	AN	AU	ZO	NC	
T1	4	7	1	1	0	0	12	1	13
T2	3	1	1	0	1	0	3	1	5
T3	5	6	1	2	1	3	7	3	14

Os valores encontrados para o Índice de Shannon-Weaver são considerados valores baixos quando comparados com levantamentos realizados em outros remanescentes de florestais secundários no Estado do Rio de Janeiro (Tabela II.8). Em levantamento realizado na região de Cacaria, Baylão Junior *et al.* (2011) encontraram valores distintos do índice de Shannon-Weaver para área de pastagem e para remanescente florestal, sendo 2,16 e 2,33 nats/ind. respectivamente. Solórzano *et al.* (2005), na vertente sul do maciço da Pedra Branca na cidade do Rio de Janeiro realizaram levantamento da estrutura da vegetação em um divisor de drenagem e em um fundo de vale, encontrando respectivamente índices de 3,98 e 2,19 nats/ind. Carvalho *et al.* (2007), no município de Rio Bonito – RJ, encontraram o índice de 3,91 nats/ind. De acordo com Martins (1991), os valores de diversidade para a Mata Atlântica variam de 3,61 a 4,07 nats/ind. A vegetação secundária é em geral caracterizada por baixa

diversidade de espécies e homogeneidade fisionômica em cada estágio sucessional (MANTOVANI, 1993; NEVES & PEIXOTO, 2008).

Tabela II. 8: Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') em comparação com outros trabalhos em Florestas Estacionais.

Local	Área (ha)	H' nats/ind	Fonte	Obs.
Búzios, RJ	0,5	3,6	Kurtz <i>et al.</i> , 2009	APA do Pau-Brasil
Rio Bonito, RJ	0,4	3,9	Carvalho <i>et al.</i> , 2007	
Rio de Janeiro, RJ	0,5	3,98 2,19	Solórzano <i>et al.</i> , 2005	PE da Pedra Branca
Piraí, RJ	22* 0,1**	2,16 2,35	Baylão Junior <i>et al.</i> , 2011	* = Pastagem (censo); ** = Fragmento Florestal
Silva Jardim, RJ	1	3,24 3,78	Neves & Peixoto, 2008	* = 20 anos de regeneração; ** = 40 anos de regeneração
Silva Jardim, RJ	0,36	4,14	Borém & Oliveira-Filho, 2002	
Piraí, RJ	0,18	2,29 1,45 2,20	Presente estudo	

O valor de importância (VI) tem sido um parâmetro clássico utilizado para analisar o comportamento das espécies dentro de uma comunidade, além de ser importante para caracterizar as espécies que predominam na fisionomia da paisagem local (REIS & KAGEYAMA, 2003; ROPPA, 2009). A soma dos valores de importância das cinco principais espécies de cada tratamento mostram que poucas espécies dominam as três diferentes áreas estudadas. O domínio estrutural de um remanescente florestal por poucas espécies é uma característica das florestas secundárias (Solórzano *et al.*, 2005). *T. laeta* e *G. guidonia* são as espécies com maior VI nos três tratamentos. Em T1, T2 e T3 essas duas espécies equivalem respectivamente à 73%, 69% e 60% da dominância relativa; 41,46%, 66,66% e 50% da densidade relativa; e 33%, 67% e 33% da frequência relativa, indicando que essas duas espécies apresentam indivíduos com os maiores diâmetros, além de serem bem representativas e estarem bem distribuídas na comunidade. *T. laeta* e *G. guidonia* são espécies zoocóricas e foram observados animais como o roedor *Sciurus aestuans* (caxixé) e os pássaros *Cacicus haemorrhous* (guaxe), *Penelope supercilialis* (jacu), *Cyanocorax cristatellus* (gralha-do-campo), *Aratinga leucophthalma* (periquitão-maracanã) e *Dacnis cayana* (saí-azul), se alimentando dos frutos e se deslocando entre os remanescentes florestais dispersando essas sementes nas áreas de pastagens da região. *T. laeta* e *G. guidonia* não são plantas palatáveis para bovinos (LORENZI, 1998), fator este que aumenta a probabilidade de êxito da restauração florestal espontânea em pastagens.

T. laeta é uma espécie que ocorre em todo sudeste do Brasil, principalmente nas matas semidecíduais (MATOZINHOS & KONNO, 2008). Além de se encontrar dispersa ao longo das áreas de pastagem, é comum encontrarmos a espécie nas bordas dos fragmentos presentes na região (BAYLÃO JUNIOR *et al.*, 2011). *G. guidonia* é uma espécie secundária inicial (GANDOLFI *et al.*, 1995), que possui ampla distribuição ocorrendo desde a região amazônica até os Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, em várias formações vegetais (LORENZI, 1998; BAYLÃO JUNIOR *et al.*, 2011). Neves & Peixoto (2008), em estudo realizado em remanescentes em regeneração de Floresta Atlântica secundária no Estado do Rio de Janeiro, observaram a espécie presente tanto no sub-bosque quanto no dossel da comunidade.

Baylão Junior *et al.* (2011) em levantamento realizado na região observaram que *T. laeta* e *G. guidonia* estiveram entre as espécies rústicas de maior representatividade na área de pastagem e também estiveram presentes nos remanescentes florestais. Essas espécies

colonizaram a área de pastagem e, após exclusão dos agentes de perturbação, contribuíram para o reinício dos processos de regeneração natural.

Valores maiores ou iguais a 0,50 sugerem alta similaridade (KENT & COKER, 1992). A similaridade analisada entre os três sítios pode ser considerada baixa, variando de 0,13 a 0,39. O tratamento T2 não apresentou similaridade florística com os tratamentos T1 e T3. De acordo com Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), duas ou mais áreas são consideradas similares em termos de composição florística quando apresentam pelo menos 25% de espécies comuns. Embora T1 esteja também localizado na vertente norte, a similaridade florística com T3 (39%) pode ser justificada pelo fato da área se encontrar a mais de 30 anos sem os impactos da pecuária.

As espécies encontradas na amostragem da comunidade arbórea indicam uma tendência à evolução deste ecossistema para níveis superiores de sucessão ecológica, uma vez que as espécies do grupo de Secundárias Iniciais são bem representadas nos tratamentos analisados, principalmente em T1, onde as espécies desse grupo ecológico são maioria. Porém, em T2 é bem evidente a presença de espécies pioneiras indicando que os remanescentes florestais desse trecho da microbacia ainda estão em fase inicial de sucessão secundária.

3.2 Florística e estrutura da regeneração natural

Foram levantados em 288 parcelas de 1 m² na microbacia, 981 indivíduos no estrato da regeneração natural, sendo para T1, 348 indivíduos pertencentes a 34 espécies e agrupados em 22 famílias; T2 com 298 indivíduos pertencentes a 36 espécies e agrupados em 24 famílias; e T3 com 335 indivíduos pertencentes a 38 espécies e agrupados em 25 famílias (Tabela II.9). Das espécies levantadas, 61% são de hábito arbóreo e 31% são arbustos (Figura II.6).

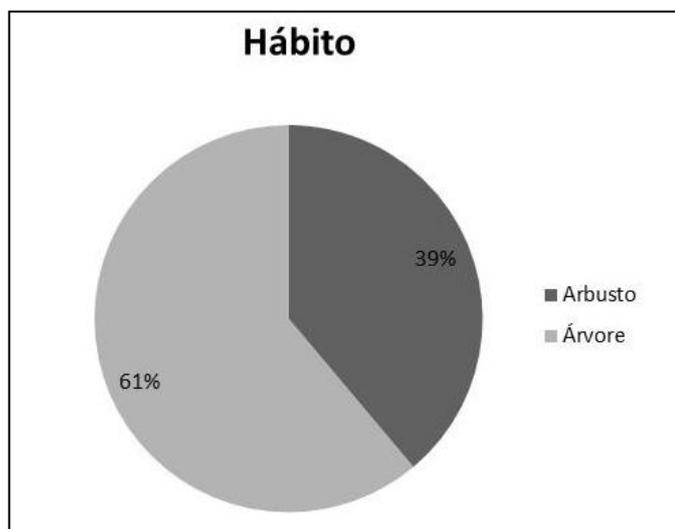


Figura II. 6: Hábito das espécies levantadas no estrato de regeneração natural.

As médias dos atributos riqueza, abundância e altura não atenderam as premissas de normalidade requeridas pela análise adotada. O teste não-paramétrico de variância de Kruskal-Wallis à um nível de significância de 5% não detectou diferenças nos valores médios de riqueza, abundância e altura da regeneração natural entre os três tratamentos (Tabela II.9 – Figura II.7 a II.9).

Tabela II. 9: Média dos parâmetros avaliados para os tratamentos T1, T2 e T3 (P a probabilidade de 5%).

	Abundância	Riqueza	Altura
T1	3,44	2,76	63,2
T2	3,71	2,35	65,6
T3	3,21	2,50	67,3
P	0,2233	0,0936	0,3441

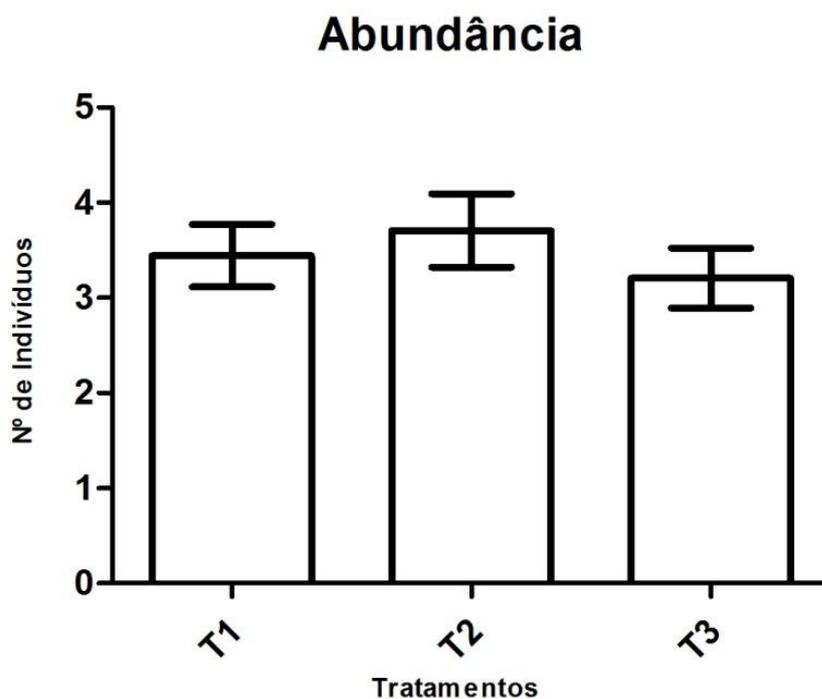


Figura II. 7: Gráfico de médias da Abundância de cada um dos tratamentos avaliados. Média +/- 0,95 = Intervalo de confiança.

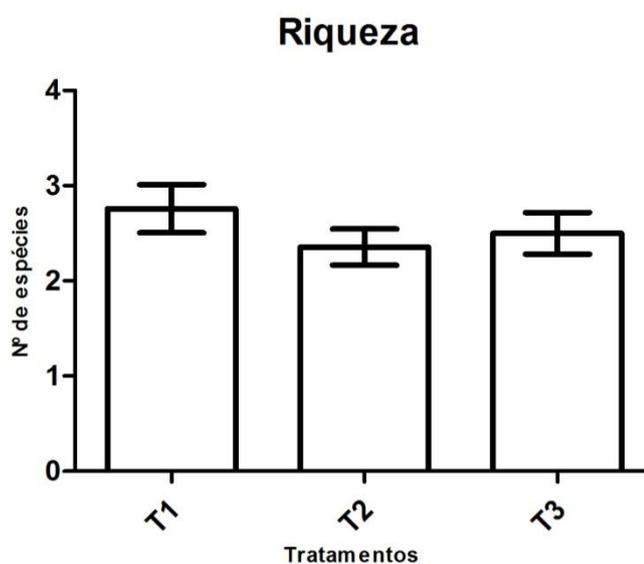


Figura II. 8: Gráfico de médias da Riqueza de cada um dos tratamentos avaliados. Média +/- 0,95 = Intervalo de confiança.

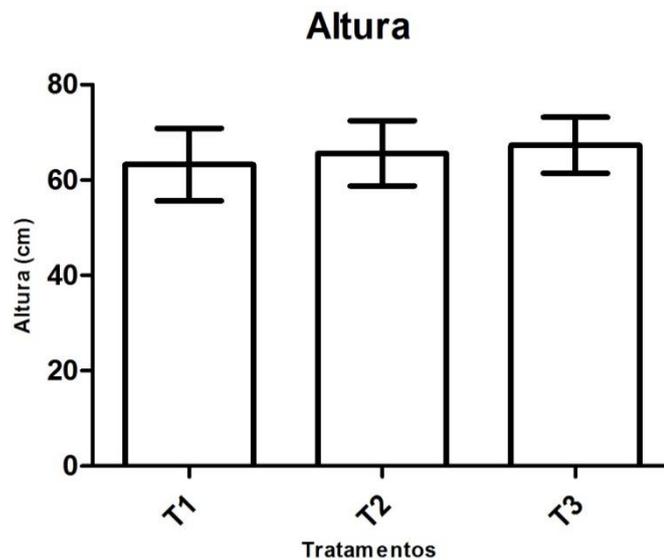


Figura II. 9: Gráfico de médias da Altura de cada um dos tratamentos avaliados. Média \pm 0,95 = Intervalo de confiança.

Os valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver calculados para o estrato de regeneração natural foram de 3,04 (T1), 2,60 (T2) e 3,08 (T3) (Tabelas II.10 a II.12).

Considerando todos os tratamentos, as famílias com a maior concentração de espécies são Fabaceae (6), Solanaceae (6), Rubiaceae (4) e Piperaceae (4), concentrando 37% das espécies levantadas. Entre as espécies com o maior número de indivíduos levantados estão *Piper mollicomum* (225), *Peltophorum dubium* (105), *Guarea guidonia* (67), *Cupania oblongifolia* (65) e *Erythroxylum pulchrum* (53), representando 52,5% dos indivíduos levantados.

Em relação aos grupos ecológicos, as espécies pioneiras foram as de maior ocorrência em todos os tratamentos. Quanto à dispersão de sementes, nos três tratamentos as espécies zoocóricas foram as de maior ocorrência (Tabela II.13).

Tabela II. 10: Parâmetros estruturais da regeneração natural de T1 (área conservada norte). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.

Espécie	ni	DensRel	np	FreRel	VC	H'
<i>Piper mollicomum</i>	57	17,0149	36	13,4329	30,4478	
<i>Guarea guidonia</i>	39	11,6418	30	11,1940	22,8358	
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	25	7,4627	22	8,2090	15,6717	
<i>Cupania oblongifolia</i>	21	6,2687	17	6,3433	12,6119	
<i>Solanum argenteum</i>	21	6,2687	17	6,3433	12,6119	
<i>Piper arboreum</i>	15	4,4776	13	4,8508	9,3284	
<i>Guapira opposita</i>	15	4,4776	15	5,5970	10,0746	
<i>Peltophorum dubium</i>	14	4,1791	11	4,1045	8,2836	
<i>Indet.1</i>	14	4,1791	10	3,7313	7,9105	
<i>Psychotria</i> sp.1	9	2,6866	6	2,2388	4,9254	
<i>Senna</i> aff. <i>multijuga</i>	8	2,3881	7	2,6119	5,0000	
<i>Rubiaceae</i> sp.1	8	2,3881	7	2,6119	5,0000	
<i>Brosimum guianense</i>	8	2,3881	7	2,6119	5,0000	
<i>Heliconia</i> sp.1	8	2,3881	8	2,9851	5,3731	
<i>Astronium graveolens</i>	8	2,3881	7	2,6119	5,0000	
<i>Faramea</i> sp.1	7	2,0896	6	2,2388	4,3284	
<i>Mollinedia</i> sp.1	7	2,0896	7	2,6119	4,7015	
<i>Solanum</i> sp.1	6	1,7910	6	2,2388	4,0299	
<i>Myrtaceae</i> sp.1	6	1,7910	4	1,4925	3,2836	
<i>Indet.2</i>	5	1,4925	3	1,1194	2,6119	
<i>Aegiphila sellowiana</i>	4	1,1940	2	0,7463	1,9403	
<i>Ocotea</i> aff. <i>diospyrifolia</i>	4	1,1940	3	1,1194	2,3134	
<i>Lauraceae</i> sp.1	4	1,1940	3	1,1194	2,3134	
<i>Trema micrantha</i>	3	0,8955	3	1,1194	2,0149	
<i>Tabernaemontana laeta</i>	3	0,8955	3	1,1194	2,0149	
<i>Aureliana</i> sp.1	3	0,8955	3	1,1194	2,0149	
<i>Inga edulis</i>	3	0,8955	2	0,7463	1,6418	
<i>Mirsine</i> sp.1	2	0,5970	2	0,7463	1,3433	
<i>Siparuna guianensis</i>	2	0,5970	2	0,7463	1,3433	
<i>Dalbergia</i> sp.1	2	0,5970	2	0,7463	1,3433	
<i>Urera</i> sp.1	1	0,2985	1	0,3731	0,6716	
<i>Allophylus</i> sp.1	1	0,2985	1	0,3731	0,6716	
<i>Solanum concinnum</i>	1	0,2985	1	0,3731	0,6716	
<i>Casearia sylvestris</i>	1	0,2985	1	0,3731	0,6716	
Total	335	100		100	200	3,04

Tabela II. 11: Parâmetros estruturais da regeneração natural de T2 (área perturbada norte). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.

Espécie	ni	DensRel	np	FreRel	VC	H'
<i>Piper mollicomum</i>	116	33,3333	52	23,2139	56,5472	
<i>Peltophorum dubium</i>	57	16,3793	37	16,5176	32,8969	
<i>Piper arboreum</i>	15	4,3103	10	4,4642	8,7745	
<i>Cupania oblongifolia</i>	15	4,3103	12	5,3570	9,6674	
<i>Guarea guidonia</i>	15	4,3103	13	5,8035	10,1138	
<i>Acnistus arborescens</i>	14	4,0230	10	4,4642	8,4872	
<i>Aegiphila sellowiana</i>	12	3,4483	9	4,0178	7,4661	
<i>Aureliana</i> sp.	10	2,8736	8	3,5714	6,4449	
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	10	2,8736	6	2,6785	5,5521	
<i>Tabernaemontana laeta</i>	8	2,2988	8	3,5714	5,8702	
<i>Siparuna guianensis</i>	6	1,7241	4	1,7857	3,5098	
<i>Solanum argenteum</i>	6	1,7241	5	2,2321	3,9562	
<i>Guapira opposita</i>	6	1,7241	5	2,2321	3,9562	
<i>Heliconia</i> sp.	6	1,7241	6	2,6785	4,4027	
<i>Trichilia</i> sp.	5	1,4368	3	1,3393	2,7760	
<i>Clidemia urceolata</i>	5	1,4368	3	1,3393	2,7760	
<i>Myrtaceae</i> sp.	5	1,4368	4	1,7857	3,2225	
<i>Piper</i> sp.2	5	1,4368	3	1,3393	2,7760	
<i>Piper</i> sp.1	4	1,1494	3	1,3393	2,4887	
<i>Cecropia pachystachya</i>	3	0,8621	3	1,3393	2,2013	
<i>Casearia sylvestris</i>	3	0,8621	3	1,3393	2,2013	
<i>Mollinedia</i> sp.	3	0,8621	1	0,4464	1,3085	
<i>Solanum paniculatum</i>	2	0,5747	2	0,8928	1,4676	
<i>Miconia calvescens</i>	2	0,5747	2	0,8928	1,4676	
<i>Trema micrantha</i>	2	0,5747	1	0,4464	1,0211	
<i>Brosimum guianense</i>	2	0,5747	1	0,4464	1,0211	
<i>Vernonia polyanthes</i>	2	0,5747	1	0,4464	1,0211	
<i>Dalbergia</i> sp.	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
<i>Gallesia integrifolia</i>	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
<i>Solanum</i> sp.	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
<i>Ocotea</i> aff. <i>diospyrifolia</i>	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
<i>Celtis</i> sp.	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
<i>Aloisia virgata</i>	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
<i>Lantana camara</i>	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
<i>Indet.</i> 4	1	0,2874	1	0,4464	0,7338	
Total	348	100		100	200	2,60

Tabela II. 12: Parâmetros estruturais da regeneração natural de T3 (área perturbada sul). ni – número de indivíduos; np – número de parcelas; DensRel. – densidade relativa; FreRel – Frequência relativa; VC – Valor de Cobertura; H' – Índice de Shannon-Weaver.

Espécie	ni	DensRel	np	FreRel	VC	H'
<i>Piper mollicomum</i>	52	17,4497	28	11,9147	29,3644	
<i>Peltophorium dubium</i>	34	11,4094	24	10,2126	21,6220	
<i>Cupania oblongifolia</i>	29	9,7315	20	8,5105	18,2421	
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	18	6,0403	15	6,3829	12,4231	
<i>Guarea guidonia</i>	13	4,3624	12	5,1063	9,4687	
<i>Brosimum guianense</i>	12	4,0268	10	4,2553	8,2821	
<i>Clidemia urceolata</i>	10	3,3557	8	3,4042	6,7599	
<i>Guapira opposita</i>	10	3,3557	10	4,2553	7,6110	
<i>Piper arboreum</i>	9	3,0201	8	3,4042	6,4243	
<i>Mollinedia</i> sp.1	9	3,0201	8	3,4042	6,4243	
<i>Siparuna guianensis</i>	8	2,6846	7	2,9787	5,6632	
<i>Psychotria</i> sp.1	8	2,6846	8	3,4042	6,0888	
<i>Senna</i> aff. <i>multijuga</i>	7	2,3490	5	2,1276	4,4766	
<i>Ocotea</i> aff. <i>diospyrifolia</i>	7	2,3490	6	2,5532	4,9021	
<i>Heliconia</i> sp.1	7	2,3490	7	2,9787	5,3277	
<i>Indet.</i> 2	7	2,3490	6	2,5532	4,9021	
<i>Myrtaceae</i> sp.2	6	2,0134	6	2,5532	4,5666	
<i>Faramea</i> sp.1	6	2,0134	6	2,5532	4,5666	
<i>Trema micrantha</i>	6	2,0134	5	2,1276	4,1410	
<i>Myrtaceae</i> sp.1	6	2,0134	6	2,5532	4,5666	
<i>Indet.</i> 1	5	1,6779	4	1,7021	3,3800	
<i>Solanum argenteum</i>	3	1,0067	3	1,2766	2,2833	
<i>Amaioua guianensis</i>	3	1,0067	2	0,8511	1,8578	
<i>Indet.</i> 3	3	1,0067	3	1,2766	2,2833	
<i>Trichilia</i> sp.1	2	0,6711	1	0,4255	1,0967	
<i>Miconia calvescens</i>	2	0,6711	1	0,4255	1,0967	
<i>Piptadenia paniculata</i>	2	0,6711	2	0,8511	1,5222	
<i>Astronium graveolens</i>	2	0,6711	2	0,8511	1,5222	
<i>Aureliana</i> sp.1	2	0,6711	2	0,8511	1,5222	
<i>Aegiphila sellowiana</i>	2	0,6711	2	0,8511	1,5222	
<i>Vernonia polyanthes</i>	1	0,3356	1	0,4255	0,7611	
<i>Casearia sylvestris</i>	1	0,3356	1	0,4255	0,7611	
<i>Tabernaemontana laeta</i>	1	0,3356	1	0,4255	0,7611	
<i>Erythrina</i> sp.1	1	0,3356	1	0,4255	0,7611	
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	0,3356	1	0,4255	0,7611	
<i>Solanum</i> sp.1	1	0,3356	1	0,4255	0,7611	
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	1	0,3356	1	0,4255	0,7611	
<i>Lantana camara</i>	1	0,3356	1	0,4255	0,7611	
Total	298	100		100	200	3,08

Tabela II. 13: Lista florística com as espécies levantadas na regeneração natural sob a copa da *Guarea guidonia* e os tratamentos em que elas foram encontradas. Legenda – T1 = área norte conservada; T2 = área norte perturbada; T3 = área sul perturbada. NI ha⁻¹ = número de indivíduos por hectare. HAB = hábito; ARV = árvore; ARB = arbusto. G.E = Grupo ecológico; PI = Pioneira; SI = Secundária inicial; ST = Secundária tardia; NC = Não classificada.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	T1	T2	T3	TOTAL	NI ha ⁻¹	HAB	G.E.	DISPERSÃO
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	8	1	2	11	382	ARV	SI	ZOOCÓRICA
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	3	8	1	12	417	ARV	PI	ZOOCÓRICA
Asteraceae	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	0	2	1	3	104	ARB	PI	ANEMOCÓRICA
Bignoniaceae	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum	0	0	1	1	35	ARV	PI	ANEMOCÓRICA
Cannabaceae	<i>Celtis</i> sp.	0	1	0	1	35	ARB	NC	NC
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	3	2	6	11	382	ARV	PI	ZOOCÓRICA
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	25	10	18	53	1840	ARV	SI	ZOOCÓRICA
	<i>Dalbergia</i> sp.	2	1	0	3	104	ARV	NC	NC
	<i>Erythrina</i> sp.	0	0	1	1	35	ARV	NC	NC
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	3	0	0	3	104	ARV	SI	ZOOCÓRICA
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	14	57	34	105	3646	ARV	PI	ANEMOCÓRICA
	<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	0	0	2	2	69	ARV	PI	AUTOCÓRICA
	<i>Senna</i> aff. <i>multijuga</i> (Rich.) Irwin et Barn.	8	0	7	15	521	ARV	PI	ANEMOCÓRICA
Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> sp.	8	6	7	21	729	ARB	NC	NC
	<i>Indet. 1</i>	14	0	5	19	660	ARB	NC	NC
Indeterminada	<i>Indet. 2</i>	5	0	7	12	417	ARB	NC	NC
	<i>Indet. 3</i>	0	0	3	13	451	ARB	NC	NC
Lamiaceae	<i>Indet. 4</i>	0	1	0	1	35	ARB	NC	NC
	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	4	12	4	18	625	ARV	PI	ZOOCÓRICA
Lauraceae	<i>Lauraceae</i> sp.	4	0	0	4	139	ARV	NC	NC
	<i>Ocotea</i> aff. <i>diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	4	1	7	12	417	ARV	ST	ZOOCÓRICA
Melastomataceae	<i>Clidemia urceolata</i> DC.	0	2	2	4	139	ARB	PI	ZOOCÓRICA
	<i>Miconia calvescens</i> DC.	0	5	10	15	521	ARB	PI	AUTOCÓRICA
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	39	15	13	67	2326	ARV	SI	ZOOCÓRICA

FAMÍLIA	ESPÉCIE	T1	T2	T3	TOTAL	NI ha ⁻¹	HAB	G.E.	DISPERSÃO
	<i>Trichilia</i> sp.	0	5	2	7	243	ARV	NC	NC
Mirsinaceae	<i>Mirsine</i> sp.	2	0	0	2	69	ARV	NC	NC
Monimiaceae	<i>Mollinedia</i> sp.	7	3	9	19	660	ARB	NC	NC
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber.	8	2	12	22	764	ARV	ST	ZOOCÓRICA
Myrtaceae	<i>Myrtaceae</i> sp.1	6	0	6	12	417	ARV	NC	NC
	<i>Myrtaceae</i> sp.2	0	5	6	11	382	ARV	NC	NC
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	15	6	10	31	1076	ARV	SI	ZOOCÓRICA
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	0	1	0	1	35	ARV	PI	ANEMOCÓRICA
	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	15	15	9	39	1354	ARB	PI	ZOOCÓRICA
Piperaceae	<i>Piper mollicomum</i> Kunth.	57	116	52	225	7813	ARB	PI	ZOOCÓRICA
	<i>Piper</i> sp.1	0	4	0	4	139	ARB	NC	NC
	<i>Piper</i> sp.2	0	5	0	5	174	ARB	NC	NC
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	0	0	3	3	104	ARV	SI	ZOOCÓRICA
Rubiaceae	<i>Faramea</i> sp.	7	0	6	13	451	ARB	NC	NC
	<i>Psychotria</i> sp.	9	0	8	17	590	ARB	NC	NC
	<i>Rubiaceae</i> sp.	8	0	0	8	278	ARB	NC	NC
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	3	1	5	174	ARV	PI	ZOOCÓRICA
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp.	1	0	0	1	35	ARV	NC	NC
	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	21	15	29	65	2257	ARV	SI	ZOOCÓRICA
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	2	6	8	16	556	ARV	SI	ZOOCÓRICA
	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schldt.	0	14	0	14	486	ARB	PI	AUTOCÓRICA
	<i>Aureliana</i> sp.	3	10	2	15	521	ARV	NC	NC
	<i>Solanum argenteum</i> Dun.	21	6	3	30	1042	ARV	PI	AUTOCÓRICA
Solanaceae	<i>Solanum concinnum</i> Schott. ex Sendtn.	1	0	0	1	35	ARV	PI	AUTOCÓRICA
	<i>Solanum paniculatum</i> L.	0	2	0	2	69	ARV	PI	ZOOCÓRICA
	<i>Solanum</i> sp.	6	1	1	8	278	ARB	NC	NC
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	0	3	1	4	139	ARV	PI	ZOOCÓRICA

FAMÍLIA	ESPÉCIE	T1	T2	T3	TOTAL	NI ha⁻¹	HAB	G.E.	DISPERSÃO
Verbenaceae	<i>Urera</i> sp.	1	0	0	1	35	ARB	NC	NC
	<i>Aloisia virgata</i> (Ruiz Pav.) Juss.	0	1	0	1	35	ARV	PI	AUTOCÓRICA
	<i>Lantana camara</i> L.	0	1	1	2	69	ARB	PI	AUTOCÓRICA
TOTAL		335	348	298	981	34063			

A análise da cobertura vegetal revelou que os remanescentes florestais estão avançando sobre as áreas de pastagem em T3 (Sul Perturbado), mas o mesmo não ocorre em T2 (Norte Perturbado) (Figura II.10).

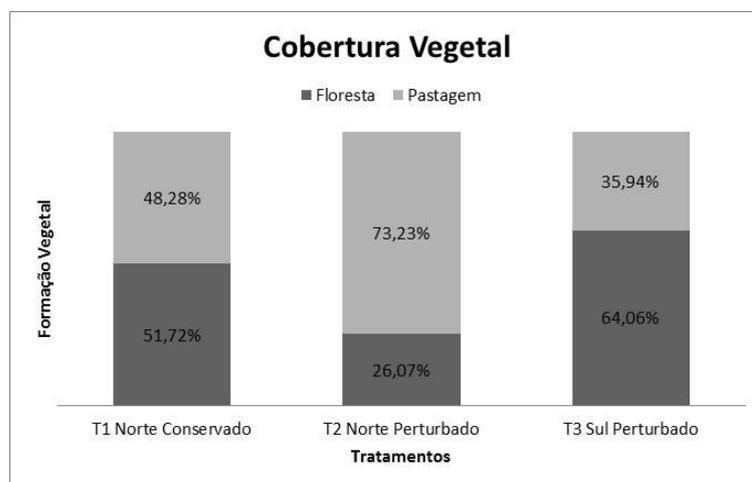


Figura II. 10: Cobertura vegetal na microbacia.

No tratamento T1 as espécies com maior Valor de Cobertura foram *P. mollicomum* (33,45), *G. guidonia* (11,42), (15,67), *C. oblongifolia* (12,61) e *S. argenteum* (12,61), que juntas representam 47% das espécies estabelecidas sob a copa da *G. guidonia*. No tratamento T2 as espécies com maior Valor de Cobertura foram *P. mollicomum* (56,55), *P. dubium* (32,90), *G. guidonia* (10,11), *C. oblongifolia* (9,67) e *P. arboreum* (8,77), que juntas representam 59% das espécies estabelecidas sob a copa da *G. guidonia*. No tratamento T3 as espécies com maior Valor de Cobertura foram *P. mollicomum* (29,36), *P. dubium* (21,62), *C. oblongifolia* (18,24), *E. pulchrum* (12,42) e *G. guidonia* (9,47), que juntas representam 46% das espécies estabelecidas sob a copa da *G. guidonia*.

Esses valores revelam que a espécie mais abundante na análise da regeneração natural nos três tratamentos foi *P. mollicomum*. Somando-se a ocorrência dessa espécie nos tratamentos, temos 225 indivíduos representando 22,94% dos indivíduos levantados. *P. mollicomum* é uma planta arbustiva, heliófila, sendo típica de ambientes de borda e clareiras (BARDELLI *et al.*, 2008; PACHECO *et al.*, 2009). Os frutos são longos, eretos, verdes e localizados acima da folhagem. Produzem poucos frutos maduros e ao final de cada dia, quando exalam odor característico, são rapidamente consumidos pelos morcegos (FRANCENER, 2006). As Piperaceae são comuns nas formações florestais brasileiras, especialmente na Mata Atlântica, onde são bastante comuns as espécies de *Piper* se apresentarem como pequenos arbustos ou árvores, sublenhosos e freqüentes no sub-bosque, principalmente em áreas alteradas (SOUZA & LORENZI 2005), e também em matas úmidas e restingas, entre as cotas 200-600m e em beira de estradas, locais ensolarados ou semi-sombrios (GUIMARÃES & GIORDANO 2004). É uma planta que produz óleos essenciais que demonstram ação antibacteriana e ainda seus frutos e raízes são utilizados por populações tradicionais para tratar problemas estomacais, doenças venéreas e anestésico (GUIMARÃES & VALENTE, 2001; GUIMARÃES & GIORDANO, 2004; BARDELLI *et al.*, 2008).

O *P. dubium* foi a espécie arbórea de maior ocorrência na regeneração natural em T2 e T3. É uma espécie secundária inicial (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990), mas com características de pioneira (MARCHIORI, 1997). Nesse estudo *P. dubium* (“farinha-seca”) foi considerada como pioneira. Segundo Carvalho (2003), é uma espécie longeva, que desempenha papel pioneiro nas áreas abertas, em capoeiras e em matas degradadas. É comumente encontrada colonizando pastagens, ocupando clareiras e bordas de mata. É

freqüente em todo domínio da Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Montana, onde ocupa o estrato dominante (RODERJAN, 1994). Ocorre em uma variação altitudinal que vai dos 30m no Estado do Rio de Janeiro a 1300m de altitude em Minas Gerais. Os tratamentos T2 e T3 são caracterizados por estarem localizados no trecho antropizado da microbacia, podendo ser essa justificativa para *P. dubium* estar entre as espécies mais abundantes desses tratamentos.

No tratamento T1 as espécies *G. guidonia*, *C. oblongifolia*, *E. pulchrum* e *S. argenteum* foram as espécies de maior ocorrência na regeneração natural. Todas essas espécies possuem dispersão zoocórica. *G. guidonia*, *C. oblongifolia*, e *E. pulchrum* são espécies secundárias iniciais e *S. argenteum* é uma espécie pioneira comum no sub-bosques de Florestas Tropicais.

C. oblongifolia esteve presente entre as espécies mais abundantes em todos os tratamentos da regeneração natural e esteve presente também na análise do estrato arbóreo. Conhecido popularmente como “camboatá”, é uma árvore da família Sapindaceae, endêmica da Mata Atlântica, podendo atingir até 18 m de altura. Ocorre principalmente em formações secundárias de terrenos declivosos, com solos argilosos férteis e bem drenados (LORENZI, 1998; BACKES & IRGANG, 2004). Os frutos são de grande importância para avifauna (CORREIA 1997, LORENZI 1998; BACKES & IRGANG 2004; PARRINI & PACHECO, 2014). Correia (1997) observou 15 espécies de aves consumindo frutos de *C. oblongifolia* na Reserva Biológica de Poço das Antas – RJ. No Parque Nacional da Serra dos Órgãos – RJ, as aves das famílias Tyrannidae e Turdidae foram as principais dispersoras de *C. oblongifolia*, demonstrando a importância dessa espécie para a manutenção de ecossistemas florestais (PARRINI & PACHECO, 2014).

E. pulchrum ocorre desde o Ceará até São Paulo, na mata pluvial Atlântica, tanto em restingas quanto em encostas (LORENZI, 2009). As flores são melíferas e os frutos são muito apreciados pela avifauna. A dispersão zoocórica pode ser o fator pelo qual a espécie se encontra abundante e bem distribuída na área de estudo, uma vez que representou 5,4% das espécies presentes nos três tratamentos.

Entre as espécies recrutadas no estrato de regeneração natural, 68,5% não apresentaram indivíduos presentes entre as espécies levantadas no estrato arbóreo. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Miranda Neto *et al.* (2012) em uma floresta restaurada por plantio com 40 anos. Dessa forma, podemos constatar que a maioria das espécies presentes no estrato regenerante não são originadas das espécies presentes no estrato arbóreo, sugerindo que os remanescentes florestais formados ao entorno da *G. guidonia* estão recebendo propágulos de fragmentos florestais vizinhos. O manejo e a recuperação das florestas alteradas dependem da eficiência dos processos de dispersão dos propágulos e o estabelecimento das espécies de diferentes estágios sucessionais, sendo importante na manutenção da regeneração natural durante a dinâmica de sucessão da floresta (LIEBSCH & ACRA, 2007).

Em relação à diversidade T1 e T3 apresentaram valores aproximados (3,04 e 3,08 nats/ind respectivamente) e superiores a T2 (2,60 nats/ind). Na análise do estrato arbóreo, T1 e T3 também apresentaram valores aproximados (2,29 e 2,20 nats/ind respectivamente) e superiores a T2 (1,45 nats/ind). A menor diversidade para T2 pode ser justificada por esse tratamento estar presente no setor da microbacia que sofreu maior influência da pecuária e por ser o mais desfavorecido à oferta de atributos ambientais, conferindo menor resiliência.

Em T2, área com o mesmo histórico de uso de T3, o avanço da cobertura florestal sob a área de pastagem foi lento, sugerindo que a menor oferta de atributos ambientais nesse sítio teve influência na velocidade de recuperação desta vertente. O avanço dos remanescentes florestais sob a área de pastagem na vertente sul (T3), que embora tenha um histórico de uso de intensa perturbação pela pecuária, sugere que a oferta de atributos ambientais incidente sob

essa vertente confere maior resiliência ao sítio. Nesse sentido, cada indivíduo de *G. guidonia* que conseguiu se estabelecer e se desenvolver criando condição diferenciada sob a copa, favorecendo o desenvolvimento da vegetação em seu entorno e contribuindo para o avanço da cobertura florestal sobre as áreas de pastagens ao longo da toposequência.

As condições abióticas locais podem influenciar na composição de espécies (CORTINES *et al.*, 2011). Diferentes orientações de encostas condicionam diferentes características ambientais no que se refere à oferta de atributos ambientais (KURTZ *et al.*, 2009). As encostas voltadas para o Norte recebem os primeiros e os últimos raios de sol do dia proporcionando à essas vertentes maior evapotranspiração e menor umidade, enquanto as encostas voltadas para o Sul apresentam uma maior duração da umidade promovida pelo orvalho durante um período mais longo, em função de uma maior duração do período de sombreamento (OLIVEIRA *et al.*, 1995). As paisagens a barlavento são mais úmidas, possuem maior biodiversidade e são propícias à presença de fragmentos florestais, enquanto os ambientes a sotavento são mais secos, com maior a ocorrência de pastagens e mais suscetíveis à queimadas (OLIVEIRA *et al.*, 1995; MARQUES *et al.*, 2004; CORTINES *et al.*, 2011; MIRANDA *et al.* 2011). Na restauração ambiental, a priorização de espécies florestais adaptadas às condições locais de cada vertente pode catalisar os papéis de cada espécie na dinâmica do ecossistema, aumentando, assim, a oferta de serviços ambientais (CORTINES *et al.*, 2011).

Em relação à dispersão de sementes a síndrome zoocórica predominou sobre as demais em todos os tratamentos (T1 = 44,12%; T2 = 47,22%; T3 = 44,74%). A representatividade das espécies com síndrome anemocórica nos tratamentos presentes nas áreas perturbadas foi maior do que na área conservada (T1 = 5,88%; T2 = 8,33%; T3 = 10,53%). O mesmo padrão de síndrome de dispersão ocorreu para todos os tratamentos, com predominância das espécies zoocóricas. Liebsch & Acra (2007), em estudo realizado no sub-bosque de remanescentes de Floresta Ombrófila Mista que eram utilizados como pastagens, observaram que 65% das espécies levantadas apresentaram dispersão zoocórica, seguidas de 23,6% anemocórica, 2,2% autocórica e 9% de plantas não classificadas. Em Florestas Tropicais a proporção de espécies zoocóricas pode ser superior a 80%, enquanto espécies anemocóricas são inferiores a 20% (MORELLATO & LEITÃO FILHO, 1992; TALORA & MORELLATO, 2000; LIEBSCH & ACRA, 2007). O predomínio de espécies zoocóricas no trecho conservado da microbacia (T1) é de grande importância, pois indica a influência da fauna na dispersão de propágulos contribuindo para a formação dos remanescentes florestais.

O grupo ecológico predominante em todos os tratamentos foi o das espécies pioneiras (T1 = 29,41%; T2 = 47,22%; T3 = 42,11%). As análises relacionadas aos grupos ecológicos ficaram comprometidas devido ao elevado número de espécies não classificadas (T1 = 44,12%; T2 = 30,56%; T3 = 34,21%). Porém, quando analisamos os valores de densidade e frequência relativa observamos que para T1 e T3 as espécies secundárias iniciais possuem maior número de indivíduos e maior distribuição quando comparados com as espécies dos demais grupos sucessionais. Em T1, a área mais conservada da microbacia, a composição florística apresentou a maior ocorrência de espécies secundárias iniciais (20,6%), sinalizando que o histórico de 32 anos sem perturbação aparenta ter contribuído para a colonização e desenvolvimento de espécies de grupo ecológicos superiores.

4. CONCLUSÃO

O sítio 1 (vertente norte) apesar dos 32 anos de abandono, apresentou composição florística semelhante ao sítio 3 (vertente sul). No sítio 3 o avanço da cobertura florestal sobre a pastagem foi superior ao sítio 2, sendo que as duas áreas possuem o mesmo histórico de perturbação pela pecuária. A maior oferta de atributos ambientais conferem ao sítio 3 maior resiliência, favorecendo a restauração florestal espontânea.

Comparando a diversidade da regeneração natural levantada para os três tratamentos com a diversidade encontrada em outros estudos, podemos considerar que ao longo do seu desenvolvimento a *Guarea guidonia* contribuiu para modificação do micro-habitat de seu entorno, promovendo a formação de núcleos de vegetação, atuando como agente facilitador da restauração florestal em ecossistemas perturbados na Mata Atlântica.

**CAPÍTULO III – ESTOQUE E CAPACIDADE DE RETENÇÃO
HÍDRICA DA SERRAPILHEIRA SOB A COPA DA *GUAREA GUIDONIA***

RESUMO

O estoque de serrapilheira acumulada sobre o solo e sua capacidade de retenção hídrica em remanescentes florestais formados ao entorno da *Guarea guidonia* podem exercer alguma influência no processo de facilitação. Foi utilizada área de estudos com histórico de uso diferente: área conservada (32 anos sem pecuária) e área perturbada (2 anos sem pecuária). As *G. guidonia* (CAP > 90 cm) foram consideradas unidades amostrais e agrupadas em três tratamentos T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada. A avaliação da capacidade de retenção hídrica e a quantidade de serrapilheira acumulada sobre o solo foram determinadas por meio de três amostras sob a área da copa da *G. guidonia*. Cada tratamento foi composto por seis *G. guidonia*. As coletas foram realizadas em janeiro (verão) e agosto (inverno) de 2014. A média da serrapilheira acumulada foi 5,70 t/ha \pm 2,38 (P < 0,0001), sendo de 7,38 t/ha \pm 2,61 (verão) 4,02 t/ha \pm 1,83 (inverno). A capacidade de retenção hídrica foi de 224,24% \pm 16,96 (P < 0,01), sendo de 212,25% \pm 36,45 (verão) e 236,23% \pm 33,96 (inverno). Os valores referentes ao estoque e a capacidade de retenção hídrica da serrapilheira sobre o solo do remanescente florestal formado com 32 anos de restauração espontânea sugerem que ambientes formados a partir da *G. guidonia* promovem manutenção do estoque de serrapilheira e da umidade sobre o solo.

Palavras-chaves: Ecossistemas Perturbados, Restauração, Vegetação.

ABSTRACT

The stock of accumulated litter on the soil and its water retention capacity in forest remnants formed the surroundings of *Guarea guidonia* can exert some influence in the facilitation process. The watershed is divided into different areas with a history of use: conservation area (32 years without livestock) and disturbed area (two years without livestock). The *G. guidonia* (CAP > 90 cm) were considered sampling units and grouped in three treatments T1 - North slope in conserved area; T2 - North slope in disturbed area; T3 - southern slope in the disturbed area. Evaluation of water retention capacity and the amount of accumulated litter on the ground are determined by means of three samples in the canopy area of *G. guidonia*. Each treatment consisted of six *G. guidonia*. The collections were made in January (summer) and August (winter) 2014. The average of the accumulated litter was 5.70 t / ha \pm 2.38 (P < 0.0001), and 7.38 t / ha \pm 2.61 (summer) 4.02 t / ha \pm 1.83 (winter). The water retention capacity was 224.24 \pm 16.96% (P < 0.01), being 212.25 \pm 36.45% (summer) and 236.23 \pm 33.96% (winter). The values regarding the stock and the water retention capacity of litter on the soil of the forest remnants with 32 years spontaneous restoration suggest that *G. guidonia* promoted along with the plants grown under its canopy to maintain the stock of litter and moisture on the ground.

Keywords: Disturbed Ecosystems, Restoration, Vegetation.

1. INTRODUÇÃO

A serrapilheira acumulada representa a diferença entre a deposição e decomposição do material vegetativo sobre o solo. Ela protege contra intempéries, constituindo uma fonte de nutrientes rapidamente disponíveis para as plantas, além de regular suas condições microclimáticas (MORAES *et al.*, 1998; SAYER, 2005; GODINHO, 2011).

A serrapilheira acumulada é composta pelas seguintes frações: a) folhas; b) galhos com diâmetro menor que 2 cm; c) estruturas reprodutivas (flores e frutos); e d) refugo (fragmentos menores que 5 cm) (ANDERSON & INGRAN, 1993; MATEUS, 2012). O acúmulo de serrapilheira no solo é regulado pelo tipo de vegetação, etapa sucessional, quantidade de material decíduo, taxa de decomposição, vento, temperatura, e fatores como o latitude, altitude, e declividade do terreno (SANTOS & VALIO, 2002; RENÓ, 2008; MATEUS *et al.*, 2013). A taxa de decomposição depende da relação carbono/nitrogênio (C/N) da serrapilheira (MARY *et al.*, 1996; HEAL *et al.*, 1997). Quando a relação C/N é baixa, a decomposição é rápida (BATJES, 1996). Todos esses mecanismos que regulam a acumulação de serrapilheira sobre o substrato são dinâmicos e dependem das suas velocidades de deposição e decomposição ocorrem simultaneamente (KOLM, 2001), onde o fator temperatura entra como importante variável ambiental condicionante (FASSBENDER, 1980) influenciando na decomposição e na capacidade de retenção hídrica (OLSON, 1963).

A acumulação de serrapilheira sobre o solo é um fator essencial para a reabilitação de áreas degradadas, tornando-se fonte de energia e nutrientes capaz de abrigar a fauna e microrganismos decompositores (FACELLI & FACELLI, 1993; RENÓ, 2008), aumentando a oferta de recursos ambientais e refúgios disponíveis à fauna do solo (GILLER *et al.*, 1997). Ela é indispensável ao processo de pedogênese sobre o substrato (LAVELLE, 1997).

A camada de serrapilheira, juntamente com a parte aérea e radicular das plantas, também protege o solo dos agentes erosivos e propicia condições para o reestabelecimento de suas propriedades físicas, químicas e biológicas (IKPE *et al.*, 2003; FERREIRA *et al.*, 2007).

Os padrões de deposição de serrapilheira introduzem heterogeneidade temporal e espacial no ambiente, podendo afetar a estrutura e dinâmica da comunidade de plantas (MARTINS & RODRIGUES, 1999).

Fatores de microsítio como luz, temperatura, umidade do solo e disponibilidade de nutrientes estão sujeitos a alterações em decorrência da quantidade de serrapilheira depositada, afetando, conseqüentemente, a germinação e o estabelecimento de plântulas (FACELLI & PICKETT, 1991; MARTINS & RODRIGUES, 1999).

Quando muito espessa, a serrapilheira pode atuar como barreira física ao estabelecimento inicial de determinadas espécies, dificultando a penetração de sementes, impossibilitando a radícula de atingir o solo ou impedindo que plântulas consigam emergir após a germinação (CHAMBERS & MACMAHON, 1994). A presença de serrapilheira pode não afetar diretamente a ocorrência das espécies, mas altera suas condições ambientais, influenciando as interações entre populações, afetando a estrutura da comunidade (FACELLI & PICKETT, 1991; GODINHO, 2011), e estas o próprio ambiente, podendo criar sinergias positivas para a restauração e/ou atrasando seus processos.

No interior de uma floresta a serrapilheira depositada sobre o solo desempenha papel fundamental na manutenção das condições ideais para o processo de infiltração de água (SCHUMACHER & HOPPE, 1998). O escoamento superficial em áreas florestais é reduzido pela alta infiltração e pela capacidade de retenção de água da serrapilheira, variando conforme sua espessura (KÖNIG *et al.*, 2002).

Segundo Vallejo (1982), a capacidade de retenção de umidade não depende apenas do peso seco acumulado da serrapilheira, mas das suas características individuais: tipo de material e estado de decomposição.

Segundo Voight e Walsh (1976), a retenção de umidade pela serrapilheira acumulada esta relacionada com os fenômenos de absorção e adsorção ou adesão superficial. A absorção depende principalmente da porosidade do material depositado, velocidade de decomposição, efeitos sazonais que combinam chuvas e temperaturas do ambiente. A adsorção depende da área das folhas, estrutura, relevo, forma, relação superfície/peso seco e composição orgânica.

O acúmulo de serrapilheira pode possibilitar condições melhores de conservação de umidade para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, minimizando efeitos adversos decorrentes da falta de chuva (SILVA *et al.*, 2006; RENÓ, 2008).

No entanto, poucos são os estudos que aplicam estes conhecimentos associados à restauração florestal. A restauração ecológica de áreas com solos química e fisicamente empobrecidos devido a seus usos pretéritos, com níveis mínimos de material orgânico, mosaicos de pequenos fragmentos florestais cercados de pastagens abandonadas, onde predomina baixa densidade de ocupação, requerem estratégias específicas para restauração florestal (VALCARCEL, 1997). O conhecimento sobre as habilidades das espécies espontâneas em resistir às adversidades locais (ataque de insetos, estresse hídrico e térmico, fogo e pastoreio extensivo), associados aos seus efeitos de facilitação pode ser determinante no sucesso da restauração espontânea de ecossistemas perturbados (MATEUS, 2012).

O presente capítulo tem o objetivo de quantificar o estoque de serrapilheira acumulada sobre o solo e sua capacidade de retenção de umidade em remanescentes florestais formados ao entorno da *Guarea guidonia*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Microbacia de 9,6 hectares situada na bacia hidrográfica do rio Cacaraia, distrito de Vila Monumento, município de Pirai, cujos solos são predominantemente rasos, apresentando afloramentos rochosos nas áreas declivosas e alta suscetibilidade a erosão e movimentos de massa; declividade acentuada (superior à 45°); temperatura média de 22°C; precipitação média anual de 1.466 mm; vegetação com pastagens sem manejo e remanescentes de Floresta Atlântica (coordenadas UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500) (Figura III.1). A região se encontra na base da Serra das Araras, denominação local da Serra do Mar.

A microbacia possui áreas com diferentes históricos de uso: O setor “A” está sem pecuária e queimadas há 32 anos. O setor “B” tem uso com pecuária extensiva e o último registro de queimada foi em agosto de 2004.

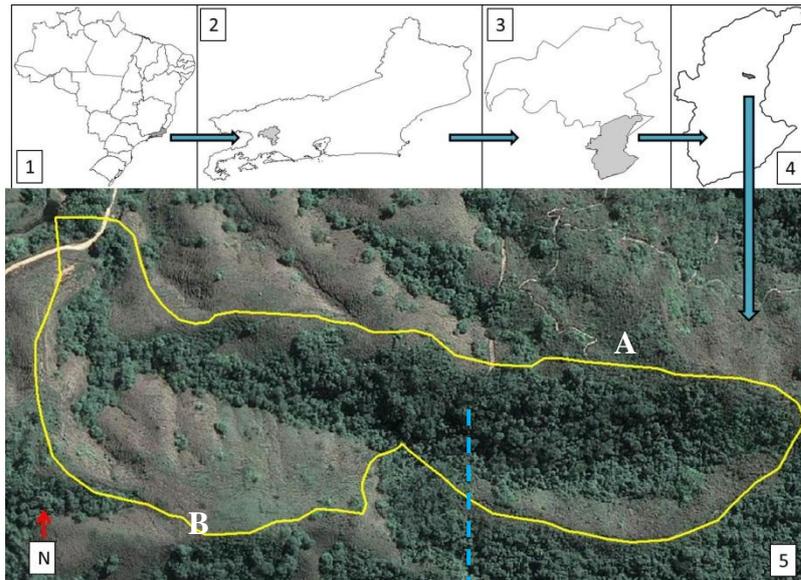


Figura III. 1: Área de estudos na base da encosta da Serra do Mar (UTM E – 617.900 e 618.900; N – 7.484.900 e 7.485.500), no detalhe: Brasil (1); Estado do Rio de Janeiro (2); Município de Pirai (3); bacia hidrográfica do rio Cacaria (4); microbacia, setores A e B (5). Imagem de satélite GeoEye (2009).

As pastagens abandonadas não foram reflorestadas. Os remanescentes florestais surgiram espontaneamente a partir de espécies arbóreas pioneiras que colonizaram locais de suas preferências ecológicas, desenvolvendo e formando núcleos de vegetação que se conectaram originando fragmentos maiores. Esses fragmentos se encontram em estágio inicial de sucessão secundária de Florestas Estacionais Semidecíduais (IBGE, 2012). Na região predominam ecossistemas perturbados, com baixa oferta de atributos ambientais, com solos rasos, caracterizados por estarem nas vertentes voltadas para o norte onde há maior exposição à radiação solar, além de menor interceptação de chuvas e umidade (DANTAS, 2001).

2.2 Metodologia

2.2.1 Unidades amostrais

Os indivíduos de *Guarea guidonia* com $CAP > 90$ cm e primeira bifurcação até 2,00 m de altura foram considerados unidades amostrais. Essa estratégia foi adotada para que a amostragem ocorresse sob os indivíduos mais antigos na comunidade.

As unidades amostrais foram agrupadas em três diferentes tratamentos na área da microbacia (Figura III.2). Cada tratamento foi composto por seis unidades amostrais. Os tratamentos foram caracterizados como: T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada (Tabela III.1). Não foram instaladas parcelas na vertente sul da área conservada devido a ausência da *G. guidonia* nesse trecho da microbacia.

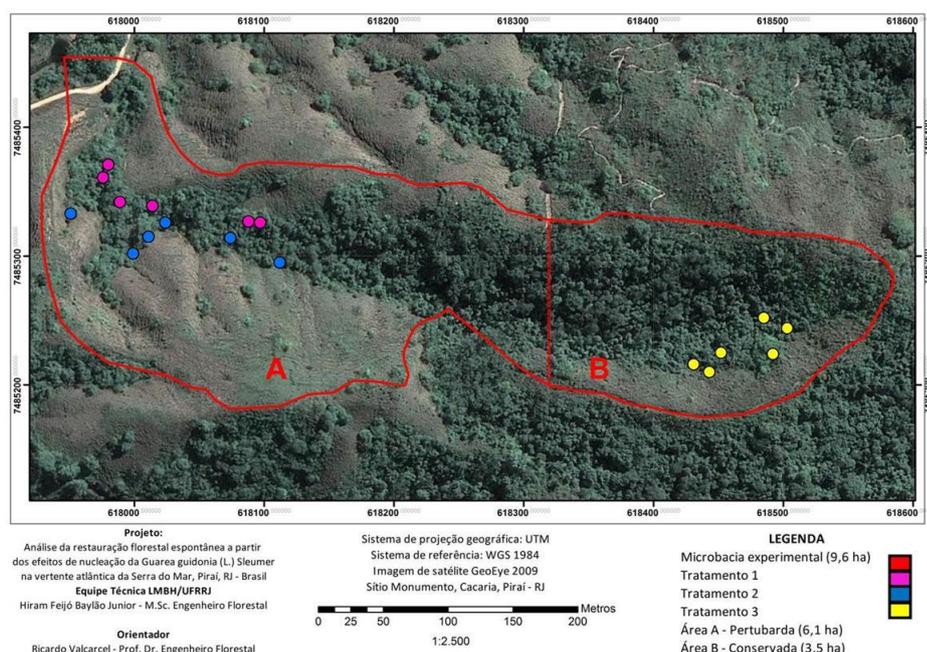


Figura III. 2: Distribuição das parcelas na microbacia experimental dispostas em três tratamentos diferentes (Figura 2): T1 – vertente norte na área conservada; T2 – vertente norte na área perturbada; T3 – vertente sul na área perturbada.

Tabela III. 1: Caracterização dos tratamentos na área da microbacia – Cacaria, Pirai – RJ. Legenda: H' = Índice de Shannon-Weaver.

Tratamento	Localização	Histórico de uso	Vegetação
T1	Trecho conservado vertente norte.	Trecho que utiliza boas práticas rurais (apicultura) desde 1982 sem influência de pecuária e queimadas.	Maior ocorrência de espécies secundárias iniciais; $H' = 2,29$ nats/ind; Principais espécies: <i>Tabernaemontana laeta</i> , <i>Guarea guidonia</i> , <i>Ocotea</i> aff. <i>diospyrifolia</i> , <i>Guapira opposita</i> e <i>Cupania oblongifolia</i> .
T2	Trecho perturbado vertente norte.	Trecho da microbacia utilizado por pecuária até o ano de 2012 e com última queimada registrada em outubro de 2004.	Maior ocorrência de espécies pioneiras; $H' = 1,45$ nats/ind; Principais espécies: <i>Guarea guidonia</i> , <i>Tabernaemontana laeta</i> , <i>Celtis</i> sp., <i>Peltophorum dubium</i> e <i>Cecropia pachystachya</i> .
T3	Trecho perturbado vertente sul.		Maior ocorrência de espécies secundárias iniciais; $H' = 2,20$ nats/ind; Principais espécies: <i>Tabernaemontana laeta</i> , <i>Guarea guidonia</i> , <i>Guapira opposita</i> , <i>Cupania oblongifolia</i> e <i>Handroanthus chrysotrichus</i> .

2.2.2 Quantificação da serrapilheira acumulada

A quantidade de serrapilheira acumulada sobre o solo foi determinada por meio de três amostras coletadas sob a área de influência da copa da *G. guidonia* nos três diferentes tratamentos na área da microbacia. Cada tratamento foi composto por seis *G. guidonia*. No total, para cada tratamento foram coletadas 18 amostras. As coletas foram realizadas em dois períodos no ano (janeiro e agosto), que correspondem aos períodos de maior e menor

precipitação. As amostras foram obtidas com auxílio de um coletor (Figura III.3) de 25 x 25 cm posicionados sobre a superfície do solo, coletando todo o material que estava dentro da área do gabarito.

O material foi acondicionado em sacos de papel, identificados e levados para o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas localizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde foram retirados todos os sedimentos agregados na serrapilheira. O material foi seco em estufa a 70°C, até adquirir peso constante. As médias obtidas na pesagem da serrapilheira acumulada total foram calculadas em t.ha⁻¹.



Figura III. 3: Coletor de serrapilheira acumulada no solo.

2.2.3. Avaliação da capacidade de retenção hídrica

A capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada foi determinada por meio de 3 amostras coletadas sob a área de influência da copa da *Guarea guidonia*. As coletas foram realizadas em dois períodos no ano (janeiro e agosto), que correspondem aos períodos de maior e menor precipitação. As amostras foram obtidas com auxílio de um coletor (Figura III.3) de 25 x 25 cm posicionados sobre a superfície do solo, coletando todo o material que estiver dentro da área do gabarito.

O material coletado foi acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados e levados para o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas localizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. O material foi analisado segundo o método de BLOW (1955). Nesta análise, as amostras foram submersas em água por 90 minutos e colocadas para escorrer por 30 minutos (Figura III.4). Em seguida as amostras foram pesadas e levadas à estufa a 70°C para secar, determinando a massa seca. Para determinar o valor da capacidade de retenção hídrica (CRH) foi utilizada a Fórmula abaixo:

$$CRH(\%) = [(MU - MS) \div MS] \times 100$$

Onde:

CRH = capacidade de retenção de umidade em porcentagem (%);

MU = massa úmida (g);

MS = massa seca (g).



Figura III. 4: A) Imersão da serrapilheira em água por 90 minutos para encharcamento da amostra; B) Drenagem do excedente por 30 minutos em bandejas dispostas com 30% de declividade; C) Pesagem da serrapilheira.

2.3. Análise Estatística

Os dados da produção de serrapilheira acumulada e da capacidade de retenção de umidade foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas. O termo medidas repetidas é usado para designar medidas feitas na mesma variável ou na mesma unidade experimental em mais de uma ocasião (Crowder & Hand, 1990). Quando o resultado da ANOVA sugeria diferença entre os tratamentos, era aplicado um teste post-hoc de Tukey para identificar entre quais tratamentos havia essa diferença. Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote Vegan (OKSANEN *et al.*, 2013) do software R (R CORE TEAM, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Serrapilheira acumulada

A média da serrapilheira acumulada de todos os tratamentos foi de $5,70 \text{ t/ha} \pm 2,38$ ($P < 0,0001$), sendo que o valor médio do verão foi de $7,38 \text{ t/ha} \pm 2,61$ e do inverno foi de $4,02 \text{ t/ha} \pm 1,83$ (Tabela III.2). A área conservada (T1), com 32 anos de processos de restauração florestal espontânea, apresentou maior diversidade de espécies e maior média da

serrapilheira acumulada ($6,28 \text{ t/ha} \pm 1,96$), diferindo estatisticamente de T2 ($P < 0,05$). A área perturbada norte (T2) teve a menor média de serrapilheira acumulada ($5,04 \pm 3,43$), tendo essa área a menor diversidade e menor presença de indivíduos arbóreos.

Tabela III. 2: Valores médios e desvio padrão da serrapilheira acumulada (t/ha) nos três tratamentos [Norte Conservado (NC), Norte Perturbado (NP) e Sul Perturbado (SP)] no inverno e verão – Cacaria, Pirai – RJ.

Tratamento	Inverno 2013	Verão 2014	Média (tratamentos)
T1 - NC	$4,89 \pm 1,59$	$7,66 \pm 2,04$	$6,28 \pm 1,96A$
T2 - NP	$2,61 \pm 0,94$	$7,46 \pm 3,39$	$5,04 \pm 3,43B$
T3 - SP	$4,55 \pm 1,96$	$7,03 \pm 2,29$	$5,79 \pm 1,75A$
Média (estações)	$4,02 \pm 1,83a$	$7,38 \pm 2,61b$	$5,70 \pm 2,38$

As médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas não diferem entre si e as médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A média de serrapilheira acumulada na microbacia pode ser considerada alta ($5,70 \text{ t/ha}$) quando comparada aos valores levantados por Abreu (2006) em um remanescente de Floresta Atlântica ($4,4 \text{ t/ha}$) em uma área de fundo de vale com sessenta anos de abandono das práticas agrícolas, onde a espécie *G. guidonia* contribuiu com 42% do total da produção de folhas. Solórzano *et al.* (2005) na mesma microbacia estudada por Abreu (2006) confirmaram a dominância local de *G. guidonia*, que apresentou um Valor de Importância de 119,7 e um Valor de Cobertura de 98,6, correspondendo respectivamente a 39,9% e 49,3% do valor máximo relativo para estes parâmetros.

O maior aporte de serrapilheira acumulada levantado no tratamento 1 pode estar associado a maior período sem perturbação que proporcionou o desenvolvimento de remanescente florestal com maior diversidade do que os tratamentos 2 e 3. Mateus *et al.* (2013) analisou o estoque de serrapilheira em quatro sítios amostrais encontrando o maior estoque de serrapilheira acumulada no sítio com maior idade, com vegetação mais diversa, estratificada e densa quando comparado aos demais sítios. Borém & Ramos (2002) relacionaram o aumento de produção de serrapilheira à maior diversidade e densidade de espécies. A relação aporte e velocidade de decomposição também interferem na camada de biomassa vegetal acumulada, sendo que o estoque de serrapilheira está diretamente associado à produção e inversamente associado às taxas de decomposição e transporte (VALLEJO, 1982; PAGANO, 1989; COELHO-NETTO *et al.* 2010). O aporte de serrapilheira e sua posterior decomposição regulam a manutenção da fertilidade do solo, constituindo importantes etapas da ciclagem de nutrientes dentro dos ecossistemas (FACELLI & FACELLI, 1993; GAMA-RODRIGUES, 1997; BARBOSA, 2000; PEREIRA *et al.*, 2008).

O menor acúmulo de serrapilheira no tratamento 2 pode estar relacionado ao intenso uso da área pela pecuária e a menor oferta de atributos ambientais incidentes sobre esse trecho da microbacia, influenciando no desenvolvimento da vegetação e na restauração.

A não existência de diferença significativa entre os tratamentos 1 e 3, sugere que a oferta de atributos ambientais permitiu ao sítio 3, que se encontra no setor perturbado da microbacia, o desenvolvimento do remanescente florestal com composição florística e estrutural semelhantes ao sítio 1, com 32 anos de restauração florestal espontânea. Este fato pode ser justificado pela localização dos tratamentos em diferentes vertentes, mostrando que a vertente pode influenciar no desenvolvimento da vegetação.

A diferença significativa que os tratamentos apresentaram entre as estações pode ser justificada devido ao aumento da produção de folhas de *G. guidonia* sobre o solo no período de verão. Em todos os tratamentos a serrapilheira apresentou-se homogênea em relação à sua

composição, formada em sua maioria por folhas de *G. guidonia*, revelando a contribuição dessa espécie na produção de serrapilheira. Esse comportamento vai de acordo com o observado por Gauri (2010), onde a espécie apresentou queda foliar o ano todo com maior intensidade entre os meses de outubro a janeiro.

3.2. Capacidade de Retenção Hídrica

A média da capacidade de retenção hídrica de todos os tratamentos foi de $224,24\% \pm 16,96$ ($P < 0,01$), sendo que o valor médio do verão foi de $212,25\% \pm 36,45$ e do inverno foi de $236,23\% \pm 33,96$ (Tabela III.3). A área conservada (T1) apresentou maior diversidade de espécies e a serrapilheira com maior média da capacidade de retenção hídrica ($240,92\% \pm 19,23$), diferindo estatisticamente de T2 e T3, localizados na área perturbada ($P < 0,05$). Entre as estações, T1 e T2 apresentaram diferença significativa entre os períodos de inverno e verão ($P < 0,05$).

Tabela III. 3: Valores médios e desvio padrão da capacidade de retenção hídrica (%) nos três sítios amostrais (Norte conservado, Norte perturbado e Sul perturbado) em diferentes estações (inverno e verão) – Cacaria, Pirai – RJ.

Tratamento	Inverno 2013	Verão 2014	Média (tratamentos)
T1 - NC	254,52 ± 32,16	227,32 ± 28,99	240,92 ± 19,23A
T2 - NP	237,99 ± 25,93	192,07 ± 40,29	215,03 ± 32,47B
T3 - SP	216,19 ± 32,64	217,36 ± 31,30	216,28 ± 30,83B
Média (estações)	236,23 ± 33,96a	212,25 ± 36,45b	224,24 ± 16,96

As médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas não diferem entre si e as médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior tempo sem perturbação proporcionou ao tratamento 1 o desenvolvimento de vegetação com maior diversidade quando comparada aos demais tratamentos, sugerindo que a composição florística pode ter influenciado a maior capacidade de retenção hídrica da serrapilheira neste tratamento.

Os valores médios de capacidade de retenção hídrica da serrapilheira levantados em cada tratamento estiveram abaixo dos valores levantados por Mateus *et al.* (2013) em um fragmento florestal com aproximadamente 30 anos sem perturbação por pecuária e fogo ($283,68\% \pm 47$). Essa diferença pode ser justificada pela qualidade da serrapilheira produzida pelas diferentes espécies que compõem os dois estudos. Em Mateus *et al.* (2013), as espécies com maior densidade no fragmento florestal foram *Siparuna guianensis* e *Cecropia pachystachya*, enquanto que no presente estudo as espécies com maior densidade foram *T. laeta* e *G. guidonia*.

O valor médio de capacidade de retenção hídrica da serrapilheira ($224,24\% \pm 16,96$) esteve próximo aos levantados por Miranda (1992) e Montezuma (2005), que verificaram na Floresta da Tijuca – RJ médias entre 200% - 259%, respectivamente. Já Vallejo (1982), também na Floresta da Tijuca – RJ obteve valores superiores à 300%. Em uma floresta de carvalho, no Tennessee – EUA, Blow (1955) encontrou valores médios entre 200% e 50%. Melos *et al.* (2010) em plantios de eucalipto no Vale do Paraíba – RJ encontraram valor médio de 235%. Esses resultados demonstram a importância do aporte de serrapilheira e sua capacidade de retenção hídrica no desenvolvimento de ecossistemas perturbados, uma vez que a manutenção da umidade é fundamental para a germinação, estabelecimento e crescimento vegetal (MATEUS *et al.* 2013). A serrapilheira depositada sobre o solo também exerce papel importante na proteção do solo contra o desenvolvimento de processos erosivos. Vallejo (1982), concluiu que a serrapilheira protege o solo contra a compactação por gotas de chuva,

mantendo condições ideais à infiltração e diminuindo o impacto causado pelas gotas ao atingirem o solo. Além disso, a retenção de umidade pela serrapilheira favorece o desenvolvimento da fauna do solo, que desempenha um papel importante na abertura de bioporos no solo contribuindo para infiltração da água (CASTRO JUNIOR, 1991; MELOS, *et al.* 2010).

4. CONCLUSÃO

A *Guarea guidonia* após criar condições para a colonização de ambientes perturbados e contribuir no desenvolvimento do remanescente florestal, promoveu junto com as espécies que cresceram sob sua copa a manutenção do estoque de serrapilheira e da umidade sobre o solo, beneficiando o desenvolvimento de espécies florestais ao seu entorno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os fatores ecológicos que mais influenciam a distribuição da *G. guidonia* são: *Elevação* (100 – 120 m A.N.M.), *Declividade* (ondulada) e *Superfície de curvatura* (côncava);
- A maior concentração da espécie em áreas com a exposição do relevo para o norte demonstra a capacidade da *G. guidonia* em se adaptar a áreas em condições ambientais menos favoráveis, assim como sua maior resistência a colonização e estabelecimento;
- O manejo da regeneração sob a copa da *G. guidonia* e o enriquecimento com espécies secundárias como *Erythroxylum pulchrum* e *Cupania oblongifolia*, podem constituir alternativa viável de restauração de áreas perturbadas;
- Apesar dos 32 anos de abandono, T1 (área conservada – vertente norte) apresentou composição florística semelhante à T3 (área perturbada – vertente sul). O avanço da cobertura florestal sobre a pastagem em T3 foi superior a T2 (área perturbada – vertente norte), demonstrando que a maior oferta de atributos ambientais conferem a T3 maior resiliência, favorecendo a restauração florestal espontânea;
- Os valores referentes ao estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira evidenciam potencial da *G. guidonia* para criar condições para a colonização de ambientes perturbados, criando relações hídricas sinérgicas entre as espécies em benefício dos ecossistemas em formação;
- Os parâmetros físicos e fitossociológicos avaliados sugerem que ao longo do seu desenvolvimento a *Guarea guidonia* contribuiu para modificação do micro-habitat de seu entorno, promovendo a formação de núcleos de vegetação, atuando como agente facilitador da restauração florestal em ecossistemas perturbados na bacia hidrográfica do rio Cacaria, vertente atlântica da Serra do Mar - RJ.
- É recomendado que a distribuição espacial e os efeitos de facilitação da *Guarea guidonia* sejam estudados em outras microbacias na bacia hidrográfica do rio Cacaria, além de outros parâmetros como análise do banco de sementes, ciclagem de nutrientes e fertilidade dos solos.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods**. Wallingford: CAB International, 1993. 171p.
- ANJOS, A.; MAZZA, M.C.M.; SANTOS, A.C.M.C.; DELFINI, L.T. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função K de Ripley. **Scientia Forestalis**. n. 66, p. 38-45. 2004.
- ARAGÃO, M.B. Sobre a vegetação de zonas úmidas do Brasil. **Rev. Bras. Biol.** v. 21, n. 3, p. 317-324. 1961.
- BACKES, P. & IRGANG, B. **Mata Atlântica. As Árvores e a Paisagem**. Porto Alegre: Editora Paisagem do Sul. 2004.
- BARBOSA, J. H. C. Dinâmica da serrapilheira em estágios sucessionais de Florestas Atlântica (Reserva Biológica de Poços das Antas - RJ). 2000. 202p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2000.
- BARBOZA, R. S. Caracterização das bacias aéreas e avaliação da chuva oculta nos contrafortes da serra do Mar – RJ. 2007. 56f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal do Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2007.
- BARDELLI, K.C., KIRIZAWA, M., SOUSA, A.V.G. O Gênero Piper L. (Piperaceae) da Mata Atlântica da Microbacia do Sítio Cabuçu - Proguaru, Guarulhos, SP, Brasil. **Hoehnea**, v.35, n.4, p.553 – 561, 2008.
- BATJES, N.H. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. **European Journal of Soil Science**. V. 47, p.151-163, 1996.
- BAYLÃO JUNIOR, H.F.; VALCARCEL, R.; ROPPA, C.; NETTESHEIM, F.C. Levantamento de espécies rústicas em área de pastagem e em remanescente florestal na Mata Atlântica, Piraí-RJ. **Floresta e Ambiente**. v.18, n.1. Seropédica-RJ. Brasil. 2011.
- BECHARA, F.C. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2006.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R & HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos e ecossistemas**. Tradução Sanches, A. *et al.* – 4. ed. – Porto Alegre: Artmed. 2007.
- BLOW, F.E. Quantity and hydrologic characteristics of litter under upland oak forests in Eastern Tennessee. **Journal of Forestry**. v. 53, p. 190-195. 1955.
- BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serrapilheira de um fragmento de mata atlântica. **Revista Cerne**. v. 8, n.2, p. 042-059. 2002.
- BROWN, S. & LUGO, A.E. Tropical secondary forest. **J. Trop. Ecol.**, 6: 1-32. 1990.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American Rain Forest trees in the light of successional process. *Turrialba*. v. 15, p.40-45, 1965.
- CALLAWAY, R.M. Positive interactions among plants. **Botanical Review** 61:306–349. 1995.
- CALLAWAY, R.M.; WALKER, L.R. Competition and Facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. **Ecology**. v.78, n.7, p. 1958-1965. 1997.

- CARPANEZZI, A.A. **Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais**. In: Galvão APM, Silva VP, editores. *Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso*. Colombo: Embrapa Florestas; p. 27-45. 2005.
- CARVALHO, F.A; NASCIMENTO, M.T. & BRAGA, J.M.A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, v.31, n.4, Viçosa – MG. p.717-730, 2007.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies Arbóreas Brasileiras. **EMBRAPA Informação Tecnológica**. EMBRAPA Florestas, v.1, Colombo, PR. 2003, 1039p.
- CASTRO JÚNIOR, E. O papel da fauna endopendônica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície. **Dissertação** (Mestrado – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 150p. 1991.
- CHAMBERS, C.C.; MACMAHON, J.A. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.25, p.263-292, 1994.
- CLEMENTS, F.E. *Plant succession: An analysis of the development of vegetation*. Carnigie Institution of Washington, Washington, DC. 1916.
- CORREIA, J.M.S. Utilização de espécies frutíferas da Mata Atlântica na alimentação da avifauna da Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ. **Dissertação** de Mestrado em Ecologia. Brasília: Universidade de Brasília. 2007.
- CORTINES, E. Funcionamento hidrológico de nascentes em microbacias instáveis, Barra de Guaratiba - RJ. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. p. 87. 2008.
- CORTINES, E. Influência da interceptação horizontal na determinação de zonas de umidade em vertentes a sotavento da serra do Mar, RJ. **Tese** (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2012.
- CORTINES, E.; PEREIRA, A.L.; SANTOS, P.R.O.; SANTOS, G.L.; VALCARCEL, R. Vegetação Arbórea em Vertentes com Orientação Norte e Sul na Floresta Montana, Nova Friburgo-RJ. **Floresta e Ambiente**. v. 18, n. 4, p.:428-437. 2011.
- CORTINES, E.; TIENNE, L.; BIANQUINI, L.A.; MOROKAWA, M.J.; BARBOZA, R.S. VALCARCEL, R.; ZANDONADI, J.E. Uso de poleiros artificiais para complementar medidas conservacionistas do projeto de reabilitação de áreas de empréstimo na Amazônia, Tucuruí-PA. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ÁREAS DEGRADADAS, E II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. Anais... UFPR. p. 61-69. 2005.
- CROWDER, M.J. & HAND, D.J. **Analysis of repeated measures**. London: Chapman & Hall, 1990, 256p.
- CURTIS, J.T.; MCINTOSH, R.P. An upland forest continuum region of Wisconsin. **Ecology**, Durham, v.32. n.3, p.476-496, 1951.
- DANTAS, M.E. **Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro**. In: Rio de Janeiro. Brasília: CPRM. 63p. 2001.

- DANTAS, M.E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A.I.M.; SILVA, C.R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J.F. & CALDERANO, S.B. **Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. CPRM.** Serviço Geológico do Brasil. Brasília. 2000
- DUARTE, L.S.; DOS SANTOS, M.M.; HARTZ, S.M.; PILLAR, V.D. Role of nurse plants in Araucaria Forest expansion over in south Brazil. **Austral Ecology**. v. 31, p. 520-528. 2006.
- DUARTE, L.S.; MACHADO, R.E.; HARTZ, S.M.; PILLAR, V.D. What sampling can tell us about forest expansion over natural grasslands. **Journal of Vegetation Science**. v. 17. p. 799-808. 2006.
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de Matas Ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 14 p. (IF. Série registros, 4). 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Análises físicas. In: **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solo, 1997. p. 1 – 79. (Embrapa – CNPS: Documentos, 1).
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. ESRI. **ArcInfo**. Command references. New York, 1996.
- FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, Lancaster, v.57, p.1-32, 1991.
- FACELLI, J. M & FACELLI, E. Interactions after death: plant litter controls priority affects in a successional plant community. **Oecologia**, n.95, p.277-282, 1993.
- FARIAS, L.M. Mapa de cobertura e ocupação do solo. Escala 1:70.000. **Monografia de conclusão do curso de geografia**. PUC-RJ. Rio de Janeiro, 2010.
- FARREL, T.M. Models and mechanisms of succession: an example from a rocky intertidal community. **Ecological Monographs**. v. 61, p. 95-113, 1991.
- FASSBENDER, H.A. **Química de suelos com ênfasis em suelos de América Latina**. San José, Costa Rica. Ed. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1980. p.398.
- FELFILI, J. M.; RESENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília, DF: UnB, 2003. 68 p.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília, DF: UnB, 2005. 55 p.
- FERREIRA, F. P. et al. Exposição solar e propriedades do solo em Santa Maria – RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n. 3, p.377-381, 2005.
- FERREIRA, R.L.C.; LIRA JUNIOR, M.A.; ROCHA, M.S.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; BARRETO, L.P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serrapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **R. Árvore**. v.31, n.1, p.7-12. 2007.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: CEPEF- UFSM, 269 p. 1992.
- FRANCENER, S.M.C. **Análise nutricional dos frutos de *Piper*, *Solanum* e *Ficus* e sua importância na dieta dos morcegos**. 2006. 73p. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica). Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR. 2006.
- FRANCO, B. K. S. Análise do banco de semente e da regeneração natural em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual no Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. **Dissertação** (mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 80 p. 2005.

- GAMA – RODRIGUES, A. C. da. Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamento puros e mistos, em solos de tabuleiros da Bahia, Brasil. 1997. 107p. **Tese** (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- GANDOLFI, S. História natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). Tese (**Doutorado** em Biologia Vegetal) – Campinas, UNICAMP. 2000, 520p.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F. & BEZERRA, C.L.F. Estudo florístico e caráter sucessional das espécies arbustivoarbóreas de uma floresta mesófila semidecidual no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia** **55**(4): 753-767. 1995.
- GAUI, T.D. Fenologia de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa Submontana da Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Monografia** (Graduação em Engenharia Florestal). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ, 2010.
- GILLER, K.L.; BEARE, M.H.; LAVELLE, P.; IZAC, A.M.N.; SWIFT, M.J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.6, p. 3-16, 1997.
- GODINHO, T.O. Quantificação de biomassa e de nutrientes na serrapilheira em trecho de Floresta Estacional Submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro – ES. 2011.
- GÓMEZ-POMPA, A. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. **Biotropica**, Lawrence, 3: 125-35, 1971.
- GraphPad Prism 5. GraphPad Software. San Diego, CA. 2007.
- GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 2 ed. London: Butterworths. 256p. 1983.
- GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. **Foresty Ecology Management**, v. 148, p. 185-206, 2001.
- GUEDES-BRUNI, R.R.; MORIM, M.P.; LIMA, H.C; SYLVESTRE, L.S. Inventário florístico. In: SYLVESTRE, L.S. & ROSA, M.M.T. (org.) **Manual Metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica: EDUR, 2002. p. 24-50.
- GUEVARA, S.; MEAVE, J.; MORENO-CASASOLA, P.; LABORDE, J. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. **Journal Vegetation Science**. v. 3, pp. 655-664. 1992.
- GUIMARÃES, E.F. & GIORDANO, L.C.S. Piperaceae do nordeste brasileiro I: Estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 55, p.21-46, 2004.
- Guimarães, E.F. & Valente, M.C. 2001. Piperaceae - *Piper*. In: R. Reitz (ed.). Flora Ilustrada Catarinense, Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- HEAL, O.W.; ANDERSON, J. M.; SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. In: (CADISCH, G.; GILLER, K.E. Eds) **Driven by nature: Plant litter quality and decomposition**. CAB International. 1997. p.3-30.
- HORN, H. S. The ecology of secondary succession. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.5, p.25-37, 1974.
- IBGE - Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. **Manuais Técnicos em Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2012.

- IEF – Instituto Estadual de Florestas/RJ. **Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. Governo do Estado do Rio de Janeiro / SEMAN / IEF Rio de Janeiro, Mapa. Rio de Janeiro. 1994.
- IKPE, F. N.; OWOEYE, L. G.; GICHURU, M. P. Nutrient recycling potential of *Tephrosia candida* in cropping systems of southeastern Nigeria. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.67, p.129-136, 2003.
- JACQUES, P. D.; SHINZATO, E. **CPRM – Serviço Geológico do Brasil / Uso e Cobertura do Solo**. CPRM, Brasília. 2000.
- JENNINGS, S.B.; BROWN, N.D.; SHEIL, D. Assessing forest canopies and understory illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. **Forestry**, v.72, n.1, p.59-73. 1999.
- JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHAK, M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. **Ecology**, v.78, n.7, p. 1946 – 1957, 1997.
- KENT, M. & COKER, P. *Vegetation description analyses*. Behaven Press, London. 363pp. 1992.
- KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, v. 32, p. 165-389, 1980.
- KOLM, L. Ciclagem de nutrientes e variações de microclima em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden manejada através de desbaste regressivo. 2001. 88f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências florestais)- USP-ESALQ, Piracicaba.
- KÖNIG, F.G.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serrapilheira numa floresta estacional decidual no município de Santa Maria - RS. **R. Árvore**. v. 26, n. 4, p. 429-435. Viçosa – MG. 2002.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con uno estudio de los climas de la Tierra**. México, Fondo de Cultura Económica, 488p. 1948.
- KOZLOWSKI, T. T. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 158, p. 195 - 221, 2002.
- KRIECK, C.A.; FINK, D.; ZIMMERMANN, C. E. *Ficus cestrifolia* (Moraceae) como poleiro natural: uma estratégia em projetos de restauração de áreas degradadas. *Natureza & Conservação*; v. 6, n. 1, p.:46-55. 2008.
- KURTZ, B.C., SÁ, C.F.C., SILVA, D.O. Fitossociologia do componente arbustivo-arbóreo de florestas semidecíduas costeiras da região de Emerenças, Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**. 60(1):129-146. 2009.
- LAVELLE, P. Faunal activities and soil process: strategies that determine ecosystem function. **Advances in Ecological Research**, London, v. 37, p. 93-132, 1997.
- LEE, D.W. Canopy dynamics and light climates in a tropical moist deciduous forest in India. **Journal Tropical Ecology**, n.5, pp. 65-79. 1989.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 853p. 1998.
- LIEBSCH, D.; ACRA, L.A. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. **Revista Acadêmica**. v. 5, n. 2, p. 167-175.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 1. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998.

- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 2. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 3. 1.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2009.
- LUMBRERAS, J.F.; NAIME, U.J.; CARVALHO FILHO, A.; et al. Zoneamento agroecológico do Estado do Rio de Janeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 33. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2003.
- MAGALHÃES, M.A.F.; CORTINES, E.; MELO, A.L.; VALCARCEL, R. Influência da sazonalidade nos processos de regeneração espontânea na serra Madureira-Mendanha, RJ. *In: VI SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ÁREAS DEGRADADAS, e II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. Anais...*, 2005.
- MANTOVANI, W. 1993. Estrutura e dinâmica da Floresta Atlântica na Juréia, Iguape - SP. **Tese de Livre Docência**, Instituto de Biociências, USP. São Paulo, 126p.
- MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia das angiospermas: Leguminosas**. Santa Maria. Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- MARQUES, O.; TIENNE, L.; CORTINES, E.; VALCARCEL, R. Atributos ambientais definidores de presença de fragmentos florestais de Mata Atlântica em microbacias instáveis. **EDUR. Revista Universidade Rural Série Ciências da Vida**, v.24, n. 2, p.145-150, 2004.
- MARTINS, F. R. *Estrutura de uma floresta mesófila*. 2. ed. Série Teses. Campinas: Editora da Unicamp, 1991.
- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **R. Brasil. Bot.** v. 22, n. 3, p.405-412. São Paulo – SP. 1999.
- MARY, B., RECOUS, S., DARWIS, D., ROBIN, D. Interaction between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soil. **Plant and Soil**. The Hague, V. 181, n.1, p.71-82, 1996.
- MATEUS, F.A. Avaliação do estoque de serrapilheira acumulada e sua capacidade de retenção de umidade em áreas com diferentes níveis de sucessão ecológica, Pinheiral – RJ. **Monografia** (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ. 2012.
- MATEUS, F.A.; MIRANDA, C.C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P.H.A. Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada na restauração florestal de áreas perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**. v. 20, n. 3, p.: 336-343. 2013.
- MATOZINHOS, C.N.; KONNO, T.U.P. Apocynaceae S.L. na Reserva Biológica da Represa do Gramma, Descoberto, MG, Brasil. **Rodriguésia** v.59, n.1, p.7-098, 2008.
- MEIRELES, S.T., PIVELLO, V.R. & JOLY, C.A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environment Conservation**. v.26, n.1, p.10-20, 1999.
- MELO, A.C.; MIRANDA, D.L; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Árvore**. v.31, n.2, p.321-328, Viçosa-MG. 2007.

- MELO, M. S. Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com história de usos diferentes no nordeste do Pará-Brasil. 2004. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Esalq/USP, Piracicaba – SP.
- MELOS, A.R.; SATO, A.M.; COELHO NETTO, A.L. Produção, Estoque e Retenção Hídrica da Serrapilheira em Encosta Sob Plantio de híbridos de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*: Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências** – UFRJ. Vol. 33, p.66-73. 2010 .
- MIRANDA NETO, A.; MARTINS, S.V.; SILVA, K.A.; GLERIANI, J.M. Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 32, n. 72, p. 409-420. 2012.
- MIRANDA, C.C.; COUTO, W.H.; VALCARCEL, R.; NUNES-FREITAS, A.F.; FRANCELINO, M.R. Avaliação das preferências ecológicas de *Clidemia urceolata* DC. em ecossistemas perturbados. **Árvore**. v. 35, n. 5, p.1135-1144. Viçosa – MG. 2011.
- MIRANDA, J.C. Intercepção das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca, RJ. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 100p. 1992.
- MIRANDA, J.C. Sucessão ecológica: conceitos, modelos e perspectivas. **Revista Saúde e Biologia**. v. 4, n. 1, p. 31-37. 2009.
- MONTEZUMA, R.C.M. Produção e reabilitação funcional do piso florestal em clareira de deslizamento – Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 282p. 2005.
- MORAES, R.M.; DELITTI, W.B.C.; RINALDI, M.C.S.; REBELO, C.F. Ciclagem mineral em Mata Atlântica de encosta e mata sobre restinga, Ilha do Cardoso, SP. nutrientes na serrapilheira acumulada. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4: 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ACIESP, 1998. p.71-77.
- MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História natural da serra do Japi**: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil, Campinas: UNICAMP, p. 112-140, 1992.
- MUELLER-DOMBOIS, D & ELLENBERG, H.. **Aims and methods of vegetation ecology**. Willey e Sons, New York. 1974.
- NEVES, G.M.S.; PEIXOTO A.L. Florística e estrutura da comunidade arbustivo-arbórea de dois remanescentes em regeneração de floresta atlântica secundária na Reserva Biológica de Poços das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro. **Pesquisas Botânica**. v. 59, p. 71-112. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas. 2008.
- NEVES, G.M.S.; PEIXOTO A.L. Florística e estrutura da comunidade arbustivo-arbórea de dois remanescentes em regeneração de floresta atlântica secundária na Reserva Biológica de Poços das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro. **Pesquisas Botânica**. v. 59, p. 71-112. São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas. 2008.
- NIERING, W.A.; WHITTAKER, R.H.; LOWE, C.H. 1963. The saguaro: a population in relation to environment. **Science**. n.142. p.15–23.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; WAGNER,

- H. 2013. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-7. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- OLIVEIRA, R.B. & GODOY, S.A.P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. *Biota Neotropica*. v.7, n.2. 2007.
- OLIVEIRA, R. R.; ZAÚ, A.S.; LIMA, D.F.; SILVA, M.B.R.; VIANNA, M.C.; SODRÉ, D.O.; SAMPAIO, P.D. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*, v.1, p.523-541, 1995.
- OLIVEIRA, R.R.; SOLÓRZANO, A.; SALES, G.P.S.; BEAUCLAIR, M.; SCHEEL-YBERT, R. Ecologia histórica de populações da carrapeta (*Guarea guidonia* (L.) Sleumer) em florestas de encosta do Rio de Janeiro. *PESQUISAS, BOTÂNICA*, n. 64: 323-339. 2013.
- OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, v.44, p.321-331, 1963.
- PACHECO, F.V.; BRAGA, J.A.; SCHUTTE, M.S.; OLIVEIRA, W.F.; PIRES, A.S.; NUNES-FREITAS, A.F. Influência do habitat e da densidade populacional nas taxas de herbivoria em *Piper mollicomum* Kunth. *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*. São Lourenço – MG. 2009.
- PADILLA, F.M.; PUGNAIRE, F.I. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment*. v.4, n.4, p. 196-202. 2006.
- PAGANO, S.N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Revista Brasileira de Biologia*. v. 49, n. 3, p. 633-639. 1989.
- PARRINI, R.; PACHECO, J.F. Aspectos da frugivoria por aves em *Cupania oblongifolia* (Sapindaceae) na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Atualidades Ornitológicas*. v. 178. 2014.
- PAULA, A.; SILVA, A.F.; MARCO JÚNIOR, P.; SANTOS, F.A.M. & SOUZA, A.L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*. 18(3): 407-423. 2004.
- PEREIRA, M.G.; MENEZES, L.F.T.; SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serrapilheira na floresta atlântica, Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ, Brasil. *Ciência Florestal*. v. 18, n.4, p. 443-454. Santa Maria - RS, 2008.
- PEREIRA, R. A.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. *Agrometeorologia*. Guaibá: Agropecuária, 478p. 2002.
- PINHEIRO, C.A.A. Dinamismo dos processos erosivos em fontes pontuais de emissão de sedimentos para a Baía de Sepetiba. *Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)* 68p. UFRRJ, Seropédica, RJ. 2004.
- PINTO SOBRINHO, F.A.; CHRISTO, A. G.; GUEDES-BRUNI, R. R. Fitossociologia do componente arbóreo num remanescente de floresta ombrófila densa submontana limítrofe à Reserva Biológica do Tinguá, Rio de Janeiro. *Floresta*. v. 40, n. 1, p. 111-124. 2010.
- PINTO, L.P., BEDÊ, L., PAESE, A., FONSECA, M., PAGLIA, A.; LAMAS, I. Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. In: ROCHA *et al.* (org.). *Biologia da Conservação: Essências*. RiMa. São Carlos: 91-118. 2006.

PMP – PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRAÍ. **Perfil econômico municipal – Breve histórico da organização social do município, recursos naturais e meio ambiente.** Disponível em: www.pirai.rj.gov.br. Acessado em: 20/01/2010. 2001.

R Core Team. 2013. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

REIS, A. & KAGEYAMA, P.Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; ENGEL, V.L. & GANDARA, F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** FEPAF, Botucatu-SP. 2003.

REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPÍNDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K. & SOUZA, L.L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessoriais. **Natureza e Conservação.** vol. 1, n. 1, p. 28-36. 2003.

REN, H., YANG, L., LIU, N., Nurse plant theory and its application in ecological restoration in lower subtropics of China. *Progress in Natural Science* 18, 137–142. 2008.

RENÓ, P. A influência da interceptação pela Serrapilheira no processo de reabilitação de áreas de empréstimo na Mata Atlântica. **Monografia** (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas. Seropédica – RJ. 2008.

RIBEIRO, G. H. P. M.; FELFILI, J. M. Regeneração natural em diferentes ambientes da Mata de Galeria do Capetinga, na Fazenda Água Limpa - DF. **Revista Cerne**, Lavras, v. 15, n.1, p. 1 - 9, 2009.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan, p. 357-358. 2003.

ROBINSON, G.R. & HANDEL, S.N. Forest Restoration on a Closed Landfill: Rapid Addition of New Species by Bird Dispersal. **Conservation Biology.** n.7, v.2. p. 271 – 278. 1993.

RODERJAN, C.V. O gradiente da floresta ombrófila densa no Morro Anhangava, Quatro Barras, PR: os aspectos climáticos, pedológicos e fitossociológicos. **Tese (Doutorado em Ciências Agrárias)** – Universidade Federal do Paraná. 119p. Curitiba, PR. 1994.

ROPPA, C. Avaliação da dinâmica de restauração de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica em uma região de exíguos atributos ambientais, Nova Iguaçu – RJ. **Dissertação (mestrado)** – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. 2009.

ROPPA, C.; VALCARCEL, R.; BAYLÃO JUNIOR, H.F. Avaliação da regeneração natural em ecossistemas perturbados como indicador da restauração em ambientes com marcada estacionalidade, Nova Iguaçu (RJ). **Floresta.** v. 42, n. 2, p. 257-268. Curitiba – PR. 2012.

ROSA, A.R. Critérios para a seleção de microbacias experimentais: Bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba, RJ. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. p. 80. 1995.

SÁNCHEZ-VELÁSQUEZ, L.R.; QUINTERO-GRADILLA, S.; ARAGÓN-CRUZ, F.; PINEDA-LÓPEZ, M.R. Nurses for *Brosimum alicastrum* reintroduction in secondary tropical dry forest. **Forest Ecology Management.** v.198, p:401 – 404. 2004.

- SANKARAN M., RATNAM J. & HANAN N. P. Tree–grass coexistence in savannas revisited – insights from an examination of assumptions and mechanisms invoked in existing models. **Ecology Letters**. v. 7, p.:480–90. 2004.
- SANTOS, S.L. e VÁLIO, I.F.M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.1, p. 89-92. 2002.
- SAYER, E.J. Using experimental manipulation to assess the role of leaf litter in functioning of Forest ecosystems. **Biological Reviews**, Cambridge, v.81, n.1, p.1-31. 2005.
- SCARANO, F.R. Marginal plants: functional ecology at the Atlantic Forest periphery. In: Congresso Nacional de Botânica, Brasília. Tópicos atuais em botânica: palestras convidadas. Brasília: **EMBRAPA/Sociedade Botânica do Brasil**. n.51. p. 176-182. 2000.
- SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A floresta e a água**. Porto Alegre: Pallotti, 1998. 70 p.
- SER - Society for Ecological Restoration International. The SER International primer on ecological restoration [online]. Washington: Society for Ecological Restoration International; 2004. Acessado em 06 de abril de 2014. <https://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration>
- SER, Society for Ecological Restoration International. **The SER International primer on ecological restoration**. 14p. 2004. Disponível em: http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp. Acesso em: 11 out. 2008.
- SILVA, F.X.M.; PINTO, H.S.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M.; AFFHOLDER, F. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. Revista: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. vol.41 no.5. Brasília, Maio de 2006.
- SILVA, L.C. & CUNHA, H.C.S. **CPRM – Serviço Geológico do Brasil / Uso e Cobertura do Solo**. CPRM, Brasília. 2001.
- SILVA, M.A.; MELLO, J.M.; SCOLFORO, J.R.; CZANCK JÚNIOR, L.; ANDRADE, I.S.; OLIVEIRA, A.D. Análise da distribuição espacial da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) sujeita ao sistema de manejo porta-sementes. **Cerne**. v.14, n. 4, p. 311-316. Lavras – MG. 2008.
- SOLÓRZANO, A.; OLIVEIRA, R.R. & GUEDES-BRUNI, R.R. História ambiental e estrutura de uma floresta urbana. In: R.R. Oliveira, (org.): **As marcas do Homem na floresta: História ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 87-118. 2005.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 2005-2008**. São Paulo. 2009.
- SOUZA, F.M. Associações entre as espécies arbóreas do dossel e do subosque em uma Floresta Estacional Semidecidual. **Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)**. 2007. 98p. Campinas-SP, UNICAMP. 2007.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para Identificação das Famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2005
- STACHOWICZ, J.J. Mutualism, facilitation, and the structure of ecological communities. **BioScience**. v.51, n.3. p. 235-246. 2001.

- STEFANO, M.V.; CALAZANS, L.S.B.; SAKURAGUI, C.M. *Meliaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9995>>. Acesso em: 06 Abr. 2014.
- TÁLORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Rev. Bras. Bot.** São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.
- TANIZAKI, K. & MOULTON, T. P. A Fragmentação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e a Perda de Biodiversidade. In: Bergallo, H. G.; Rocha, C. F. D.; Alves, M. A. S. & Van Sluys, M. (Orgs.). *A Fauna Ameaçada de Extinção do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ/FAPERJ. 2000.
- TEIXEIRA, G.M. Estrutura e florística da regeneração natural ao longo de um gradiente de perturbação em um fragmento florestal de Mata Atlântica. **Monografia** (Engenharia Florestal). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2013.
- TIELBÖRGER, K.; KADMON, R. Temporal environmental variation tips the balance between facilitation and interference in desert plants. **Ecology**. v.81, p. 1544–53. 2000.
- TOMITA, M. & SEIWA, K. The influence of canopy tree phenology on understory populations of *Fagus crenata*. **Journal of Vegetation Science**. n.15. p. 379-388. 2004.
- TONHASCA, A.J. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, p. 111-125, 2005.
- TRES, D.R.; SANT'ANNA, C.S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS JUNIOR, U.; REIS, A. Poleiros artificiais e transposição de solo para restauração nucleadora em áreas ciliares. *Revista Brasileira de Biociências* 5(supl. 1):312-314. 2007.
- VACCARO, S.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; LONGHI, S.J. Incremento em área basal de árvores de uma floresta estacional decidual, em três fases sucessionais, no município de Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**. v.13, n. 2, p. 131-142. Santa Maria – RS. 2003.
- VALCARCEL, R. & SILVA, Z.S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta**. n.27 (1/2). p 101-114. 1999.
- VALCARCEL, R. **Laudo Técnico sobre reflorestamento ecológico no entorno dos reservatórios da LIGHT**. Rio de Janeiro: Convênio Fundação Prof. Waldemar Raythe Light, 1997. V.2.
- VALCARCEL, R.. Plano diretor de desenvolvimento sustentável de Armação dos Búzios – Documento técnico parte 1. Prefeitura Municipal de Armação dos Búzios – FGV Projetos. Armação dos Búzios. 2004.
- VALLEJO, L. R. **A influência do Litter na distribuição das águas pluviais**. 1982. 123p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- VIEIRA, D.C.M.; GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Revista Brasil. Bot.** v. 29, n. 4, p.541-554. 2006.
- VOIGHT, V. P.; WALSH, R. P. D. Hidrologische prozesse in bodenstreu. Einige experimentelle befunde. *Schr. Naturw, Rer. Schlesw.* v. 46, p.35-54. 1976.
- VUONO, Y.S. Inventário fitossociológico. In: SYLVESTRE, L.S. & ROSA, M.M.T. (org.) **Manual Metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica: EDUR, 2002. p. 24-50.

WEAVER, P.L. *Guarea guidonia* (L.) Sleumer. American muskwood. SO-ITF-SM-17. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p. 1988.

YARRANTON, G.A. & R.G. MORRISON. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**. v.62, n.2. p. 417-428. 1974.

ZALUAR, H. L. T; SCARANO, F. R. Facilitação em restingas de moitas: Um século de buscas por espécies focais. In: Esteves, F. A. & Lacerda, L. D. (eds). **Ecologia de restingas e lagoas costeiras**. NUPEM/UFRJ, Macaé, Brasil, p.3-23. 2000.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 663p. 1999.