

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

**TESE**

**Fatores do meio físico influentes na restauração espontânea de  
ecossistemas perturbados da Mata Atlântica, na base da Serra do  
Mar**

**Cristiane Roppa**

**2014**



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

**FATORES DO MEIO FÍSICO INFLUENTES NA RESTAURAÇÃO  
ESPONTÂNEA DE ECOSSISTEMAS PERTURBADOS DA MATA  
ATLÂNTICA, NA BASE DA SERRA DO MAR.**

**CRISTIANE ROPPA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Ricardo Valcarcel**

*e Co-orientação da Professora*  
**Vivian Castilho da Costa**

Tese submetida como parte das exigências 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  
Janeiro de 2014

634.9098161

R785f

T

Roppa, Cristiane, 1984-

Fatores do meio físico influentes na restauração espontânea de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica, na base da Serra do Mar / Cristiane Roppa. - 2014.

161 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. 106-124.

1. Florestas - Reprodução - Mar, Serra do - Teses. 2. Florestas - Aspectos ambientais - Mar, Serra do - Teses. 3. Degradação ambiental - Mar, Serra do - Teses. 4. Solo - Uso - Mar, Serra do - Teses. 5. Paisagens - Mar, Serra do - Teses. 6. Ecologia florestal - Mar, Serra do - 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**

**Cristiane Roppa**

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 29/01/2014

---

Ricardo Valcarcel. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Luiz Fernando Duarte de Moraes. Dr. Embrapa Agrobiologia

---

Jorge Soares Marques. Dr. UERJ

---

João Marcelo Alvarenga Braga. Dr. JB

---

Luís Mauro Sampaio Magalhães. Dr. UFRRJ

## DEDICATÓRIA

*A Deus, força do meu viver.*

*A meus pais, Rosane e Nelci A. Roppa.*

*A minha sobrinha, Maria Eduarda.*

*Com carinho,  
dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a força do meu viver, embora, às vezes permitiu que faltasse força física, nunca me deixou faltar à força de vontade.

Aos meus pais, Rosane e Nelci A. Roppa, pelo apoio, incentivo e pela compreensão da minha ausência, principalmente no último ano deste trabalho.

A minha irmã Daniela, por sempre partilhar a alegria da vida, mesmo a distância.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Ambientais e Florestais (PPGCAF), da UFRRJ, pela oportunidade em realizar o curso de doutorado.

A Capes, pela concessão da bolsa de pesquisa.

Ao prof. Dr. Ricardo Valcarcel, pela sua orientação, amizade, ensinamentos e compreensão.

A prof. Dra. Vivian Castilho da Costa, pela co-orientação, amizade e ensinamentos.

Aos amigos e alunos da graduação que auxiliaram na marcação das parcelas e coletas de campo, permitindo a realização deste trabalho: Thiago V. Costa, Cleriston Andrade Machado, Edson Soares Gomes, Alberto Fonseca, Anthony Valença, Agenor Reis, João Paulo Ramos, Kenedy Mota, Francisco Fabris e Mateus Reis. Agradeço muito, em especial aqueles que doaram suas forças para as coletas de solo!

As amigas Pollyana Rodrigues e Ana Helena Dias, pela ajuda de campo.

A minha estagiária Marília Gabriela Tirelli, pela ajuda nas coletas de campo, tabulação de parte dos dados e busca de informações. Obrigada pela sua dedicação!

A Mariana Chagas e Gabriela M. Teixeira, pela ajuda na seleção e localização em campo, dos sítios estudados.

A Thiago Ferreira de Souza, por ter apresentado as primeiras informações sobre o Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi (PNMCP), servindo de intermediário para que eu viesse a conhecer esse lugar.

Ao prof. Dr. Márcio Francelino e Newton Magalhães (ex-técnico do LAGEPRO/UERJ), pela ajuda no geoprocessamento.

A Thiago de Azevedo Amorim (técnico do Herbário/UFRRJ) e ao prof. Daniel Costa de Carvalho, pela identificação do material botânico e pelas informações.

Ao prof. Dr. Jayme Santangelo, pela ajuda na elaboração da curva de rarefação.

Ao prof. Dr. André Nunes de Freitas, pelas sugestões na estatística do primeiro capítulo.

Ao prof. Dr. Giovani Glaucio, pela ajuda na análise estatística do capítulo III.

A equipe do LMBH (Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas) atual: Cristiana, Erika, Joana, Carol, Hiram, Felipe, Ana Helena, Gabriela, Marcelle, Natasha, Marília Gabriela, Heron, Pablo, Marina, professores Jayme, Ednaldo e demais que fizeram parte (entre esses Flávia Souza e Gilsonley Lopes dos Santos) pela troca de informações, amizade e companheirismo em todos os momentos. Família científica de todas as horas!

A Elias Mendes Costa, pela ajuda na descrição dos perfis de solo.

A Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADES) de Paracambi, por ter autorizado o desenvolvimento deste trabalho no PNMCP e por todas as informações prestadas.

Aos brigadistas Florestais Osvaldo Marques e Silas Silva-Neto, por ajudarem na localização dentro do PNMCP, percorrendo diferentes áreas que foram avaliadas na escolha para este trabalho.

Aos amigos Cristiana e Marcos Fábio e a mais nova integrante Ana Clara, que se tornaram minha segunda família. Obrigada por toda ajuda e pelas orações!

Aos amigos e irmãos de caminhada da família MUR (Ministério Universidades Renovadas), da RCC, por sempre estarem presentes na minha vida, fortalecendo a missão de levar o sonho de amor para o mundo, como Profissional do Reino.

Aos pais espirituais, Padres Fábio e Maicon, da Paróquia Santa Teresinha, por transmitirem força e perseverança através da palavra de Deus, que me permitiram prosseguir em meio às tempestades da vida e por todas as orações.

Ao amigo e irmão Carlos Eduardo, pelas orações e pelas partilhas, que deram mais sentido aos dias difíceis.

A fisioterapeuta Mirian e as demais Aline, Paula, Solymar, Leila e Devani, por sempre me socorrerem, cuidando da minha coluna e do meu braço direito.

A todas as meninas do alojamento de pós-graduação da UFRRJ, especialmente àquelas que acompanharam a fase final deste trabalho, pela amizade, convívio e compreensão.

Com muito carinho recebam o meu sincero,  
Muito obrigada!

## RESUMO GERAL

ROPPA, Cristiane. **Fatores do meio físico influentes na restauração espontânea de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica, na base da Serra do Mar.** 2014. 161 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Os diferentes usos dos solos tropicais com manejo inadequado transformam paisagens florestais em mosaicos de ecossistemas perturbados e/ou degradados. Estes, ao perderem sua produtividade são abandonados, podendo entrar em restauração espontânea, dependendo da sua capacidade de resiliência, a qual é influenciada pelas condições do meio físico. Os fatores físicos atuam em diferentes escalas, que estão relacionadas entre si no ambiente, mas para uma análise mais precisa podem ser abordados de forma separada desde o nível de paisagem (mais amplo) até local (mais específico, permitindo maior detalhamento dos processos ecológicos). Este estudo identificou as variáveis do meio físico que favorecem a restauração florestal espontânea em paisagens perturbadas (capítulo I); avaliou a qualidade da regeneração entre dois sítios florestais com histórico semelhante de perturbação e com mais de 60 anos de abandono, em área com curvatura côncava (capítulo II); e relacionou os fatores físicos de escala local que influenciam nos processos de restauração espontânea (capítulo III). Os resultados mostraram que a curvatura do terreno, na variação côncava, foi o fator físico que mais contribuiu com a restauração espontânea na paisagem, favorecendo a ocorrência de florestas secundárias em estágio médio e avançado de sucessão. Em fragmentos florestais em área côncava, a regeneração natural apresentou melhor qualidade florística no sítio “A”, dado à presença das famílias Myrtaceae e Lauraceae entre as mais ricas em espécies e a maior proporção de espécies secundárias tardias (44,94%), representado 37,10% dos indivíduos, enquanto que o sítio “B” apresentou 28,75% de espécies secundárias tardias, correspondendo a 19,01% dos indivíduos, com baixa proporção de pioneiras (2,89%), indicando que esta avançando na sucessão. Na escala local, a orientação das encostas foi o fator físico que mais influenciou o estabelecimento dos processos de restauração espontânea, onde as faces com exposição voltadas para o nordeste e leste contribuíram para acelerar a sucessão (sítio “A”) e aquelas voltadas para o sudoeste e oeste retardam a sucessão (sítio “B”). Os demais fatores físicos também contribuíram para explicar as variações do ambiente, porém em menor intensidade, significando que eles estão atuando interligados, o que indica presença dos processos ecológicos.

**Palavras-chave:** Restauração florestal, fatores abióticos, perturbação, usos do solo, paisagem.



## GENERAL ABSTRACT

ROPPA, Cristiane. **Physical environment influential factors on spontaneous restoration of Atlantic Forest disturbed ecosystems, at the base of Serra do Mar.** 2014. 161p. Thesis (Doctorate in Forest and Environmental Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

The different uses of tropical forest soils with inadequate management transform landscapes into disturbed or degraded mosaics ecosystems. These when they lose their productivity are abandoned, may spontaneously restore, depending on the conditions of the physical environment that influence the resilience maintenance. The physical factors acting at different scales, which are interconnected in the environment, but for a more precise analysis can be addressed separately from the landscape level (broader) to locally (specific, allowing more detailed ecological processes). This study identified the characteristics of the environment that favor the spontaneous forest restoration in disturbed landscapes (Chapter I), evaluated the quality of regeneration between two forest sites with similar history of disturbance and with over 60 years of abandonment, in an area with concave curvature (Chapter II), and physical factors related to local scale processes that influence the spontaneous restoration (Chapter III). The results showed that the curvature of the land, the concave variation, was the physical factor that contributed to the spontaneous restoration and landscape favoring the occurrence of secondary forests in middle and advanced succession stages. In forest fragments at a concave area, natural regeneration showed better floristic quality at the site "A", given the presence of the families Myrtaceae and Lauraceae among the richest in species and higher proportion of late successional species (44.94%), represented 37 10% of subjects, while the "B" site presented 28.75% of late successional species, accounting for 19.01% of individuals with low proportion of pioneer species (2.89%), indicating that this advance in succession. On the local scale, the orientation of the slopes was the physical factor that most influenced the establishment of procedures for spontaneous restoration, where the exposed faces turned to the northeast and east contributed to accelerate the succession (site "A") and those related to southwest and west retard succession (site "B"). Other physical factors also contributed to explain the variations of the environment, but at a lower intensity, meaning that they are acting interconnected, which indicates the presence of ecological processes.

**Key words:** Forest restoration, abiotic factors, disturbance, land use, landscape.

## ÍNDICE DE FIGURAS

1: Localização do município de Paracambi, no Estado do Rio de Janeiro e do Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi, em relação a área do município. ....	3
2: Localização do PNMCP no Corredor Ecológico Tinguá-Bocaina (Fonte: SEMADES e ITPA, 2010). ....	4
3: Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Densa Submontana. (Fonte: BRASIL, 1983). ....	6
4: Antiga fábrica da Companhia Têxtil Brasil Industrial, hoje “Fábrica do Conhecimento”, por abrigar a FAETEC, IST e IFRJ. ....	7
5 e 6: Reptação dos terrenos por falta de ancoragem do sistema radicular, gerando cicatrizes no solo e futuras voçorocas. ....	8
7: Sede da antiga Fazenda do Sabugo (década de 50), com parte da estrutura da Olaria, pastos abandonados, resto da citricultura e pequenos remanescentes florestais. Fonte: Bohrer (2004). ....	8
8 e 9: Paisagem rural com sítios ocupados pela pecuária extensiva e mínimas áreas produtivas, onde fragmentos da Mata Atlântica se regeneram espontaneamente. ....	9
I-1: Chave de identificação para a imagem: A- Floresta em Estágio Inicial de Sucessão (FSI), B- Floresta em Estágio Médio/Avançado de Sucessão (FSMA), C- Solo exposto, D- Bananeira, E- Bambuzal; F- Eucalipto, G- Floresta mista com eucalipto, H-Sombra (parte escura), I- Campo (pasto limpo), J- Campo (pasto sujo) e K- Não classificado. ....	21
I-2: Evolução histórica dos usos dos ecossistemas, na área do Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi. ....	24
I-3 e I-4: Primeira captação de água da fábrica (em 1870), hoje situada no meio do PNMCP. ....	25
I-5: Aqueduto interligando açude da Cachoeira de São Jorge a fábrica Companhia Têxtil Brasil industrial, em 1892. Fonte: Bohrer (2004). ....	25
I-6 e Figura I-7: Disposição da tubulação de ferro (Barbará) que passava por dentro da floresta em 1892 (Fonte: Bohrer, 2004), sendo que atualmente ela se encontra em ruínas, disposta ao longo da encosta com floresta em regeneração. ....	26
I-8: Passagem de água remanescente, para captar e direcionar o fluxo da água, construída com pedras amontoadas sobre drenagem intermitente, próximo a Trilha do Caminho dos Escravos, no PNMCP. ....	26
I-9 e I-10: Pilastras dos aquedutos e parte da tubulação de ferro (Barbará), que ainda podem ser encontrados dentro da floresta. ....	27
I-11: Ruínas da estrutura que distribuía água para o açude da Cascata e para a fábrica. ....	27
I-12 e I-13: A esquerda represa que captava água para a primeira usina construída na década de 50 e a direita, represa da segunda usina, localizada no açude da Cascata. ....	28
I-14: Usina hidrelétrica construída na década de 50, conhecida como Usina da Serra. ....	28
I-15: Regeneração atual da floresta com grande densidade de árvores e arbustos jovens, na área onde ocorreu o segundo ciclo de corte. ....	29

I-16: Regeneração nas bordas da floresta, ainda em estágio inicial de sucessão, por ter sido prejudicada pelo gado.....	29
I-17: Setor de serraria e marcenaria da fábrica, situado no prédio número 25, em 1991. Fonte: Bohrer (2004). .....	30
I-18: Vista geral da fábrica e desmatamento em expansão nas encostas situadas no seu entorno. Fonte: Bohrer (2004). .....	30
I-19: Vista geral da fábrica com as plantações de eucalipto, em 1939, utilizadas na produção de lenha para abastecer as caldeiras da fábrica, conforme fumaça exalada pela chaminé. Fonte: Bohrer (2004). .....	31
I-20 e I-21: Na figura da esquerda pode ser observado, a direita da fábrica indivíduos de eucalipto remanescentes dos antigos plantios e na figura da direita a presença do eucalipto dentro do PNMCP. ....	31
I-22: Áreas de pastagem remanescentes em meio a floresta no PNMCP e próximo da RJ 127, mostram onde houve a presença da pecuária, algumas ainda recente. ....	32
I-23: Antiga fazenda, conhecida como Retiro, tida como maior produtora de gado e leite no tempo da fábrica Brasil Industrial. ....	32
I-24: Áreas de floresta secundária que se regeneraram em áreas anteriormente ocupada por pastagens.....	33
I-25: Área de floresta conservada do PNMCP localizada na serra, próximo da rodovia RJ-127. ....	34
I-26, I-27 e I-28: Mudanças no aspecto da estrutura da vegetação (entre as torres), antes de 1950, em 1950 (BOHRER, 2004) e em 2011, onde se observam espaços vazios e a colonização pela regeneração espontânea. ....	35
I-29: Mapa de uso e cobertura do solo da área do PNMCP. ....	36
I-30: Ordenação dos fatores físicos, altitude (ALT), declividade (DEC), curvatura (CUR) e orientação (ORI), obtida pela análise dos componentes principais (PCA), para o PNMCP....	39
I-31: Distribuição dos escores das duas componentes principais (altitude e orientação) para as três formações vegetais, onde 1-Campo, 2 -FSI e 3 -FSMA.....	39
I-32: Diferenças na comparação de médias, pelo teste de Scheffe a 5%, entre as diferentes formações vegetais, onde 1-Campo, 2 -FSI e 3 -FSMA; (A) em relação ao eixo 1 da PCA (altitude) e (B) em relação ao eixo 2 (orientação). ....	40
I-33: Mapa com as classes de altitude, para o PNMCP.....	41
I-34: Distribuição das classes de altitude, para a área do PNMCP. ....	42
I-35: Distribuição das classes de altitude, para as formações vegetais avaliadas no PNMCP, em 2012. ....	42
I-36: Mapa com as classes de orientação das encostas, para o PNMCP. ....	43
I-37: Distribuição das classes de orientação das encostas, para a área total do PNMCP e para as três formações vegetais avaliadas em 2012.....	44
I-38: Mapa com as classes de declividade, para o PNMCP. ....	45
I-39: Distribuição das classes de declividade, para a área do PNMCP. ....	46

I-40: Distribuição das classes de declividade, para as formações vegetais avaliadas no PNMCP, em 2012.....	47
I-41: Mapa da curvatura do terreno, para o PNMCP.....	48
I-42: Distribuição da curvatura do terreno no PNMCP.....	49
I-43: Distribuição da curvatura do terreno, para as formações vegetais avaliadas no PNMCP, em 2012. ....	49
I-44: Ordenação dos fatores físicos (ALT = altitude, CUR = curvatura, DEC = declividade, ORI = orientação) obtidos pela análise de PCA, para os pontos situados em cada uma das formações vegetais, A-Campo, B-FSI e C-FSMA, no PNMCP.....	51
I-45: Diferenças na comparação de médias, pelo teste de Scheffe a 5%, para as diferentes formações vegetais do PNMCP, onde 1-Campo, 2 -FSI e 3 -FSMA. ....	52
I-46: Tendência de restauração espontânea no PNMCP. ....	53
II-1: Microbacia hidrográfica e a área amostral da regeneração natural (em cinza) dos sítios “A” e “B”, em áreas de curvatura côncava, no PNMCP.....	62
II-2: Distribuição da abundância de espécies da regeneração natural, nos grupos ecológicos, dos sítios amostrados no PNMCP. ....	70
II-3: Distribuição da abundância de indivíduos da regeneração natural, nos grupos ecológicos, dos sítios amostrados no PNMCP. ....	71
II-4: Curva de rarefação da riqueza de espécies em relação ao número de indivíduos amostrados nas parcelas dos sítios “A” e “B”. ....	72
II-5: Diagrama de ordenação das parcelas de regeneração natural, dos sítios “A” e “B”, pela NMDS. (A- parcelas do sítio “A” e B- parcelas do sítio “B”). ....	73
II-6: Distribuição em classes de altura, dos indivíduos da regeneração natural amostrados no sítio “A”. ....	81
II-7: Distribuição em classes de altura, dos indivíduos da regeneração natural amostrados no sítio “B”. ....	82
III-1: Ordenação das parcelas dos sítios “A” e “B” em relação aos três primeiros eixos das componentes principais (PCA).....	100
III-2: Dendrograma aglomerativo das parcelas dos sítios “A” e “B” com semelhantes fatores físicos.....	101
III-3: Distribuição dos pontos representando a relação entre as variáveis físicas do primeiro eixo da PCA e a composição florística dos sítios “A” e “B”, no PNMCP.....	102

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I-1: Autovalores da análise de componentes principais e variâncias explicada. ....	39
Tabela I-2: Autovalores e variância explicada pela análise de componentes principais (PCA), para as três formações vegetais (Campo, FSI-Floresta Secundária em Estágio Inicial de Sucessão e FSMA-Floresta Secundária em Estágio Médio a Avançado de Sucessão). ....	50
II-1: Espécies amostradas na regeneração dos sítios, em processo de restauração espontânea, no PNMCP. GE = Grupo ecológico (P = Pioneira, SI = Secundária inicial, ST = Secundária tardia, NC = Não classificada). ....	65
II-2: Parâmetros fitossociológicos da regeneração natural amostrada no sítio “A”. ....	74
II-3: Parâmetros fitossociológicos da regeneração natural amostrada no sítio “B”. ....	77
III-1: Características químicas dos solos dos sítios estudados, no PNMCP. ....	92
III-2: Média (méd), desvio padrão (s), valores mínimo (Mín) e máximo (Máx) dos fatores físicos avaliados nos sítios A e B. Onde Massa = massa da serrapilheira acumulada, CRH = capacidade de retenção hídrica, Decl = declividade, Ori = orientação, C org = carbono orgânico, D ap = densidade aparente, D p = densidade da partícula e Poros = porosidade total. ....	95
III-3: Autovalores e variâncias explicadas pela PCA, para os fatores físicos dos sítios estudados. ....	96

## ÍNDICE DE ANEXOS

I-1: Questionário aplicado nas entrevistas a moradores de Paracambi. ....	126
I-2: Mapa reclassificado contendo os três tipos de formação vegetal estudada e pontos distribuídos equidistante sob a área do PNMCP. ....	127
I-3: Escores dos fatores das componentes 1 e 2 da PCA, para os fatores físicos analisados, nas três formações vegetais (áreas).....	128
I-4: Exemplos dos usos determinados no mapa de uso e cobertura do solo. A- Floresta em Estágio Inicial de Sucessão (FSI), B- Floresta em Estágio Médio/Avançado de Sucessão (FSMA), C- Solo exposto, D- Bananeira, E- Bambuzal; F- Eucalipto, G- Floresta mista com eucalipto, H- Sombra (parte escura), I- Campo (pasto limpo), J- Campo (pasto sujo) e K- Não classificado. ....	137
II-1: Estrada aberta em meio a floresta, para extração de madeiras, com regeneração de espécies herbáceas e arbóreas.....	142
II-2: Alocação de parcela para levantamento da regeneração. ....	143
II-3: Matriz com coeficientes de dissimilaridade de Bray-Curtis. ....	143
II-4: Parcela do sítio B com presença de lianas.....	144
II-5: Abertura do dossel, no sítio A (A) e sítio B (B), com maior estratificação no A e menor entrada da radiação solar. ....	145
III-1: Escores dos fatores das componentes 1, 2, 3 e 4 da PCA, para os fatores físicos avaliados nos sítios florestais, no PNMCP.....	146
III-2: Perfil do solo no sítio “A”.....	146
III-3: Foto do perfil 1.....	147
III-4: Perfil do solo no sítio “B”.....	148
III-5: Foto do perfil 2.....	149

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>3</b>
Localização.....	3
Geologia .....	5
Geomorfologia.....	5
Solos .....	5
Clima .....	5
Vegetação .....	6
Antecedentes e principais perturbações da região.....	7
<b>CAPÍTULO I – FATORES DO MEIO FÍSICO DA PAISAGEM CONDICIONADORES DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL ESPONTÂNEA .....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>15</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
2.1 Localização da Área .....	18
2.2 Levantamento das Perturbações/Degradações.....	18
2.3 Uso do Solo e Formações Vegetais na Paisagem.....	19
2.4 Determinação dos Fatores do Meio Físico .....	21
2.5 Análise Estatística e Identificação de Sítios para Estudo .....	22
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
3.1 Levantamento das Perturbações/Degradações.....	22
3.2 Uso do Solo e Formações Vegetais na Paisagem.....	36
3.3 Fatores do Meio Físico .....	38
3.3.1 Formações vegetais e fatores do meio físico .....	50
3.3.2 Tendência de restauração espontânea.....	52
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO II – REGENERAÇÃO NATURAL COMO INDICADOR DA QUALIDADE DA RESTAURAÇÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>57</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>58</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>61</b>
2.1 Localização da Área de Estudo .....	61
2.2 Amostragem da Regeneração Natural .....	62
2.3 Análises Estatísticas .....	64
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>65</b>
3.1 Composição Florística da Regeneração Natural.....	65
3.2 Estrutura da Regeneração Natural .....	74
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>83</b>

<b>CAPÍTULO III – INFLUÊNCIA DOS FATORES FÍSICOS DE ESCALA LOCAL NOS PROCESSOS DE RESTAURAÇÃO .....</b>	<b>84</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>85</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>86</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>87</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>89</b>
2.1 Localização da Área de Estudo .....	89
2.2 Fatores do Meio Físico .....	89
2.2.1 Propriedades do solo.....	89
2.2.2 Interface solo/vegetação .....	90
2.2.3 Relevo.....	90
2.3 Análises Estatísticas .....	91
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>91</b>
3.1 Fatores do Meio Físico .....	91
3.2 Fatores Físicos e Regeneração Natural.....	102
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>104</b>
<b>CONCLUSÕES RECOMENDAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>125</b>



## INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo do processo de colonização e desenvolvimento das sociedades humanas, estas foram progressivamente apropriando-se dos recursos naturais através de mecanismos tecnológicos cada vez mais aprimorados (ROSS, 1997), onde a necessidade de gerar riqueza rápida nem sempre foi sustentável. Esta estratégia, no Brasil, se deflagrou a partir do litoral para o continente, por ser a costa litorânea a primeira área explorada (OLIVEIRA, 2008; OLIVEIRA e WINIWARTER, 2010).

A intensidade de utilização de uma determinada área depende da qualidade do solo, clima, condições de relevo, facilidade de escoamento da produção, proximidade de centros consumidores e presença do fator humano (BRASIL, 1983). Estas condições acabaram exercendo inicialmente grande influência no uso do solo e no processo de colonização, da maior parte da área do país.

As ações exploratórias foram aumentando no tempo, passando de simples atividades extrativistas para atividades complexas no período industrial, que aos poucos se difundiram por novas escalas do território. As atividades antrópicas advindas dos ciclos econômicos regionais, realizadas na maioria das vezes sem planejamento e de forma predatória, causaram a perturbação de ecossistemas, desequilibrando seu funcionamento e comprometendo os recursos naturais, configurando novas paisagens no território nacional.

Nesse contexto inserem-se as áreas de domínio do bioma Mata Atlântica, a qual possui menos de 10% de sua cobertura original, onde vivem cerca de 70% da população brasileira, cujas florestas foram reduzidas a fragmentos (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, 2013). Estes na maioria das vezes apresentam-se desconectados entre si, com tamanho limitado para a reprodução e perpetuação de espécies, ameaçados pela caça, tráfico ilegal de animais silvestre e plantas ornamentais, exploração predatória de espécies vegetais e pela especulação imobiliária (TABARELLI et al., 1999; SILVA e TABARELLI, 2000), contribuindo para a perda de resiliência dos ecossistemas.

A Mata Atlântica presta serviços ambientais à sociedade, como produção de água potável, abriga 60 dos 96 Polos de Ecoturismo do Brasil, apresentando relevantes atrativos naturais e culturais, com paisagens de grande beleza cênica (LINO, 2002). No Estado do Rio de Janeiro restam 19,60% dos remanescentes do Bioma Mata Atlântica, sendo 18,38% de remanescentes florestais (SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2009), em diferentes estágios de sucessão, os quais se localizam nas partes mais altas do terreno e espalhados pelo interior (COELHO et al., 2000).

Associado aos usos indevidos dos ecossistemas existe formações naturalmente frágeis, devido às condições ambientais adversas em função de agentes climáticos, topográficos e geológicos, originando solos rasos e pobres, com ambientes submetidos a déficit hídrico pronunciado (ROPPA, 2009), podendo ser considerados fatores de perda de resiliência. Nestes, uma simples intervenção pode comprometer toda a sua estrutura e funcionamento, levando-os a uma condição de degradação de difícil reversibilidade.

Entre as áreas naturalmente frágeis inclui-se a área de domínio da Serra do Mar, a qual possui em grande parte do seu relevo um sistema morfodinâmico, com presença de processos erosivos nas encostas, devido à presença de altos gradientes; distribuição das precipitações e desmatamento nas vertentes, que aceleram o processo erosivo por ativar o escoamento superficial e movimentos de massa, principalmente nas partes com declividade mais acentuada (BRASIL, 1983).

Em Paracambi, o cenário de perturbação e desestruturação dos ecossistemas se deveu principalmente a retirada da cobertura vegetal para produção da citricultura, banana e pecuária, que ocuparam a base da Serra do Mar e parte de suas encostas. Estas modificações geraram problemas ambientais que persistem até os dias atuais, causando empobrecimento do solo, assoreamento das drenagens, redução da seção de drenagens, aumento da frequência de inundações, deslizamentos das encostas de áreas rurais (ROCHA, 2002) e retração da agricultura devido à redução da produtividade, elevado custo de plantio, inexistência de viabilidade econômica, que acentua o êxodo rural. Permanecendo apenas 17,15% do município com áreas ocupadas pela agropecuária (IBGE, 2006). Porém, algumas áreas abandonadas conseguiram espontaneamente entrar em processo de restauração florestal.

O estudo da dinâmica de restauração dos ecossistemas florestais na região de Paracambi pode contribuir para catalisar a conservação dos recursos naturais, assim como para gerar estratégias sustentáveis de produção, reduzindo enchentes, processos erosivos, melhorando a qualidade e perenidade dos mananciais. A abundância de rios e quedas d'água no passado foi o grande diferencial que atraiu fábricas têxteis europeias para a região, tendo como pioneira a Companhia Brasil Industrial, em 1871 (PMP, 2009).

O município de Paracambi compõe 12,8% da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. Tendo como principais rios: Sabugo e Macacos, tributários do Ribeirão das Lajes, o qual vem a ser um dos principais formadores da Bacia do Rio Guandu, que é responsável pelo abastecimento de 9 milhões de habitantes da região metropolitana do Rio de Janeiro (GUANDU, 2007).

A restauração ecológica busca o retorno de uma área perturbada ou degradada à condição mais próxima possível da original, de forma que o aspecto estrutural e funcional do ecossistema seja semelhante ao da floresta original, criando condições para o aparecimento das características biológicas e físicas (CAIRNS JÚNIOR e HECKMAN, 1996; BRASIL, 2000; ENGEL e PARROTTA, 2008; KAGEYAMA e GANDARA, 2005). Ela não tem a preocupação de buscar a formação de uma comunidade clímax como modelo de referência, mas sim o de formar uma comunidade funcional, já que, as trajetórias da sucessão não convergem obrigatoriamente para um “ponto clímax ideal” (sensu RODRIGUES et al., 2007).

Na prática, a restauração consiste em um conjunto de atividades, que induzem o retorno do ecossistema a uma condição auto-sustentável, tendo como base o estabelecimento e a manutenção dos processos ecológicos (PARKER, 1997; ENGEL e PARROTTA, 2008; RODRIGUES et al., 2007), principalmente através da evolução dos estágios sucessionais, que atuarão como salvaguardas ecológicas dos estágios subseqüentes da restauração. Neste sentido, a presença de uma cobertura vegetal pode nem sempre significar a restauração do ecossistema, pois para atingir seus objetivos é necessário recuperar suas funções e formas, com sua diversidade biológica (CARPANEZZI, 2000), permitindo que uma comunidade evolua e a sucessão natural ocorra (FERRETI, 2002), o que é conseguido por meio dos processos ecológicos, promovidos pelas interações entre meio biótico e abiótico.

O avanço da sucessão pode ser impulsionado pelas características do ambiente físico do ecossistema, criando núcleos onde a restauração pode ocorrer de forma espontânea. O ambiente físico é quem sustenta toda a parte biótica dos ecossistemas, ou seja, nele se inclui o solo ou substrato, o meio atmosférico, a hidrologia, o clima, o relevo, os aspectos topográficos, os regimes de nutrientes e salinidade (BRASIL, 1983; SER, 2004).

A colonização inicial pelas espécies pioneiras pode resgatar, aos poucos, as comunidades e funções, de forma parcial ou mesmo semelhante à condição original do ecossistema, desempenhando papel ecológico fundamental na recuperação de áreas

abandonadas após diferentes níveis de perturbações (SANTOS e VALCARCEL, 1993; ENGEL e PARROTA, 2001; TIENNE et al., 2003).

Segundo Gandolfi (1991), os estudos das florestas tropicais têm crescido nas últimas décadas, não apenas com relação à descrição da composição florística e estrutura fitossociológica, mas também, buscando entender a dinâmica destes ecossistemas. Um dos aspectos dinâmicos que se tem pesquisado é a sucessão florestal.

Nos últimos anos, programas em prol da Mata Atlântica, incluindo-se projetos de restauração, têm aumentado, porém muitos não surtiram resultados esperados. No geral, informações bem sucedidas sobre restauração do bioma Mata Atlântica são consideradas escassas, estimando-se serem inferiores a 10% da área total alterada (JESUS e ROLIM, 2005).

Este trabalho teve por objetivos: identificar as variáveis do meio físico que favorecem a restauração florestal espontânea em paisagens perturbadas (capítulo I); avaliar a qualidade da regeneração natural de sítios florestais, com semelhante histórico de perturbação, em terreno com curvatura côncava (capítulo II); e relacionar os fatores físicos de escala local, que influenciam nos processos de restauração espontânea (capítulo III), a fim de caracterizar os processos ecológicos em desenvolvimento e propor um modelo de restauração para futuros projetos da área, baseado na lógica de ajudar a natureza a cumprir melhor suas funções.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### Localização

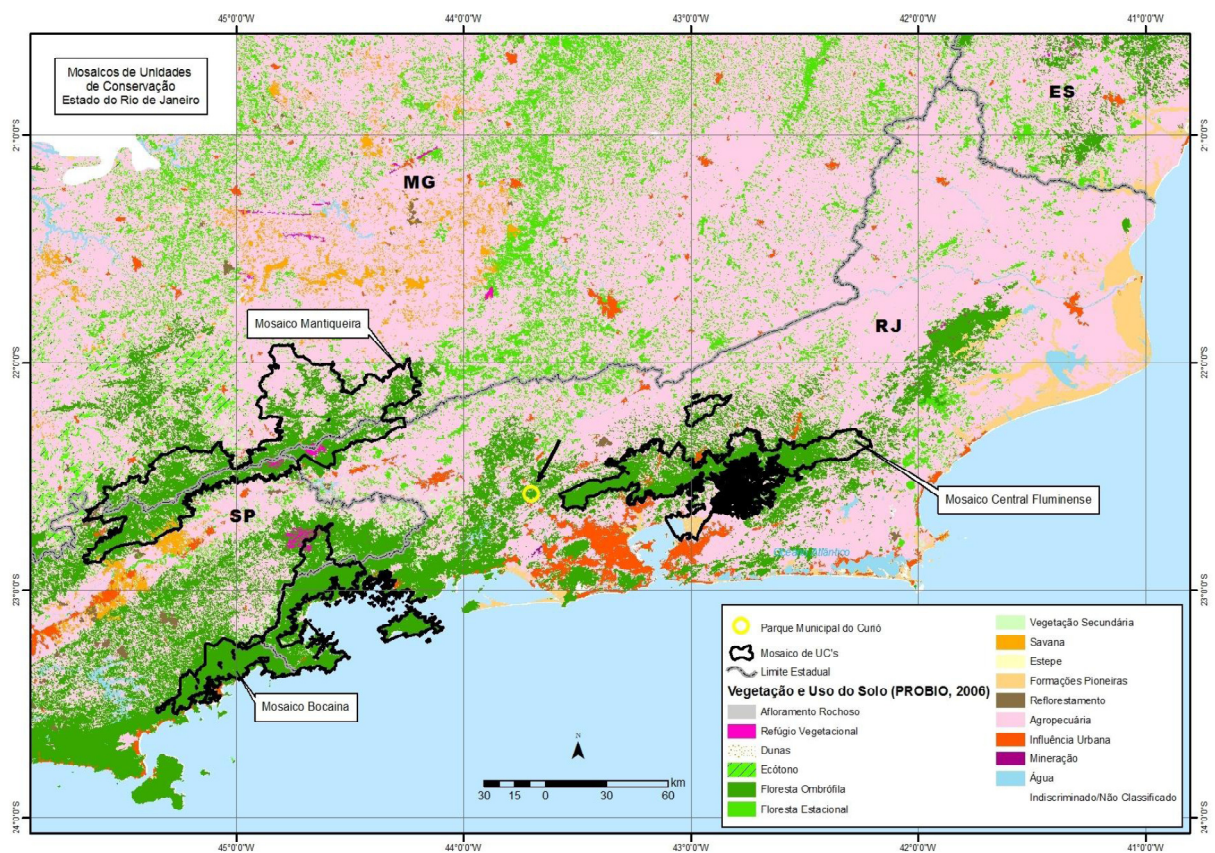
O estudo foi realizado no município de Paracambi, pertencente a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, no Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi (PNMCP) (Figura 1).



**Figura 1:** Localização do município de Paracambi, no Estado do Rio de Janeiro e do Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi, em relação à área do município.

Paracambi encontra-se entre as coordenadas geográficas 22°36'39''S de latitude e 43°42'33''O de longitude, abrangendo área de 186,8 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 4,0% da área da Região Metropolitana. Ele divisa com os municípios de Piraí, Mendes, Engenheiro Paulo de Frontin, Miguel Pereira, Japeri, Seropédica e Itaguaí, pertence à região turística denominada Vale do Ciclo do Café (TCE, 2009). O município foi emancipado de Vassouras e Itaguaí em 08 de agosto de 1960, através da lei n° 4.426 (PMP, 2009).

A Unidade de Conservação (PNMCP) foi criada através do Decreto Municipal n° 1001, de 29 de janeiro de 2002, alterado pela Lei Municipal n° 921, de 30 de abril de 2009, tendo como principal objetivo a proteção e conservação da área de floresta em melhor estado de conservação e de seus mananciais hídricos (SEMADES e ITPA, 2010). A área do PNMCP encontra-se no corredor Tinguá-Bocaina (Figura 2), considerada uma importante área de conservação no Estado do RJ e também área de conexão ambiental com o estado de SP.



**Figura 2:** Localização do PNMCP no Corredor Ecológico Tinguá-Bocaina, destacado no círculo amarelo (Fonte: SEMADES e ITPA, 2010).

O nome do Parque foi atribuído em alusão ao pássaro curió (*Oryzoborus angolensis* Linnaeus), que foi abundante na região. O parque possui 913 hectares, de bioma constituído pela formação de floresta atlântica sub-montana, relevo variando de ondulado a montanhoso, abrigando áreas íngremes (SEMADES e ITPA, 2010). O PNMCP teve o Plano de Manejo aprovado em 2011, porém suas atividades ainda não foram totalmente implantadas, não estando aberto para visitação.

## **Geologia**

A formação geológica predominante é a Suíte Serra das Araras (rica em enclaves de paragnaisse), combinada com a formação Complexo Rio Negro e Depósito Colúvio-Aluvionar (SILVA e CUNHA, 2001).

O Depósito Colúvio-Aluvionar é formado pelos depósitos coluviais e de talus, comumente encontrado nos rios com nascentes localizadas na vertente sul da serra do Mar, localizados geralmente nas encostas inferiores, em rios perenes, às vezes entulhados ou assoreados (SILVA e CUNHA, 2001).

## **Geomorfologia**

A região de Paracambi encontra-se no sopé da macrounidade geomorfológica de domínio da Escarpa da Serra do Mar, que atravessa quase todo o Estado do Rio de Janeiro na direção WSW-ENE, compreendendo um conjunto diversificado de alinhamentos montanhosos, vales alongados, relevos com desníveis altimétricos e degraus de borda de planalto, com configurações morfológicas distintas, estando subdividida em seis subunidades (BRASIL, 1983; DANTAS, 2001a).

Ela encontra-se inserida na subunidade Escarpas das Serras das Araras e Paracambi, consistindo num degrau de borda de planalto intensamente dissecado e recuado, com altitudes variando entre 500 e 700 m na serra de Paracambi (DANTAS, 2001a). Esta subunidade apresenta alta vulnerabilidade a erosão e movimentos de massa, que segundo Dantas (2001a) se deve ao relevo escarpado submetido a um forte controle litoestrutural e pelo desmatamento generalizado, correspondendo a parte mais devastada da Serra do Mar no Estado do Rio de Janeiro.

O relevo é heterogêneo, predominando escarpas e morrotes, colinas isoladas e em menor proporção aparecem as áreas de baixadas próximo aos rios e serras alinhadas (DANTAS, 2001b). As escarpas apresentam vertentes retilíneas a côncavas, enquanto os morros apresentam vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou alongados e os morrotes vertentes côncavas e topos alinhados.

## **Solos**

Os solos são, em geral, pouco espessos (Cambissolos), encontrando-se combinados com Latossolos e Argissolos, este tido como menos lixiviável em relação aos demais (DANTAS, 2001b; BRASIL, 1983).

## **Clima**

Ele se caracteriza como Aw, de acordo com a classificação climática de Koppen, tido como tropical com inverno seco (PEEL et al., 2007). A temperatura média anual na estação meteorológica de Piraí atinge 21,7° C, tendo média no verão de 23°-24° C e no inverno de 18°-19° C, variando a média da máxima de 30°-33° C, no verão e a média da mínima de 12°-13° C, no inverno (BARBIÉRE e KRONEMBERGER, 1994).

A insolação eleva-se no outono para 125 - 175 h/mês, reduzindo nos demais períodos do ano em função do aumento de nebulosidade e pluviosidade, principalmente nas áreas de maior altitude e, nos locais cuja disposição de cadeias de montanhas sejam frontais a Serra do Mar (BARBIÉRE e KRONEMBERGER, 1994).

A umidade relativa do ar é superior a 80% na maior parte do ano, elevando-se para a faixa de 84 - 87% no outono (BARBIÉRE e KRONEMBERGER, 1994). A precipitação

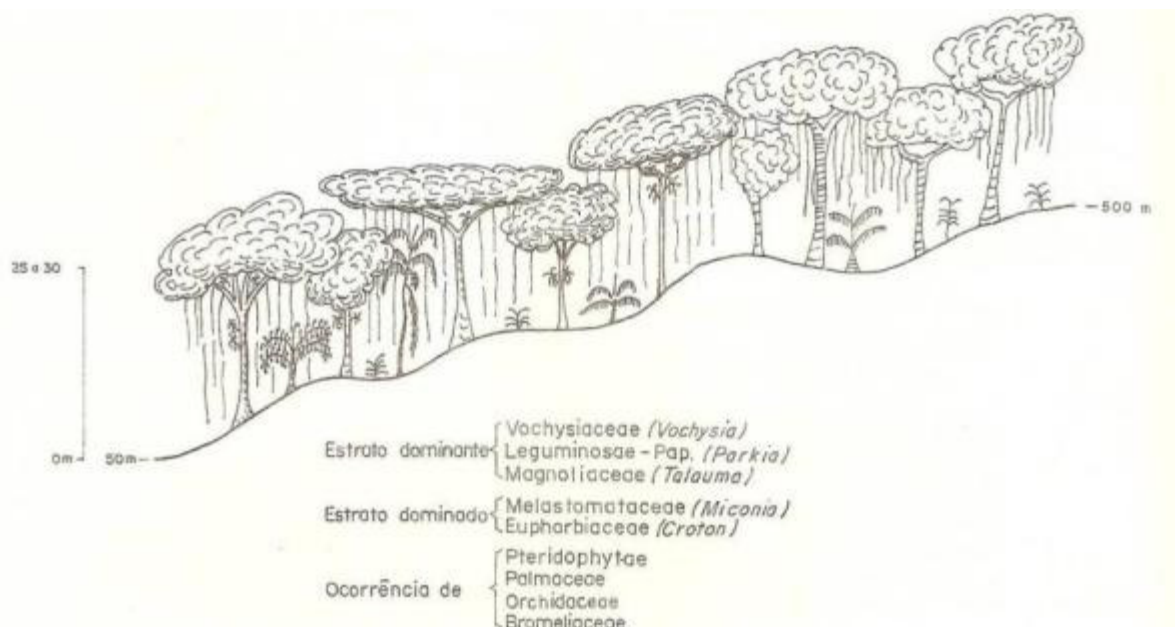
média anual oscila em torno de 1400 mm, sendo os meses de junho, julho e agosto os mais secos (BARBIÉRE e KRONEMBERGER, 1994; DANTAS, 2001b). Julho é o mês mais seco, com precipitação média mensal de 31 mm, e janeiro o mais chuvoso, com média mensal de 300 mm (SONDOTÊNICA & ANA, 2006).

## Vegetação

A vegetação original na Serra do Mar era formada de floresta subperenifólia (Floresta Ombrófila Densa) estando hoje boa parte ocupada por pastagens e fragmentos de matas (DANTAS, 2001b; BRASIL, 1983). A Floresta Ombrófila Densa ocupa a área tropical mais úmida, apresentando ambientes com chuvas bem distribuídas, com médias anuais próximas de 1500 mm, com período de seca anual variando de 0 até 60 dias, caracterizando-se pela presença de fanerófitas perenifoliadas, com brotos foliares geralmente desprovidos de proteção contra seca (BRASIL, 1983).

No Parque Municipal Natural do Curió e entorno predomina a Floresta Ombrófila Densa Submontana. Esta formação da Floresta Ombrófila ocupa áreas dissecadas entre as faixas de altitude de 50 em 500 m, sobre litologia do Pré-Cambriano, apresentando geralmente algum grau de intervenção antrópica, apresentando estrutura fanerófitica, com ocorrência de caméfitas, epífitas (dentre elas bromélias) e lianas (Figura 3) (BRASIL, 1983).

A Floresta Ombrófila Densa Submontana é caracterizada pela presença de espécies de pau-de-tucano (*Vochysia tucanorum* Mart.), babaçu (*Talauma organensis*), faveira (*Parkia* sp.), jacatirão (*Miconia theaezans* Cogn.), *Plathyenia foliolosa* Benth., *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg., canelas (*Nectandra* sp. e *Ocotea* sp.), sangue-de-dragão (*Croton* sp.), xaxim, imbaúba (*Cecropia* sp.), sendo comum no estrato inferior plântulas da regeneração de espécies do estrato dominante, algumas criptófitas e caméfitas das famílias Rubiaceae, Myrtaceae e Melastomataceae (BRASIL, 1983).



**Figura 3:** Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Densa Submontana. (Fonte: BRASIL, 1983).

## Antecedentes e principais perturbações da região

O início da colonização do território do município de Paracambi se deu em meados do século XVIII, com a fixação dos primeiros sesmeiros em 1715, e a abertura do “Caminho Novo”, rota que a ligava Minas Gerais, e posteriormente com o estabelecimento dos jesuítas nas proximidades do Ribeirão das Lajes, os quais permaneceram até 1759, quando foram expulsos do país (PMP, 2009). Estes originaram um povoado chamado “Freguesia de São Pedro e São Paulo do Ribeirão das Lages”, considerado o primeiro povoado da região, onde hoje se encontra o Batalhão Depósito de Munições, onde se observam ainda algumas ruínas e o cemitério daquela época (NATAL e NATAL, 1987; BOHRER, 2004).

Na segunda metade do século XIX, com a instalação da fábrica de tecidos de algodão “Companhia Têxtil Brasil Industrial” (Figura 4), em 1871, pelos ingleses e a expansão da Estrada de Ferro Dom Pedro II (RFFSA) até a fábrica e a implantação do ramal ferroviário Macacos (atual Paracambi – Japeri), houve a consolidação do desenvolvimento regional (NATAL e NATAL, 1987; BOHRER, 2004; PMP, 2009). Posteriormente, instalaram-se outras fábricas de tecido (Cia. Tecelagem Santa Luisa-1891 e a Fábrica de Tecidos Maria Cândida-1924), transformando a região em um núcleo industrial têxtil, embora estivesse próximo a um dos principais municípios cafeeiro fluminense (Vassouras) (PMP, 2009), criando contrastes na economia da região. As fábricas de tecido em Paracambi/RJ surgiram em meio a uma economia e cultura predominantemente agrária (KELLER, 1997), e representaram uma mudança radical, no rumo da economia brasileira (BOHRER, 2004).



**Figura 4:** Antiga fábrica da Companhia Têxtil Brasil Industrial, hoje “Fábrica do Conhecimento”, por abrigar a FAETEC, IST e IFRJ.

O município teve até 1880 fortes atividades rurais e comerciais, exportando cereais (milho e feijão), café, farinha, açúcar e aguardente, sofrendo considerável perda da capacidade produtiva pelo êxodo rural causado pela abolição da escravatura (BOHRER, 2004; TCR-RJ, 2008). Boa parte da produção era destinada aos operários da fábrica, sendo vendida no seu próprio armazém (KELLER, 1997). Hoje, o setor agropecuário ocupa 22,50% (4042 ha) da área do município, estando o setor agrícola restrito a pequenas áreas, onde a bananicultura representa 92,97% da área plantada (para a lavoura temporária e permanente) do município, seguido da mandioca (2,42%), coco-da-Bahia (1,96%), cana-de-açúcar (1,89%), laranja (0,30%), manga (0,30%) e limão (0,15%) (IBGE, 2010).

Em 1980, a fábrica Companhia Têxtil Brasil Industrial entrou em declínio (KELLER, 1997), tendo como remanescente econômico o setor agropecuário em decadência devido aos desgastes dos solos, cujas sequelas ainda podem ser observadas na paisagem atual através dos diferentes processos erosivos (Figuras 5 e 6).



**Figuras 5 e 6:** Reptação dos terrenos por falta de ancoragem do sistema radicular, gerando cicatrizes no solo e futuras voçorocas.

O populoso bairro de Vila Nova foi no passado a área com maior produtividade agrícola, conhecida como Fazenda do Sabugo (Figura 7). Esta fazenda teve entre seus usos a produção de milho, citricultura e uma olaria, responsável pela produção e abastecimento de tijolos para a região (NATAL e NATAL, 1987).



**Figura 7:** Sede da antiga Fazenda do Sabugo (década de 50), com parte da estrutura da Olaria, pastos abandonados, citricultura decadentes e pequenos remanescentes florestais. Fonte: Bohrer (2004).

A área rural é caracterizada por pequenos sítios, sobretudo na localidade de Ponte Coberta (NATAL e NATAL, 1987) (Figuras 8 e 9), onde se pratica pecuária extensiva, como alternativa de uso econômico para áreas de baixa produtividade. Usos que são similares em muitos municípios do Estado do Rio de Janeiro, onde os rebanhos ocupam pastos degradados,



de baixa produtividade, formado por capinzais que colonizaram áreas após a retirada da floresta, ou de espécies agrícolas (SEMADES e ITPA, 2010).



**Figuras 8 e 9:** Paisagem rural com pecuária extensiva e fragmentos da Mata Atlântica originados pela regeneração natural.

A descrição dos mecanismos econômicos da região é representativa de todo o Estado do Rio de Janeiro, parte do Espírito Santo e de São Paulo, onde a colonização das áreas esteve ligada às tecnologias trazidas da Península Ibérica. Ela explica como se trabalhou a terra, e as consequências advindas deste modelo são similares em todas estas regiões, pois poucos são os municípios onde este modelo ocorreu no passado e que ainda praticam agricultura economicamente sustentável.

**CAPÍTULO I – FATORES DO MEIO FÍSICO DA PAISAGEM  
CONDICIONADORES DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL  
ESPONTÂNEA**

## RESUMO

Os usos do solo sem observar a sua capacidade produtiva, associado ao manejo inadequado transformam extensas paisagens florestais em mosaicos de ecossistemas perturbados e/ou degradados. Os ecossistemas perturbados podem restaurar-se espontaneamente, dependendo das condições ofertadas pelo meio físicas. O estudo teve por objetivos levantar os fatos históricos causadores de perturbação na área do Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi, analisar o uso e cobertura do solo, identificar as variáveis do meio físico (altitude, declividade, orientação das encostas e curvatura do terreno), que influenciam nos processos de restauração espontânea da paisagem e determinar sítios com histórico e fatores físicos semelhantes, com tendência de restauração. Os fatores do meio físico da paisagem foram divididos em classes, através do Arc Gis 10 e analisados através da Análise de Componentes Principais. Ao analisar todas as formações vegetais em conjunto, no nível de paisagem, a altitude foi o principal fator físico que indicou diferença entre elas, porém ela é um fator de conservação e não de restauração, devido às dificuldades de acesso que impediram a exploração. A curvatura do terreno, na variação côncava, foi o fator físico principal nas áreas de Floresta Secundária em Estágio Médio o Avançado de Sucessão, indicando ser o fator que mais contribuiu para a restauração espontânea na paisagem.

**Palavras-chave:** Restauração espontânea, histórico ambiental, paisagem, fatores ecológicos.

## ABSTRACT

### CHAPTER I: FACTORS OF MEDIA LANDSCAPE CONDITIONERS OF SPONTANEOUS RESTORATION FORESTRY

Land uses without observing its productive capacity, associated with inadequate management transform large forest landscapes in mosaic of disturbed and/or degraded ecosystems. Disturbed ecosystems can be restored spontaneously, depending on the conditions offered by the physical environment. The study aimed to raise the historical facts causing disturbance in the Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi area, to analyze the use and land cover, to identify the physical factors environment (altitude, slope, orientation of slope and curvature of the land), that influence in the processes of landscape spontaneous restoration and to determine sites with similar historical and physical factors, tending to restoration. The physical factors of the landscape were divided into classes, through Arc Gis 10 and analyzed by Principal Component Analysis. By analyzing all vegetation types together, in landscape level, the altitude was the main physical factor that indicated a difference between them, but it is a conservation and not a restoration factor due to access difficulties that prevented the exploitation. The curvature of the land, in the concave variation was the major physical factor in the Secondary Forest in Middle and Late Sucession areas, indicating to be the factor that most contributes to the spontaneous restoration in the landscape.

**Key-words:** spontaneous restoration, environmental history, landscape, ecological factors.

## 1 INTRODUÇÃO

Os distúrbios são eventos que alteram a estrutura do ecossistema, comunidade ou população, provocando mudanças na disponibilidade de recursos ou no meio físico (WHITE e PICKETT, 1985 apud ENGEL e PARROTTA, 2008). Os ecossistemas perturbados são ambientes que sofreram distúrbios, mas mantiveram meios de regeneração biótica, ou seja, um nível mínimo de resiliência capaz de promover a auto-regeneração (CARVALHO, 2000; CARPANEZZI, 2005). Estes ecossistemas podem restaurar-se, embora dependam da combinação dos seus níveis de resiliência remanescentes e do tempo, para que haja o retorno das estruturas e funções do ecossistema.

Os ecossistemas degradados são áreas que sem intervenções conservacionistas, não possuem condições próprias de se recuperar no decorrer de uma geração humana (VALCARCEL e SILVA, 1997). Eles são resultado das contínuas mudanças introduzidas aos ecossistemas pelos diversos ciclos economicos. Essas mudanças, quanto mais aceleradas forem, causam maior desestabilização dos ecossistemas e aumento das condições irreversíveis (BASTIAN e BERNHARDT, 1993).

Os agentes causadores de distúrbios nos ecossistemas podem ser divididos em função da sua natureza em: antrópico (por exemplo: atividades agrícolas ou florestais, pecuária, queimadas, desmatamento, construções de grandes empreendimentos, introdução de espécies animais e vegetais, poluentes químicos) e natural (por exemplo: fogo, geada, granizo, neve, tempestades, enchentes, salinização, secas, resfriamento, abertura de clareiras, alta radiação solar, deslizamentos, ventos), sendo estes fatores responsáveis pela modificação dos ecossistemas (COATES e BURTON, 1997; BASTIAN e RÖDER, 1998; GARCÍA-ROMERO, 2002; JANSKY et al., 2002; LARCHER, 2004; DREW, 2005; ATTANASIO et al., 2006; BEGON et al., 2007; REIS-DUARTE e GALVÃO-BUENO, 2007). Contudo, a intensidade e o tipo de perturbação influenciam na seleção das espécies que irão se estabelecer primeiro no processo de sucessão ecológica (RICKLEFS, 2003).

As perturbações antrópicas são responsáveis pelas maiores mudanças na paisagem. O homem contribui para a perda da conservação, estabilidade e resiliência das paisagens (BASTIAN e RÖDER, 1998), catalisando o aparecimento de paisagens secundárias e consequentemente a mudança na dinâmica e nas funções da paisagem (BASTIAN e RÖDER, 1998; GARCÍA-ROMERO, 2002; JANSKY et al., 2002), bem como dos seus processos.

Para suprir as necessidades, o ser humano utiliza os recursos naturais, intervindo através dos diferentes usos que nem sempre são compatíveis com a capacidade de exploração dos solos, os quais, somadas ao manejo inadequado, acabam por transformar a paisagem em um cenário com diferentes perspectivas de degradação, culminando em processos erosivos de grande magnitude, como as voçorocas (SILVA et al., 2007). Sistemas de agricultura com manejo de corte e queimadas, dependendo do nível das perturbações ocasionadas, geralmente levam à degradação pela redução da biomassa e da biodiversidade (VEIGA, 1998).

O conhecimento das alterações do meio físico no passado, pelos processos históricos de transformação da paisagem, permitem a compreensão das evoluções de restauração/degradação presentes, pois as manifestações bióticas atuais são resultantes ecológicas de usos passados (OLIVEIRA e MONTEZUMA, 2011).

As paisagens são consideradas unidades espaço-temporal em que os elementos da natureza e da cultura convergem em um só, unindo-se, entretanto de forma instável, ou seja, sujeita a novas alterações (TORRES e BASSOLS, 2009), resultando da co-evolução das

sociedades humanas e constituindo complexas ordens hierárquicas (NAVEH, 2000), produto da união de manchas diferenciadas pela estrutura biótica e abiótica ou composição (PICKETT e CANDENASSO, 1995). São resultados da complexidade natural e das transformações históricas do ambiente, ligadas às formas e ritmos de sua apropriação, incluindo as interações homem-natureza (BASTIAN & RÖDER, 1998; FIGUEIRÓ, 2011) e, por isso, definidas como a herança de processos fisiográficos e biológicos (AB'SÁBER, 2011).

Para uma melhor compreensão dos elementos que compõem a paisagem e dos processos desencadeados nos ecossistemas, a paisagem pode ser decomposta em escalas, que se encontram interconectadas entre si. A análise integrada de paisagens considera que os componentes reconhecíveis nas suas escalas de aproximação têm diferentes níveis de manifestação espaço-temporal, influenciando na expressão visual e nas suas relações sinérgicas, funções e organização estrutural dos seus componentes e na dinâmica da paisagem (GARCÍA-ROMERO, 2011).

Conforme Figueiró (2011), fenômenos observados em uma determinada escala de análise têm as causas associadas a outras escalas, por isso, devemos analisar as relações que se estabelecem em diferentes grandezas de uma mesma realidade. Métodos que permitem olhar o grande e o pequeno, a partir da mesma perspectiva, revelam a verdadeira complexidade na estrutura e nas relações dos fenômenos estudados (FIGUEIRÓ, 2011).

Uma das principais escalas espaciais em que a paisagem tem sido avaliada é pelo geossistema, que corresponde a um nível intermediário de observação da paisagem (entre 1:50.000 e 1:100.000), determinados pelas unidades morfo-climáticas elementares de grandes áreas do terreno (GARCÍA-ROMERO, 2002; GARCÍA-ROMERO, 2011). O desenvolvimento dos componentes abióticos e bióticos da escala meso-estrutural, caracterizam os geossistemas e são os mais instáveis, dependentes e dinâmicos e estão relacionados com os componentes maiores da paisagem (escala morfo-estrutural) (GARCÍA-ROMERO, 2002).

O ambiente físico (ou abiótico) sustenta a biota de um ecossistema e inclui o solo ou substrato, o meio atmosférico, a hidrografia, o tempo meteorológico, o clima, o relevo, os aspectos topográficos e os regimes de nutrientes e salinidade (BRASIL, 1983; SER, 2004). A variação destes fatores somada com a alteração provocada pelos usos leva a modificações na estrutura e composição da paisagem, fragmentando-a e causando maior heterogeneidade espacial, formando um mosaico de paisagens (PICKETT e CANDENASSO, 1995). Logo, o fragmento é a unidade básica de maior potencial comprovado para análise da estrutura espacial da paisagem (GARCÍA-ROMERO, 2011).

O meio físico influencia na disponibilidade e distribuição de recursos abióticos, consequentemente na sustentabilidade da agricultura e na estabilidade dos ecossistemas (BASTIAN e RÖDER, 1998), de maneira que limita ou favorece a ocorrência e o desenvolvimento das espécies vegetais, da sucessão ecológica e da restauração espontânea. Segundo Begon et al. (2007), os recursos são entidades exigidas por um organismo, podendo ser um abrigo, ou até mesmo um alimento, incluindo-se entre os principais recursos para os ecossistemas: a água, a luz, os nutrientes minerais, o oxigênio e o dióxido de carbono. Estes determinarão o nível de resiliência no ecossistema. No entanto, a água é um dos recursos fundamentais para os ecossistemas (PAZ et al., 2000), já que os organismos necessitam de um abastecimento contínuo para realizem reações metabólicas (BEGON et al., 2007). Além disso, a água é um solvente universal, importante para a solubilização e redistribuição de nutrientes do solo, facilitando a absorção pelas plantas (PAZ et al., 2000).

A disponibilidade de recursos hídricos nas florestas do PNMCP e entorno, foi um dos principais atrativos para a instalação da fábrica têxtil Brasil Industrial, em 1871 (KELLER, 1997). Porém, a implantação da fábrica foi um dos principais agentes de perturbação e desestruturação dos ecossistemas, introduzindo fatores que foram se sobrepondo sobre a paisagem, iniciando com a retirada de madeiras para construções, fonte de biomassa para sustentar o funcionamento das caldeiras, implantação de roças com milho, abóbora e bananeira, introdução da pecuária e reflorestamento com eucalipto em solos e locais inaptos.

Os ecossistemas perturbados podem se restaurar naturalmente, dependendo da combinação entre a intensidade dos agentes de perturbação e o grau de resiliência (VALCARCEL e SILVA, 1997). Quando as magnitudes dos agentes causadores de distúrbios afetam a resiliência, fragilizando os ecossistemas, ações de restauração permitem acelerar os processos ecológicos, catalisando o estabelecimento da regeneração natural e criando condições para a sua auto-sustentabilidade (ENGEL e PARROTTA, 2008).

Em alguns locais do PNMCP, depois de cessadas as ações de perturbação, onde o meio físico permitiu a colonização de espécies florestais, houve o início do processo de restauração espontânea, porém, ainda existem áreas em processo de degradação. Esta dicotomia observada pela leitura da paisagem torna ainda mais o conhecimento dos fatores físicos que atuam em favor da restauração, para que novas técnicas possam ser desenvolvidas aproveitando os próprios recursos ofertados pelo ambiente.

A hipótese deste capítulo é que existe variação dos fatores do meio físico que favorecem a restauração espontânea de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica, no PNMCP.

Esse capítulo teve por objetivos: levantar os fatos históricos causadores de perturbação na área do PNMCP; avaliar o uso e cobertura do solo atual; identificar as variáveis do meio físico (altitude, declividade, orientação das encostas e curvatura do terreno) que mais influenciam nos processos de restauração espontânea da paisagem; e determinar sítios com histórico e fatores físicos semelhantes, em formações vegetais com tendência de restauração.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização da Área**

A área de pesquisa situa-se no Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi, conforme apresentado anteriormente na caracterização da área de estudo (Figura 1).

### **2.2 Levantamento das Perturbações/Degradações**

Foram buscadas informações referentes às modificações impostas pelo homem aos ecossistemas, bem como dos usos e manejo do solo, delimitando os principais pontos de intervenção e sua cronologia. Para isso, foram levantadas informações históricas da área em estudo e da região próxima, quanto aos aspectos ligados à exploração dos recursos naturais e intervenções diretas e indiretas nos ecossistemas, causadores de perturbação ou degradação.

Inicialmente, recorreu-se aos arquivos históricos da fábrica, prefeitura e igreja matriz do município. Nestes, procurou-se por documentos, fotos datadas, jornais e livros que transmitissem informações históricas de Paracambi, contudo, como ficaram muitas lacunas no histórico ambiental, optou-se por entrevistas aos moradores idosos envolvidos com a história local. O padrão adotado para as entrevistas e questionários foi o que se aplica à história oral.

Para a elaboração do questionário e condução das entrevistas seguiu-se os critérios descritos por Chagas (2000), Alberti (2005) e Morel et al. (2009). Primeiro, elaborou-se um roteiro geral, para orientar as etapas da entrevista e depois um roteiro específico com tópicos a serem abordados durante o questionário, caso assuntos relacionados fossem relatados, a fim de não desviar do assunto principal.

Optou-se por entrevistas do tipo temáticas, tendo como tema central as perturbações ambientais originadas a partir da instalação da fábrica de tecidos "Companhia Têxtil Brasil Industrial" na sua área e entorno. Para as entrevistas, contataram-se alguns moradores que trabalharam na antiga fábrica de tecidos, ou que presenciaram aquele período.

O questionário foi baseado em questões do tipo aberta, partindo de questões abrangentes para questões mais específicas. As questões (Anexo I-1) estavam relacionadas com o período de funcionamento da antiga fábrica de tecidos "Companhia Têxtil Brasil Industrial"; proprietários das áreas que hoje pertencem ao PNMCP antes da instalação da fábrica, atividades praticadas na área e no entorno (culturas agrícolas plantadas, pecuária, caça, extração de madeiras, silvicultura) e presença de construções e moradores no interior da floresta que pertencia à fábrica de tecidos.

Conhecendo o histórico de uso e sua distribuição aproximada na paisagem foram traçados perfis representativos das principais mudanças ocorridas com a vegetação, no PNMCP.

### **2.3 Uso do Solo e Formações Vegetais na Paisagem**

Foi obtido mosaico da paisagem por meio de três recortes de cenas de imagens do Google Earth capturadas pelo satélite nos dias 28/08/2009 e 11/04/2009, publicadas em 7/01/2010 e 15/07/2011 respectivamente. Foi utilizado o software ArcGis 10.

As imagens disponibilizadas pelo Google Earth são de boa resolução, permitem análises geográficas e detalhamento de cenários, além de serem isentas de custo e estarem disponíveis na Internet (Pinton et al., 2011), porém, elas exigem maior controle de campo a fim de diminuir eventuais dúvidas na sua interpretação (SIMON e TRENTIN, 2009), e o efeito da escala muitas vezes impede o aumento da imagem, por ocasionar perda de resolução dos pixels (METTERNICHT, 2006). Vários autores usam esta tecnologia para classificar paisagens urbanas (LOZANO e CUERVO, 2009), analisar as mudanças de uso do solo nos espaços rurais (SIMON e TRENTIN, 2009), planejar o desenvolvimento do meio físico e territorial (JORI, 2010) e analisar mudanças morfológicas na rede hidrográfica (PINTON et al., 2011).

Os recortes das cenas foram georreferenciadas no software Arc Map com a ferramenta *georeferencing*, utilizando 10 pontos de coordenadas conhecidas para cada imagem, retiradas de uma imagem Quickbird georreferenciada, do Plano de Manejo do PNMCP. Posteriormente, as cenas foram unidas pela ferramenta *mosaic to new raster*, obtendo-se o mosaico de imagens da área.

A classificação do uso e cobertura do solo foi realizada por interpretação visual sob a imagem, que segundo Cintra et al. (2011), Silva e Ferreira (2004) pode ser mais demorada, no entanto, permite obter uma melhor precisão. A vetorização foi realizada diretamente no monitor do computador.

As classes de uso e cobertura do solo foram divididas considerando características como cor, tonalidade, textura e forma (SILVA e FERREIRA, 2004; ARAUJO et al., 2008; CARVALHO JÚNIOR et al., 2008; CINTRA et al., 2011), para a separação de cada tipo de



formação vegetal, bem como dos estágios sucessionais. As curvas de nível também foram utilizadas para extração de informações adicionais, que permitissem melhor interpretar a imagem.

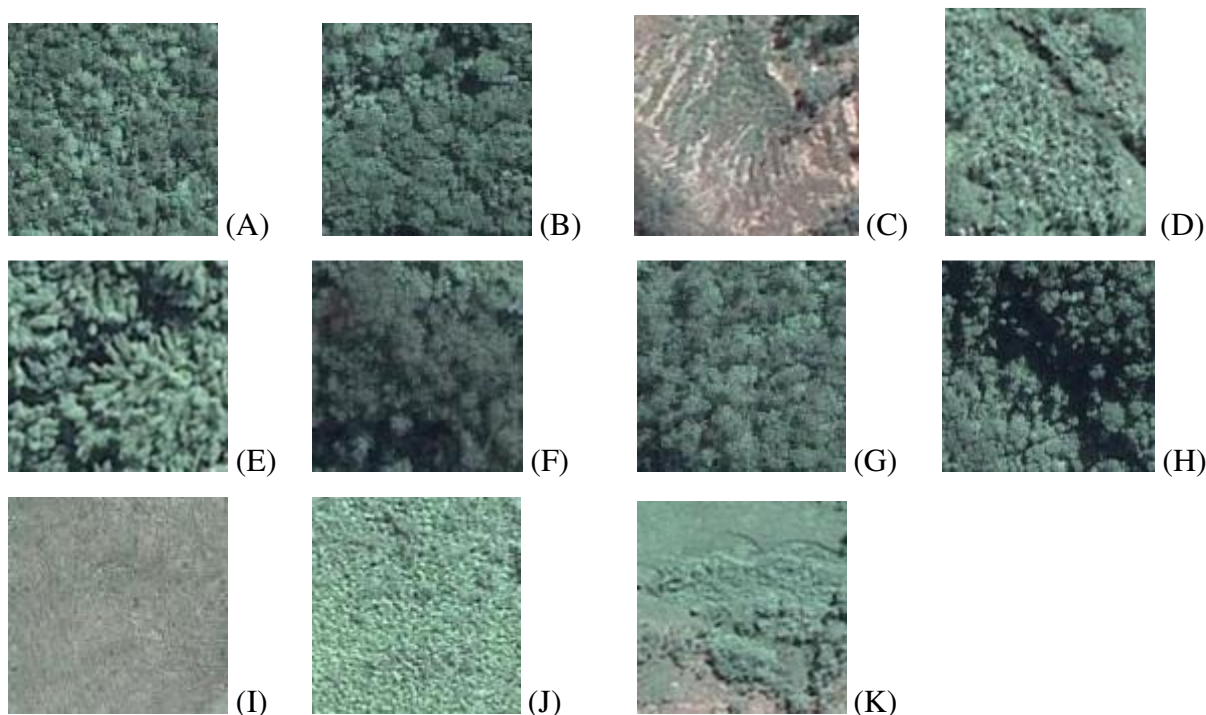
As classes de usos empregadas foram:

- Corpo hídrico: compreendem os principais rios e lagos;
- Floresta Secundária em Estágio Inicial de Sucessão: representada pelas áreas de tonalidade verde claro, com copas geralmente menores, com textura rugosa (maior heterogeneidade do dossel);
- Floresta Secundária em Estágio Médio a Avançado de Sucessão: estas duas classes foram agrupadas em uma única classe por ser inviável a separação dos dois estágios sucessionais devido à resolução da imagem, correspondendo à condição próxima da encontrada no campo. É representada pelas áreas cobertas por dossel verde de tonalidade mais escura e copas maiores intercaladas, às vezes, com copas menores (de tonalidade mais clara), com textura mais homogênea. São as áreas de floresta em melhor estado de conservação, que sofreram um menor nível de interferência antrópica;
- Floresta mista com eucalipto: área de antigos reflorestamentos com eucalipto e regeneração de espécies nativas em diferentes estágios de sucessão;
- Eucalipto: áreas reflorestadas com eucalipto;
- Campo: áreas de pasto limpo ou sujo, contendo pastagem com gramíneas nativas ou introduzidas, podendo conter plantas herbáceas, entre elas, ervas daninhas e vegetais de porte arbustivo e arbóreo distribuídos esparsamente;
- Solo Exposto: áreas com solo parcialmente ou totalmente livre de vegetação, geralmente com presença de processos erosivos (deslizamentos, reptação, voçorocas);
- Bambuzal: área com bambus;
- Bananeira: área de plantios com bananeira;
- Edificação: área com construções, com formato regular;
- Rodovia: área cortada pela rodovia RJ-127;
- Sombra: área sombreada formada pelas características do relevo, não correspondendo à sombra de árvores;
- Não classificado: área que não apresentou características que permitissem identificá-la em uma das classes anteriores.

Para facilitar a identificação e divisão de cada classe de uso através da imagem, criou-se previamente uma chave de identificação para a vegetação, correspondendo aos principais usos encontrados na área do PNMCP (Figura I-1).

Na divisão dos dois grupos de estágios sucessionais da floresta, foram utilizadas coordenadas geográficas de trabalhos realizados no PNMCP (BORGES, 2011; AMORIM, 2012), onde havia uma classificação prévia ou observação sobre o estágio sucessional. As observações feitas sob estas áreas orientaram a definição e a seleção de critérios visuais que caracterizassem cada um dos dois grupos de estágios sucessionais da floresta.

As áreas que apresentaram dificuldade na identificação do uso através da imagem e enquadramento nas classes estabelecidas foram conferidas em campo para posterior decisão. A checagem no campo foi realizada entre dezembro/2011 e janeiro/2012.



**Figura I-1:** Chave de identificação para a imagem: A- Floresta em Estágio Inicial de Sucessão (FSI), B- Floresta em Estágio Médio/Avançado de Sucessão (FSMA), C- Solo exposto, D- Bananeira, E- Bambuzal; F- Eucalipto, G- Floresta mista com eucalipto, H- Sombra (parte escura), I- Campo (pasto limpo), J- Campo (pasto sujo) e K- Não classificado.

## 2.4 Determinação dos Fatores do Meio Físico

Para a caracterização da paisagem, os parâmetros ambientais utilizados na avaliação dos fatores físicos foram: altitude, declividade, orientação das encostas e curvatura do terreno (FERNÁNDEZ, 1979; CEOTMA, 1984; BONAN, 2002; CORRÊA, 2009; FERREIRA et al., 2009). Estes foram obtidos pela derivação do modelo digital de elevação (MDE), através de ferramentas contidas no programa ArcGis 10. O MDE foi gerado através interpolação das curvas de nível vetorizadas no formato shapefile, correspondente a carta topográfica do município de Paracambi-RJ, Folha SF.23-Z-A-VI-2 MI-2744/2, na escala de 1:50.000, da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), fornecida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Paracambi. Esse procedimento foi realizado no programa ArcGis 10 utilizando o algoritmo *topogrid (topo to raster)*.

Os fatores físicos foram divididos em classes, a fim de abranger suas variações. A altitude foi classificada em intervalos de 105 m, com exceção da primeira classe, que ficou com 4 m a mais, tomando como base para a divisão o limite mínimo e máximo encontrado. As classes de altitude foram: 1) 54-165 m; 2) 165-270 m; 3) 270-375 m; 4) 375-480 m; 5) 480-585 m e 6) 585-690 m.

A declividade foi classificada de acordo com a recomendação da Embrapa (SANTOS et al., 2005) em: 1) plano (0-3%), 2) suave-ondulado (3-8%), 3) ondulado (8-20%), 4) forte-ondulado (20-45%), 5) montanhoso (45-75%) e 6) escarpado (>75%).

A orientação das encostas foi classificada em: 1) norte (N), 2) nordeste (NE), 3) leste (E), 4) sudeste (SE), 5) sul (S), 6) sudoeste (SO), 7) oeste (O) 8) noroeste (NO).

A curvatura do terreno foi dividida em: 1) convexo; 2) plano/retilíneo; e 3) côncavo.

Depois, sob cada um dos fatores físicos foi extraída a área de cada uma das três principais formações vegetais (Campo, FSI e FSMA) e reclassificadas pela ferramenta *reclassify*, para obter as informações de cada fator físico em cada um dos ambientes.

Posteriormente, do mapa de uso e cobertura do solo foram extraídas as formações vegetais de interesse para estudo (Campo, FSI e FSMA), passando por reclassificação, pela ferramenta *reclassify*. Neste novo mapa foi inserido um grid de pontos no formato raster, gerado a partir da conversão do MDE para um arquivo vetorial de ponto, vinculando os fatores físicos gerados anteriormente, com células distribuídas de forma equidistante de 100 m, gerando um total de 909 pontos (Anexo I-2), dos quais foram excluídos 71, por caírem em áreas que não correspondiam às de interesse. O restante dos pontos (838) ficaram distribuídos 102 para área de Campo, 508 para FSI e 228 para FSMA. Estes foram utilizados na análise estatística.

Para produzir o mapa de tendência de restauração espontânea foi utilizada a ferramenta *weighted overlay*, do ArcGis 10, dando pesos para cada uma das classes dos fatores físicos (altitude, declividade, orientação e curvatura). Os valores dos pesos foram estabelecidos de acordo com a porcentagem obtida nas classes dos fatores físicos, para a FSMA, considerando-se a influência de cada fator na área distribuída igualmente (25%).

## **2.5 Análise Estatística e Identificação de Sítios para Estudo**

Os valores obtidos para os fatores físicos, no item anterior, foram substituídos pelos valores que correspondiam às classes, (conforme descrito no item anterior) e a seguir, padronizados, no SYSTAT 11. Após foram submetidos à análise multivariada pela Análise de Componentes Principais (PCA), através do programa SYSTAT 11.

Com os escores das componentes principais 1 e 2 (Anexo I-3), salvos no momento da análise, foi construído o gráfico de distribuição espacial das diferentes formações vegetais. Como complemento da análise, foi realizada uma ANOVA, para testar a diferença entre as áreas, pois os pontos haviam ficado sobrepostos e não mostraram separação das áreas.

Para a análise da ANOVA foram utilizados os escores dos eixos 1 e as três formações vegetais, e depois os escores do eixo 2. A *posteriori* foi realizado o teste de comparação de médias, pelo teste de Scheffe a 5% de probabilidade.

Em função do histórico de perturbação conhecido (agentes de degradação), nível de restauração sustentável (FSMA- áreas de floresta em condição de continuarem avançando na sucessão); e fator do meio físico que melhor explicou a componente principal da área de FSMA (condicionante da restauração espontânea), se estabeleceram áreas representativas dos processos de restauração. O fator físico que se destacou, permitiu estabelecer similaridade física na localização dos sítios, ao nível de paisagem.

# **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **3.1 Levantamento das Perturbações/Degradações**

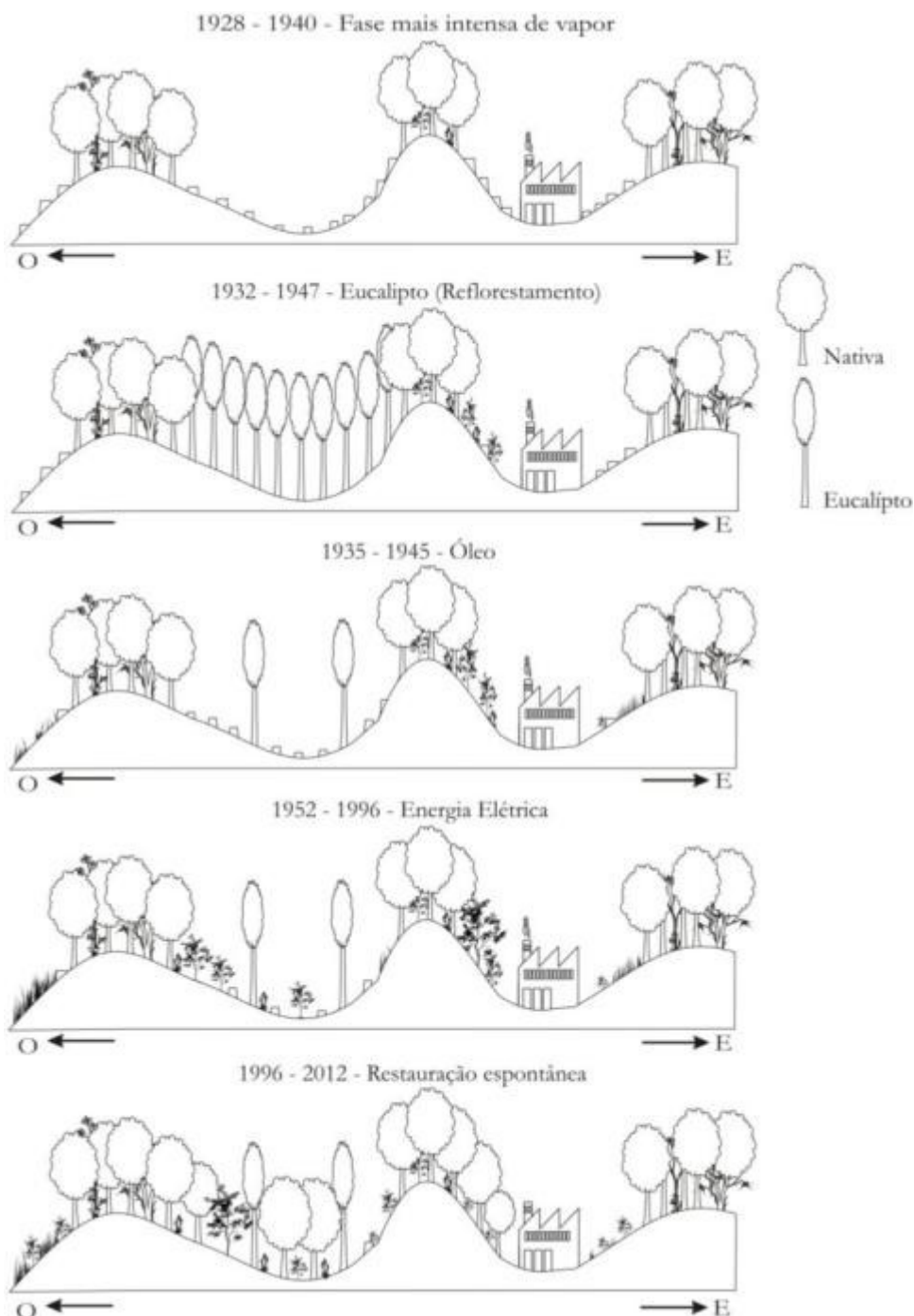
Foram encontrados na região nove idosos nascidos entre 1931-1969, que tiveram algum envolvimento com atividades laborais na fábrica.

Conforme os depoimentos, aproximadamente metade da área que hoje é do município de Paracambi pertenceu à fábrica de tecidos Companhia Brasil Industrial. Inicialmente, um grupo de ingleses comprou uma grande fazenda, para construir a fábrica de tecidos.

Posteriormente foram adquirindo áreas adjacentes que pertenciam a pequenos sítios. Desta forma, o atual terreno do PNMC estava dentro da propriedade da fábrica, abrigando áreas que tiveram uso industriais e pastoris com consequências locais, mas em diferentes escalas da paisagem. Com a instalação da indústria, a maioria dos sítios migrou para as casas oferecidas pela fábrica, no local denominado de Vila Operária, permanecendo nos sítios apenas alguns moradores autorizados.

Próximo às terras adquiridas pela Brasil Industrial ficavam duas fazendas, uma de Felisberto Garcia Macedo, no local denominado Cascata e a outra, de Borja Castro, na RJ 127, que liga Paracambi a Engenheiro Paulo de Frontin, as quais foram posteriormente compradas pela fábrica, com a transação concluída em maio de 1887, visto que estas áreas possuíam as principais nascentes de água, ficando protegidas pela densa floresta (NATAL e NATAL, 1987).

As diferentes formas de energia utilizadas no decorrer do histórico de produção da Companhia Têxtil Brasil Industrial implicaram em mudanças no uso dos recursos naturais da região. Inicialmente as máquinas da fábrica eram movidas a energia hidráulica, produzida pelas quedas d'água (1887-1952), havendo uma fase mais intensa do uso de vapor produzido em caldeiras pela queima de biomassa florestal (década de 30), um curto período de uso de óleo combustível (óleo resíduo do petróleo) (aproximadamente em 1935-1940), passando em 1952 para energia elétrica. Com isso, houve alterações na distribuição da vegetação na paisagem, conforme elucidado na figura I-2.



**Figura I-2:** Evolução histórica dos usos do solo a partir do ingresso da Unidade fabril na área florestal. (O- significa encostas com orientação para o oeste; e E - encostas direcionadas para o Leste).

A disponibilidade de recursos hídricos na região foi um dos principais motivos que levaram à instalação da Brasil Industrial (1871) no local, iniciando as operações com o uso de motores hidráulicos (KELLER, 1997). Para isto, foi necessária a construção de estruturas hidráulicas para captação, transmissão (como os aquedutos), e recepção da água, sendo elas as primeiras intervenções contemporâneas na área da floresta.

Localizada no final da Trilha do Bugio está à primeira captação de água da fábrica, construída por volta de 1870, segundo Bohrer (2004), hoje ainda utilizada pela CEDAE

(Figuras I-3 e I-4). Na serra, também havia, em 1892, o Açude da Cachoeira de São Jorge, o que foi reformado em 1910, passando a ser chamado de Engenho da Serra (BOHRER, 2004). A condução da água em ambas as fontes de captação se dava através de tubulações dispostas em aquedutos distribuídos no interior da floresta, construídos em 1870 (Figuras I-5, I-6 e I-7), os quais serviam de suporte para o encanamento de ferro, que conduzia a água sob gravidade, movimentando os equipamentos da fábrica (BOHRER, 2004). Além dessas, foram construídas outras obras, com os mesmos objetivos (Figura I-8).



**Figuras I-3 e I-4:** Primeira captação de água da fábrica (em 1870), hoje situada no meio do PNMCP.



**Figura I-5:** Aqueduto interligando açude da Cachoeira de São Jorge a fábrica Companhia Têxtil Brasil industrial, em 1892. Fonte: Bohrer (2004).



**Figura I-6 e Figura I-7:** Disposição da tubulação de ferro (Barbará) que passava por dentro da floresta em 1892 (Fonte: BOHRER, 2004), sendo que atualmente ela se encontra em ruínas, disposta ao longo da encosta com floresta em regeneração.



**Figura I-8:** Passagem de água remanescente, para captar e direcionar o fluxo da água, construída com pedras amontoadas sobre drenagem intermitente, próximo a Trilha do Caminho dos Escravos, no PNMCP.

No interior da floresta do PNMCP foram observadas ruínas da estrutura dos aquedutos, restos da tubulação e pequenas obras implantadas em 1870 (Figuras I-9, I-10 e I-11). No entorno dessas estruturas, percebeu-se o retorno da colonização pela vegetação arbórea e arbustiva.



**Figuras I-9 e I-10:** Pilastras dos aquedutos e parte da tubulação de ferro (Barbará), encontrados na floresta, indicando a produção de serviços ambientais no passado.



**Figura I-11:** Ruínas da estrutura que distribuía água para o açude da Cascata e para a fábrica.

Aproveitando a barragem Engenho da Serra, na rodovia RJ-127 e a barragem do açude da Cascata, foram construídas duas usinas para gerar energia elétrica (Figuras I-12 e 13). A Usina da Serra foi inaugurada em 1952 (Figura I-14), permitindo a substituição dos motores hidráulicos por motores elétricos. Em 1964, foi inaugurada a segunda usina, formada pela canalização da água do açude da Cascata (NATAL e NATAL, 1987).





**Figuras I-12 e I-13:** À esquerda, represa que captava água para a primeira usina construída na década de 1950. À direita, represa da segunda usina, localizada no açude da Cascata.



**Figura I-14:** Usina hidrelétrica construída na década de 1950, conhecida como Usina da Serra.

A necessidade de conservar os recursos hídricos ao longo dos anos favoreceu a manutenção da floresta, embora tenha passado por períodos de corte mais intenso até 1940, devido à queima de biomassa para produção de vapor. Para suprir a demanda de madeira para abastecer as três caldeiras da fábrica, que funcionavam 24 horas por dia, muitas árvores foram cortadas. Essa fase promoveu intensas derrubadas de árvores e durou aproximadamente 10 anos. Depois, a extração foi sendo reduzida e limitada para usos nobres da madeira, como fabricação de móveis. Além das caldeiras, foi construída entre 1928 e 1935, uma serraria que também demandava a matéria-prima madeireira.

O primeiro ciclo de corte mais intenso da floresta ocorreu aproximadamente entre os anos de 1928 e 1940, correspondendo aos locais situados próximos da fábrica, indo até o açude da Cascata, início das trilhas do Bugio e Caminho dos Escravos. Esta teria hoje entre 71 a 81 anos, porém, por situar-se mais próximo da fábrica provavelmente passou por outras explorações menores. Tal foi à exploração dessa fase que houve épocas em que o transporte da madeira até o pátio da fábrica se realizava com o auxílio de aproximadamente 100 burros.

O segundo ciclo de corte da floresta ocorreu aproximadamente entre 1940 e 1950 e foi em áreas mais distantes, chegando ao centro da atual área do PNMCP indo em direção a Usina da Serra, tendo hoje entre 61 a 71 anos. Relato de um entrevistado menciona que, em

1945, havia um caminhão na fábrica para puxar madeira, a partir da estrada que existe hoje até a estação da CEDAE.

Grande parte da floresta que foi derrubada permaneceu sem intervenções e por resguardar parte do seu potencial biótico iniciou um processo de restauração espontânea, a partir da sua regeneração (Figura I-15). Essas áreas hoje se encontram provavelmente em estágio avançado de sucessão ecológica, contudo, ainda existem extensões que estão em estágios iniciais da sucessão, sobretudo nas bordas da floresta, onde a presença do gado, que invadia o espaço contribuiu para retardar a entrada da regeneração (Figuras I-16) e em lugares onde foram desenvolvidas pastagens (SEMADES e ITPA, 2010). A ocorrência de fogo nas bordas dessa floresta, entre 1971 e 1976, também foi outro fato que deve ter contribuído para retardar o desenvolvimento da regeneração.



**Figura I-15:** Regeneração atual da floresta com grande densidade de árvores e arbustos jovens, na área onde ocorreu o segundo ciclo de corte.



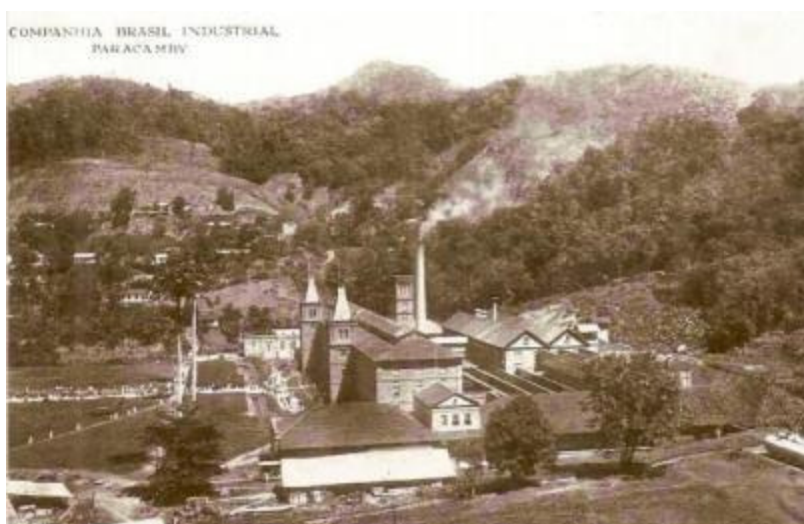
**Figura I-16:** Regeneração nas bordas da floresta, ainda em estágio inicial de sucessão, por ter sido prejudicada pelo gado.

Depois do corte da floresta, algumas áreas foram reflorestadas com eucalipto para atendimento da demanda por madeira e biomassa. Na década de 1940, embora se utilizasse óleo combustível, ainda havia uso da lenha para produção de vapor. Também o setor de marcenaria e serraria, continuava demandando matéria-prima florestal (Figura I-17) (BOHRER, 2004). Até 1961 utilizou-se madeira para fazer carvão, para fornos de padarias.



**Figura I-17:** Setor de serraria e marcenaria da fábrica, situado no prédio número 25, em 1991. Fonte: Bohrer (2004).

O reflorestamento ocorreu concomitantemente com a retirada da vegetação, devendo ter iniciado segundo Natal e Natal (1987) na década de 1930, abrangendo terrenos áridos da fábrica, indo até metade da década de 1940 (entre 1939 e 1947) (Figura I-18 e I-19). Ocupou áreas que iam do açude da Cascata até o cemitério do Lazareto, abrangendo lugares situados à esquerda da Trilha do Bugio. Também no entorno da fábrica, muitos sítios arrendaram terras para plantar eucalipto, chegando estes plantios até o centro de Paracambi. Os reflorestamentos que a fábrica não aproveitou foram vendidos a uma empresa, que explorou boa parte.



**Figura I-18:** Fábrica em operação e desmatamento em expansão nas encostas situadas no seu entorno (década de 1920). Fonte: Bohrer (2004).



**Figura I-19:** Reflorestamento de eucalipto no entorno da fábrica, utilizados para abastecer as caldeiras da fábrica (1939). Fonte: Bohrer (2004).

Onde houve o corte de parte dos indivíduos de eucalipto, liberou-se espaço e as sementes vindas dos indivíduos arbóreos remanescentes da floresta situados próximos ao chegarem à área, encontraram menor competição para germinarem e se estabelecerem, dando início ao processo de regeneração natural e ao restabelecimento da floresta (Figuras I-20 e I-21). Em 1980, criou-se uma lei municipal que impedia o corte dos eucaliptos, por isso, muitos indivíduos ficaram espalhados pelo município e no interior da floresta do PNMCP, contando estes com aproximadamente 77 a 82 anos.



**Figuras I-20 e I-21:** Na figura da esquerda pode ser observados, à direita da fábrica, indivíduos de eucalipto remanescente dos antigos plantios e na figura da direita a presença do eucalipto dentro do PNMCP.

Outro uso do solo desenvolvido em parte da área de estudo (PNMCP e entorno) foi à pecuária, que, conforme relatos foram implantados em maior escala entre 1940 e 1945. Esta causou maior impacto nos ecossistemas naturais, sobretudo nos locais onde esteve presente até mais recentemente e onde os fatores do meio físico (exposição norte e declividade alta) não favoreceram a posterior colonização pela regeneração, e conseqüentemente a sucessão florestal (Figura I-22).



**Figura I-22:** Áreas de pastagem remanescentes em meio à floresta no PNMCP e próximo da RJ 127 mostram onde houve a presença da pecuária, algumas ainda recentes.

A pecuária não se desenvolveu de forma extensiva nessa região, ficando restrita a alguns sítios, como os localizados no bairro Capineira, e em pequenas áreas próximo na várzea do rio dos Macacos até próximo do BNH. Estes criavam algumas cabeças de gado, sob propriedade da fábrica, cuja carne e leite iam para os operários.

Destacou-se com maior produção de gado entre os sítios a Fazenda da Gaúcha (como era chamada na época), situada próximo da rodovia RJ 127 (Figura I-23), onde hoje ainda se observa sua estrutura. Ela ficou conhecida como Retiro e sustentou boa parte da produção de leite que ia para a fábrica (datando entre 1956 e 1959). Suas terras ocuparam aproximadamente metade da área do PNMCP (da parte situada à direita) e foram ocupadas pelo gado, sobretudo nas áreas mais baixas e de relevo suave, tal que as florestas que se regeneraram nestas áreas estão com aproximadamente 30 anos (Figura I-24).



**Figura I-23:** Antiga fazenda, conhecida como Retiro, tida como maior produtora de gado e leite no tempo da fábrica Brasil Industrial.



**Figura I-24:** Floresta secundária regenerada a partir de áreas ocupadas por pastagens.

Houve também a tentativa de criar gado mais próximo da fábrica, em sítios no interior da floresta, nos lugares menos declivosos, onde hoje ocorre à presença de pastagens e capoeiras, entretanto, o gado não se adaptou, pois os pastos eram fracos e os insetos (carrapatos entre outros) constituíam vetores de doenças. Este foi um dos motivos que levaram a escolha de outros lugares para a pecuária.

O manejo das pastagens, no período de 1940 a 1945 era feito com queimadas, isoladas com aceiros, mas com o passar dos anos ficou mais frequente o uso de queimadas sem controle, que se expandiam pelos morros nos períodos de seca. As áreas com maior índice de queimadas localizavam-se próximo a fábrica, nos morros situados à direita, no BNH e próximo da rodovia.

Os usos agrícolas causaram pouco impacto ao meio ambiente, pois os sítios situados na área de domínio da fábrica espalhados pela floresta, eram de culturas de subsistência praticadas em pequenas áreas, com os cultivos de milho, feijão, aipim, abóbora, hortaliças, cana-de-açúcar, bananeira e café, não havendo plantios comerciais. Muitos sítios possuíam pequenos pomares de frutíferas, entre elas a jabuticaba, principalmente perto do poço do Firmino (primeira captação de água localizada dentro da floresta). Já perto do casarão da indústria havia plantios de jabuticaba, fruta-do-conde, abricó entre outras.

As maiores plantações eram de bananeira. Algumas áreas onde houve sua presença foram no sítio do seu Costa, que ficava no final do atual bairro BNH de cima e na fazenda Retiro, que também possuía plantios de cana-de-açúcar e milho. As plantações de banana chegavam a ir até próximo do centro da cidade. Boa parte dos alimentos consumidos vinha de fora, realizando-se a troca pelo que era produzido.

Os sítios que se localizavam dentro da floresta, desapareceram no período do segundo diretor-presidente (1928 e 1955). A partir de 1910, conforme relatado, o número de sítios próximo da rodovia aumentou, principalmente no lado direito (no sentido de quem sobe). Em 1970 ocorreu a construção do loteamento do BNH, acarretando, em 1976, com a saída dos colonos e a extinção das moradias no interior da floresta.

Na área do PNMCP localizada na serra destacam-se em meio a paisagem, áreas de floresta que permaneceram praticamente inalteradas, provavelmente pelas dificuldades impostas pelo relevo (Figura I-25). Conforme apresentado pela SEMADES e ITPA (2010) a

Mata Atlântica remanescente concentra-se nos estados das regiões Sul e Sudeste, recobrando parte da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, onde o processo de ocupação foi dificultado pelo relevo acidentado e pouca infraestrutura de transporte.



**Figura I-25:** Floresta conservada do PNMCP localizada na serra, próximo da rodovia RJ-127.

A maior parte da área que hoje pertence ao PNMCP e que tiveram algum uso foi parcialmente influenciada pelo homem, visto que, receberam poucas intervenções humanas. Segundo Drew (2005) a influência do homem pode ser distinguida em três níveis: incontrolado, parcialmente controlado e com alto grau de dominância humana, as quais refletem em larga medida, atividades agrícolas ou florestais.

As áreas que passaram por intervenções mencionadas nesse histórico, após serem abandonadas entraram em processo de restauração, embora umas de forma mais rápida do que outras (Figuras I-26, I-27 e I-28). Nesse processo houve a contribuição dos vigias, pois a área que estava sob domínio da fábrica, sempre esteve sob a guarda de atalaias, conhecidos como "capitães do mato", que impediam a entrada de estranhos, o corte de árvores e a caça. Após o fechamento da fábrica em 1996, a área continuou sendo vigiada, permitindo a manutenção da floresta e a continuação da restauração espontânea.

Algumas datas dos fatos históricos corresponderam a épocas aproximadas, devido a lacunas existentes nas informações, sendo comum quando se busca dados históricos da paisagem, o que dificulta em algumas situações a realização de uma abordagem mais aprofundada do assunto. Segundo Bastian e Röder (1998) muitos estudos de análise de mudança da paisagem têm realizado apenas descrição de características sem analisar suas funções, tendo como principal razão a base pobre de dados sobre o histórico da paisagem.



**Figuras I-26, I-27 e I-28:** Mudanças no aspecto da estrutura da vegetação (entre as torres), antes de 1950, em 1950 (BOHRER, 2004) e em 2011, onde se observam espaços vazios e a colonização pela regeneração natural.



### 3.2 Uso do Solo e Formações Vegetais na Paisagem

O uso e cobertura do solo do PNMCP contém 83% de florestas (759,41 ha) (Figura I-29), sendo 518,17 ha (56,7%) de floresta secundária em estágio inicial de sucessão (FSI) e 241,24 ha (26,39%) de floresta secundária em estágio médio/avançado de sucessão (FSMA). O restante é formado por 102,35 ha (11,20%) de campo, 23,00 ha (2,52%) de eucalipto + floresta, 11,01 ha (1,20%) com área sombreada, 8,02 ha (0,88%) de bambuzal, 2,88 ha com áreas não classificadas, 2,42 ha de bananeira, 1,82 ha de eucalipto, 1,50 ha com rodovia, 1,15 ha com solo exposto, 0,32 ha de corpo d'água e 0,10 ha de área construída.

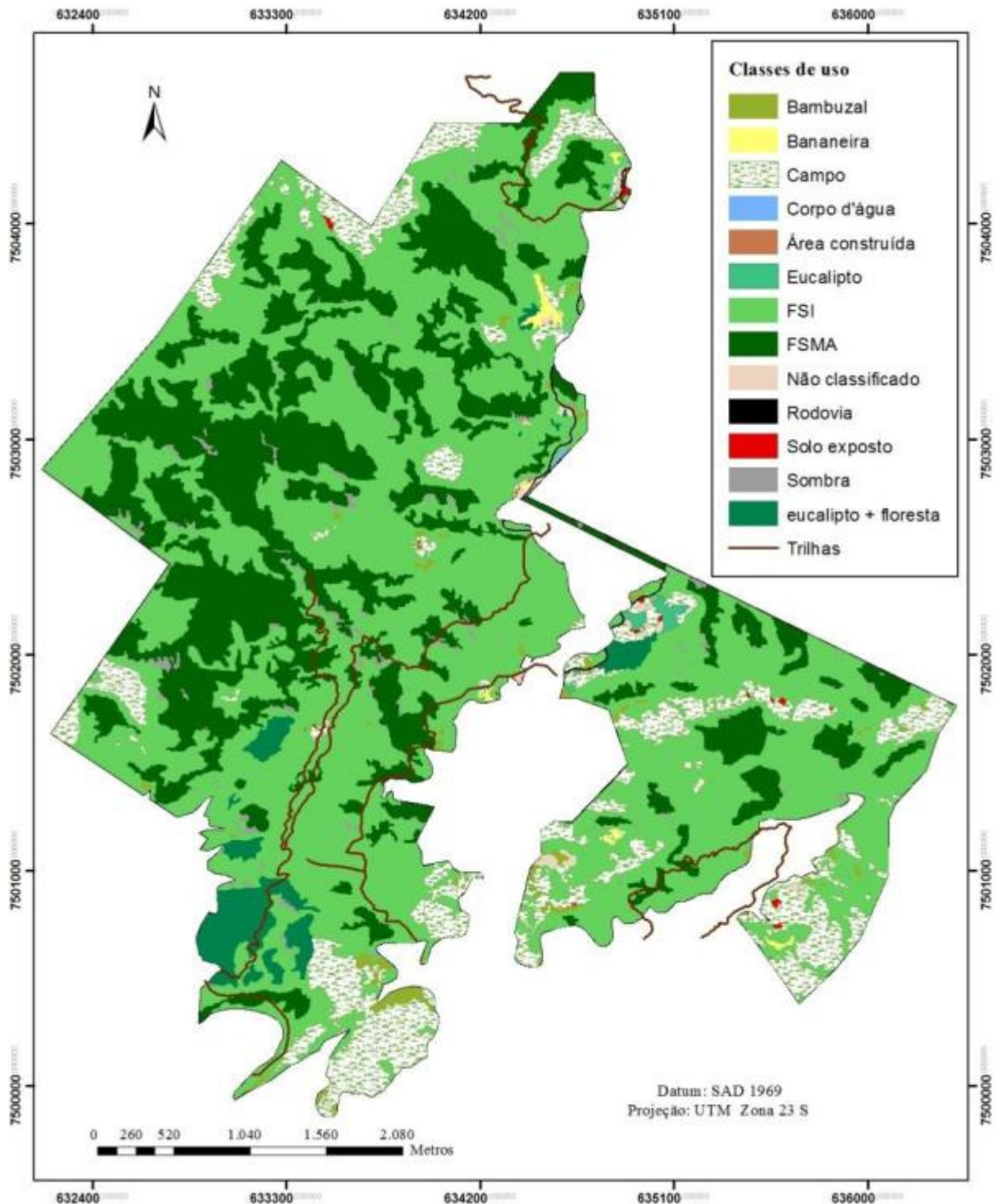


Figura I-29: Mapa de uso e cobertura do solo da área do PNMCP.

No anexo I-4 podem ser observados exemplos das classes de uso e cobertura determinadas para o PNMCP. Estes exemplificam melhor as diferenças encontradas no campo para áreas que pertencem a uma mesma classe.

Observando na figura I-29, a FSMA aparece distribuída em fragmentos dispersos em meio a FSI e corresponde às áreas mais conservadas ou áreas que estão em estágios mais avançados no processo de restauração espontânea. Essas mostram o resultado das intervenções antrópicas passadas, pois segundo Oliveira e Montezuma (2011) as florestas secundárias surgem como produto das alterações pelas populações humanas, em tempo passado ou presente. E as florestas mais preservadas se apresentam como “ilhas” em um “mar” de vegetação secundária (UHL, 1987).

Neste cenário, a FSI constitui a matriz da paisagem e tem sua própria dinâmica e estrutura, influenciando nos processos das áreas vizinhas (PIKETT e CANDENASSO, 1995). As bordas dessa floresta, ao entrar em contato com os outros elementos da paisagem acabam influenciando na sua mudança. Sempre existe um interespaço de transição, que afeta os componentes da vegetação, os tipos de solo e as feições de detalhes do relevo regional (AB’SÁBER, 2011).

As florestas secundárias são resultantes principalmente do abandono de terras agrícolas, embora existam outros fatores indutores da desestruturação das formações florestais conservadas, como a retirada de madeira e a caça (OLIVEIRA e MONTEZUMA, 2011). No PNMCP, grande parte da floresta secundária originou-se da retirada de madeira, enquanto que nas bordas (limite do PNMCP) uma menor percentagem originou-se de áreas anteriormente ocupadas pela pecuária, onde ainda existe maior concentração de áreas ocupadas com campo.

As áreas ocupadas por campo indicaram os remanescentes dos usos passados com reflorestamento de eucalipto, cultivo de banana, milho ou outras culturas de subsistência e principalmente pela pecuária, concentrando-se na parte inferior do mapa pela ocupação recente da pecuária (Figura I-29). Também ocorreram áreas de campo em locais com solos rasos e rochosos, os quais devido às características físicas acabam limitando o desenvolvimento da vegetação densa e de porte maior, predominando assim ecossistemas com gramíneas e arbustos.

Muitas das áreas de campo apresentaram características de pasto sujo, com a colonização de espécies em regeneração, entre elas, arbustivas e arbóreas em meio a gramíneas, indicando que esta havendo avanço na sucessão. Porém, algumas áreas colonizadas por espécies dominantes, como a palmeirinha *Attalea humilis* Mart. ex Spreng (Anexo I-4J), poderão ter a sucessão retardada, por ser uma espécie que compete com pioneiras. Segundo Lorenzi et al. (2010), esta palmeirinha é considerada pelos pecuaristas uma espécie infestante de pastagens e de difícil erradicação, ocorrendo tanto no interior da floresta como em áreas abertas, formando grandes colônias. Ocorre principalmente em topo de morros e é resistente ao fogo, possuindo sementes que germinam com facilidade após a passagem do fogo (SOUZA et al., 2000), por favorecer a quebra de dormência.

Outras áreas de campo apresentaram características de pasto limpo (Anexo I-4I), com presença de gramíneas e superfícies pobres em cobertura vegetal com presença de processos erosivos ativos, como reptação e sulcos. Este fato provavelmente contribui para a expansão das áreas com solo exposto (Anexo I-4C), pois as mesmas (1,15 ha) foram encontradas como manchas no interior das áreas de campo.

As áreas com solo exposto apresentam escoamento superficial e processos erosivos, os quais, por menores que sejam, ameaçam a estabilidade e integridade dos ecossistemas próximos. O incremento do escoamento superficial, da erosão e perda de solo afeta o

equilíbrio dos ecossistemas, tornando-os vulneráveis, alterando sua capacidade de resposta as perturbações e conseqüentemente, a sua sustentabilidade e oferta de serviços ambientais (JANSKY et al., 2002).

Além disso, os processos erosivos alteram as propriedades físicas do solo, causam perda de nutrientes, compactação da camada superficial, redução da infiltração da água e aumento do escoamento superficial (LUK et al., 1997; PIMENTEL & KOUNANG, 1998; BOARDMAN, 2006; SILVA et al., 2007; GONÇALVES et al., 2008), limitam a germinação, o recrutamento de plântulas, a colonização e o crescimento da vegetação, diminuindo a riqueza de espécies e a biomassa, podendo evoluir e causar mudanças irreversíveis nos ecossistemas (HERAS et al., 2011). Nessas áreas, a evolução dos processos erosivos para formas mais severas poderá levar a um futuro estado de degradação.

Dependendo das condições físicas onde se encontram essas áreas, as conseqüências provocadas pelos usos passados podem variar até mesmo em distâncias pequenas, dado que, segundo Ab'Sáber (2011), essa região está inserida no domínio dos “mares de morros”, onde há comportamentos diferenciados em respostas as ações antrópicas.

No meio da floresta do PNMCP foram encontrados fragmentos de antigos reflorestamentos de eucalipto com presença de espécies nativas principalmente no sub-bosque (23 ha) (Anexo I-4G). Este fato evidencia a alta resiliência do ambiente, provavelmente influenciada pelas fontes de propágulos circunvizinhas e pelas características físicas do sítio em ofertar condições para a colonização e desenvolvimento de novas espécies.

As áreas cobertas por sombra na imagem (11,01 ha) (Anexo I-4H) se encontram geralmente em calhas de drenagem com elevada declividade na direção da calha. Outras, em menor proporção, representam cicatrizes de deslizamentos nas encostas, estando recobertas com vegetação. Ambas as situações estão vinculadas a características do relevo local.

Foram encontrados 8,02 ha com bambuzal (Anexo I-4E), geralmente dispostos em linhas e agrupamentos retilíneos (provavelmente indicando usos passados para limites de propriedades). Estes coincidentemente se encontram próximos às áreas mais perturbadas antropicamente, ocorrendo associados às áreas de campo.

Os bambus podem dificultar o desenvolvimento da regeneração por formarem uma densa camada de serrapilheira. Esta camada, às vezes dificulta a germinação de sementes, por impedir o acesso ao solo (GONZÁLEZ et al., 2002). Além disso, a associação das suas características de propagação (por rizomas e sementes) permite seu estabelecimento dominante (ARAUJO et al., 2008) e, por serem plantas colonizadoras, ocupam o espaço de arbustos e árvores pioneiras, afetando a densidade, diversidade e a riqueza local (TABARELLI e MANTOVANI, 1999b).

Os diferentes usos e coberturas do solo encontrados no PNMCP conferiram à paisagem maior heterogeneidade, transformando-a num verdadeiro mosaico, pela presença de vários elementos. A heterogeneidade espacial em sistemas ecológicos influencia nas funções, que vão da estrutura da população, passando pela composição da comunidade para os processos ecológicos (PICKETT e CANDENASSO, 1995) e por conseqüência acabam influenciando também na restauração espontânea da paisagem.

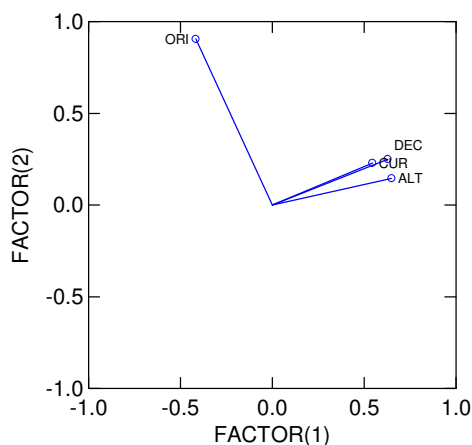
### **3.3 Fatores do Meio Físico**

Os resultados obtidos para os autovalores da PCA (Tabela I-1), para a área total das três formações vegetais (Campo, FSI e FSMA), indicaram que a componente principal 1 (eixo 1) foi explicada pelos fatores físicos altitude e declividade (Figura I-30), os quais explicaram

32,16% da variação dessa componente. Já a componente principal 2 (eixo 2) foi mais bem explicada pela orientação (23,91%). Juntas, as componentes 1 e 2 explicaram 56,07% dos fatores físicos de toda área.

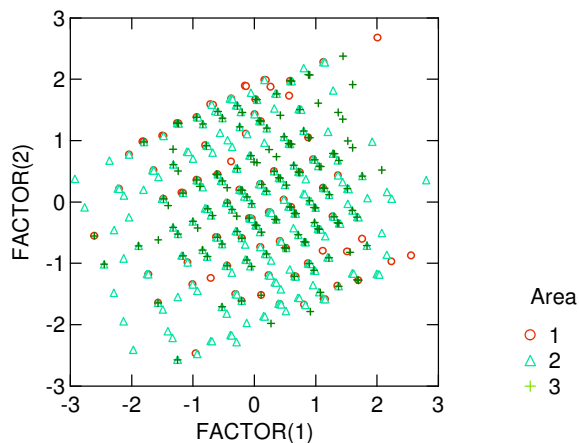
**Tabela I-1:** Autovalores da análise de componentes principais e variâncias explicada.

Autovalor	Proporção de variância explicada	Proporção cumulativa de variância explicada
1,287	32,16	32,16
0,956	23,91	56,07
0,911	22,77	78,84
0,846	21,15	99,99

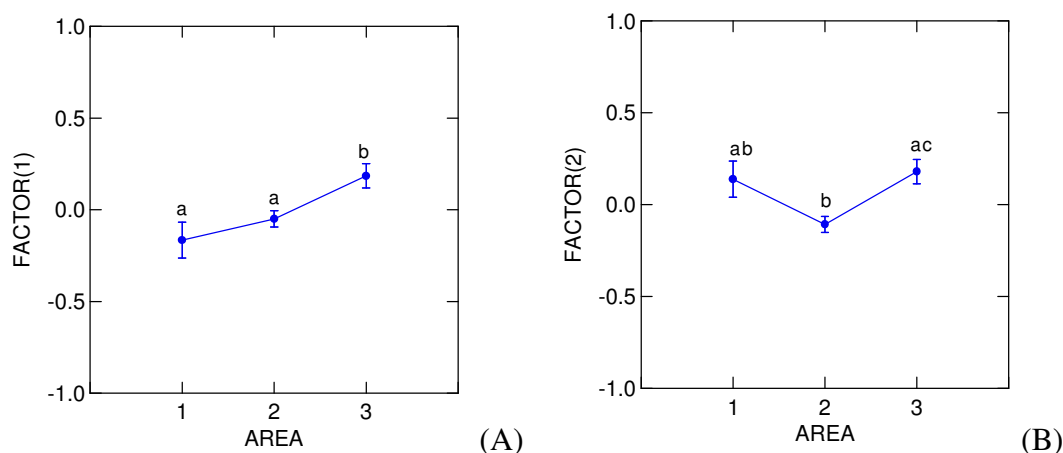


**Figura I-30:** Ordenação dos fatores físicos, altitude (ALT), declividade (DEC), curvatura (CUR) e orientação (ORI), obtida pela análise dos componentes principais (PCA), para o PNMCP.

De acordo com os resultados, a altitude e a orientação corresponderam aos fatores do meio físico que exercem maior influência na diferenciação da vegetação em Campo, FSI e FSMA. Contudo, através da distribuição espacial das formações vegetais sobre os fatores altitude e orientação (Figura I-31), observou-se que não houve separação em grupos para as diferentes formações, pois a maior parte dos pontos ficou sobreposta. Mas, ao serem avaliados pela ANOVA foram encontradas diferenças para as formações vegetais (Figura I-32), mostrando com isso que existe separação.



**Figura I-31:** Distribuição dos escores das duas componentes principais (altitude e orientação) para as três formações vegetais, onde 1-Campo, 2 -FSI e 3 -FSMA.



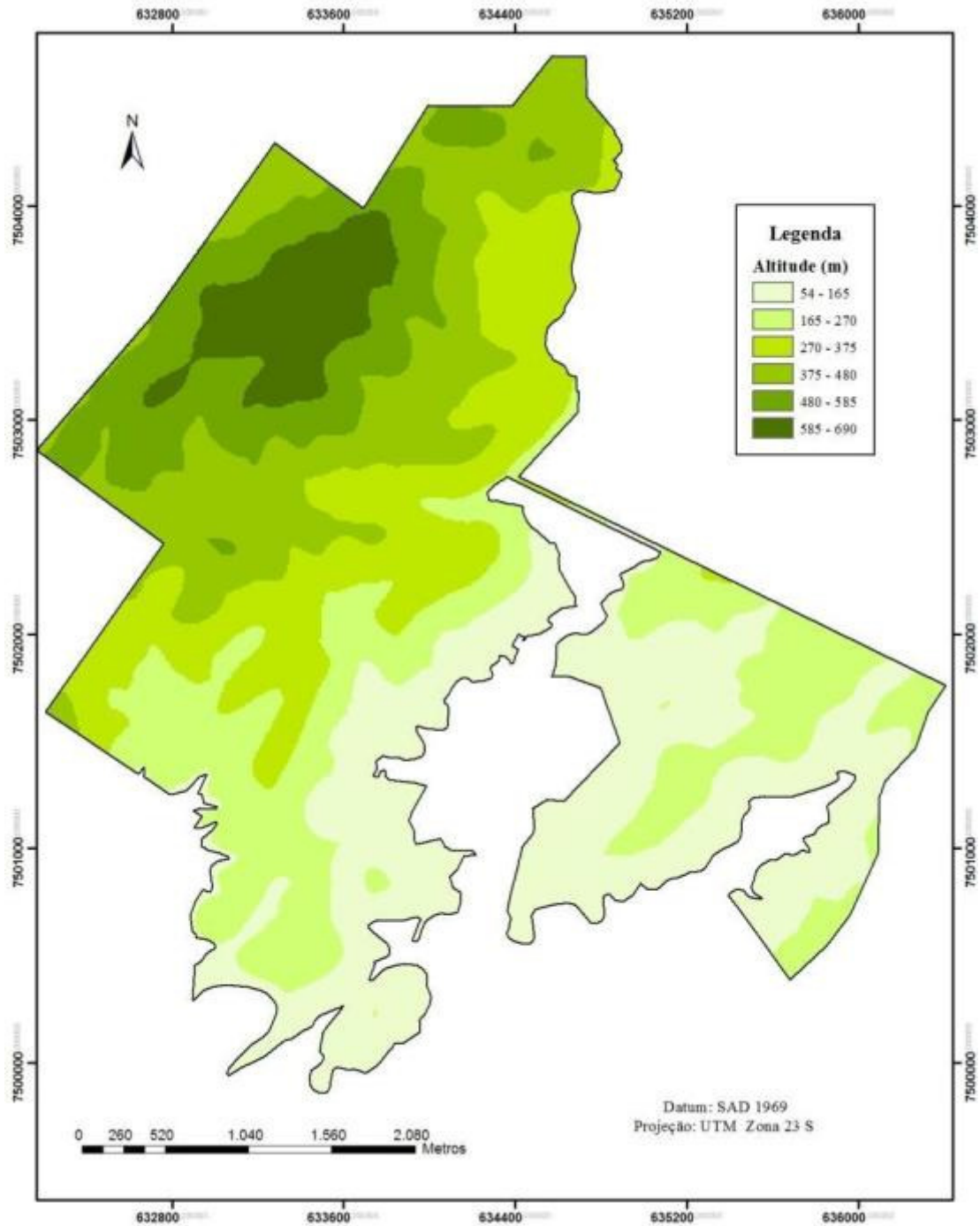
**Figura I-32:** Diferenças na comparação de médias, pelo teste de Scheffe a 5%, entre as diferentes formações vegetais, onde 1-Campo, 2 -FSI e 3 -FSMA; (A) em relação ao eixo 1 da PCA (altitude) e (B) em relação ao eixo 2 (orientação).

Os resultados da ANOVA indicaram que, em relação à variável altitude, que melhor explicou a variação do eixo 1, as formações vegetais diferiram significativamente ( $F_{2,835} = 5,996$ ;  $P = 0,003$ ). E entre as três formações a área de FSMA diferiu significativamente das demais (Figura I-32).

A altitude, por estar inversamente relacionada com as formas e intensidades de uso e exploração dos ecossistemas, constitui-se em um fator de conservação das florestas, e não um fator que possa estar contribuindo para a restauração espontânea, pois quanto mais alto e distante estava à área, menor foi pressão de uso. Florestas localizadas em altitudes mais elevadas, como as de topo de morros, são preservadas ou pouco alteradas devido às dificuldades encontradas pelo homem para acessá-las (JANSKY et al., 2002).

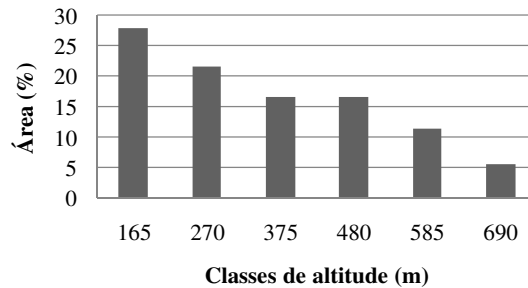
Já em relação à variável que melhor explicou a variação do eixo 2 (orientação), as formações vegetais diferiram significativamente ( $F_{2,835} = 7,741$ ;  $P < 0,0001$ ) e a área de FSI diferiu significativamente da área de FSMA (Figura I-32). Significando que a FSI ainda resguarda características relacionadas à orientação, que a aproximam mais da área de Campo.

Quanto à distribuição espacial das classes de altitude no PNMCP (Figura I-33), verificou-se que parte da última classe pertence à formação de Floresta Ombrófila Densa Montana. Segundo IBGE (2012) esta formação localiza-se acima de 600 m de altitude, para a Região Sul-Sudeste.



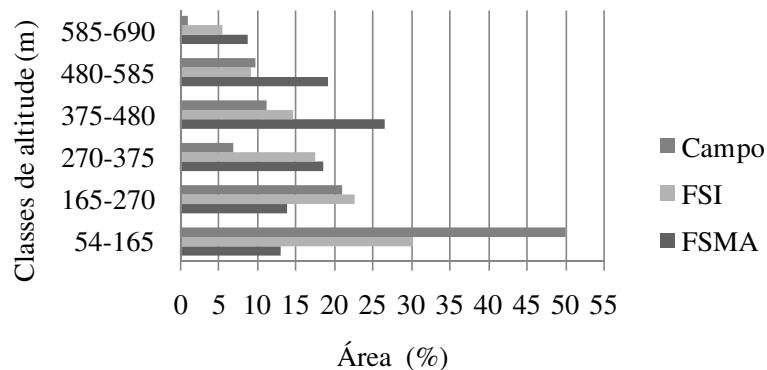
**Figura I-33:** Mapa com as classes de altitude, para o PNMCP.

Em relação à distribuição da área do parque nas classes de altitude (Figura I-34), 50% da área está situada nas classes 1 e 2, que chegam até 270 m. O restante da área apresentou uma redução na medida em que aumentava a altitude, o que está relacionado com o relevo da região, caracterizado segundo Dantas (2001a), por altitudes modestas.



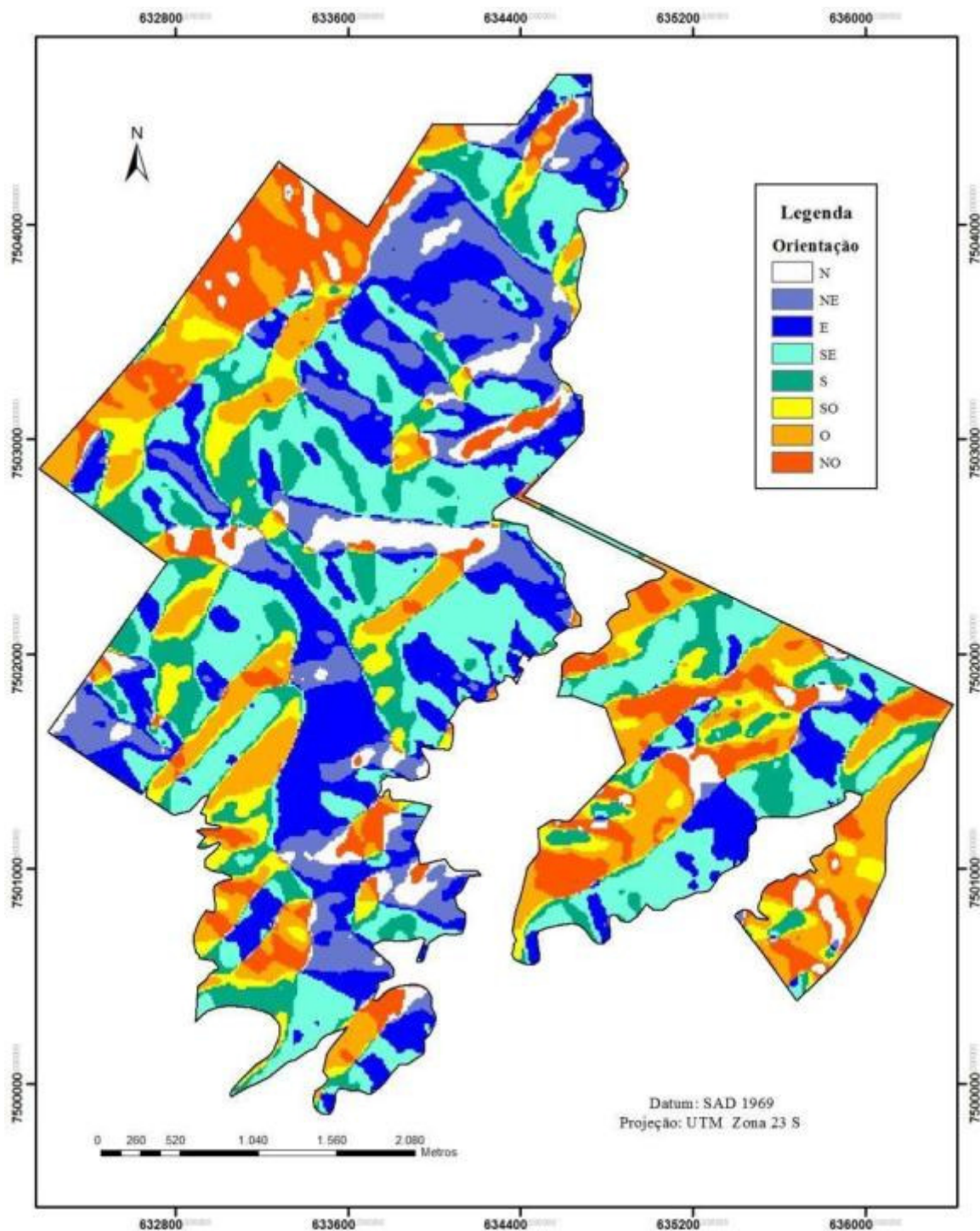
**Figura I-34:** Distribuição das classes de altitude, para a área do PNMCP.

Em relação à distribuição da área das três formações vegetais nas classes de altitude (Figura I-35), foi encontrada maior porcentagem de área ocupada pela FSMA a partir da classe 4, distribuindo-se 26,61% na classe 4 (375-480 m) e 19,17% na classe 5 (480-585 m), enquanto que a maior proporção da área de “Campo” (50,04%) ficou na classe 1 (54-65 m). Esses dados, confirmam o resultado da ANOVA mencionado acima, explicando que as florestas menos exploradas estão localizadas em áreas de maiores altitudes, por sofrerem menor pressão antrópica impostas pelas limitações do relevo, ficando as áreas mais exploradas localizadas na base das encostas, onde hoje predomina a formação de “Campo”.



**Figura I-35:** Distribuição das classes de altitude, para as formações vegetais avaliadas no PNMCP, em 2012.

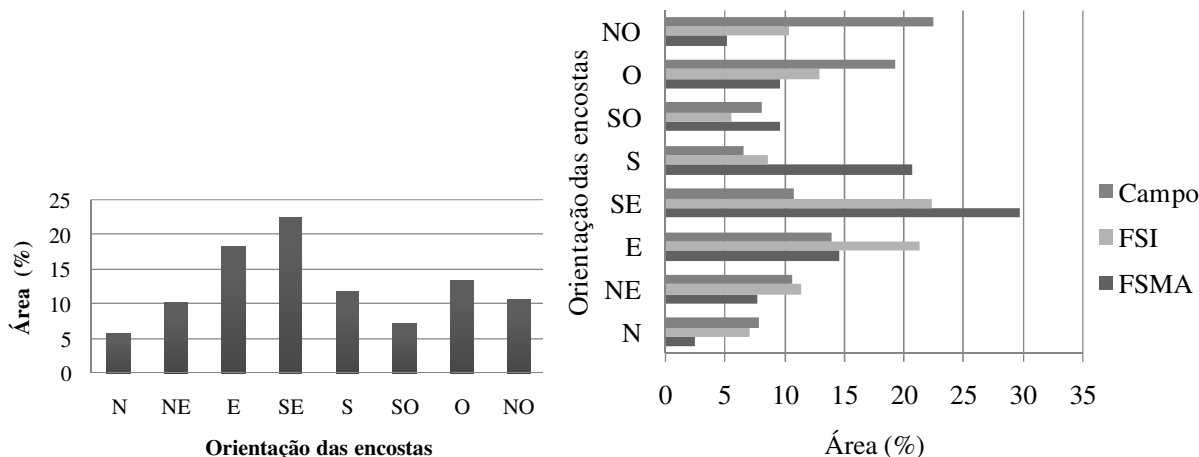
Ao observar a distribuição espacial das classes de orientação das encostas no PNMCP (Figura I-36), percebeu-se que as encostas com faces voltadas para o nordeste, leste, sudeste e sul estão situadas principalmente na parte direita da área localizada à esquerda do corredor que une o parque. Os usos que causaram maior perturbação nos ecossistemas foram desenvolvidos na maioria em encostas com orientação oeste e noroeste, na área situada à direita do corredor.



**Figura I-36:** Mapa com as classes de orientação das encostas, para o PNMCP.

Em relação à distribuição da área do parque nas classes de orientação (Figura I-37), foram encontrados 41% da área nas encostas localizadas em faces orientadas para o leste e sudeste. Comparando com a distribuição das formações vegetais, 50,49% da área com FSMA localizou-se em encostas voltadas para o sudeste e sul, enquanto a maior porcentagem com “Campo” (41,32%) localizou-se nas encostas voltadas para noroeste e oeste.





**Figura I-37:** Distribuição das classes de orientação das encostas, para a área total do PNMCP e para as três formações vegetais avaliadas em 2012.

Os resultados mostraram a influência da orientação das encostas sob a formação das florestas, sendo um dos fatores físicos limitantes ao desenvolvimento florestal, sobretudo em ambientes que passaram por processos de perturbação. As encostas com orientação entre E, SE, S e SO possuem melhores condições para a retorno da vegetação florestal, enquanto que as encostas com orientação O, NO e N possuem condições inferiores, por isso, favorecem o desenvolvimento de gramíneas, caracterizando as áreas de campo e dificultando o desenvolvimento da regeneração florestal.

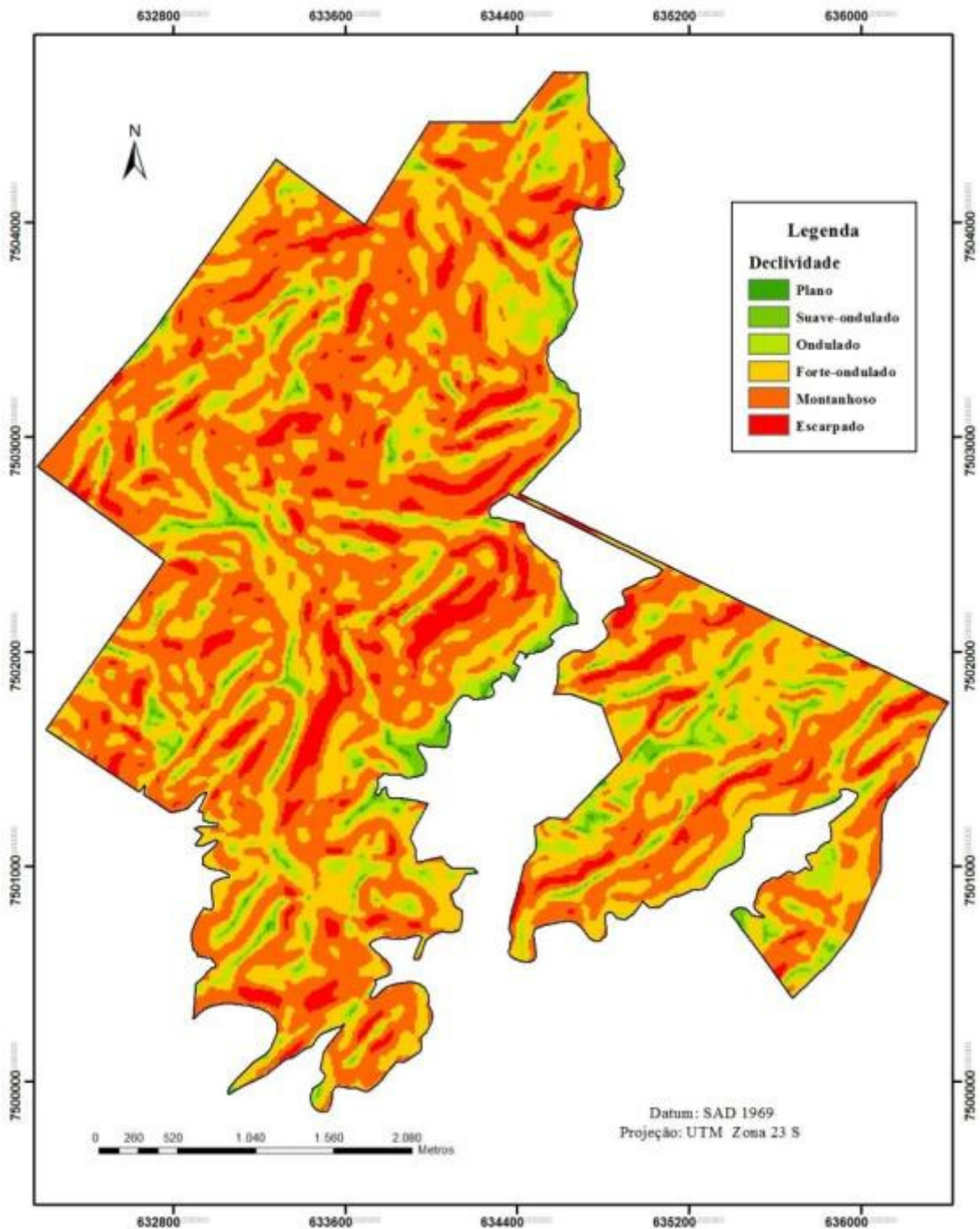
No Estado do Rio de Janeiro a Serra do Mar possui orientação predominante leste-oeste, ficando alguns trechos mais expostos a entrada das frentes frias, recebendo mais umidade que outros. Este fator associado ao relevo, e dos demais fatores físicos locais, como a orientação, modificam as condições ambientais, e conseqüentemente o desenvolvimento da vegetação e a ocorrência das espécies vegetais.

No hemisfério sul as encostas com exposição voltada para o sul apresentam melhor crescimento da vegetação do que as que estão voltadas para o norte (ANDRAE, 1978; OLIVEIRA et al., 1995; SILVEIRA e SILVA, 2010) e maior número de fragmentos florestais (MARQUES et al., 2004), pois os raios solares tendem a interceptar as superfícies voltadas para o norte e tangenciar as voltadas para o sul (FERREIRA et al., 2005). Isso faz com que as encostas voltadas para o norte recebam maior taxa de radiação solar (FACCO et al., 2009), o que ocasiona maior perda de umidade por evapotranspiração potencial e diferenças físicas e químicas do solo (FERREIRA et al., 2005).

Nas encostas com exposições sudeste e sudoeste a radiância é reduzida (TABARELLI e MONTOVANI, 1999) e conseqüentemente é menor a perda de umidade. Conforme constatado por Marques et al. (2004), no município do Rio de Janeiro, as encostas voltadas para leste e sul são mais úmidas, com vegetação ombrófila. Além disso, no Estado do Rio de Janeiro, as encostas da faixa do litoral que estão voltadas para o sudoeste interceptam mais umidade (BARBOSA, 2007), o que também colabora para o desenvolvimento da vegetação. Estas características ambientais favorecem a germinação de sementes, o desenvolvimento de plântulas e o estabelecimento das espécies mais exigentes da regeneração, acelerando a sucessão florestal e a restauração espontânea.

A distribuição espacial das classes de declividade no PNMCP é heterogênea (Figura I-38), havendo mudanças bruscas no relevo em curtas distâncias. As classes com menor

declividade (variação entre plana a ondulada) totalizam 10,91% (menos de 15%) da área do PNMCP.

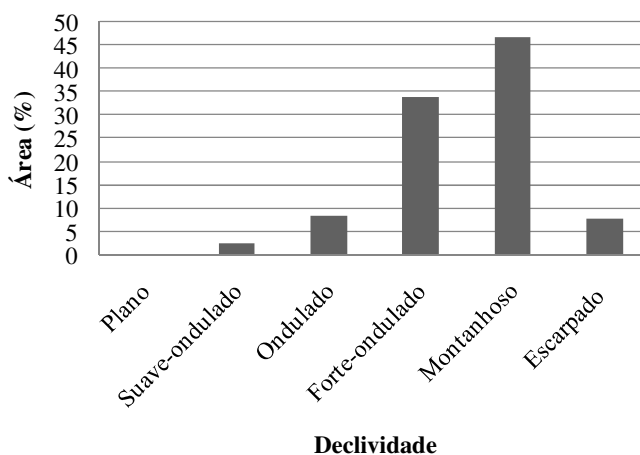


**Figura I-38:** Mapa com as classes de declividade, para o PNMCP.

Uma grande parte da área do parque (81%) encontra-se nas classes montanhoso e forte-ondulado, representando respectivamente 47% e 34% cada uma (Figura I-39). Os altos gradientes de declividade associados com as características dos solos, que são rasos nas encostas, com texturas próximas do franco argiloso e alternância entre afloramentos rochosos e diferentes profundidades, tendem a aumentar a descontinuidade dos fluxos de água,

induzindo a movimentos de massas e a manifestação de processos erosivos encontrados no interior do parque. Estes se constituem em fatores de fragilidade aos ecossistemas.

Valcarcel (1982), ao avaliar diferentes sítios florestais intactos nos Andes Venezuelanos, observou que a declividade do terreno apresentou correlação positiva com pedregosidade e cascalho do solo, e negativa com a profundidade do solo e porosidade. Estes fatores influenciam na condutividade hidráulica do solo, afetando a dinâmica dos fluxos básicos e sub-superficiais dentro do solo, aumentando o risco de deslizamentos.



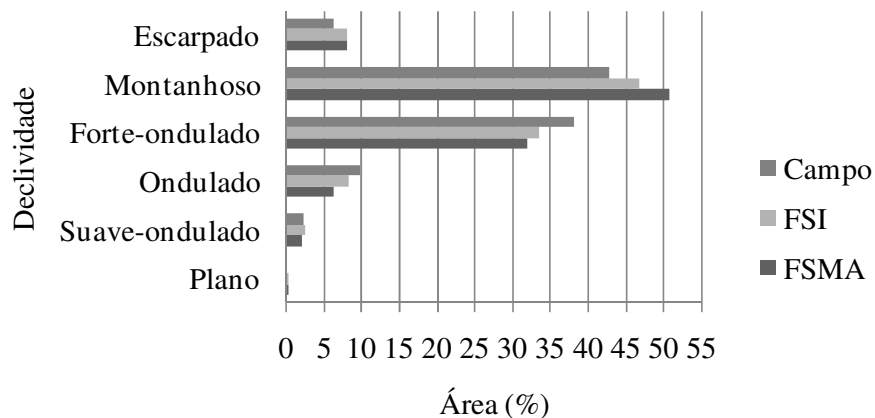
**Figura I-39:** Distribuição das classes de declividade, para a área do PNMCP.

Regiões com predomínio de relevo forte-ondulado, montanhoso e escarpado merecem atenção especial quanto aos usos do solo, pois são mais propícias a ocorrência de processos erosivos e a degradação. Nessas, a alteração da cobertura do solo modifica intensamente o equilíbrio dinâmico dos processos, contribuindo para degradá-la (TRICART, 1977), dificultando o desenvolvimento da regeneração e da sucessão secundária.

Segundo Jansky et al. (2002) as áreas montanhosas são altamente vulneráveis a ação humana e a desequilíbrios ecológicos naturais, por isso, a presença de erosão do solo pode ter um impacto devastador sobre a população rural. Nessas regiões, a conservação do solo está diretamente ligada à manutenção das florestas. Segundo Oliveira Júnior e Dias (2005) a cobertura florestal, forma um sistema de amortecimento pela copa das árvores, direcionando a retenção das gotas de água no solo, afetando a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração.

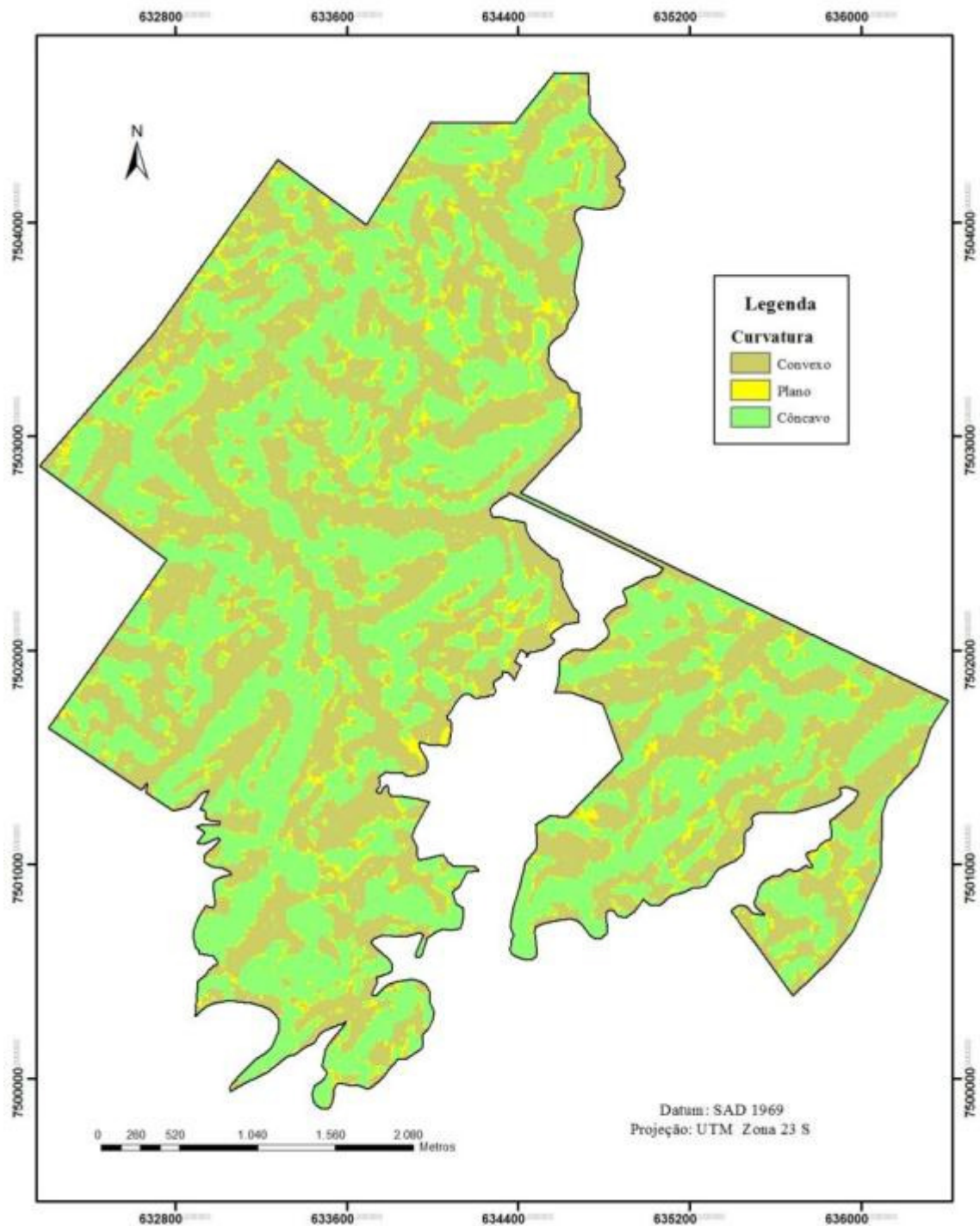
A declividade e o comprimento de rampa interferem diretamente no volume e na velocidade de escoamento da água pluvial, intensificando o desenvolvimento dos processos erosivos (INFANTIL JÚNIOR e FORNASARI FILHO, 1998; SILVA et al., 2007). Esse fato torna impróprio o manejo econômico de florestas em áreas muito íngremes (ANDRAE, 1978), como aquelas situadas acima de 45° e as que se encontram em ambientes instáveis.

A distribuição das formações vegetais nas diferentes classes de declividade foi quase proporcional à área ocupada por cada classe, com exceção da classe 5, que demonstrou uma maior proporção com FSMA (50,87%) em relação a 42,92% com “Campo” (Figura I-40). Áreas com forte grau de declividade podem ser consideradas uma barreira natural, por atuarem limitando as ações humanas, muitas vezes, impedindo o seu acesso. Dessa forma, florestas situadas nestas áreas acabam recebendo menos intervenções antrópicas.



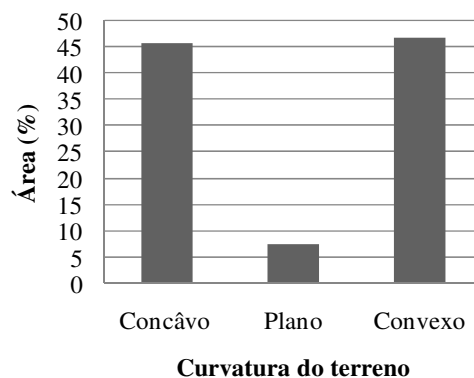
**Figura I-40:** Distribuição das classes de declividade, para as formações vegetais avaliadas no PNMCP, em 2012.

Quanto à curvatura do terreno do PNMCP (Figura I-41), verificou-se que as áreas côncavas correspondem às calhas de drenagem e parte das encostas, enquanto as áreas convexas correspondem aos divisores topográficos e parte das encostas com esse formato.



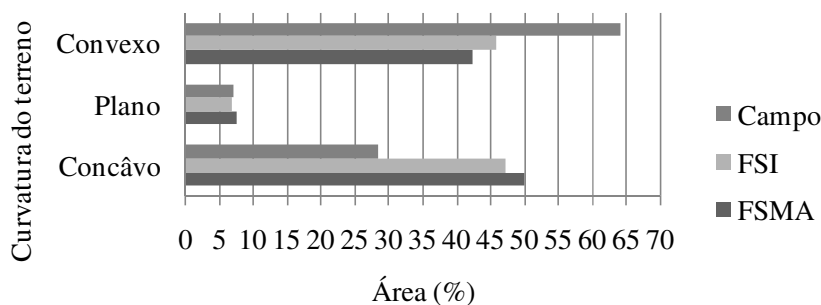
**Figura I-41:** Mapa da curvatura do terreno, para o PNMCP.

Para a curvatura do terreno do PNMCP, foi observada semelhança para a área abrangida pelos formatos convexo e côncavo (Figura I-42). A parte côncava correspondeu a 46% da área e a parte convexa a 47%, havendo poucas áreas planas.



**Figura I-42:** Distribuição da curvatura do terreno no PNMCP.

Através da distribuição das formações vegetais sob a variação da curvatura do terreno do PNMCP (Figura I-43), as áreas ocupadas por Campo predominaram em terreno convexo (64,25%). Da área total do parque com curvatura côncava, 86,86% (362,71 ha) estavam ocupadas por florestas (FSI e FSMA), em relação ao restante da área ocupada pelos demais usos.



**Figura I-43:** Distribuição da curvatura do terreno, para as formações vegetais avaliadas no PNMCP, em 2012.

Estes dados são mais bem explicados a frente, através das figuras I-44 e 45, os quais mostraram preferência dos processos de restauração florestal espontânea pelas feições côncavas do terreno, através do estabelecimento da regeneração e do avanço dos estágios sucessionais da vegetação pela FSMA. Os terrenos côncavos favorecem o acúmulo de água e sedimentos, proporcionando variação na umidade e nas propriedades físicas do solo (ANDRAE, 1978; CARDOSO e SCHIAVINI, 2002; SILVA et al., 2007). Junto com a água há o transporte de material orgânico, sementes e plântulas para o interior das depressões (CARDOSO e SCHIAVINI, 2002).

Isto proporciona um aumento da heterogeneidade do meio, com o desenvolvimento de micro habitats, facilitando a germinação de sementes, estabelecimento de plântulas e contribuindo para o aumento da diversidade florística (VIVIAN-SMITH, 1997). Esses recursos aumentam a resiliência nos ecossistemas perturbados (MIRANDA et al., 2011) e propiciam melhores condições de restauração.

As variações topográficas e edáficas exercem grande papel na organização espacial da vegetação arbórea, principalmente em escalas locais (TORRES et al., 1997; BOTREL et al., 2002). Na base das encostas, geralmente os solos são mais férteis devido ao transporte de material das partes mais altas para as mais baixas (BOTREL et al., 2002), desempenhando

papel fundamental na formação da paisagem, fornecendo suporte mecânico e nutrientes para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas (ROSSI et al., 2005).

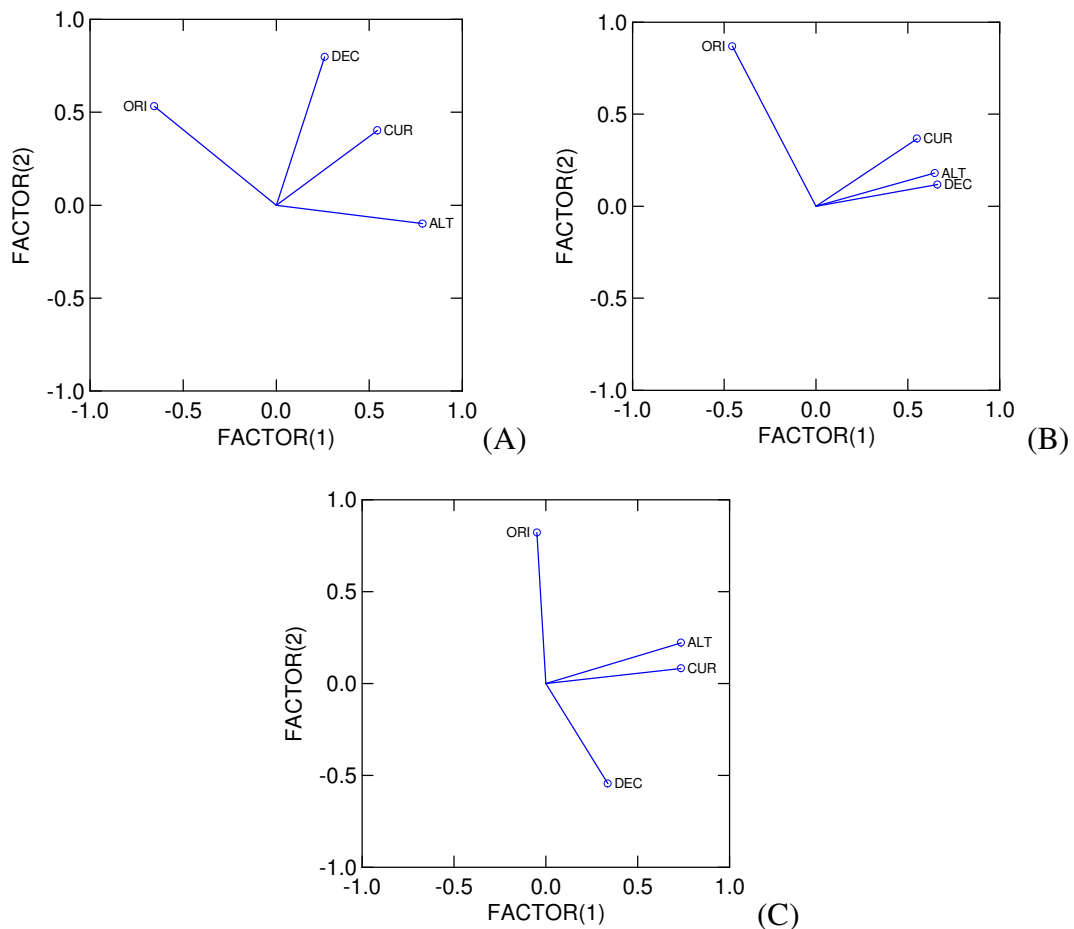
Os terrenos côncavos, por concentrarem características que favorecem o desenvolvimento da vegetação, podem desempenhar a função de “núcleos indutores” da restauração na paisagem, por impulsionarem o avanço da sucessão vegetal. As florestas começam colonizando essas áreas e vão se expandindo para as encostas situadas no entorno até atingirem os divisores topográficos, onde geralmente há predomínio de pastagens, com herbáceas e gramíneas, nas áreas que foram desmatadas.

### 3.3.1 Formações vegetais e fatores do meio físico

Analisando separadamente as formações vegetais, identificou-se melhor a influência dos fatores do meio físico sobre cada tipo de ambiente. Os resultados obtidos para a análise de PCA e os gráficos de ordenação dos fatores físicos, para cada uma das formações vegetais, são apresentados respectivamente na tabela I-2 e na figura I-44.

**Tabela I-2:** Autovalores e variância explicada pela análise de componentes principais (PCA), para as três formações vegetais (Campo, FSI-Floresta Secundária em Estágio Inicial de Sucessão e FSMA-Floresta Secundária em Estágio Médio a Avançado de Sucessão).

Usos	Autovalor	Proporção de variância explicada	Proporção cumulativa de variância explicada
Campo	1,411	35,28	35,28
Campo	1,091	27,27	62,55
Campo	0,848	21,20	83,75
Campo	0,650	16,25	100
FSI	1,366	34,16	34,16
FSI	0,937	23,42	57,58
FSI	0,886	22,15	79,73
FSI	0,810	20,25	99,98
FSMA	1,201	30,02	30,02
FSMA	1,027	25,68	55,70
FSMA	0,957	23,92	79,62
FSMA	0,815	20,37	99,99



**Figura I-44:** Ordenação dos fatores físicos (ALT = altitude, CUR = curvatura, DEC = declividade, ORI = orientação) obtidos pela análise de PCA, para os pontos situados em cada uma das formações vegetais, A-Campo, B-FSI e C-FSMA, no PNMCP.

Para a área ocupada por “Campo” os dois primeiros fatores físicos explicaram melhor a variação da componente principal 1 (eixo 1), representados pela altitude e orientação (Figura I-44A). Essa componente explicou 35,28% da variação neste eixo. A componente principal 2 (eixo 2) foi mais bem explicada pela declividade (27,27% de explicação no eixo), confirmando a concentração das áreas com Campo na parte mais baixa do relevo (menores altitude) e encostas voltadas para NO e O, como discutido anteriormente para a altitude e orientação das encostas.

Para a FSI a componente principal 1 foi melhor explicada pela declividade e altitude (34,16% de explicação do eixo 1) (Tabela I-2). A orientação explicou melhor a variação da componente principal 2 (23,42%) (Figura I-44B). Conforme a figura I-40, a porcentagem de FSI foi maior em áreas com maior declividade (classes quatro e cinco), aumentando proporcionalmente de acordo com o tamanho da área, sendo que provavelmente, são ambientes que tiveram a sucessão secundária retardada após intervenções, devido às limitações impostas pelos altos gradientes da declividade.

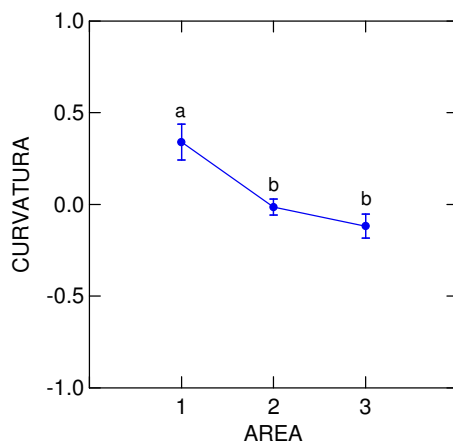
Para a FSMA, os resultados indicaram que os fatores físicos altitude e curvatura explicaram a variação da componente principal 1, cujo eixo explicou 30,02% das variáveis (Tabela I-2). Como a altitude e a curvatura tiveram cargas (“*component loadings*”) muito semelhantes (0,737 e 0,736, respectivamente), pode-se dizer que elas contribuíram na mesma intensidade para explicar o eixo 1 (Figura I-44C). Já o fator físico que melhor explicou a



componente principal 2, foi a orientação (25,68%). Esses confirmaram a predominância de FSMA encontrada nas classes de maior altitude e curvatura côncava, conforme discutido anteriormente para a altitude e curvatura do terreno.

Os resultados mostraram que a orientação das encostas foi o fator físico que melhor explicou o eixo 2 (Figura I-44), para as formações vegetais de floresta. Isso significa que as diferentes faces de orientação das encostas demonstram ter um papel influente no desenvolvimento da vegetação florestal.

Para testar se havia diferença da área ocupada pelas três formações vegetais em relação à curvatura do terreno, realizou-se uma ANOVA. O resultado indicou que as formações vegetais diferiram significativamente ( $F_{2,835} = 7,645$ ;  $P = 0,001$ ) e as formações florestais (FSI e FSMA) diferiram significativamente da área com Campo (Figura I-45).

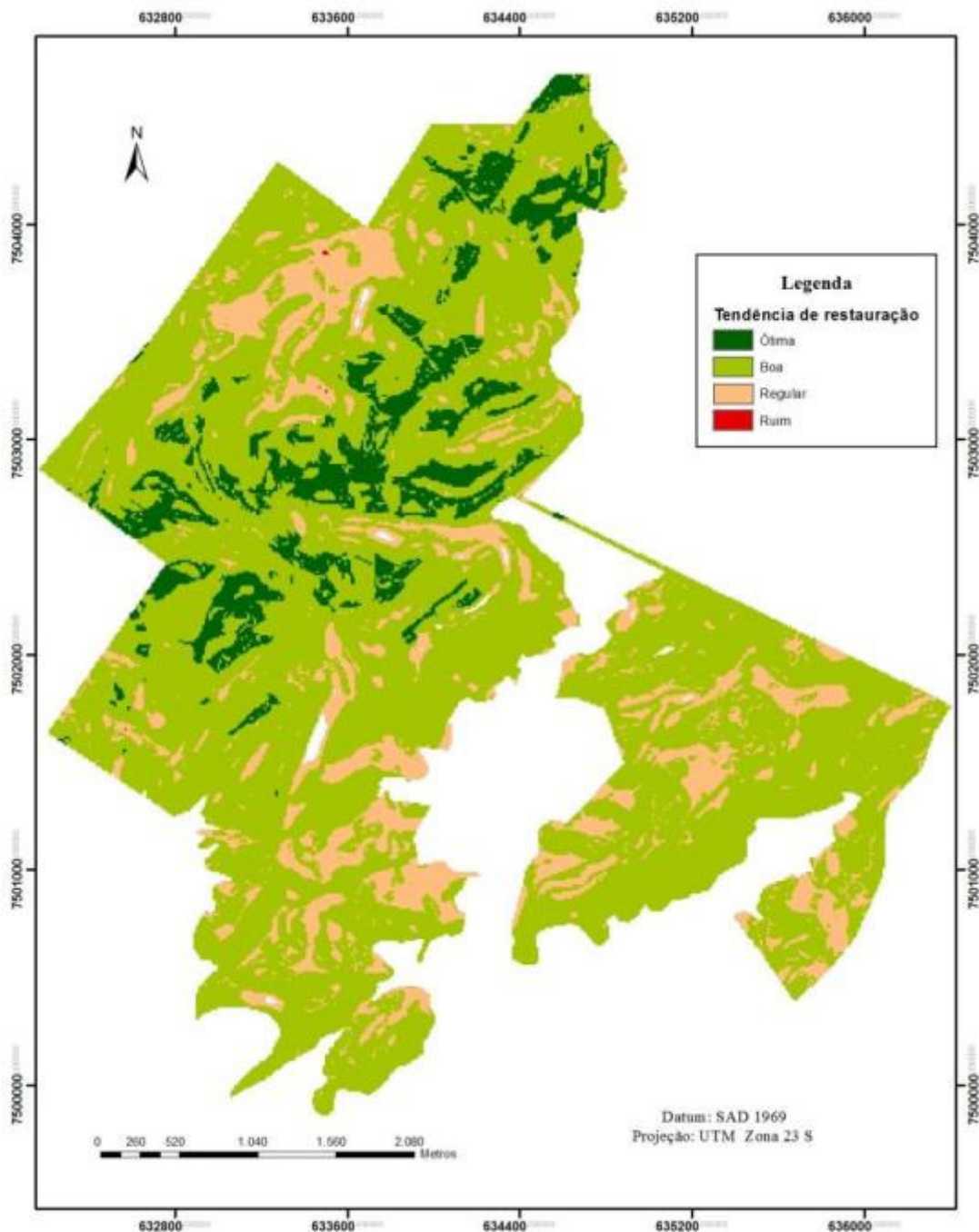


**Figura I-45:** Diferenças na comparação de médias, pelo teste de Scheffe a 5%, para as diferentes formações vegetais do PNMCP, onde 1-Campo, 2 -FSI e 3 -FSMA.

Os resultados confirmam o que foi discutido anteriormente acerca da curvatura do terreno, principalmente para FSMA, sendo o fator do meio físico mais influente sobre a restauração espontânea no PNMCP, cuja variação no formato côncavo foi a que mais contribuiu para a ocorrência de florestas (FSI e FSMA). Esse foi o fator do meio físico e a variação escolhida, para alocação das parcelas no campo e estudo dos demais capítulos.

### 3.3.2 Tendência de restauração espontânea

O mapa gerado para a tendência de restauração espontânea no PNMCP (Figura I-46) mostrou que grande parte da área possui boa tendência para que ocorra naturalmente a restauração, ou seja, as condições físicas ofertadas pelo meio são compatíveis para que se estabeleça espontaneamente com o tempo processos de restauração. Havendo uma quantidade expressiva de áreas com ótima tendência, que ficou distribuída na parte situada a esquerda do corredor do parque.



**Figura I-46:** Tendência de restauração espontânea no PNMCP.

Houve também a ocorrência de uma parcela significativa de áreas com tendência regular para a restauração, as quais se apresentaram distribuídas ao longo de toda a extensão do parque. Essas áreas estão associadas a variações dos fatores físicos, que são menos favoráveis para o desenvolvimento da restauração espontânea, como altas declividades, curvatura com formato convexo e orientação das encostas voltadas para o N, NO e O.

Apesar de parecer insignificante, o mapa gerado apresentou cinco pontos com tendência de restauração na condição ruim. Nessas áreas, os processos de restauração provavelmente não conseguirão se instalar, mesmo após o transcorrer de muitos anos, devido às condições desfavoráveis ofertadas pelo meio físicos.

Os fatores do meio físico e suas interações determinam a qualidade dos sítios florestais e, conseqüentemente, influenciam no estabelecimento e desenvolvimento da regeneração, bem como, na sustentabilidade das florestas, principalmente em ambientes onde houve intervenção antrópica. Nenhum fator do meio físico atua independente na natureza, agem sempre de forma correlacionada e as interações determinam a qualidade dos habitats florestais (DAUBENMIRE, 1959; ANDRAE, 1978).

Quanto maior a disponibilidade de condições e recursos ofertados pelos fatores do meio físico, maior a resiliência que permanece no ambiente e conseqüentemente maior a facilidade do ecossistema entrar em processo de restauração naturalmente. Todavia, a perda de resiliência pode ser intensificada pelos usos desenvolvidos no ecossistema.

As modificações nos ecossistemas reduzem a resiliência, promovem a perda da sua capacidade de resistir às ações antrópicas, dificultando o seu retorno aos níveis originais de equilíbrio homeostático. Os ambientes fortemente instáveis (TRICART, 1977) se tornam frágeis (ROSS, 2009) e sensíveis (ODUM, 1988) às perturbações, logo, menos resistentes. Simples intervenções podem desestabilizá-los, ocasionando perda de resiliência.

#### 4 CONCLUSÕES

- Os principais fatores históricos causadores de perturbação na área do PNMCP iniciaram a partir de 1871, com a instalação da fábrica têxtil “Companhia Brasil Industrial”, devido à supressão da vegetação arbórea, construções de acessos, obras hidráulicas, consumo de biomassa vegetal (mata nativa e reflorestamentos) para produção de vapor, e abertura de áreas para a pecuária, com algumas que prevalecem até os dias atuais (pastos extensivos);

- O uso e cobertura do solo do PNMCP é representado por 13 classes, sendo as principais FSI, FSMA, campo, eucalipto+floresta, bambuzal, bananeira, eucalipto e solo exposto, distribuídas de forma heterogênea na paisagem, as quais podem influenciar de forma secundária na restauração das áreas vizinhas, limitando as fontes de propágulos;

- A área coberta por florestas (83,08%), sobretudo aquelas ocupadas por FSMA, evidencia a capacidade de restauração espontânea dos ecossistemas;

- As áreas da matriz (FSI), que estão em contato com a FSMA, possuem melhores condições para avançarem no processo de sucessão vegetal;

- As variáveis do meio físico que mais favorecem os processos de restauração espontânea na paisagem são a orientação das encostas voltadas para o SE e S e a curvatura do terreno no formato côncavo, sendo este o fator do meio físico que mais favorece o desenvolvimento dos processos viabilizadores da restauração espontânea;

- As áreas côncavas formam micro-habitats e atuam como núcleos para o processo de colonização inicial da vegetação na paisagem, favorecendo a ocorrência de florestas e sua expansão para as encostas próximas;

- A altitude e a declividade impuseram restrições ao uso dos ecossistemas no passado, principalmente entre 375 a 585 m de altitude e em áreas com declividade montanhosa e forte-ondulada, justamente onde se encontra parte da FSMA, sendo considerados atualmente fatores de conservação das florestas e não de restauração espontânea;

- Grande parte da área do PNMCP possui condições físicas compatíveis para que se estabeleça espontaneamente com o tempo processos de restauração;

- Para fins de detalhamento dos fatores físicos influentes na qualidade da restauração espontânea (capítulo II), foram selecionadas duas áreas côncavas com histórico de perturbação semelhante.

## **CAPÍTULO II – REGENERAÇÃO NATURAL COMO INDICADOR DA QUALIDADE DA RESTAURAÇÃO**

## RESUMO

Florestas que sofreram distúrbios após serem abandonadas podem entrar em processo de regeneração natural pela sucessão secundária, na medida em que as espécies pioneiras vão sendo gradativamente substituídas pelas secundárias, introduzindo novas funções no ecossistema. Assim, a regeneração natural constitui um indicador da trajetória de restauração futura da floresta. Foram avaliadas a estrutura e composição florística da regeneração natural em dois sítios florestais com histórico similar de perturbação entre 60 a 70 anos de abandono, em área com curvatura côncava. Para isto, foi realizado levantamento fitossociológico da regeneração de espécies arbóreas e arbustivas com altura >0,50m até CAP ≤ 15 cm, em parcelas 2x10m em dois sítios com exposições distintas (A-Nordeste/leste; B-Sudoeste/oeste). No sítio “A” foram encontradas as famílias Myrtaceae e Lauraceae entre as mais ricas em espécies, e a presença de maior proporção de espécies secundárias tardias (44,94%), com 37,10% dos indivíduos. O sítio “B” apresentou 28,75% de espécies secundárias tardias, que corresponderam a 19,01% dos indivíduos e baixa proporção de pioneiras (2,89%), indicando que esta avançando na sucessão, embora apresente qualidade inferior. As dez primeiras espécies com maiores VIRN representaram 83,66 deste parâmetro, no sítio “A” e 105,02, no sítio “B”, evidenciando distintas dinâmicas de colonização das espécies, as quais se observadas podem ajudar na condução de futuros projetos de enriquecimentos na região.

**Palavras-chave:** Sucessão secundária, grupos ecológicos, sítios perturbados, resiliência.

## ABSTRACT

### CHAPTER II: NATURAL REGENERATION AS A RESTORATION QUALITY INDICATOR

Forests that suffered disturbance after being abandoned can join in natural regeneration process by secondary succession, to the extent that the pioneer species are being gradually replaced by secondary, introducing new ecosystem functions. Thus, natural regeneration is an indicator of the forest restoration future trajectory. The structure and floristic composition of natural regeneration in two forest sites with similar history of disturbance were evaluated, with 60 to 70 years of abandonment, in an area with concave curvature. For this, was conducted phytosociological survey of regeneration of tree and shrub species with height > 0.50 m to CAP  $\leq$  15 cm in plots 2x10m. At the site "A" the Myrtaceae and Lauraceae families find were among the richest in species and the presence of a higher proportion of late successional species (44.94%), with 37.10% of the individuals. The "B" site presented 28.75% of late successional species, which corresponded to 19.01% of individual and lower proportion of pioneer species (2.89%), indicating that this advance in succession, although with lower quality. The ten first species with greater VERN represented 83.66 of this parameter, in the site "A" and 105.02, on the site "B", showing distinct dynamics of colonization of species, which are observed can help in conducting future enrichment projects in the region.

**Key-words:** Secondary succession, ecological groups, disturbed sites, resilience.

## 1 INTRODUÇÃO

A abertura de clareiras em florestas, por perturbações naturais ou antrópicas, dá início ao processo de sucessão, pelo estabelecimento da regeneração, dependendo da capacidade de resiliência do meio. O tamanho do espaço aberto, a altura do dossel no entorno e a presença de vegetação remanescente, que sobreviveu a perturbações, incrementam a heterogeneidade da floresta e podem promover condições ambientais específicas para nichos de regeneração (MARTINS e RODRIGUES, 2002).

A maioria das espécies da floresta tropical úmida depende da abertura da copa promovida pelas clareiras, para regenerarem-se (NEPSTAD et al., 1998). As copas das árvores são responsáveis pela heterogeneidade ambiental do sub-bosque das florestas, podendo influenciar no seu entorno na dinâmica da comunidade em regeneração (MEJÍA-DOMÍNGUEZ et al., 2011). Porém, a diversidade de plantas de um local está relacionada com a diversidade de dispersores e não com as espécies adultas circundantes, assim, como a intensidade da chuva de sementes depende principalmente da ação dos dispersores (WEBB e PEART, 2001).

Além das clareiras, áreas que foram ocupadas pela agricultura ou pastagens podem entrar em processo de sucessão. Estas após serem abandonadas podem entrar em processo de restauração através do desenvolvimento da regeneração natural e estabelecimento da sucessão florestal (CHAZDON, 2008), porém, na medida em que os distúrbios atingem escalas maiores e mais prolongadas, há redução ou eliminação dos mecanismos de regeneração (NEPSTAD et al., 1998).

As pastagens perturbadas ocupam extensas áreas no Estado do Rio de Janeiro, tendo originado-se a partir das áreas agrícolas que foram submetidas aos diferentes ciclos econômicos (BRASIL, 1983), sendo que, na maioria dos casos acabaram entrando em colapso devido ao declínio da produtividade. Entre aquelas que foram abandonadas, algumas estão em sucessão secundária, formando mosaicos de vegetação, indicando haver processos de restauração, que pode ser demorado, mas progressivo (BRASIL, 1983), porém a intensidade depende das características do meio físico.

A ocupação do território da Mata Atlântica esteve historicamente vinculada com a alteração dos padrões de sua diversidade (OLIVEIRA, 2007). Neste bioma, áreas abandonadas anteriormente submetidas à prática de agricultura de subsistência mostram uma redução no número de espécies arbóreas e arbustivas com predominância de pioneiras (OLIVEIRA, 2007), enquanto que algumas áreas submetidas à agricultura tradicional (por exemplo, a cafeicultura) e a pecuária tornaram-se degradadas, dificultando a sucessão secundária.

Conhecer e aprender a manejar a resiliência dos ecossistemas, para favorecer os processos ecológicos e o desenvolvimento sustentável das florestas, torna-se uma alternativa entre as técnicas de restauração (WALKER e SALT, 2006). O uso da regeneração natural como método de recuperação, pode reduzir o custo de estabelecimento da vegetação arbórea em áreas antropizadas, por exigir menos mão de obra e insumos em relação ao plantio de mudas (FERREIRA et al., 2009). Intervenções no manejo podem acelerar o processo da regeneração, facilitando a sucessão, além de evitar perda de biodiversidade (MIRITI, 1998).

A dinâmica da vegetação e sua distribuição na paisagem estão relacionadas ao estágio sucessional, determinando o surgimento de espécies ou famílias botânicas (IBGE, 2012). Espécies que iniciam o processo de colonização, como as pioneiras, criam condições para o meio suportar espécies exigentes em recursos (CORTINES e VALCARCEL, 2009),



fornecendo níveis gradativos de sombreamento, que permitirão a entrada e o desenvolvimento das demais classes sucessionais na floresta (MIRANDA NETO et al., 2012).

A dinâmica de recuperação de uma floresta tropical é uma combinação de fatores, onde grupos de espécies com exigências complementares, principalmente quanto à necessidade de luz, são associados de tal forma que as espécies de estágios iniciais são sombreadoras das espécies de estágios finais da sucessão, acelerando assim o processo de restauração (CARVALHO, 2000).

Gramíneas invasoras prejudicam o estabelecimento da vegetação arbórea, por competirem por nutrientes, umidade e substrato, além disso, produzem grande quantidade de biomassa seca durante o inverno (estiagem), facilitando a propagação de incêndios e dificultando o crescimento de plântulas de espécies lenhosas (NEPSTAD et al., 1998; CORTINES et al., 2004).

Conforme Nepstad et al. (1998) as gramíneas possuem maior capacidade de reduzir a água das camadas superficiais do solo que vegetações florestais, devido à elevada densidade e comprimento das suas raízes na superfície do solo. Segundo este autor, como as sementes e plântulas precisam da água armazenada nas camadas superficiais para germinarem e se estabelecer, a competição pode impedir o estabelecimento de novas espécies.

A regeneração natural garante a sustentabilidade futura das florestas. Entretanto, a compreensão da dinâmica dos processos que ocorrem nas florestas inequidistantes ainda é um grande desafio (NAPPO et al., 2005), principalmente para os restauradores.

Ao longo da sucessão em um ecossistema, há uma contínua concorrência entre espécies e entre indivíduos, reduzindo com o surgimento de comunidades mais complexas. A necessidade das plantas por recursos e espaço faz com que elas entrem em contato e concorram entre si, buscando atender suas demandas, na luta pela sobrevivência, onde vencem os indivíduos com maior vitalidade e tolerância (ANDRAE, 1978). Árvores maiores têm vantagem competitiva na regeneração de florestas perturbadas (CHAZDON et al., 2010), assim como aquelas que possuem estabelecimento rápido e altas taxas de crescimento (HAGGAR et al., 1997), existindo algumas espécies florestais com funções específicas que ocorrem somente em locais perturbados (DALE et al., 2000).

A sucessão pode reverter características do solo, microclima e fonte de sementes que foram alteradas (LUGO, 1997). Neste sentido, a restauração das florestas em terras tropicais degradadas depende do entendimento do funcionamento dos ecossistemas florestais e dos meios para manejar os processos de sucessão ecológica (LUGO, 1997).

A avaliação e o monitoramento da regeneração natural, através da caracterização florística e estrutural, constitui um indicador para recuperação de ecossistemas perturbados ou degradados (RODRIGUES et al., 2004), onde estudos fitossociológicos podem indicar o estado em que se encontra a comunidade (ROSA et al., 2008), além de nortear estratégias de recuperação (NAPPO et al., 2000). Também, permitem diagnosticar o nível de sustentabilidade dos ecossistemas em restauração (DURIGAN, 2007), ajudando a compreender o comportamento das espécies no processo de sucessão na colonização das áreas perturbadas (RODRIGUES et al., 2004), possibilitando realizar avaliações quali-quantitativas (NAPPO et al., 2004).

Estudos florísticos e estruturais da regeneração natural em florestas tropicais, considerando a classificação das espécies em grupos sucessionais, são importantes para compreensão dos fatores que envolvem o processo de ocupação das áreas perturbadas, refletindo em certos momentos a respostas de espécies ou grupos de espécies ao ambiente

(MARTINS e RODRIGUES, 2002). Nestes estudos, a classificação das espécies em grupos ecológicos auxilia na compreensão da dinâmica de sucessão da vegetação (MIRANDA NETO, et al., 2012), servindo de subsídio para compreender a ecologia das espécies e a resiliência da floresta (MARTINS e RODRIGUES, 2002).

Este capítulo teve por objetivos descrever e avaliar a estrutura e a composição florística da regeneração natural, em sub-bosque de dois sítios florestais estabelecidos com 60 a 70 anos de restauração espontânea, em áreas de curvatura côncava, classificando-a em grupos ecológicos, no PNMCP.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização da Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma microbacia hidrográfica (com 126 ha), tributária do rio dos Macacos, situada na parte central do PNMCP (Figura II-1), contendo o ponto de máxima altitude do parque (690 m). Demais detalhes da área encontram-se na caracterização da área de estudo, antes do capítulo I.

No terço inferior da microbacia, foram selecionados dois sítios em processo de restauração florestal, por haver facilidade de acesso e informações sobre seu histórico de uso, onde se ressaltam usos pretéritos semelhantes, vinculados a extração seletiva de madeira para serraria e abertura de estradas, a qual ainda pode ser identificada em meio a vegetação arbustiva e herbácea (Anexo II-1). O período destas intervenções corresponde a fase anterior a instalação da usina hidrelétrica na serra (aproximadamente entre 1940 e 1950).

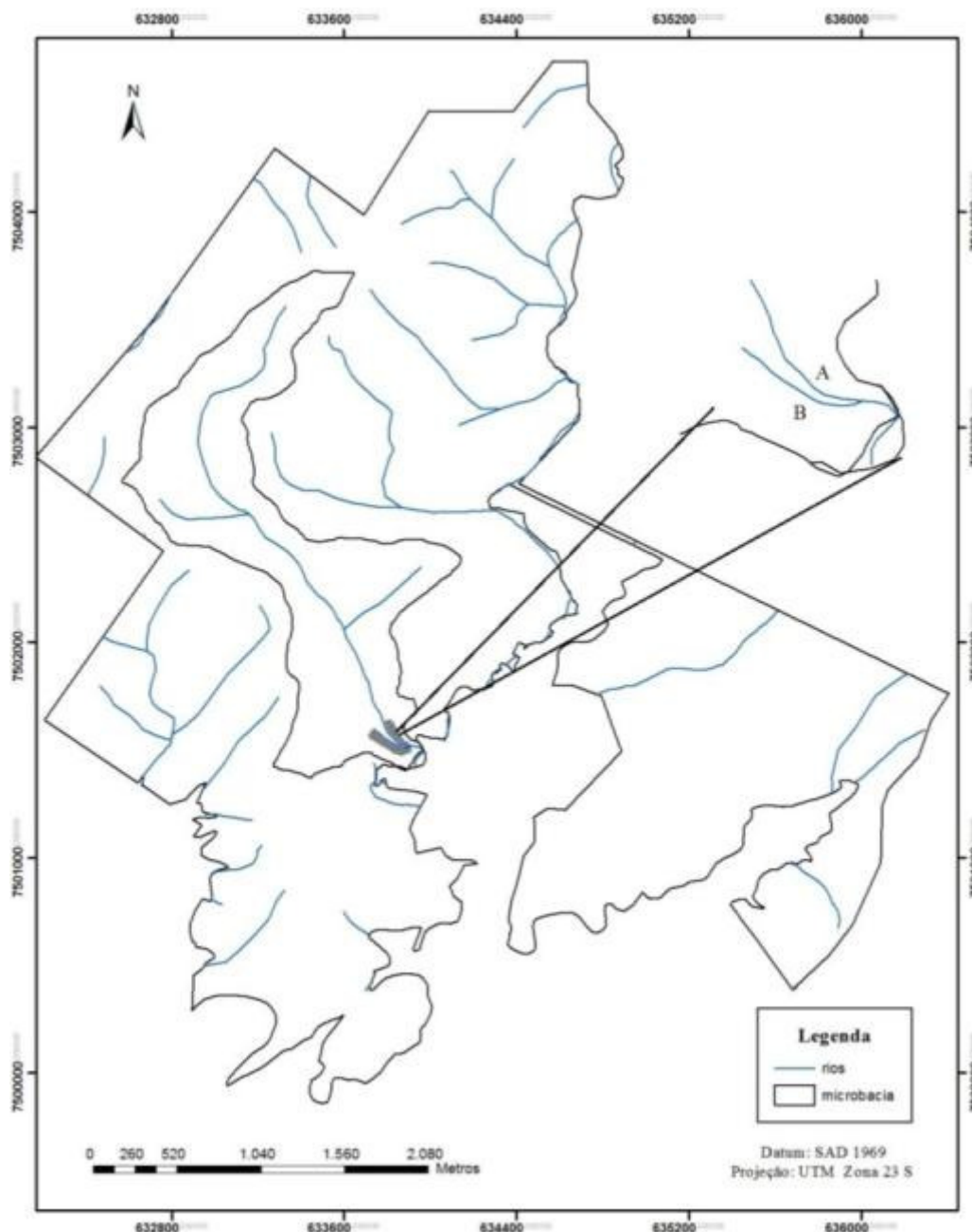
O sítio “A” se encontra na margem esquerda da drenagem (tomando como referência o posicionamento sobre as nascentes na parte superior da microbacia, olhando para a base) e o sítio “B” na margem direita, ambos em área com curvatura côncava (Figura II-1). A calha possui largura entre 2 e 3 m, com drenagem perene.

A área de influência da calha pode atuar como corredor de umidade para a entrada e dispersão dos ventos úmidos até os sítios, podendo os mesmos estarem recebendo umidade de forma diferenciada, constituindo um fator para a manutenção da resiliência da floresta em algumas áreas. O sítio “A” estava em estágio médio/avançado de sucessão e o “B” em estágio inicial de sucessão, conforme determinado no mapa de uso e cobertura do solo (capítulo I).

Para alocação das parcelas no campo previamente foram tomadas suas coordenadas geográficas situadas no canto esquerdo inferior de cada parcela, delimitadas nos mapas de usos e curvatura do terreno, através do Arc Gis 10. Foram alocadas 12 parcelas de 10 x 10 m, no sítio “A” e 10 no sítio “B”, devido as restrições impostas pelo terreno, que limitaram o tamanho da área nas condições desejadas para estudo.

As parcelas foram demarcadas com o auxílio de trena métrica graduada em centímetros e GPS *map 76CSx* Garmin (Anexo II-2), distribuídas sistematicamente com intervalos de 10 m, dispostas no sentido de escoamento da encosta. Quando necessário, houve o seu deslocamento para desviar irregularidades do terreno, como afloramento de rochas e microconcavidades.

As parcelas encontram-se na parte alta da zona de afloramento, ou seja, fora da “área variável de influência” (LIMA, 1986). A distância mínima das parcelas até a calha foi 4 m.



**Figura II-1:** Microbacia hidrográfica e a área amostral da regeneração natural (em cinza) dos sítios “A” e “B”, em áreas de curvatura côncava, no PNMCP.

## 2.2 Amostragem da Regeneração Natural

A amostragem da regeneração foi realizada pelo método de parcelas, entre a segunda quinzena de setembro/2012 a abril/2013, de forma simultânea com a marcação das parcelas. Para cada parcela de 10 x 10 m foram alocadas no centro uma parcela de 2 x 10 m (20 m<sup>2</sup>) (SILVA JÚNIOR et al., 2004), correspondendo a uma área de 240 m<sup>2</sup> (sítio “A”) e 200 m<sup>2</sup> (sítio “B”).

Como critério de inclusão para amostragem foi considerado os indivíduos de hábito arbóreo e arbustivo com DAP < 5 cm (≈ CAP < 16 cm) e altura (H) > 0,50 m (SOUZA, 2000; MARTINS e RODRIGUES, 2002; RODRIGUES et al., 2004). Estes critérios foram

escolhidos por indicar que as plantas jovens da regeneração encontravam-se estabelecidas e em melhores condições de continuarem seu desenvolvimento até a fase adulta.

Para estes, foram anotados o número de indivíduos de cada espécie e a altura (h) de cada um. A altura foi medida com metro graduado em centímetros, para os indivíduos com até  $h \leq 3\text{m}$  e estimada por comparação com o metro para aqueles com  $h > 3\text{m}$ . Os diâmetros não foram mensurados, pois esta medida é pouca precisa e gera pouca informação, nessa fase de crescimento (FELFILI et al., 2005).

Para os cálculos dos parâmetros fitossociológicos da regeneração foi determinado à densidade absoluta (DA) e relativa (DR), frequência absoluta (FA) e relativa (FR), conforme Felfili e Rezende (2003). O Valor de Importância da Regeneração Natural (VIRN) foi calculado pela equação 01, conforme Ribeiro e Felfili (2009). Para os *Piper*, no cálculo da densidade, cada moita foi considerada como um indivíduo.

$$VIRN = FR + DR \quad (01)$$

Foi determinado o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Equação 02) e a Equatibilidade ( $J$ ) (Equação 03) de cada sítio, para isso, foram excluídas as duas últimas parcelas do sítio A, a fim de obter-se a mesma área para comparações. Este índice, juntamente com os parâmetros fitossociológicos permitiram comparar a qualidade da regeneração de cada sítio.

Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ): usado na determinação da riqueza de espécies por área (MAGURRAN, 1988) (Equação 02).

$$H' = -\sum \left( \frac{N_i}{N} \right) \ln \left( \frac{N_i}{N} \right) \quad (02)$$

Onde:

$H'$  = índice de diversidade de Shannon  
 $n_i$  = Número de indivíduos de cada espécie  
 $N$  = Número total de indivíduos.

Equabilidade ( $J$ ): é a proporção entre a diversidade obtida e diversidade máxima possível, considerando-se a riqueza (PINTO-COELHO, 2000) (Equação 03).

$$J = \frac{H'}{\ln S} \quad (03)$$

Onde:

$J$  = equabilidade ou índice de Pielou  
 $H'$  = índice de diversidade de Shannon  
 $S$  = número total de espécies amostradas

As espécies não identificadas em campo foram coletadas, etiquetadas e armazenadas em sacos plásticos para transporte até o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas

(LMBH), da Universidade Federal do Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). No laboratório foram herborizadas e posteriormente identificadas com a ajuda de profissionais da área e por comparações com exsicatas do Herbário do Departamento de Botânica/UFRRJ. As espécies foram classificadas de acordo com o sistema Angiosperm Phylogeny Group (APG) II (2003).

As espécies que não foram identificadas devem-se ao estado em que o material botânico foi encontrado. Os indivíduos estavam com poucas folhas, às vezes, uma única, ou com folhas muito novas ou com folhas completamente depredadas por insetos, o que tornou inviável a identificação do material.

Todas as espécies amostradas foram classificadas em grupo ecológico, de acordo com a classificação de Gandolfi et al. (1995), na qual foram consideradas quatro categorias: espécies pioneiras (PI), secundárias iniciais (SI), secundárias tardias (ST) e as não classificadas ou caracterizadas (NC). Como base para a classificação foi usadas informações sobre as espécies, a partir da literatura e observações de campo.

### 2.3 Análises Estatísticas

A distribuição das espécies entre as parcelas dos sítios “A” e “B” e a semelhança destas, foi avaliada pela análise multivariada de ordenação, através do escalonamento multivariado não métrico (NMDS – *Non-Metric Multidimensional Scaling*). A ordenação cria novas variáveis (eixos principais), onde as amostras são colocadas em ordem, simplificando padrões em conjuntos de dados multivariados complexos (GOTELLI e ELLINSON, 2011).

Primeiro gerou-se uma matriz de similaridade das parcelas, utilizando-se a medida de distância de Bray-Curtis (Anexo II-3), na qual se considera os dados de abundância das espécies. Esta medida de distância é uma medida semimétrica frequentemente empregada para avaliar dissimilaridade de dados ecológicos (GOTELLI e ELLINSON, 2011). Este índice varia de 0 (similaridade) a 1 (dissimilaridade) e não considera as duplas-ausências (VALENTIN, 1995). Os dados foram analisados através do programa estatístico SYSTAT 11.

A riqueza de espécies da regeneração natural dos sítios foi comparada através da curva de rarefação, construída com o número de espécies pelo número de indivíduos de cada parcela amostrada. Os valores, para a construção das curvas de rarefação foram obtidos através do programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2013) e plotados no programa SigmaPlot 10.0.

A curva de rarefação é produzida pelo sorteio aleatório das parcelas ou dos indivíduos e pelo cálculo do número de espécies acumulado, sendo a curva final construída com base na média das repetições calculadas (KERSTEN e GALVÃO, 2011). Ela baseia-se em amostragens sucessivas, aleatorizadas, dentro do *pool* de amostras ou indivíduos mensurados, plotando-se o número médio de espécies representadas pelo número de indivíduos ou amostras (GOTELLI e COLWELL, 2001).

A curva de rarefação permite comparar a riqueza de espécies de diferentes comunidades por padronizar o esforço amostral de cada área, através da curva suavizada (GOTELLI e COLWELL, 2001). Quando é usado o número de indivíduos, em vez do número de amostras, diminui-se o efeito da densidade na comparação entre áreas (KERSTEN e GALVÃO, 2011) e o efeito da agregação espacial de espécies (GOTELLI e COLWELL, 2001), além de ser recomendado como melhor medida do esforço de amostragem, evitando confundir diferenças na riqueza de espécies entre sítios (WILLOT, 2001).

As curvas de rarefação foram calculadas considerando-se um intervalo de confiança de 95%. Quando os intervalos de confiança de uma curva não apresentam sobreposição como os intervalos de outra curva, há diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na riqueza de espécies entre as

áreas (GOTELLI e COLWELL, 2001), o que pode ser observado através das barras verticais sob as curvas.

O Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de cada sítio foi comparado através do teste t para amostras independentes (MAGURRAN, 1988), a fim de avaliar se existia diferença significativa na diversidade entre os sítios. Também, a abundância de indivíduos de cada grupo ecológico foi comparada pelo teste t. Estes testes foram realizados através do programa estatístico SPSS 15.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição Florística da Regeneração Natural

Foram amostrados na regeneração dos sítios 917 indivíduos, pertencentes a 38 famílias botânicas, distribuídos em 127 espécies (três não identificadas) e 80 gêneros (Tabela II-1). No sítio “A” foram amostradas 88 espécies (duas não identificadas), de 28 famílias e no sítio “B” 80 espécies (uma não identificada), de 33 famílias, sendo 41 espécies de ocorrência comum aos dois sítios.

**Tabela II-1:** Espécies amostradas na regeneração dos sítios, em processo de restauração espontânea, no PNMCP. GE = Grupo ecológico (P = Pioneira, SI = Secundária inicial, ST = Secundária tardia, NC = Não classificada).

Família	Espécie	Sítio A	Sítio B	GE
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.		1	SI
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		1	SI
Annonaceae	<i>Rollinia parviflora</i> A. St.-Hil.	1	1	SI
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i> sp.		1	NC
	<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll.Arg.) Woodson		1	ST
	<i>Tabernaemontana</i> sp.		1	P
Arecaceae	<i>Geonoma pohliana</i> Mart.	1		ST
Asteraceae	<i>Stiffia chrysantha</i> J.C.Mikan		12	SI
Burseraceae	<i>Protium Warmingianum</i> Marchand		1	ST
Celastraceae	<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers) A. C. Smith.	2		ST
	<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	1		ST
	<i>Maytenus communis</i> Reissek	3	3	ST
	<i>Maytenus</i> sp.	3		ST
	<i>Salacia grandifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	1		NC
Chrysobalanaceae	<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze		1	NC
Clusiaceae	<i>Tovomita leucantha</i> (Schltdl.) Planch. & Triana	4	2	NC
Combretaceae	<i>Terminalia januariensis</i> DC.	3		ST
Dichapetalaceae	<i>Stephanopodium estrellense</i> Baill.	1		ST
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	1	12	SI
	<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.		1	SI
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon verticillatus</i> (Klotzsch) Baill.	7		ST
	<i>Actinostemon</i> sp.		4	SI

	<i>Gymnanthes glabrata</i> (Mart.) Govaerts	17	11	NC
	<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	1	34	ST
	<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomes) Barneby & J.W.Grimes	1	1	ST
	<i>Albizia</i> sp.		2	SI
	<i>Dahlstedtia erythrina</i> (Vell.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	2	1	NC
	<i>Inga edulis</i> Mart.	1		SI
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	1		NC
	<i>Moldenhawera polysperma</i> (Vell.) Stellfeld	1		NC
	<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel		1	ST
	<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima		1	P
	<i>Pseudopiptadenia inaequalis</i> (Benth.) Rauschert	3		NC
	<i>Pterocarpus rohri</i> Vahl	1		SI
Lacistemataceae	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.		1	SI
	<i>Beilschmiedia</i> sp.	1		ST
	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1		ST
	<i>Ocotea aniboides</i> (Meisn.) Mez	5		ST
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.1	1		ST
	<i>Ocotea</i> sp.2	2		ST
	<i>Ocotea dispersa</i> (Nees & Mart. Ex Nees) Mez	4		ST
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	3		ST
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze		1	ST
Malpighiaceae	<i>Bunchosia maritima</i> (Vell.) J.F.Macbr.	8	1	SI
Malvaceae	<i>Quararibea turbinata</i> (Sw.) Poir.	23	1	ST
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	1	6	P
	<i>Ossaea marginata</i> (Desr.) Triana		1	P
	<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	2	2	ST
	<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	9	5	ST
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.2		1	ST
	<i>Trichilia</i> sp.1	1	1	ST
Monimiaceae	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	4	1	ST
	<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	2		SI
	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	1	4	SI
	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	1		ST
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby		1	SI
Moraceae	<i>Pseudolmedia hirtula</i> Kuhlm.	3		SI
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger & et-al.	3	23	SI
	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.		1	SI
	<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	1		ST
	<i>Sorocea racemosa</i> Gaudich.	7		NC
Myristicaceae	<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	8	4	ST
	<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.	3	1	ST
	<i>Calyptranthes lucida</i> Mart. ex DC.	2		ST
Myrtaceae	<i>Campomanesia laurifolia</i> Gardner	3		SI
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	1	39	SI

	<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.	1	1	NC
	<i>Eugenia sp.1</i>		6	NC
	<i>Eugenia sp.2</i>	1		ST
	<i>Marlierea excoriata</i> Mart.		2	SI
	<i>Marlierea glazioviana</i> Kiaersk.	2		SI
	<i>Marlierea suaveolens</i> Cambess.		2	SI
	<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	1		ST
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		3	SI
	<i>Myrciaria glazioviana</i> (Kiaersk.) G.M.Barroso ex Sobral		1	SI
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	1	3	NC
Nyctaginaceae	<i>Andradea floribunda</i> Allemão	1	1	SI
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2	5	SI
	<i>Guapira sp.</i>	1		SI
	<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	2	1	ST
Olacaceae	<i>Tetrastylidium grandifolium</i> (Baill.) Sleumer		3	NC
Piperaceae	<i>Piper amplum</i> Kunth	10	4	P
	<i>Piper anisum</i> (Spreng.) Angely	3	5	SI
	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	27	8	SI
	<i>Piper rivinoides</i> Kunth	5	1	SI
	<i>Piper sp.1</i>		3	NC
	<i>Piper sp.2</i>	10	117	NC
	<i>Piper sp.3</i>		14	NC
	<i>Piper sp.4</i>	3		NC
	<i>Piper sp.5</i>	18		NC
Polygonaceae	<i>Coccoloba salicifolia</i> wedd.		1	NC
	<i>Coccoloba glaziovii</i> Lindau	2		SI
Primulaceae	<i>Clavija spinosa</i> (Vell.) Mez	2		NC
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.		1	SI
	<i>Coffea arabica</i> L.	3		NC
	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	2	5	ST
	<i>Coussarea meridionalis</i> (Vell.) Müll.Arg.	2	1	ST
	<i>Faramea truncata</i> (Vell.) Müll.Arg.	1		ST
	<i>Faramea sp.</i>		1	NC
	<i>Psychotria deflexa</i> DC.	4		SI
	<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltldl.	25	21	ST
	<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltldl.) Wawra	55	50	SI
	<i>Psychotria sp.</i>	2		SI
	<i>Rudgea macrophylla</i> Benth.	15	2	NC
	<i>Rudgea reticulata</i> Benth.		2	NC
	<i>Simira pikia</i> (K.Schum.) Steyerm.	3		ST
Rutaceae	<i>Almeidea limae</i> I.M.Silva	21		ST
	<i>Almeidea rubra</i> A.St.-Hil.		3	ST
	<i>Hortia sp.</i>	5		NC
	<i>Neoraputia alba</i> (Nees & Mart.) Emmerich ex Kallunki	1		ST
Sapindaceae	<i>Allophylus leuocladus</i> Radlk.	4	1	SI



	<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.		1	SI
	<i>Cupania furfuracea</i> Radlk.		3	SI
	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	10		SI
	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.		1	ST
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	1	5	SI
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	5	1	ST
	<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	2	1	ST
	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.		1	ST
	<i>Pouteria</i> sp.	1		ST
	Siparunaceae <i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	3	9	SI
Solanaceae <i>Solanum argenteum</i> Dunal		1	P	
Ulmaceae <i>Ampelocera glabra</i> Kuhlm.	18	1	SI	
Violaceae <i>Rinorea guianensis</i> Aubl.		4	NC	
	Indeterminada 1	1		NC
	Indeterminada 2	1		NC
	Indeterminada 3		1	NC
<b>Total</b>		<b>433</b>	<b>484</b>	

No sítio “A” as famílias com maior riqueza de espécies foram Rubiaceae com 10 espécies (11,24%), Myrtaceae com 8 (8,99%) e Lauraceae, Moraceae, Fabaceae e Piperaceae, cada uma com 7 espécies (7,86%). No sítio “B” as famílias com maior riqueza foram Rubiaceae e Myrtaceae, cada uma com 8 espécies (10%), Piperaceae com 7 (8,75%), Sapindaceae com 5 (6,25%) e Fabaceae, Meliaceae e Moraceae, cada uma com 4 espécies (5%). Entre as famílias citadas, a maioria ocorreu tanto no sítio “A” como no sítio “B”, com exceção de Lauraceae (apenas no sítio “A”) e Sapindaceae e Meliaceae (apenas no sítio “B”).

Em um levantamento do estrato arbóreo realizado no PNMCP as famílias que apresentaram maior riqueza foram: Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Moraceae e Rubiaceae (MENDONÇA JÚNIOR, 2012). Estas, com exceção de Sapotaceae, também predominaram na regeneração natural deste trabalho, indicando que a área de estudo deve estar recebendo propágulos da floresta situada no seu entorno, tendo provavelmente sua dispersão sido favorecida pela zona côncava, já que o trabalho citado foi realizado na parte superior da mesma microbacia.

A paisagem influencia na composição de espécies das florestas secundárias, bem como na sua persistência (CHAZDON et al., 2009). Rodrigues et al. (2004) ao avaliarem a regeneração do sub-bosque de reflorestamentos realizados em áreas degradadas, encontraram maior número de indivíduos, espécies, famílias e diversidade nas áreas mais próximas de fragmentos de florestas.

Estudos fitossociológicos do estrato arbóreo realizados em Floresta Ombrófila Densa Submontana, da Mata Atlântica, mostram maior riqueza de espécies para as famílias Myrtaceae, Rubiaceae, Fabaceae e Lauraceae (KURTZ e ARAÚJO, 2000; OLIVEIRA FILHO e FONTES, 2000; BÓREM e OLIVEIRA-FILHO, 2002; PEIXOTO et al., 2004; CARVALHO et al., 2007; PINTO SOBRINHO et al., 2010; CAMPOS et al., 2011; ROCHELLE et al., 2011). Alguns destes autores também encontram predominância da riqueza para as famílias Euphorbiaceae (OLIVEIRA FILHO e FONTES, 2000; BÓREM e OLIVEIRA-FILHO, 2002; PEIXOTO et al., 2004; CARVALHO et al., 2007; CAMPOS et al., 2011); Melastomataceae (PINTO SOBRINHO et al., 2010; OLIVEIRA FILHO e

FONTES, 2000); Sapotaceae (KURTZ e ARAÚJO, 2000; OLIVEIRA FILHO e FONTES, 2000); Meliaceae e Bignoniaceae (CARVALHO et al., 2007) e Apocynaceae (PINTO SOBRINHO et al., 2010). Muitas destas famílias também apresentaram maior riqueza na regeneração natural deste estudo, indicando que a regeneração da área tende a manter a futura estrutura da floresta, dentro da tipologia florestal que pertence.

As famílias com maior abundância, no sítio A, foram Rubiaceae com 112 indivíduos (25,81%), Piperaceae com 76 (17,51%), Rutaceae com 27 (6,22%), Euphorbiaceae com 25 (5,76%) e Malvaceae com 23 (5,30%), perfazendo um total de 60,6% dos indivíduos amostrados. Observou-se que 34 espécies amostradas, neste sítio, tiveram apenas um indivíduo, representando 38,2% da riqueza e 7,83% da densidade.

As famílias com maior abundância, no sítio B, foram Piperaceae com 152 indivíduos (31,40%), Rubiaceae com 83 (17,15%), Myrtaceae com 57 (11,78%), Euphorbiaceae com 49 (10,12%) e Moraceae com 29 (5,99%), perfazendo um total de 76,44% dos indivíduos amostrados. Observou-se que 42 espécies amostradas, neste sítio, tiveram apenas um indivíduo, representando 52,5% da riqueza e 8,68% da densidade.

Nem todas as famílias mais ricas apresentaram as maiores abundâncias, indicando que há concentração de indivíduos em algumas espécies de outras famílias. Isto foi verificado em *Almeidea limae* (21 indivíduos) - Rutaceae, *Gymnanthes glabrata* (17) - Euphorbiaceae e *Quararibea turbinata* (23) - Malvaceae, para o sítio “A” e em *Senefeldera verticillata* (34) - Euphorbiaceae, para o sítio “B”.

A presença das famílias Myrtaceae e Lauraceae, entre as que apresentaram maior riqueza de espécies, indica a qualidade da regeneração natural dos sítios florestais, destacando o sítio “A” como o melhor. Nas florestas tropicais Myrtaceae e Lauraceae constituem um indicador do estágio de regeneração ou degradação da floresta, relativo não somente a riqueza, mas também a disponibilidade de recursos (TABARELLI e MANTOVANI, 1999a), por serem fonte de alimento para a fauna frugívora.

As espécies de Myrtaceae brasileiras possuem sementes que são preferencialmente dispersas por vertebrados frugívoros, por possuírem frutos carnosos que lhes atraem (GRESSLER et al., 2006). Isto justifica a baixa quantidade de indivíduos encontrados para as espécies desta família, com exceção de *Eugenia brasiliensis*.

A família Lauraceae possui numerosas espécies alto valor econômico, pela qualidade da madeira, produção de frutos e óleos (MARCHIORI, 1997). Segundo o autor, o gênero *Cryptocarya* contém espécies madeireiras, de uso local e reduzida comercialização e o gênero *Ocotea* inclui diversas espécies de madeira valiosa. Estes gêneros foram encontrados no sítio “A”.

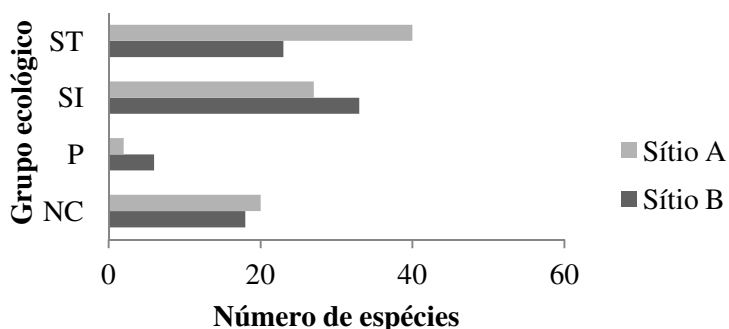
A presença de espécies secundárias tardias da família Rubiaceae reflete o estágio de sucessão avançado das florestas (SILVA JÚNIOR et al., 2004), ou indica que o avanço da sucessão está ocorrendo. As espécies do gênero *Psychotria*, constituem fonte de néctar e de frutos para a fauna (PACHECHO e GRAU, 1997). Esta família contribuiu para indicar as mudanças na sucessão dos sítios, através da sua abundância (25,8% dos indivíduos do sítio “A” e 17,15% do sítio “B”) e riqueza.

A família Moraceae é encontrada com frequência entre as quinze primeiras com maior riqueza de espécies, nos levantamentos florísticos de florestas (CASTRO, 2006). Seus frutos carnosos, produzidos em grande quantidade em algumas espécies, servem de alimento para a fauna (FIGUEIREDO, 1993; DUMONT et al., 2004). Sua presença nos sítios contribui para diversificar as funções ecológicas dos ecossistemas florestais.

A família Piperaceae foi representada pelo gênero *Piper* L. ocorrendo nos dois sítios. Este gênero é formado por arbustos, subarbustos ou pequenas árvores, mais ou menos lignificados e abriga algumas espécies com propriedades medicinais (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004; GUIMARÃES e MONTEIRO, 2006). Grande parte das espécies de *Piper* colonizam clareiras, bordas de florestas e ambientes com luz difusa, mas existem espécies que também crescem em florestas fechadas, com maior sombreamento, além disso, constituem fonte de alimento para morcegos frugívoros (GREIG, 1993; THIES e KALKO, 2004; GUIMARÃES e GIORDANO, 2004; GUIMARÃES e MONTEIRO, 2006; BARDELLI et al., 2008). Em geral, são espécies rústicas que ajudam no recobrimento do solo de florestas perturbadas, em sucessão secundária. A abundância e as espécies que ocorrem em cada sítio devem estar associadas ao nível de luminosidade da área.

A família Meliaceae, segundo Tabarelli et al. (1994) indica a passagem do estágio inicial de sucessão das florestas para um estágio mais avançado. Ela esteve presente no sítio “B” com quatro espécies, indicando avanço na sucessão.

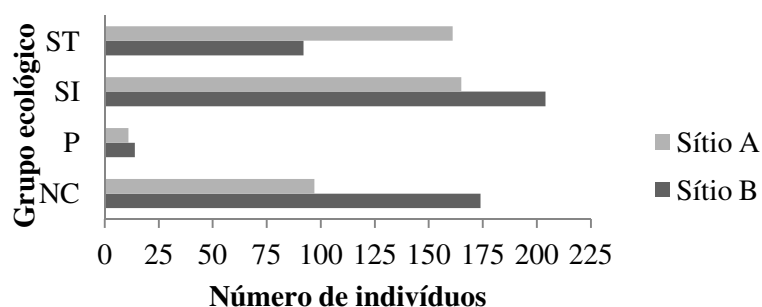
Entre as espécies da regeneração que ocorreram no sítio “A”, 2,27% foram pioneiras, 30,68% secundárias iniciais e 45,45% secundárias tardias, enquanto no sítio “B”, 7,5% das espécies foram pioneiras, 40% secundárias iniciais e 30% secundárias tardias (Figura II-3). Ao todo 30 espécies não foram classificadas por falta de informações sobre seu desenvolvimento.



**Figura II-2:** Distribuição da abundância de espécies da regeneração natural, nos grupos ecológicos, dos sítios amostrados no PNMCP.

Comparando a proporção de indivíduos dentro de cada grupo ecológico, as secundárias tardias se destacaram em proporção no sítio “A” (37,18%) em relação ao sítio “B” (19,21%) (Figura II-4), embora não tenham diferido estatisticamente ( $t= 1,532$ ;  $p= 0,141$ ). No grupo das secundárias iniciais foram encontrados 38,11% dos indivíduos do sítio “A” e no grupo das pioneiras 2,54%, as quais também não diferiram estatisticamente do sítio “B” (SI:  $t= 0,768$ ;  $p= 0,454$ ; PI:  $t= 0,167$ ;  $p= 0,869$ ).

No sítio “B”, 41,94% dos indivíduos foram secundárias iniciais, 2,89% pioneiras e 35,95% não foram classificados. Este grupo apresentou diferença significativa entre os sítios ( $t= 3,244$ ;  $p= 0,008$ ) e o valor elevado deve-se a abundância de *Piper*, com gêneros que não foram classificados nos grupos ecológicos, os quais poderiam entrar no grupo das pioneiras ou secundárias iniciais, alterando provavelmente a diferença das pioneiras entre os sítios.



**Figura II-3:** Distribuição da abundância de indivíduos da regeneração natural, nos grupos ecológicos, dos sítios amostrados no PNMCP.

Estes valores revelam em parte, a influência do estágio sucessional de cada sítio sobre o desenvolvimento da regeneração, indicando que o sítio “B” deve estar mudando do estágio inicial de sucessão para médio, por possuir um número considerável de espécies secundárias tardias e poucas pioneiras. Quanto maior a diversidade de espécies de grupos ecológicos de estágios avançados da sucessão, na regeneração natural maior será a qualidade da restauração.

Com o avanço do estágio sucessional, nas florestas secundárias ocorre redução das espécies pioneiras e aumento das secundárias tardias. Essas quando encontram condições apropriadas tornam-se dominantes no dossel, assim, a composição das florestas maduras depende da sobrevivência de poucas espécies pioneiras e o desenvolvimento de muitas espécies secundárias tardias (SALDARRIAGA et al., 1988), por isso, a composição também pode ser usada para prever suplemento de madeira, habitat e funções do ecossistema (CASPERSEN, 2004), ou seja, atividades que devem ser observadas com vistas a valorar outros serviços da regeneração que possam ter desdobramento econômico.

Chazdon et al. (2009) sugerem que tanto as florestas maduras, quanto as florestas secundárias, através de sua estrutura com indivíduos distribuídos de forma equilibrada entre várias idades, potencializam a conservação das espécies secundárias tardias e incrementam a riqueza de espécies na paisagem.

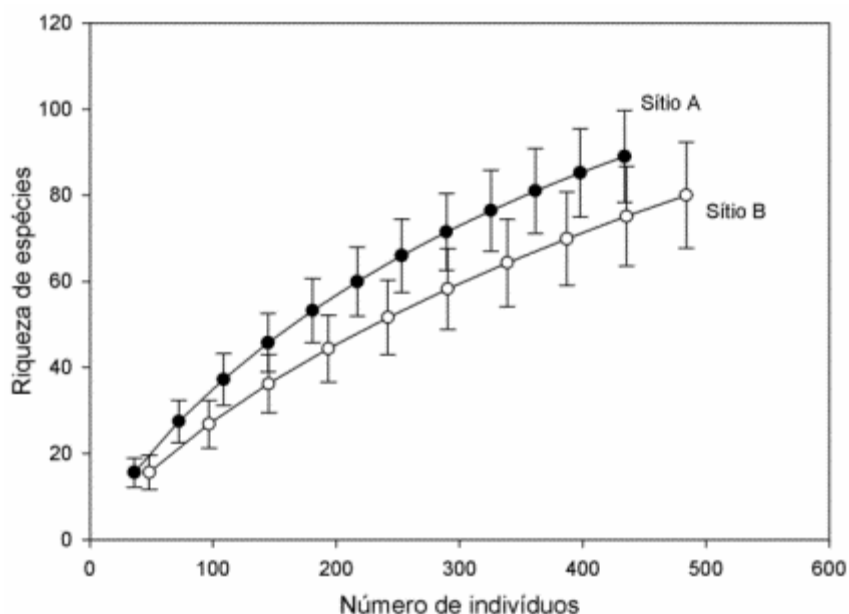
Espécies que ocorrem em formações mais recentes da floresta tendem a ser intolerantes à sombra, em oposição àquelas que ocorrem em formações mais velhas, que são mais tolerante (CASPERSEN, 2004). Porém, entre as espécies tolerantes à sombra, o grupo ecológico das espécies pode variar, sob condição de determinados fatores, como fecundidade, habilidade de dispersão e longevidade.

Espécies secundárias tardias utilizam uma ampla faixa de recursos e habitats (CHAZDON et al., 2009). Sua regeneração é garantida pela persistência das florestas secundárias, visto que são espécies de lento crescimento e possuem vida longa (LIEBSCH et al., 2008).

No sítio “B” foi observada a presença de lianas em muitas parcelas (Anexo II-4), o que pode estar interferindo na qualidade da regeneração, ou seja, na riqueza de espécies de grupos ecológicos mais avançados da sucessão. Souza et al. (2002) observaram, após oito anos, que o corte de cipós em uma área de floresta perturbada favoreceu a regeneração natural das espécies clímax.

A curva de rarefação não apresentou diferença significativa na riqueza de espécies dos sítios “A” e “B” (Figura II-5), visto que houve sobreposição nas barras que representam os desvios dos intervalos de confiança das curvas. Por mais que se aumentasse o esforço

amostral, provavelmente não seria encontrada diferença entre a riqueza dos dois sítios, pois nas parcelas amostradas foi encontrado um número significativo de mais de 400 indivíduos.



**Figura II-4:** Curva de rarefação da riqueza de espécies em relação ao número de indivíduos amostrados nas parcelas dos sítios “A” e “B”.

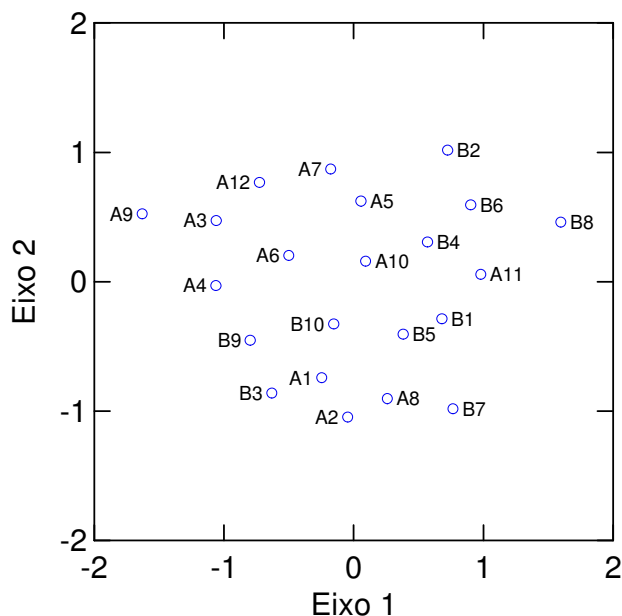
O índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) obtido foi de 3,32 nats/indivíduo para o sítio “A” e 3,22 nats/indivíduo para o sítio “B”, não diferindo significativamente entre as áreas ( $t=0,418$ ;  $p=0,676$ ). Os valores dos índices indicaram boas condições de diversidade, podendo ser considerado médio, porém, se acrescentar as duas parcelas, do sítio “A”, que foram excluídas para o cálculo, o índice deste sítio passaria para 3,78. A equabilidade, foi de 0,55 e 0,52, respectivamente para os sítios “A” e “B”, sendo considerados baixos, o que significa que existe uma distribuição desigual de indivíduos por espécie, além desses valores afetarem diretamente a diversidade.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener geralmente varia de 1,3 a 3,5, mas em ecossistemas de florestas tropicais pode exceder a 4,0 e alcançar 4,5 (FELFILI e REZENDE, 2003), podendo ser influenciado pelo tamanho da área amostrada e critérios de inclusão da vegetação. Souza et al. (2002) encontraram um valor de  $H'$  de 5,0 para a regeneração de Floresta Ombrófila Densa com 41 anos, em uma área de 1020 m<sup>2</sup>, porém incluíram na amostragem plantas de todos os hábitos até o limite de CAP < 15cm.

Santos e Valcarcel (2011), ao avaliarem a regeneração de reflorestamentos com 14 anos, em área em processo de reabilitação, no domínio de Floresta Ombrófila Densa, pelo método dos pontos em parcelas de 300 m<sup>2</sup>, incluindo plantas de todos os hábitos a partir de 15 cm de altura até o CAP  $\leq 10$  cm, encontraram valores de  $H'$  variando de 1,68 a 2,94. Oliveira et al. (2013) obtiveram um índice  $H'$  de 3,45, em uma área de 375 m<sup>2</sup>, na mesma tipologia florestal, incluindo apenas indivíduos arbóreos com altura maior do que 1m e CAP  $\leq 15$  cm.

Aparício et al. (2011) obtiveram um valor de 3,32 para o índice  $H'$ , em 325 m<sup>2</sup>, enquanto Silva et al. (2007) encontraram um valor de 3,57, para 400 m<sup>2</sup>. Estes também em Floresta Ombrófila Densa e com os mesmos critérios de inclusão adotados por Oliveira et al. (2013).

A análise de NMDS mostrou a separação da maioria das parcelas, entre os sítios “A” e “B” (Figura II-6), obtendo-se um valor de stress de 0,16 e  $R^2 = 0,84$ , considerados significativos. Observando-se o eixo 1 (Figura II-6), nota-se que o maior número das parcelas do sítio A situaram-se a esquerda, enquanto que as do sítio B ficaram mais a direita.



**Figura II-5:** Diagrama de ordenação das parcelas de regeneração natural, dos sítios “A” e “B”, pela NMDS. (A- parcelas do sítio “A” e B- parcelas do sítio “B”).

As parcelas B3, B9 e B10 tiveram maior semelhança com as parcelas do sítio “A”, enquanto A8 e A11 tiveram mais semelhança com o sítio “B”. A localização em campo, das parcelas B10 e B9 mais próximas do sítio “A”, pode explicar a maior similaridade destas com as parcelas do sítio “A”, indicando que estas podem estar recebendo propágulos da área próxima. Já a parcela B3 estava situada a uma maior distância do sítio “A”, indicando que provavelmente ela recebeu propágulos dele dispersos pela fauna (ou o inverso) e também as condições físicas do meio poderiam ser semelhantes, ofertando condições para que as espécies conseguissem desenvolverem-se.

Quanto mais próximas às parcelas estiverem entre si, maior são as chances de receberem as mesmas fontes de propágulos e tornarem-se similares, por apresentarem espécies em comum. Parcelas distantes que apresentam similaridade e possuem espécies frutíferas, indicam possível influência da fauna na dispersão de sementes. Os animais ao transportar frutos de um local para outro aumentam a chance de recrutamento dos propágulos longe da planta-mãe (SCHERER et al., 2007).

Aves frugívoras (VOLPATO et al., 2012) e mamíferos, especialmente os morcegos frugívoros (ROCHA et al., 2012) são os principais dispersores de sementes. Eles, ao alimentarem-se de frutos, transportam sementes para diferentes ambientes, através das fezes ou com a perda do fruto durante o transporte. Nas florestas tropicais atlântica madura, aproximadamente 80% das espécies arbóreas têm dispersão zoocórica (LIEBSCH et al., 2008). Nestes ambientes, 52,9% a 98,7% das espécies arbóreas e arbustivas dependem da dispersão por vertebrados frugívoros, variando de acordo com a maturidade da floresta (TABARELLI e PERES, 2002).

### 3.2 Estrutura da Regeneração Natural

Os parâmetros fitossociológicos calculados para a regeneração natural dos sítios estão nas tabelas II-2 e II-3. As dez primeiras espécies representaram 83,66 do VIRN, no sítio “A” e 105,02 do VIRN, no sítio “B”.

**Tabela II- 2:** Parâmetros fitossociológicos da regeneração natural amostrada no sítio “A”.

<b>Espécie</b>	<b>N</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VIRN</b>
<i>Psychotria nuda</i>	55	2291,67	12,70	83,33	5,35	18,05
<i>Piper arboreum</i>	27	1125,00	6,24	58,33	3,74	9,98
<i>Psychotria leiocarpa</i>	25	1041,67	5,77	50,00	3,21	8,98
<i>Piper sp.5</i>	18	750,00	4,16	75,00	4,81	8,97
<i>Quararibea turbinata</i>	23	958,33	5,31	50,00	3,21	8,52
<i>Rudgea macrophylla</i>	15	625,00	3,46	58,33	3,74	7,21
<i>Almeidea limae</i>	21	875,00	4,85	25,00	1,60	6,45
<i>Gymnanthes glabrata</i>	17	708,33	3,93	25,00	1,60	5,53
<i>Ampelocera glabra</i>	18	750,00	4,16	16,67	1,07	5,23
<i>Virola bicuhyba</i>	8	333,33	1,85	50,00	3,21	5,06
<i>Trichilia pallens</i>	9	375,00	2,08	41,67	2,67	4,75
<i>Cupania oblongifolia</i>	10	416,67	2,31	25,00	1,60	3,91
<i>Piper amplum</i>	10	416,67	2,31	25,00	1,60	3,91
<i>Piper sp.2</i>	10	416,67	2,31	25,00	1,60	3,91
<i>Actinostemon verticillatus</i>	7	291,67	1,62	33,33	2,14	3,76
<i>Sorocea racemosa</i>	7	291,67	1,62	25,00	1,60	3,22
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	5	208,33	1,15	25,00	1,60	2,76
<i>Allophylus leucocladus</i>	4	166,67	0,92	25,00	1,60	2,53
<i>Mollinedia schottiana</i>	4	166,67	0,92	25,00	1,60	2,53
<i>Tovomita leucantha</i>	4	166,67	0,92	25,00	1,60	2,53
<i>Malpighia 74aurifól</i>	8	333,33	1,85	8,33	0,53	2,38
<i>Piper anisum</i>	3	125,00	0,69	25,00	1,60	2,30
<i>Piper sp.4</i>	3	125,00	0,69	25,00	1,60	2,30
<i>Siparuna guianensis</i>	3	125,00	0,69	25,00	1,60	2,30
<i>Ocotea aniboides</i>	5	208,33	1,15	16,67	1,07	2,22
<i>Piper rivinoides</i>	5	208,33	1,15	16,67	1,07	2,22
<i>Ocotea dispersa</i>	4	166,67	0,92	16,67	1,07	1,99
<i>Psychotria deflexa</i>	4	166,67	0,92	16,67	1,07	1,99
<i>Coffea 74aurifó</i>	3	125,00	0,69	16,67	1,07	1,76
<i>Maytenus communis</i>	3	125,00	0,69	16,67	1,07	1,76
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	3	125,00	0,69	16,67	1,07	1,76
<i>Pseudopiptadenia inaequalis</i>	3	125,00	0,69	16,67	1,07	1,76
<i>Simira pikia</i>	3	125,00	0,69	16,67	1,07	1,76
<i>Sorocea bonplandii</i>	3	125,00	0,69	16,67	1,07	1,76
<i>Virola gardneri</i>	3	125,00	0,69	16,67	1,07	1,76
<i>Hortia sp.</i>	5	208,33	1,15	8,33	0,53	1,69
<i>Calyptranthes 74aurif</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Clavija spinosa</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Coccoloba glaziovii</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53

<i>Coussarea contracta</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Dahlstedtia erythrina</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Guapira opposita</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Marlierea glazioviana</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Micropholis crassipedicellata</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Neea floribunda</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Psychotria sp.</i>	2	83,33	0,46	16,67	1,07	1,53
<i>Campomanesia 75aurifolia</i>	3	125,00	0,69	8,33	0,53	1,23
<i>Maytenus sp.</i>	3	125,00	0,69	8,33	0,53	1,23
<i>Pseudolmedia hirtula</i>	3	125,00	0,69	8,33	0,53	1,23
<i>Terminalia januariensis</i>	3	125,00	0,69	8,33	0,53	1,23
<i>Brosimum glaziovii</i>	2	83,33	0,46	8,33	0,53	1,00
<i>Cheiloclinium cognatum</i>	2	83,33	0,46	8,33	0,53	1,00
<i>Coussarea meridionalis</i>	2	83,33	0,46	8,33	0,53	1,00
<i>Ocotea sp.2</i>	2	83,33	0,46	8,33	0,53	1,00
<i>Trichilia lepidota</i>	2	83,33	0,46	8,33	0,53	1,00
<i>Abarema cochliocarpos</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Andradaea floribunda</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Beilschmiedia sp.</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Brosimum guianense</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Clarisia racemosa</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Eugenia brasiliensis</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Eugenia pisiformis</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Eugenia sp.2</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Faramea truncata</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Geonoma pohliana</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Guapira sp.</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Inga edulis</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Inga sp.</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Marlierea tomentosa</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Matayba guianensis</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Maytenus aquifolia</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Miconia prasina</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Moldenhawera polysperma</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Neoraputia alba</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Ocotea sp.1</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Pouteria sp.1</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Pterocarpus rohri</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Salacia grandifolia</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Senefeldera verticillata</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Sorocea hilarii</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Stephanopodium estrellense</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Syzygium jambos</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Trichilia sp.1</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<i>Rollinia parviflora</i>	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
Indeterminada 1	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77



Indeterminada 2	1	41,67	0,23	8,33	0,53	0,77
<b>Total</b>	<b>433</b>	<b>18041,67</b>	<b>100,00</b>	<b>1558,33</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

\*Onde: N = número de indivíduos; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VIRN = valor de importância da regeneração natural.

A espécie com maior VIRN, no sítio “A”, foi *Psychotria nuda* (18,05). A seguir vieram: *Piper arboreum*, *Psychotria leiocarpa*, *Piper sp. 5*, *Quararibea turbinata*, *Rudgea macrophylla*, *Almeidea limae*, *Gymnanthes glabrata*, *Ampelocera glabra* e *Virola bicuhyba*.

*P. nuda* apresentou alta densidade (2291,7 ind./ha) e alta frequência (83,33%), ocorrendo em 11 das 12 parcelas amostradas e raramente foi encontrada com um único indivíduo isolado. Corrêa (2011) amostrando indivíduos a partir de 0,15 cm de diâmetro a altura do solo, encontrou uma densidade de 5698 ind./ha. Schorn e Galvão (2006) avaliando a regeneração de três estágios sucessionais, incluindo indivíduos a partir de 10 cm de altura até  $CAP \leq 15$  cm, encontraram uma densidade de 100; 6875 e 275 ind./ha, respectivamente para a Floresta Ombrófila Densa em estágio inicial, intermediário e avançado de sucessão. Estes dados mostram que a espécie tende a ocorrer em altas densidades no sub-bosque dessas florestas, principalmente em estágio médio de sucessão.

*P. nuda* é fonte de alimento para aves e insetos, por fornecer néctar, frutificando ao longo do ano e permanecendo com 50% dos frutos verdes durante o período de frutificação (ALMEIDA e ALVES, 2000). A espécie apresenta um padrão de distribuição espacial agregado com reprodução sexuada e vegetativa, por meio de crescimento clonal (ALMEIDA e ALVES, 2000; CORRÊA, 2011), sendo que 91,6% dos indivíduos podem ingressar por propagação vegetativa, além de apresentarem plasticidade de respostas à variação ambiental (CORRÊA, 2011). Estas características devem contribuir para que se tenha alta densidade por área, para a espécie.

*P. arboreum* foi a segunda espécie com maior VIRN (9,98). Sua densidade calculada foi de 1125 ind./ha, considerada baixa quando comparada com a densidade encontrada por Silva Júnior (5850 ind./ha). Esta espécie ocorre com maior abundância preferencialmente em ambientes mais sombreados, como no interior de florestas com dossel fechado (SILVA JÚNIOR et al., 2004; THIES e KALKO, 2004).

*P. leiocarpa* ficou em terceiro lugar na comunidade, com um VIRN de 8,98, ocorrendo em 50% da área, com uma densidade calculada de 1041,67 ind./ha. Armelin e Mantovani (2001) encontram *P. leiocarpa* entre as três espécies mais abundantes, que ocorrem em clareiras no interior de floresta.

Silva Júnior et al. (2007) obtiveram densidades de *P. leiocarpa* variando de 875 a 8750 ind./ha, sendo a média para a borda 5833 ind./ha e para o interior da floresta 3875 ind./ha. Estes valores indicam que a espécie deve ter uma grande plasticidade quanto as exigências de luz, conseguindo se desenvolver em ambientes com diferentes níveis de luz.

*P. leiocarpa* frequentemente ocorre em grupos com densidade alta, o que pode ser favorecido pelo seu potencial alelopático (CORRÊA et al., 2008). Os autores citados encontraram efeito fitotóxico nas folhas de *P. leiocarpa* em três espécies testadas (*Lectuca sativa*, *Mimosa bimucronata* e *Chorisia speciosa*), devido a compostos que inibiram o desenvolvimento inicial das espécies, além de reduzir a taxa de germinação de *C. speciosa*.

*Q. turbinata* ficou em quinto lugar de VIRN, se destacando pela elevada densidade (958,3 ind./ha). Também se destacou em levantamentos do estrato arbóreo, pela grande quantidade de indivíduos, ficando em décimo primeiro lugar de VI (Kurtz e Araújo, 2000).

*V. bicuhyba*, apesar de ter ficado em décimo lugar de VIRN, está bem representada na comunidade, por conter densidade relativamente alta (333,3 ind./ha) e boa distribuição na área (50% das parcelas). Schorn e Galvão (2006) avaliando a regeneração em três estágios sucessionais de Floresta Ombrófila Densa, incluindo indivíduos a partir de 10 cm de altura até  $CAP \leq 15$  cm, encontraram densidades de 25, 75 e 275 ind/ha, para a floreta em estágio inicial, intermediária e avançada, respectivamente. Ela também foi encontrada em oitava posição de VI, em levantamentos fitossociológicos do estrato arbóreo (PRATA et al., 2011).

**Tabela II-3:** Parâmetros fitossociológicos da regeneração natural amostrada no sítio “B”.

<b>Espécie</b>	<b>N</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VIRN</b>
<i>Piper sp.2</i>	117	5850,00	24,17	100,00	6,54	30,71
<i>Psychotria nuda</i>	50	2500,00	10,33	90,00	5,88	16,21
<i>Senefeldera verticillata</i>	34	1700,00	7,02	50,00	3,27	10,29
<i>Eugenia brasiliensis</i>	39	1950,00	8,06	30,00	1,96	10,02
<i>Psychotria leiocarpa</i>	21	1050,00	4,34	80,00	5,23	9,57
<i>Sorocea bonplandii</i>	23	1150,00	4,75	30,00	1,96	6,71
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i>	12	600,00	2,48	60,00	3,92	6,40
<i>Piper sp.3</i>	14	700,00	2,89	40,00	2,61	5,51
<i>Stiffia chrysantha</i>	12	600,00	2,48	40,00	2,61	5,09
<i>Miconia prasina</i>	6	300,00	1,24	50,00	3,27	4,51
<i>Gymnanthes glabrata</i>	11	550,00	2,27	30,00	1,96	4,23
<i>Matayba guianensis</i>	5	250,00	1,03	40,00	2,61	3,65
<i>Piper arboreum</i>	8	400,00	1,65	30,00	1,96	3,61
<i>Siparuna guianensis</i>	9	450,00	1,86	20,00	1,31	3,17
<i>Coussarea contracta</i>	5	250,00	1,03	30,00	1,96	2,99
<i>Guapira opposita</i>	5	250,00	1,03	30,00	1,96	2,99
<i>Brosimum guianense</i>	4	200,00	0,83	30,00	1,96	2,79
<i>Piper sp.1</i>	3	150,00	0,62	30,00	1,96	2,58
<i>Virola bicuhyba</i>	4	200,00	0,83	20,00	1,31	2,13
<i>Cupania furfuracea</i>	3	150,00	0,62	20,00	1,31	1,93
<i>Maytenus communis</i>	3	150,00	0,62	20,00	1,31	1,93
<i>Tetrastylidium grandifolium</i>	3	150,00	0,62	20,00	1,31	1,93
<i>Eugenia sp.1</i>	6	300,00	1,24	10,00	0,65	1,89
<i>Marlierea excoriata</i>	2	100,00	0,41	20,00	1,31	1,72
<i>Marlierea suaveolens</i>	2	100,00	0,41	20,00	1,31	1,72
<i>Rudgea macrophylla</i>	2	100,00	0,41	20,00	1,31	1,72
<i>Rudgea reticulata</i>	2	100,00	0,41	20,00	1,31	1,72
<i>Tovomita leucantha</i>	2	100,00	0,41	20,00	1,31	1,72
<i>Trichilia lepidota</i>	2	100,00	0,41	20,00	1,31	1,72
<i>Piper anisum</i>	5	250,00	1,03	10,00	0,65	1,69
<i>Trichilia pallens</i>	5	250,00	1,03	10,00	0,65	1,69
<i>Actinostemon sp.</i>	4	200,00	0,83	10,00	0,65	1,48
<i>Piper amplum</i>	4	200,00	0,83	10,00	0,65	1,48
<i>Rinorea guianensis</i>	4	200,00	0,83	10,00	0,65	1,48
<i>Almeidea rubra</i>	3	150,00	0,62	10,00	0,65	1,27
<i>Myrcia splendens</i>	3	150,00	0,62	10,00	0,65	1,27
<i>Syzygium jambos</i>	3	150,00	0,62	10,00	0,65	1,27

<i>Albizia sp.</i>	2	100,00	0,41	10,00	0,65	1,07
<i>Abarema cochliocarpos</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Allophylus leucoclados</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Allophylus puberulus</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Amaioua guianensis</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Ampelocera glabra</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Andradaea floribunda</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Aspidosperma sp.</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Astronium graveolens</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Cariniana estrellensis</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Coccoloba salicifolia</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Coussarea meridionalis</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Cupania racemosa</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Dahlstedtia erythrina</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Eugenia pisiformis</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Faramea sp.</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Helicostylis tomentosa</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Himatanthus lancifolius</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Lacistema pubescens</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Licania octandra</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Malpighia maritima</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Micropholis crassipedicellata</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Mollinedia schottiana</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Myrciaria glazioviana</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Neea floribunda</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Ossaea marginata</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Piper rivinoides</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Platymiscium floribundum</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Pouteria caimito</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Protium Warmingianum</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Quararibea turbinata</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Solanum argenteum</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Sorocea guilleminiana</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Tabernaemontana sp.</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Tapirira guianensis</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Trichilia sp.2</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Trichilia sp.1</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Virola gardneri</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<i>Rollinia parviflora</i>	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
Indeterminada 3	1	50,00	0,21	10,00	0,65	0,86
<b>Total</b>	<b>484</b>	<b>24200,00</b>	<b>100,00</b>	<b>1530,00</b>	<b>100,00</b>	<b>200,00</b>

\*Onde: N = número de indivíduos; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VIRN = valor de importância da regeneração natural.

A espécie com maior VIRN, no sítio “B”, foi *Piper sp. 2* (30,71). A seguir vieram: *Psychotria nuda*, *Senefeldera verticillata*, *Eugenia brasiliensis*, *Psychotria leiocarpa*, *Sorocea bonplandii*, *Erythroxylum cuspidifolium*, *Piper sp. 3*, *Stiffia chrysantha* e *Miconia prasina*.

*Piper sp. 2* apresentou elevada densidade calculada (5850 ind./ha), ocorrendo em 100% das parcelas. Esta espécie, junto com *Piper sp. 3*, que também se destacou em VIRN, devem ser espécies que preferem ambientes com mais luz, visto que, o sítio “B” se encontra em estágio de sucessão inferior ao sítio “A” e algumas espécies de *Piper* se desenvolvem melhor em ambientes mais iluminados, conforme citado por Guimarães e Giordano (2004) e Guimarães e Monteiro (2006). Outro fato, que pode estar contribuindo para aumentar a densidade destas espécies, é que existem diferentes formas de propagação vegetativa, pelas quais as espécies de *Piper* podem se reproduzirem (GREIG, 1993).

*P. nuda* ficou em segundo lugar de VIRN (16,21), destacando-se na comunidade pela alta densidade calculada (2500 ind./ha) e pela distribuição em 90% da área. Neste sítio, a densidade desta espécie foi um pouco maior que no sítio “A” (2291,7 ind./ha).

*S. verticillata* foi a terceira espécie com maior VIRN (10,29), apresentando uma densidade calculada de 1700 ind./ha. Esta espécie se destacou com os maiores VI (65,31; 22,47 e 44,70) em três fragmentos de florestas, que tiveram histórico de perturbações por incêndios (PESSOA e OLIVEIRA, 2006). Abreu et al. (2013) obtiveram primeiro lugar de VI (46,16) e justificaram sua elevada ocorrência pelo histórico de perturbação da floresta. Já Kurtz e Araújo (2000) encontraram-a em décimo quinto lugar de VI, em floresta que passaram por perturbações antrópica. Também predominou em VI no levantamento de Guedes-Bruni et al. (2006), sendo considerada característica de florestas perturbadas. Foi à espécie que apresentou maior incremento populacional (300%), no período de dois anos, em floresta em estágio intermediário de sucessão (SCHORN e GALVÃO, 2009).

*S. verticillata* ficou em segundo lugar em VI (10,69), no levantamento fitossociológico do estrato arbóreo no PNMC (MENDONÇA JÚNIOR, 2012)) e em primeiro lugar de VI (22,6), na mesma Unidade de Conservação, porém mais próximo a trilhas (AMORIM, 2012). Estes valores, juntamente com os valores ora apresentados para a regeneração refletem o seu grau de perturbação e os seus níveis de resiliência.

*E. brasiliensis* ficou em quarto lugar de VIRN (10,02), apresentando um grande número de indivíduos, o que é raro acontecer, por se tratar de uma espécie, que segundo Lorenzi (2002) possui regeneração natural muito limitada. Como os indivíduos de *E. brasiliensis* concentraram-se em duas parcelas, provavelmente estavam próximo da planta-mãe. Suas sementes ao chegarem ao solo em condições viáveis, encontraram meios para germinar e se estabelecerem, contudo, não significa que todos os indivíduos chegarão à fase adulta, pois provavelmente enfrentaram maior competição.

Quando um grande número de sementes cai próximo da planta-mãe e vence a distância e a diferença da dependência da densidade, o recrutamento tornasse maior onde as sementes foram inicialmente mais numerosas (CONDIT et al., 1992; HARMS et al., 2000), além de um microhabitat apropriado favorecer o recrutamento próximo da planta-mãe (WRIGHT, 2002). Já a redução no recrutamento perto da planta-mãe, pode proporcionar um aumento da diversidade alfa, pela menor sobreposição no uso de recursos e menor competição entre indivíduos (WRIGHT, 2002).

*P. leiocarpa*, que ficou em quinta posição no VIRN, teve uma densidade calculada alta (1050 ind./ha), próxima à encontrada no sítio “A” (1041,7 ind./ha), e apresentou ampla

distribuição na área (80%). Isto indica que a espécie se adapta bem em ambientes com diferentes níveis de luz, conforme discutido anteriormente.

*S. bonplandii* ficou em sexto lugar de VIRN, destacando-se pela densidade (1150 ind./ha). Schorn e Galvão (2006) avaliando a regeneração em três estágios sucessionais de Floresta Ombrófila Densa, incluindo indivíduos a partir de 10 cm de altura até  $CAP \leq 15$  cm, encontraram uma densidade de 100; 775 e 50 ind./ha, respectivamente para a floreta em estágio inicial, intermediária e avançada. Armelin e Montovani (2001) avaliando clareiras no interior de floresta encontraram predominância de *S. bonplandii* entre as quatro espécies arbóreas que dominaram na regeneração. No PNMCP, ela ficou em décimo lugar de VI (AMORIM, 2012).

No sítio “A”, as dez primeiras espécies com os maiores VIRN eram tolerantes a sombra, a maioria secundárias iniciais. No sítio “B”, embora também tenha predominado espécies secundárias iniciais entre as dez primeiras de maior VIRN, elas demonstram adaptação às condições de luminosidade do ambiente, pois este sítio se encontra entre estágio inicial a médio de sucessão, enquanto o sítio “A” se encontra em estágio médio a avançado. Com isso, se observa com mais frequência no interior da floresta, a presença de aberturas no dossel ocasionadas pela queda de galhos (Anexo II-5). Segundo Caldato et al. (1996), as florestas secundárias apresentam graus variados de abertura do dossel. Assim, as espécies pioneiras vão sendo gradativamente substituídas pelas espécies tolerantes à sombra (Schorn e Galvão, 2006).

Algumas espécies do presente estudo estão incluídas em pelo menos uma das listas de espécies da flora ameaçada de extinção do MMA (2008), BIODIVERSITAS (2013), IUCN (2013) e livro vermelho da flora do Brasil (CNCFLORA, 2013). A espécie *R. macrophylla* é considerada ameaçada de extinção para o Estado do Rio de Janeiro, conforme a lista do MMA (2008), enquanto que na lista Biodiversitas e livro vermelho aparece na categoria em perigo. Esta espécie foi encontrada nos dois sítios, mas no “A” apareceu em sexto lugar de VIRN, com 15 indivíduos, enquanto no “B” só foram encontrados dois indivíduos. Talvez, seu desenvolvimento tenha sido favorecido no sítio “A” pelas condições físicas do meio, ofertadas pelo avanço da sucessão secundária.

Entre as demais espécies ameaçadas de extinção foram encontradas *Pseudolmedia hirtula* (sítio “A”), *Campomanesia laurifolia* (“A”), *Brosimum glaziovii* (“A”), na categoria em perigo. *Abarema cochliacarpa* (sítios “A” e “B”), *Sorocea guillemiana* (“B”), *Terminalia januariensis* (“A”), na categoria vulnerável. *Rollinia parviflora* (“A” e “B”) e *Trichilia pallens* (“A” e “B”), na categoria baixo risco/quase ameaçada. *Abarema cochliacarpa* (“A” e “B”) e *Helicostylis tomentosa* (“B”), na categoria baixo risco/menor preocupação.

Os sítios apresentaram densidades médias de 1,81 indivíduos/m<sup>2</sup> (sítio “A”) e 2,42 indivíduos/m<sup>2</sup> (sítio “B”) e densidade estimada de 18.083,3 ind./ha (“A”) e 24.200,0 ind./ha (“B”), refletindo a resiliência da floresta em relação aos distúrbios passados. Oliveira et al. (2013) obtiveram densidade de 10.853 ind./ha para a regeneração de Floresta Ombrófila Densa (incluindo indivíduos com 1 m de altura até  $CAP \leq 15$  cm), porém se a altura de inclusão fosse reduzida, a densidade aumentaria.

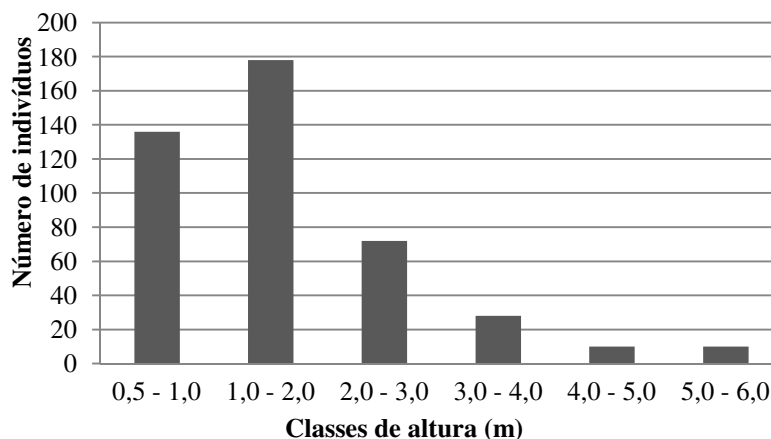
Comparações precisas com demais estudos em Floresta Ombrófila Densa não podem ser realizadas, pois existem poucos estudos da regeneração natural nesta formação que incluam indivíduos arbóreos com  $CAP \leq 15$  cm, existindo muitos levantamentos fitossociológicos acima deste critério, cujos indivíduos possuem características que os aproximam mais da população de adultos. Além disso, a maior parte dos estudos de

regeneração, nesta formação, está relacionada a reflorestamentos comerciais ou para reabilitação de áreas mineradas.

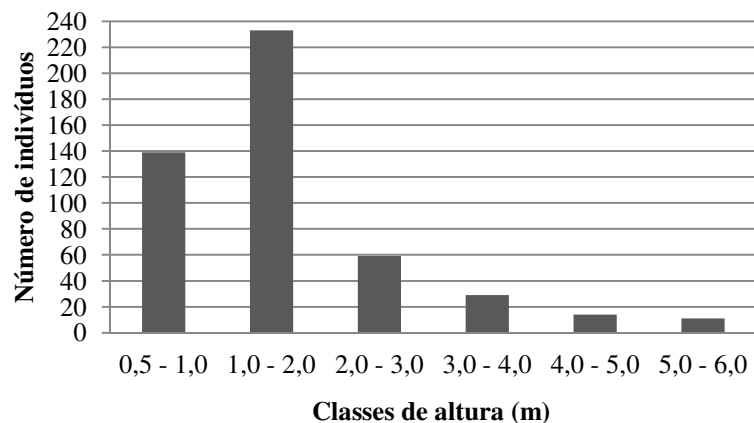
A menor densidade do sítio “A” refletiu o estágio de sucessão da floresta, visto que se encontra mais avançado do que o sítio “B”. Com o avanço da sucessão há uma redução na densidade da regeneração, conforme observado por Tabarelli e Mantovani (1999a), ao avaliarem a regeneração de três trechos de floresta tropical em diferentes idades, comparando com uma floresta madura. Eles encontraram menor densidade para o trecho de floresta mais velha, com valor próximo ao da floresta madura.

Nas florestas tropicais secundárias há uma redução na densidade e aumento da biomassa com o avanço da sucessão (SALDARRIAGA et al., 1988). Estes autores, avaliando a cronosequência da sucessão em fragmentos de florestas tropicais encontraram uma redução no número de indivíduos para as florestas mais velhas, com aumento da biomassa, devido ao ganho em altura e diâmetro, que acabam limitando o espaço.

Quanto à altura, os indivíduos amostrados na regeneração natural dos sítios apresentaram porte de 0,50 a 6,0 m. Sua distribuição em classes de altura mostrou a presença de indivíduos em todas as classes, distribuindo-se de forma semelhante nos sítios, com exceção da classe de 1 a 2 m do sítio “B”, que apresentou 55 indivíduos a mais do que o A (Figuras II-7 e II-8). Esta diferença deve-se a maior abundância de *Piper* no sítio “B”, cuja altura média era de 1 a 2 m.



**Figura II-6:** Distribuição em classes de altura, dos indivíduos da regeneração natural amostrados no sítio “A”.



**Figura II-7:** Distribuição em classes de altura, dos indivíduos da regeneração natural amostrados no sítio “B”.

Embora o maior número de indivíduos da regeneração tenha sido encontrado nas duas primeiras classes de altura (0,5 a 2 m), a primeira (0,5-1 m) apresentou menos indivíduos do que a segunda (1-2 m). Provavelmente, se fosse reduzida a altura mínima de inclusão na amostragem seria encontrada mais indivíduos nesta classe, pois no banco de plântulas das florestas tropicais geralmente existe uma grande abundância de indivíduos.

Nas demais classes houve uma redução no número de indivíduos na medida em que a altura aumentava, pois muitos indivíduos a partir dos 3 m já fazem parte da população de adultos, apresentando um DAP > 5 cm e por isso, não entraram na amostragem do estrato regenerante. Além disso, espera-se uma redução do número de indivíduos com o aumento da altura.

Nas florestas tropicais, como consequência do crescimento dos indivíduos estabelecidos há uma redução na densidade (TABARELLI e MANTOVANI, 1999a). Souza et al. (2002) ao acompanharem por oito anos a regeneração natural, de uma floresta com 41 anos, dividida em três classes de altura, encontram redução na taxa de regeneração da classe maior. Também Saldarriaga et al. (1988) encontraram maior densidade para as classes de menor altura, que variaram de 1-2 m, 2-4 m e 4-9 m.

Embora não tenham sido encontradas palmeiras nas parcelas, ao longo do sítio “B” foi observada a presença de muitos indivíduos de Iri (*Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret), os quais podem estar interferindo em algum momento na regeneração, se estabelecerem uma relação de competição com a regeneração. Trabalhos realizados em Floresta Ombrófila Densa mostram a ocorrência desta espécie em ambientes principalmente de encostas (OLIVEIRA-FILHO e FONTES, 2000; PINTO SOBRINHO et al., 2010; CAMPOS et al., 2011).

Os dados da regeneração natural de composição e estrutura mostraram a atual condição dos sítios florestais. Segundo Duarte et al. (2006) a regeneração é um bom indicador da dinâmica de plantas das comunidades florestais, representando a dinâmica presente e indicando como a comunidade tende a ser no futuro próximo.

## 4 CONCLUSÕES

- As famílias com maior riqueza de espécies no sítio “A”: Rubiaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Moraceae, Fabaceae e Piperaceae e no sítio “B”: Rubiaceae, Myrtaceae, Piperaceae, Sapindaceae, Fabaceae, Meliaceae e Moraceae, sinalizam graus de maturidade distintos alcançados pelas florestas em sucessão;

- A presença das famílias Myrtaceae e Lauraceae no sítio “A”, entre as mais ricas em espécies e a presença de 45,45% de espécies secundárias tardias, representando 37,18% dos indivíduos, indicam melhor qualidade florística da regeneração natural neste sítio e justificam sua fase mais avançada dentro estágio sucessional em relação ao sítio “B”;

- A presença das famílias Myrtaceae e Meliaceae no sítio “B”, entre as mais ricas em espécies e a presença de 28,75% de espécies secundárias tardias, representando 19,01% dos indivíduos e 41,25% de espécies secundárias iniciais, com baixa proporção de indivíduos pioneiros (2,89%), indica que este sítio está avançando na sucessão, mudando de estágio inicial para médio;

- As dez primeiras espécies com maiores VIRN representam 83,66 deste parâmetro, no sítio “A” e 105,02, no sítio “B”, evidenciando distintas dinâmicas de colonização, as quais se observadas podem ajudar na condução de futuros projetos de enriquecimentos na região;

- O predomínio de *Senefeldera verticillata* no sítio “B”, com o terceiro maior VIRN, constitui uma espécie indicadora que este sítio ainda está sofrendo as consequências das perturbações passadas e provavelmente deve ter menos resiliência do que o sítio “A”;

- A composição florística e a estrutura da regeneração natural apresentada pelos sítios, em áreas de curvatura côncava, indicam que a floresta possui tendência em manter futuramente uma sucessão sustentável, capaz de garantir a sua restauração;

- A diferença na qualidade da regeneração dos sítios deve ter sido influenciada pelas características do meio físico (capítulo III).



## **CAPÍTULO III – INFLUÊNCIA DOS FATORES FÍSICOS DE ESCALA LOCAL NOS PROCESSOS DE RESTAURAÇÃO**

## RESUMO

O meio físico em escala local é mais diversificado e dinâmico, pois os fatores físicos desta escala interagem modificando o ambiente e também são modificados pelo meio. Estas interações modificam sua resiliência e influenciam na restauração. O objetivo do presente estudo foi avaliar os fatores físicos, em nível de escala local, e suas influências nos processos de restauração florestal. Foi avaliada a declividade, orientação das encostas, densidade - da partícula e do solo, porosidade total, granulometria, carbono orgânico do solo, serrapilheira acumulada e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira, em dois sítios florestais com mais de 60 anos de abandono, com histórico semelhante de perturbações, sob área de curvatura côncava. Para obtenção dos dados foram utilizadas metodologias descritas na literatura. Os fatores físicos foram analisados através da Análise de Componentes Principais e Cluster com agrupamento hierárquico aglomerativo. Os resultados indicaram que a orientação das encostas foi o fator físico que tem maior influência no estabelecimento dos processos de restauração espontânea na escala local, onde as orientações voltadas para o nordeste e leste contribuem para acelerar o processo de sucessão (sítio "A") e as orientações voltadas para o sudoeste e oeste retardam a sucessão (sítio "B"). A orientação das encostas, a densidade do solo e a porosidade total, diferiram entre os sítios, evidenciando parte das mudanças promovidas pelos processos de restauração. Os demais fatores físicos também contribuíram para explicar as variações do ambiente, porém em menor intensidade, significando que seus efeitos em conjunto indicam a presença dos processos ecológicos.

**Palavras-chave:** fatores abióticos, sucessão secundária, regeneração, interações ecológicas.

## ABSTRACT

### CHAPTER III: PHYSICAL FACTORS INFLUENCE IN LOCAL SCALE RESTORATION PROCESS

The physical environment on a local scale is more diverse and dynamic, because the physical factors of this scale interacting and modifying the environment and they are also modified by environment. These interactions modify their resilience and influence the restoration. The aim of this study was to evaluate the physical factors at the level of local scale and its influence on forest restoration process. Slope, orientation of slopes, density -the particle and soil, total porosity, particle size, organic carbon, accumulated litter and water retention capacity of litter were evaluated in two forest sites with over 60 years of neglect, with similar disturbance history, in area of concave curvature. For data collection were used methodologies described in the literature. Physical factors were analyzed by Cluster Analysis and Principal Components with agglomerative hierarchical clustering. The results indicated that the orientation of the slopes was the physical factor that has the greatest influence in the establishment of processes for spontaneous restoration at the local scale, where the guidelines geared to the northeast and east contribute to accelerate the succession process (site "A") and guidelines directed to southwest and west retard succession (site "B"). The slopes orientation, soil density and total porosity different between sites, showing part of the changes promoted by restoration processes. Other physical factors also contributed to explain the variations of the environment, but at a lower intensity, meaning that their effects together indicate the presence of ecological processes.

**Key-words:** abiotic factors, secondary succession, regeneration, ecological interactions.

## 1 INTRODUÇÃO

Com as modificações originadas a partir da interferência humana nos ecossistemas, muitos perderam resiliência ou parte dela e conseqüentemente a sua sustentabilidade. Visto que, a resiliência é a habilidade que um sistema possui em absorver as mudanças impostas sem provocar alteração no conjunto, ou seja, é a capacidade do ecossistema em recuperar-se estrutural e funcionalmente dos danos sofridos por perturbações, criando propriedades emergentes (PETERSON et al., 1998; GUNDERSON, 2000; SER, 2004; DREW, 2005; WALKER e SALT, 2006).

Os ecossistemas perturbados podem se restaurar naturalmente, dependendo da combinação entre a intensidade dos agentes degradantes e o grau de resiliência (VALCARCEL e SILVA, 1997). Este tipo de restauração é conhecido como restauração passiva, assistida ou espontânea e o restaurador usa a resiliência do ecossistema para acelerar a regeneração, acompanhando o processo de sucessão (HARDWICK et al., 1997; RODRIGUES 2013).

O meio físico é o principal responsável em promover a manutenção da resiliência dos ecossistemas, fazendo com que muitas áreas abandonadas após perturbações entrem em processo de restauração espontânea. Os fatores do meio físico, também conhecidos como fatores ecológicos, ou abióticos (solo ou substrato, clima, relevo e seus aspectos topográficos) sustentam a parte biótica dos ecossistemas (ANDRAE, 1978; BRASIL, 1983; ODUM, 1988; GARCÍA-ROMERO, 2002; SER, 2004; ROSS, 2009), condicionando a distribuição da população de plantas de um local (BRIED, 2013), por atuarem como filtros para a sucessão (RODRIGUES, 2013).

A variação das características estruturais do ambiente é regida por uma complexidade de mecanismos, ocorrendo vínculos e interações que definem áreas com características próprias e determinam a maior ou menor fragilidade ambiental de um ecossistema (ROSS, 2009). A fragilidade ambiental se expressa pelas intervenções humanas, as quais modificam o estado de equilíbrio dinâmico do ecossistema (ROSS, 2009). Onde o meio físico é fortemente instável (TRICART, 1977), simples intervenções podem levar a perda de resiliência e como conseqüência a degradação.

Os componentes físicos reconhecíveis a diferentes escalas de aproximação têm diferentes níveis de manifestação espaço-temporal, influenciando na expressão visual, nas relações sinérgicas (dos fluxos de energia e matéria), nas funções e na organização estrutural dos componentes (GARCÍA-ROMERO, 2011). A escala de observação definida influencia nos estudos ecológicos (METZGER, 2001), pois os processos ecológicos ocorrem através de múltiplas escalas, determinando a riqueza de espécies local (COSTANZA et al., 2011).

Os fatores físicos de escalas amplas (por exemplo, em nível de macropaisagens) podem ser considerados mais estáveis, do que os fatores físicos definidos em escalas locais (fragmentos florestais, sítios ou microbacias hidrográficas), pois o relevo e seus atributos (altitude, declividade, face de orientação) e o clima (de domínios morfoclimáticos) são resultados de mudanças que ocorrem de forma lenta e gradual ao longo de milhares de anos. Esta condição, apresentada pelos fatores físicos de escalas amplas, corresponde as “*unidades ecodinâmicas estáveis*” definidas por Tricart (1977), nas quais predominam processos de pedogênese sobre a morfogênese, ocorrendo de forma dificilmente perceptível pelo homem.

Já os fatores físicos de escalas locais (CRAIN e BERTNESS, 2006) são mais “dinâmicos” e apresentam mudanças constantes em um curto intervalo de tempo (poucos anos), modificam o ambiente e também são modificados pelo meio. Entre eles pode-se citar a

densidade do solo, porosidade, textura, características nutricionais, temperatura do solo, umidade, carbono, serrapilheira acumulada e luminosidade (VALTERA et al., 2013).

As mudanças acontecem porque os componentes bióticos (fungos, bactérias, vegetais e animais), especialmente os vegetais, atuam como “engenheiros dos ecossistemas físicos”, provocando alterações no ambiente, mantendo ou criando habitats, controlando direta ou indiretamente a disponibilidade e o uso de recursos por outras espécies (JONES et al., 1997). Embora algumas espécies possuísse maior capacidade de modificar as estruturas do meio físico (RODRIGUES, 2013), todos os organismos participam na construção dos ecossistemas, contribuindo na modificação do ambiente (WRIGHT e JONES, 2006), além de possuírem capacidade de mudar os seus limiares, tornando possível o desencadeamento da restauração espontânea (RODRIGUES, 2013).

A ação dos organismos sobre o meio físico desencadeia os processos ecológicos, responsáveis por manter as funções dos ecossistemas e sua sustentabilidade. 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 (ODUM, 1988; GONZÁLEZ et al., 2001; LARCHER, 2004; BEGON et al. 2007).

Nos solos, a presença dos organismos é essencial para a ocorrência dos processos dinâmicos (PEREIRA e ALMEIDA, 2009). Os engenheiros dos ecossistemas criam heterogeneidade biogeoquímica nos solos, alterando os processos envolvidos por mudar a disponibilidade de recursos para micróbios ou as condições abióticas que afetam a taxa dos processos (GUTIÉRREZ e JONES, 2006). Eles também afetam comunidades através de interações ambientais, alterando gradientes de estresse físico, modificando estruturas e funções dos ecossistemas (CRAIN e BERTNESS, 2006).

A funcionalidade dos sistemas florestais está relacionada com o armazenamento e liberação de nutrientes, estando seu estoque nutricional condicionado às estratégias de disponibilização dos nutrientes na matéria orgânica (SWIFT et al., 1979; CARVALHO, 2002). A ciclagem de nutrientes é um processo dinâmico e contínuo, responsável pela manutenção das reservas de matéria orgânica e nutrientes, envolvendo transformações químicas, geológicas e biológicas (DANTAS, 1994), que atuam sobre o material vegetal depositado sobre a superfície.

As florestas são sistemas biológicos dinâmicos que estão em constantes trocas entre seus componentes (VACCARO et al., 2003), ajustando-se de acordo com as pressões que lhe são impostas. Sua sustentabilidade é garantida pelas funções do ecossistema (diversidade, produtividade, estoque e ciclo interno de nutrientes, regulação do fluxo hidrológico, regulação da composição química atmosférica e da temperatura, retenção do solo e resiliência), que originam os serviços ambientais (COATES e BURTON, 1997; COSTANZA et al., 1997; HOLMES e RICHARDSON, 1999; BONAN, 2002; CHAZDON, 2008).

Se as florestas são sistemas dinâmicos, que tendem a encontrar o equilíbrio após alterações, porque alguns ambientes perturbados conseguem se recuperar mais rápido do que outros situados próximos, que tiveram perturbações semelhantes no passado, ou seja, mesmo histórico de uso? Somente analisando o meio físico em uma escala mais detalhada poderemos responder esta questão.

Para isso, torna-se necessário conhecer as variações locais dos fatores físicos, a fim de aproveitar melhor a resiliência oferecida pelos ecossistemas e conduzir os processos de restauração espontânea, pois, além de serem mais econômicos, oferecem maior diversidade de funções do que os sistemas que estão sendo criados através da restauração ativa, totalmente

dependente das ações do homem. Hoje, os desafios na busca de soluções para os problemas ambientais são maiores, pois devemos buscar as causas e entender os processos que acentuam os problemas (Cunha et al., 2011).

Este capítulo teve por objetivos avaliar os fatores do meio físico (declividade, orientação, densidade - da partícula e do solo, porosidade, granulometria, carbono orgânico, serrapilheira acumulada e capacidade de retenção hídrica), em nível de escala local e sua influência no processo de restauração de dois sítios florestais, em áreas de curvatura côncava.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização da Área de Estudo**

O estudo foi realizado na área descrita no capítulo II. Os dados foram obtidos nas parcelas dos sítios “A” e “B”, demarcadas para o levantamento dos dados do capítulo anterior.

### **2.2 Fatores do Meio Físico**

Para o levantamento dos fatores do meio físico no nível de micro escala foram obtidas amostras das variáveis ambientais que podiam expressar melhor as características dos habitats de cada sítio. Entre os fatores físicos relacionados com o relevo foram determinados: a declividade e orientação das encostas; relacionados com o solo: densidade (do solo e da partícula), porosidade, granulometria e carbono orgânico; e na interface solo/vegetação: serrapilheira acumulada e capacidade de retenção hídrica. Os fatores do meio físico adotados são indicados por Fernández (1979), Ceotma (1984) e Corrêa (2009), como representativos para análises ambientais.

#### **2.2.1 Propriedades do solo**

Nas análises da parte física do solo foram determinadas a densidade do solo, densidade da partícula, porosidade total e granulometria. Para determinação da densidade da partícula, granulometria e carbono orgânico (parte química) foram coletadas quatro amostras por parcela, com aproximadamente 300g, na profundidade de 0-10 cm, com auxílio de um trado de caneca, no mês de julho/2013.

Com as amostras individuais obteve-se uma amostra composta para cada sítio, nas quais foram realizadas análises de rotina de fertilidade do solo, conforme metodologia descrita em Embrapa (2011). As amostras compostas foram obtidas a partir da homogeneização da metade de cada amostra simples. As análises de granulometria, carbono orgânico e fertilidade foram realizadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo e Rotina (LABFER), da UFRRJ.

A densidade do solo foi determinada através do método do anel volumétrico (anel de Kopecky) (EMBRAPA, 2011), sendo coletadas, no mês de junho/2013, cinco amostras por parcela, com estrutura indeformada, através de anel de aço de 78,54 cm<sup>3</sup> de volume interno. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos identificados e transportados até o LMBH/UFRRJ, onde foram processadas.

A densidade da partícula foi determinada pelo método do balão volumétrico, conforme metodologia descrita no manual de métodos de análises de solos (EMBRAPA, 2011). A porosidade total foi obtida por cálculo, utilizando os valores de quatro amostras da densidade do solo e da partícula, de cada parcela (EMBRAPA, 2011).

A análise granulométrica foi realizada através do método da pipeta, que se baseia na velocidade de queda das partículas que compõem o solo, fixando-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um dispersante químico (EMBRAPA, 2011). Esta forneceu a porcentagem dos valores de areia grossa, areia fina, silte e argila.

O teor de carbono orgânico foi determinado pela oxidação da matéria orgânica via úmida. A metodologia empregada seguiu os passos detalhados em Embrapa (2011).

Para fins de classificação do solo, foram descritos dois perfis, sendo um em cada sítio. Para a descrição adotou-se os procedimentos descritos em Santos et al. (2005).

### 2.2.2 Interface solo/vegetação

A capacidade de retenção de umidade da serrapilheira e a massa da serrapilheira acumulada foram determinadas por meio de cinco amostras coletadas aleatoriamente no interior das parcelas, totalizando 60 amostras para o sítio “A” e 50 para o sítio “B”. As coletas foram realizadas em dois períodos no ano (fevereiro e agosto), os quais correspondem aos períodos de maior e menor precipitação. As amostras foram obtidas com auxílio de um gabarito de 25 x 25 x 5 cm posicionado sobre a superfície do solo, coletando todo o material na área interna. Evitou-se a coleta próximo de troncos e microtopografias côncavas, por serem áreas concentradoras de material.

Posteriormente o material foi acondicionado em sacos plásticos, devidamente identificados e levados para o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas/UFRRJ. A capacidade da retenção hídrica foi obtida através do método de BLOW (1955), o qual emprega a fórmula (Equação 01):

$$CRH(\%) = [(MU - MS) \div MS] \times 100 \quad (01)$$

Onde:

CRH - capacidade de retenção hídrica (%);

MU - massa úmida (g);

MS - massa seca(g).

As amostras foram submersas em água por 90 minutos, drenadas em bancada com declividade de 30%, por 30 minutos, em seguida foram pesadas, colocadas em sacos de papel e levadas à estufa a 70°C, até atingirem peso constante. Após seco o material, a massa seca das amostras foi determinada em balança com precisão de 0,001g, a qual representa o estoque de serrapilheira acumulada.

### 2.2.3 Relevô

A declividade foi obtida em graus, através de clinômetro. Ao longo de cada parcela foi tomada uma medida, a cada três metros, totalizando em três medidas por parcela. Para auxiliar no momento das medições foi utilizada uma vara contendo marcação na altura da visão da pessoa que manuseou o aparelho.

A orientação das parcelas foi obtida por bússola, a qual foi posicionada com direção voltada para o centro de cada parcela. Foi obtido um valor por parcela, pois, nos dez metros de comprimento da parcela não há variação na orientação.

## 2.3 Análises Estatísticas

Para a análise estatística foram utilizadas as médias das variáveis (fatores físicos) de cada parcela, dos sítios. Estas foram submetidas à análise multivariada pelo método das Componentes Principais (PCA - *Principal Component Analysis*) e pelo método de Agrupamento (*Cluster Analysis*).

Inicialmente foi verificada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, cujo valor de  $p > 0,05$  indicava distribuição normal. A homogeneidade das variâncias foi verificada entre os sítios, para cada variável, pelo teste de Levene.

Na análise da PCA, os dados foram roteados pelo método Varimax, o qual é um método de rotação ortogonal que minimiza o número de variáveis com cargas altas sobre cada fator, simplificando a interpretação dos resultados dos fatores (SYSTAT, 2005). Esta análise permitiu selecionar os principais fatores físicos que influenciam nos sítios. Depois com os escores dos fatores dos eixos 1, 2 e 3 foi plotado o gráfico que representa a ordenação das parcelas dos sítios A e B.

A fim de verificar a distribuição das parcelas em grupos por semelhança de fatores físicos, foi realizada análise de Cluster pelo método de agrupamento hierárquico aglomerativo, utilizando para os intervalos distâncias euclidianas, que são as mais simples (GOTELLI e ELLISON, 2011). O método de Cluster utilizado foi o método “Ward”, o qual usa as médias de todas as distâncias entre pares de diferentes clusters, com ajuste para as covariâncias, para decidir a distância dos clusters (SYSTAT, 2005).

Cada eixo das componentes principais foi comparado, através do teste t de Student para duas amostras independentes, com a finalidade de ver se havia diferença significativa entre os dois sítios. Para analisar a relação da vegetação com os fatores físicos foi realizada regressão linear com os escores do primeiro eixo da PCA e o primeiro eixo da NMDS (realizada no capítulo II).

As médias da massa de serrapilheira de cada período (verão e inverno) e a CRH, dos sítios foram comparados através do teste t de Student para duas amostras independentes, a fim de observar se havia influência do clima. Para estas variáveis, nas análises multivariadas foi utilizada apenas a média entre os dois períodos. Todas as análises foram realizadas através do programa estatístico SYSTAT 11 (2005).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Fatores do Meio Físico

O perfil do solo para o sítio “A” foi classificado em Cambissolo Háplico (Anexo III-2 e III-3) e no sítio “B” em Argissolo Vermelho-Amarelo (Anexo III-4 e III-5). Os Cambissolos Háplicos são solos pouco desenvolvidos, encontrados em relevo montanhoso e forte-ondulado, sob floresta e geralmente apresentam alta suscetibilidade a erosão devido ao relevo (ANJOS e PEREIRA, 2013). Já os Argissolos Vermelho-Amarelos predominam em relevo ondulado e forte-ondulado, principalmente no domínio de Mar de Morros e em áreas coberta de floresta da Mata Atlântica, mas ocorrem em todo o Estado do Rio de Janeiro (ANJOS e PEREIRA, 2013).

As características químicas destes solos são apresentadas na tabela III-1. O solo do sítio A é eutrófico, com 54% de saturação por bases, possui boa capacidade de troca catiônica efetiva (t), enquanto que o solo do sítio “B” é distrófico, com baixa saturação por bases (35%)



e apresenta baixa capacidade de troca catiônica efetiva (t). Estas diferenças na saturação por bases, provavelmente deve-se ao tipo de solo de cada sítio, pois segundo Anjos e Pereira (2013) a classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos geralmente contém solos distróficos, com baixos teores de fósforo e potássio, porém, apenas o teor de fósforo foi baixo. Já o teor de potássio foi alto no sítio “B” e muito alto, no sítio “A” (FREIRE et al., 2013).

**Tabela III-1:** Características químicas dos solos dos sítios estudados, no PNMCP.

Propriedades	Sítio “A”	Sítio “B”
P (mg/L)	6	8
K (mg/L)	175	117
Na (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,057	0,040
Ca (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,5	0,9
Mg (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,5	0,7
K (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,45	0,30
H+Al (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	3,8	3,6
Al - acidez trocável (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,0	0,0
S - soma de bases (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,51	1,94
t - CTC efetiva (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	4,51	1,94
T - CTC pH 7 (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	8,31	5,54
V - saturação de bases (%)	54	35
m - saturação de Al (%)	0	0
n - saturação por Na (%)	1	1
pH em H <sub>2</sub> O	5,5	4,9
Corg - Carbono orgânico (g/kg)	15,60	19,30

O pH do solo do sítio “A” encontra-se na faixa moderadamente ácido e o do sítio “B” na faixa fortemente ácido segundo comparação com Freire et al. (2013) (Tabela III-1). Provavelmente a acidez esta relacionada a perda de bases, pois no sítio “B” onde ela é maior, o solo encontra-se mais intemperizado, podendo ter perdido bases por lixiviação. Esta possível causa também afetou a soma de Ca+Mg, que no sítio “A” foi classificada como média e no “B”, baixa.

O carbono orgânico do solo foi classificado na faixa média (FREIRE et al., 2013), para os dois sítios (Tabela III-1), porém, quando analisado através da média das parcelas, foi classificado em médio para o sítio “A” e alto para o sítio “B” (Tabela III-2), apresentando diferença significativa pelo test t ( $t = -2,285$ ;  $p = 0,033$ ). Esta diferença deve-se a variação dos valores das parcelas de cada sítio e do grau de interação com a matéria orgânica do solo.

O maior teor médio de carbono orgânico no sítio “B” (21,98 g/kg) provavelmente justifica-se pela maior abundância de piperáceas (*Piper sp.*) (152 indivíduos - capítulo II), pois estas possuem muitas raízes superficiais, que contribuem para aumentar a matéria orgânica no solo e as trocas gasosas. Também, os solos ácidos de florestas tropicais possuem alta densidade de raízes em contato com a superfície da serrapilheira, as quais rapidamente aproveitam os nutrientes liberados na decomposição da serrapilheira (ZECH et al., 1997).

As piperáceas possuem muitos nódulos nos ramos que permitem a emissão de raízes com facilidade, as quais alcançam o solo ou a serrapilheira, além de reproduzirem-se por rizomas, contribuindo para o aumento da biomassa do solo (GREIG, 1993). Além disso, as

florestas secundárias acumulam mais biomassa em raízes do que florestas plantadas (LUGO, 1997), e as raízes por produzirem compostos orgânicos constituem uma importante fonte de carbono (BAYER e MIELNICZUK, 2008).

O carbono orgânico tem relação com a diversidade de espécies (SILVA et al., 2013), de forma que, mudanças na composição da vegetação podem alterar seu estoque no solo (REINERS et al., 1994; SILVA e ANAND, 2011), mas em alguns casos, sua concentração pode estar mais relacionada com associações organo-mineral do que com a fonte de matéria orgânica (SILVA et al., 2013). Isto indica que as diferenças entre os teores de cada sítio, devem-se mais a própria composição da vegetação, uma vez que, os sítios possuem mesma textura (franco-argilo-arenosa) (Tabela III-2).

Quanto maior a fração argila no solo, maior a capacidade em reter carbono orgânico, pois melhor será a interação entre a fração mineral e orgânica, facilitada pela menor diferença entre as partículas (BRAIDA et al., 2006). Conforme observado por Braida et al. (2010) ao estudarem um Nitossolo e Argissolo, encontraram maior teor de carbono orgânico no Nitossolo devido a sua textura mais argilosa. Porém, esta relação não foi evidenciada no presente trabalho, provavelmente pela fração argila apresentar pesos muito próximos nos dois sítios.

O carbono orgânico do solo tem sido utilizado como um importante indicador na avaliação da restauração e no diagnóstico da reintrodução das funções do ecossistema pelas espécies colonizadoras (BANNING et al., 2008; DE DEYN et al., 2008; BERTHRONG et al., 2012). O carbono orgânico é um eficiente indicador da qualidade do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005), estando ligado a processos químicos, físicos e biológicos relacionados com a matéria orgânica do solo (BAYER e MIELNICZUK, 2008).

A matéria orgânica do solo é formada pela serrapilheira acima do solo, fragmentada e incorporada ao solo (ZECH et al., 1997). Pelo processo de decomposição a matéria orgânica do solo é mineralizada, pela transformação de elementos orgânicos em inorgânicos através dos microorganismos e posteriormente é humificada, com a formação de compostos mais estáveis, controlados pela temperatura, umidade e propriedades químicas, ocorrendo grande parte da fixação do carbono orgânico ao solo (ZECH et al., 1997).

A matéria orgânica do solo mantém a estrutura do solo e retém nutrientes e água (CADISCH et al., 1996), influenciando no pH, na CTC e na CTA (ZECH et al., 1997; CANELLAS et al., 2000). Com a formação de agregados no solo, ela fica protegida, funcionando como reservatório de energia e nutrientes para as plantas (CARTER, 2002).

A serrapilheira acumulada não apresentou diferença significativa pelo teste t, entre as estações (verão/inverno), tanto para o sítio “A” ( $t = 1,224$ ;  $p = 0,234$ ), como para o sítio “B” ( $t = 1,287$ ;  $p = 0,214$ ). Esta condição demonstra que a sazonalidade climática não interferiu na dinâmica da serrapilheira acumulada da floresta, sendo a sua produção contínua, o que também se justifica em parte pela tipologia florestal (Floresta Ombrófila Densa), a qual não possui deciduidade marcante em uma estação.

Porém, mesmo em Florestas Ombrófilas Densas, a deposição de serrapilheira acumulada pode variar entre estações, de acordo com alterações do clima (BORÉM e RAMOS, 2002). A produção constante de serrapilheira ao longo do ano, tende a manter equilibrado os processos de ciclagem de nutrientes. Já nas Florestas Estacionais, os processos ecológicos são fortemente marcados pela sazonalidade climática (BULLOCK, 1995), resultando na deposição do material orgânico de forma irregular entre as estações, devido as condições fisiológicas das espécies e aos fatores externos (WOJCIECHOWSKI et al., 2009).

A capacidade de retenção hídrica (CRH) da serrapilheira acumulada diferiu significativamente pelo teste t, entre as estações (verão/inverno), para o sítio “A” ( $t= 2,170$ ;  $p = 0,041$ ), porém não diferiu para o sítio “B” ( $t= 0,242$ ;  $p = 0,811$ ). No sítio “A”, a maior CRH para o período de inverno provavelmente deve estar associado com o material predominante na serrapilheira dessa estação (espécies com maior aporte, textura das folhas, tipo de material – folhas, galhos, frutos e grau de decomposição), responsável por aumentar a capacidade de absorção e armazenamento de umidade. Segundo Vallejo (1982) o tipo de material e o grau de decomposição, com aumento da superfície específica, proporcionam maior retenção de água.

O aumento da CRH no período de inverno, como aconteceu no sítio “A”, proporciona um recurso extra ao ecossistema, visto que, nesta estação há uma redução hídrica no sistema. Esta favorece a manutenção da umidade superficial do solo por mais tempo, criando condições para que sementes possam germinar. As sementes ao chegarem ao solo somente vão germinar se encontrarem condições adequadas de umidade (DAUBENMIRE, 1959).

**Tabela III-2:** Média (méd), desvio padrão (s), valores mínimo (Mín) e máximo (Máx) dos fatores físicos avaliados nos sítios A e B. Onde Massa = massa da serrapilheira acumulada, CRH = capacidade de retenção hídrica, Decl = declividade, Ori = orientação, C org = carbono orgânico, D ap = densidade aparente, D p = densidade da partícula e Poros = porosidade total.

Sítio	Massa (t ha <sup>-1</sup> )	CRH (%)	Massa (t ha <sup>-1</sup> )	CRH (%)	Massa (t ha <sup>-1</sup> )	CRH (%)	Decl (°)	Ori (°)	C org (g kg <sup>-1</sup> )	D ap (g cm <sup>-3</sup> )	D p (g cm <sup>-3</sup> )	Poros (%)	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	Argila (g kg <sup>-1</sup> )
<b>A</b>	<b>Verão</b>		<b>Inverno</b>		<b>Médias</b>										
Méd	4,21**	210,24*	3,69	247,59	3,95	228,92	33,53	69,92	18,44	1,03	2,27	54,72	605,92	126,67	267,75
Mín	2,93	109,71	1,83	174,63	-	-	18,00	30,00	12,88	0,95	2,14	49,55	560,00	26,00	187,00
Máx	5,62	267,32	6,60	310,28	-	-	38,00	109,0	26,50	1,10	2,33	57,60	676,00	185,00	312,00
s	0,79	44,74	1,23	39,38	-	-	5,46	23,03	3,84	0,04	0,06	2,45	44,80	38,38	40,81
<b>B</b>															
Méd	3,95**	219,38**	3,48	223,73	3,71	221,55	33,62	195,1	21,98	1,14	2,22	48,37	620,90	119,90	259,50
Mín	2,71	152,26	1,74	186,32	-	-	11,30	45,00	17,38	1,07	2,04	42,71	552,00	80,00	209,00
Máx	4,84	260,44	4,4	333,25	-	-	43,30	274,0	28,26	1,21	2,31	52,59	697,00	195,00	308,00
s	0,76	32,35	0,87	46,66	-	-	10,01	73,53	3,39	0,04	0,09	2,78	44,47	40,62	33,31

\* Diferiram significativamente pelo teste t, entre os dois períodos (verão e inverno);

\*\* Não diferiram significativamente pelo teste t, para os dois períodos (verão e inverno).

A análise da PCA mostrou que os quatro primeiros eixos explicaram a maior parte da variância dos fatores físicos avaliados (Tabela III-3). O primeiro eixo explicou 25,10% da variância, o segundo eixo, 23,63%, o terceiro eixo 19,13% e o quarto eixo 17,31%, perfazendo um total de 85,17% de variância acumulada.

**Tabela III-3:** Autovalores e variâncias explicadas pela PCA, para os fatores físicos dos sítios estudados.

<b>Autovalor</b>	<b>Proporção de variância explicada</b>	<b>Proporção cumulativa de variância explicada</b>
2,510	25,10	25,10
2,363	23,63	48,73
1,913	19,13	67,86
1,731	17,31	85,17
0,526	5,26	90,43
0,443	4,43	94,86
0,378	3,78	98,64
0,081	0,81	99,45
0,055	0,55	100
0,000	0,00	100

O primeiro eixo da PCA foi explicado pelos fatores físicos: orientação, densidade aparente e porosidade total (inversamente proporcional a densidade). O segundo eixo foi explicado pela capacidade de retenção hídrica (inversamente proporcional a serrapilheira), serrapilheira e declividade. O terceiro eixo foi explicado por silte (inversamente proporcional a areia) e areia. O quarto eixo foi explicado pela argila e areia (inversamente proporcional a argila).

Entre todos os eixos explicativos da PCA, o primeiro eixo foi o único que apresentou diferença significativa entre os sítios ( $t = 9,179$ ;  $p = 0,000$ ), os demais não diferiram significativamente (eixo 2:  $t = 0,366$ ;  $p = 0,718$ ; eixo 3:  $t = 0,340$ ;  $p = 0,738$  e eixo 4:  $t = 0,39$ ;  $p = 0,969$ ). Isto indica, que os fatores físicos agrupados no primeiro eixo são os que melhor justificam a diferença no avanço da restauração espontânea entre os sítios “A” e “B”, ou seja, são os fatores físicos locais que mais contribuíram para desencadear os processos de restauração.

No primeiro eixo, apesar de haver o efeito somatório dos três fatores físicos que melhor lhe explicaram (orientação, densidade aparente e porosidade total), a orientação das encostas foi o fator físico que teve maior peso. Isto significa que a orientação das encostas esta sendo o diferencial inicial para desencadear os processos de restauração espontânea, podendo favorecê-los ou desfavorecê-los, dependendo da localização da área quanto a sua face de exposição em relação aos pontos cardeais.

As parcelas do sítio “A” possuem orientação voltada para as faces nordeste e leste, enquanto que grande parte das parcelas do sítio “B” está voltada para as faces sudoeste e oeste. As faces das orientações predominantes correspondem ao valor médio apresentado na tabela III-2, já as variações entre o valor mínimo e máximo indicaram que no sítio “B” a parcela que apresentou valor máximo possui orientação nordeste, ficando fora da classe de orientação predominante.

No hemisfério sul as encostas com exposição voltada para o sul apresentam melhor crescimento da vegetação, do que as encostas voltadas para o norte (ANDRAE, 1978;

OLIVEIRA et al., 1995; SILVEIRA e SILVA, 2010) e maior número de fragmentos florestais (MARQUES et al., 2004), pois os raios solares tendem a interceptar as superfícies voltadas para o norte e tangenciar as voltadas para o sul (FERREIRA et al., 2005). Isto faz com que as encostas voltadas para o norte recebem maior taxa de radiação solar (FACCO et al., 2009), ocasionando maior perda de umidade por evapotranspiração potencial, influenciando nas propriedades físicas e químicas do solo (FERREIRA et al., 2005).

As encostas voltadas para o oeste recebem maior radiação do que as voltadas para leste, pois recebem mais radiação no período da tarde, cuja taxa é maior do que a emitida pela manhã (FACCO et al., 2009). Já no Estado do Rio de Janeiro, as encostas voltadas para o sudoeste (situadas a barlavento do interflúvio), por receberem os ventos úmidos que entram no continente, possuem maior umidade (OLIVEIRA et al., 1995; MARQUES et al., 2004; CORTINES et al., 2011), porém no presente trabalho, esta orientação não contribuiu para a aquisição de umidade, pois as encostas voltadas para a direção sudoeste estão situadas a sotavento do interflúvio, o que ocasiona a perda de umidade dos ventos ao transporem esta barreira.

No caso dos sítios estudados, as encostas voltadas para o nordeste, leste, sudeste e sul tendem a manter maior umidade, favorecendo diretamente o estabelecimento e desenvolvimento da vegetação e acelerando os processos de restauração espontânea. Enquanto que, as encostas voltadas para o sudoeste, oeste, noroeste e norte tendem a perder umidade com maior facilidade. Por estes motivos, temos a formação de fragmentos de florestas em diferentes fases de sucessão secundária, embora no passado tenham tido históricos semelhantes de perturbação. Isto acontece, porque as plantas respondem as condições ambientais em escala local (CORTINES et al., 2011) e a orientação das encostas interagindo com os demais fatores físicos permitem a formação de distintos microhabitats, conferindo heterogeneidade florística nas florestas (KURTZ et al., 2009).

A densidade aparente foi o segundo fator físico do primeiro eixo com maior peso e está diretamente relacionada com a porosidade total (terceiro fator físico do eixo), tal que, o aumento de um geralmente acarreta na redução do outro e vice-versa. Esta tendência foi observada no valor médio da densidade aparente e da porosidade total dos sítios, sendo a densidade aparente no sítio “A” igual a  $1,03 \text{ g.cm}^{-3}$  e a porosidade total 54,74%, enquanto que, no sítio “B” os valores foram respectivamente  $1,14 \text{ g.cm}^{-3}$  e 48,37%.

A densidade do solo foi baixa, o que é esperado em áreas de floresta. Miranda et al. (2007) consideraram valores próximos de  $1,35 \text{ Mg.m}^{-3}$  como médios, para um Cambissolo. Estes autores obtiveram 52,96% para a porosidade total. Já Dalben e Osaki (2008) encontraram densidade de  $2,33 \text{ Mg.m}^{-3}$ , em área de floresta nativa, sobre um Cambissolo Háplico, na profundidade de 0-20 cm. Suzuki et al. (2012) encontraram densidade do solo de  $1,24 \text{ Mg.m}^{-3}$  e porosidade total de 48,70%, em floresta nativa sob Argissolo. Campos et al. (2012) obtiveram o valor de  $1,0 \text{ g.cm}^{-3}$  para a densidade do solo e 61% para a porosidade total, em Argissolo com floresta nativa. Barreto et al. (2012) encontraram a densidade do solo de  $1,07 \text{ g.cm}^{-3}$ , em Latossolo com floresta.

Estes valores ficaram próximos dos encontrados no presente estudo, variando um pouco de acordo com a textura do solo. Suzuki et al. (2012) encontraram relação significativa entre a redução do teor de argila e aumento da areia total, para o incremento da densidade do solo. Esta condição parece ser a mais coerente para justificar as densidades do solo do presente estudo. No sítio “B” a densidade foi maior e também o teor de areia, porém, se fossemos considerar a presença de matéria orgânica, ele deveria ter menor densidade do que o sítio “A”, pois segundo Dalben & Osaki (2008) a presença da matéria orgânica influencia na densidade do solo.

A densidade do solo juntamente com a textura do solo são atributos que estão relacionados com a disponibilidade de água (PAULA et al., 2012). Nos espaços porosos do solo, ocupados pelas fases líquida, gasosa e pelas raízes, ocorrem processos físicos de transporte de água, solutos e gases, além de alterações no regime térmico dos solos, os quais são fundamentais para manter as funções fisiológicas das plantas (DAUBENMIRE, 1959; PREVEDELLO, 1996). Os poros promovem a renovação do oxigênio e a liberação do CO<sub>2</sub> originado pela respiração das raízes e pela atividade dos microorganismos (BLACK, 1957).

Para a densidade da partícula foram obtidos valores muito semelhantes nos dois sítios (2,27- no “A” e 2,22 g.cm<sup>-3</sup>- no “B”), o que era esperado por possuírem a mesma classe textural. Miranda et al. (2007) obtiveram um valor de 2,87 Mg.m<sup>-3</sup> para a densidade da partícula, em Cambissolo, (textura com 505 g.kg<sup>-1</sup> de areia e 283 g.kg<sup>-1</sup> de argila). Campos et al. (2012) encontraram o valor de 2,6 g.cm<sup>-3</sup>, em Argissolo sob floresta, (textura com 333 g.kg<sup>-1</sup> de areia e 146 g.kg<sup>-1</sup> de argila). Barreto et al. (2012) obtiveram 2,65 g.cm<sup>-3</sup>, em Latossolo (textura com 382,5 g.kg<sup>-1</sup> de areia e 486,7 g.kg<sup>-1</sup> de argila). Valores estes, um pouco acima dos que foram encontrados neste estudo, podendo ser considerados normais devido a diferença percentual de cada fração da textura.

No segundo eixo, predominaram os fatores físicos CRH, serrapilheira acumulada e declividade. A CRH tende a ser menor quanto maior for a massa de serrapilheira acumulada, sendo mais comum esta relação no período de verão. Geralmente espera-se encontrar uma maior CRH com o aumento da massa de serrapilheira, porém, segundo Vallejo (1982) a CRH não tem relação direta com a quantidade de material acumulado, dependendo mais das características do material (tipo e grau de decomposição).

A serrapilheira possui a capacidade de absorver e reter a água da chuva, desempenhando importante papel na proteção do solo por impedir sua compactação pelo impacto direto das gotas d’água da chuva sob o solo e prevenir o escoamento superficial; também protege plântulas da mortalidade por geadas; e é fonte de nutrientes para as plantas e microorganismos (DAUBENMIRE, 1959). Nas florestas tropicais há uma rápida produção de serrapilheira (CALDEIRA et al., 2003), mantendo constante a ciclagem de nutrientes e das demais funções relacionadas.

Entretanto, a CRH proporcionada pela serrapilheira também pode ter efeitos negativos, quando a serrapilheira retém toda a precipitação diminuindo a disponibilidade de água para o solo (FACELLI e PICKETT, 1991). A camada de serrapilheira sobre o solo, muitas vezes impede que a água precipitada chegue ao solo mineral onde estão muitas raízes finas, ocasionando também a dissecação de sementes que estão em processo de germinação (DAUBENMIRE, 1959).

Todavia, estes efeitos tidos como “negativos” devem ser mais pronunciados em ambientes florestais com dossel bem estabelecido, onde as precipitações demoram mais para encharcar a serrapilheira, do que em áreas de capoeira em sucessão. Nestas, quanto maior a capacidade da serrapilheira em reter água, maior será sua participação na estruturação do ecossistema.

A média da CRH para o sítio “A” foi de 228,92% e para o sítio “B” 221,55%, indicando que a serrapilheira acumulada possuía boa capacidade em reter umidade, ou seja, cada 100 g de material retém até 228,92 g de água. Considerando que, Blow (1955) obteve valores variando de 200% a 250%, em florestas de carvalho. Vallejo (1982) encontrou valores que chegaram até 335%, em Floresta Ombrófia Densa, variando de acordo com a composição da serrapilheira. Mateus et al. (2013) obtiveram valores de 339,94% a 343,87%, para

capoeiras e 275% para um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, com aproximadamente 30 anos.

Provavelmente valores de retenção hídrica como os obtidos neste trabalho, em ambientes florestais com dossel estabelecido, estejam reduzindo o efeito “negativo” da retenção hídrica, de retardar por muito tempo o umedecimento das camadas do solo. Ao mesmo tempo, promovem proteção contra o escoamento superficial, redução na perda de umidade por evaporação e manutenção da temperatura do solo estável (FACELLI e PICKETT, 1991). A temperatura e a umidade controlam muitas reações químicas na matéria orgânica do solo (ZECH et al., 1997).

A média da serrapilheira acumulada entre as estações (verão e inverno) foi de 3,95 t.ha<sup>-1</sup> e 3,71 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente para os sítios “A” e “B” (Tabela III-2). Borém e Ramos (2002), estudando uma Floresta Ombrófila Densa (pouco perturbada), em Silva Jardim-RJ, encontraram a média do estoque de 7,06 t.ha<sup>-1</sup>, com valores reduzindo ao longo das fases da toposequência. Caldeira et al. (2008), obtiveram valores de 4,47 Mg.ha<sup>-1</sup>; 5,02 Mg.ha<sup>-1</sup> e 5,28 Mg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente para as fases iniciais, intermediária e avançada de sucessão de Floresta Ombrófila Densa Sumbontana. Silva et al. (2012) obtiveram 6,90 Mg.ha<sup>-1</sup>, em Floresta Ombrófila Densa, em Paraty-RJ. Sperandio et al., (2013) encontram 5,96 Mg.ha<sup>-1</sup>, em Floresta Estacional Semidecidual, em Alegre-ES. Mateus et al. (2013) encontraram 5,15 Mg.ha<sup>-1</sup>, para Floresta Estacional Semidecidual em fase de sucessão inicial, em Pinheiral-RJ.

Os valores da biomassa acumulada ficaram um pouco abaixo daqueles mencionados na literatura. Talvez, porque a distribuição da serrapilheira nas parcelas ocorreu de forma irregular sobre a superfície, dado a declividade das encostas, ficando o material concentrado próximo a troncos de árvores e galhos, que servem de barreira. Esta condição pode ter influenciando nos valores obtidos, cujas amostras foram coletadas nas superfícies mais regulares, provavelmente com menor concentração de serrapilheira. Vallejo (1982) observou em encostas da Floresta da Tijuca-RJ, que a distribuição da serrapilheira sobre a superfície acompanhou as variações topográficas, dispondo-se de forma descontínua em terrenos íngremes e acumulando-se a montante de troncos e galhos caídos perpendicularmente ao comprimento da encosta.

A taxa de decomposição também influencia na quantidade de material acumulado sobre o piso florestal (CALDEIRA et al., 2008). Somando-se a este existem outros fatores relacionados: tipo de vegetação, tipo de material constituinte, clima, relevo, teor de nutrientes (FACELLI e PICKETT, 1991; PORTES et al., 1996; BORÉM e RAMOS, 2002) espécies, cobertura florestal, estágio sucessional, idade, época de coleta, tipo de floresta, distúrbios naturais, condições edáficas (CALDEIRA et al., 2008).

No sítio “B” a manutenção da biomassa viva deve-se em grande parte à ciclagem de nutrientes da serrapilheira, visto que, o solo possui baixa fertilidade. Florestas nativas têm maior estabilidade nutricional, por haver diferença na concentração de nutrientes entre espécies, onde aquelas com maior capacidade de absorção o colocam a disposição mais tarde, para as espécies mais exigentes (DRUMOND et al., 1997). Os processos de ciclagem de nutrientes em florestas tropicais e subtropicais, como em muitas formações da Floresta Ombrófila Densa, conseguem manter sua alta produtividade, mesmo em solos com baixo teores nutricionais (SCHEER, 2008). Segundo este autor, o processo de ciclagem a partir de espécies pioneiras, aumenta a resiliência, criando condições para que espécies exigentes se estabeleçam e promovam o avanço da sucessão.

A serrapilheira acumulada sobre áreas declivosas tem grande importância na proteção do solo (ZECH et al., 1997), justificando a necessidade de conservar a vegetação destas áreas



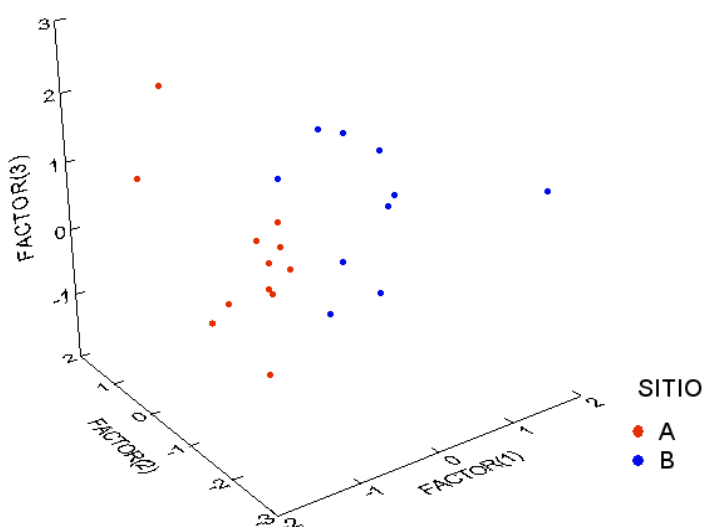
para que não venham a se tornar degradadas. Este caso aplica-se as áreas do presente estudo, as quais possuem declividade média de 33°, com algumas parcelas no sítio “B” chegando até 43°. Estas, quando expostas em clareiras naturais tornam-se suscetíveis à ocorrência de escoamento superficial e a processos erosivos, provocados pelas precipitações mais intensas.

A declividade e o comprimento de rampa interferem diretamente no volume e na velocidade de escoamento da água pluvial, intensificando o desenvolvimento dos processos erosivos (SILVA et al., 2007), levando à perda de nutrientes (FERREIRA JÚNIOR et al., 2009), o que torna impróprio o manejo econômico de florestas em áreas íngremes (ANDRAE, 1978). Nestas, a alteração da cobertura do solo modifica intensamente o equilíbrio dinâmico dos processos, contribuindo para degradá-las (TRICART, 1977), dificultando o desenvolvimento da regeneração e da sucessão secundária.

Os fatores físicos predominantes no terceiro e quarto eixo foram inversamente proporcionais nos eixos que ocorrem. No terceiro eixo, quanto menor for a fração de silte, maior será a de areia e no quarto eixo, quanto maior for a fração de argila, menor será a de areia. Porém, em ambos os sítios a fração areia foi maior do que as outras frações (60,50% no sítio “A” e 62,09%, no sítio “B”), predominando a textura franco-argilo-arenosa.

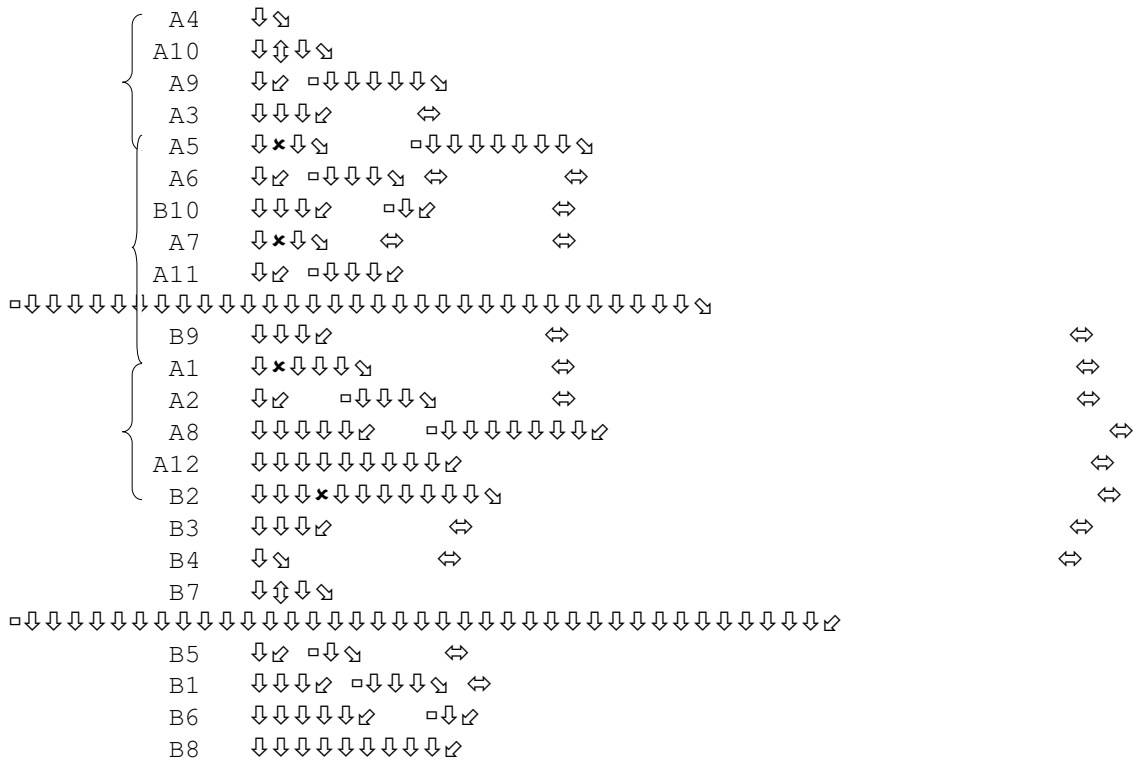
Este tipo de textura favorece a infiltração da água e pouca retenção, visto que possuem 26,77% (sítio “A”) e 25,95% (sítio “B”) de argila (Tabela III-2). Solos mais arenosos e pobres em matéria orgânica têm menor capacidade de fornecer água e nutrientes às plantas (GONÇALVES et al., 2012), tal que, solos de textura arenosa possuem baixa retenção de nutrientes e água (BRITZ et al., 1997), enquanto que, os solos de textura argilosa retém melhor a água (ROSSI et al., 2005), principalmente nos horizontes superficiais (GOMES et al., 2004). Entre os nutrientes, o acúmulo de fósforo, enxofre e zinco são os que têm maior influência da textura (SANTOS et al., 2008).

Através da ordenação dos escores dos três primeiros eixos, (pois o quarto eixo não foi possível plotar), referentes as parcelas avaliadas dos sítios “A” e “B”, observou-se a separação destas em relação ao primeiro eixo e sua distribuição em relação aos demais eixos (Figura III-1). A forma como as parcelas ficaram distribuídas em relação ao primeiro eixo da PCA, separando-se o maior número do sítio “B” à direita de zero e o sítio “A” à esquerda, exemplifica a diferença encontrada entre os sítios, para os fatores físicos deste eixo.



**Figura III-1:** Ordenação das parcelas dos sítios “A” e “B” em relação aos três primeiros eixos das componentes principais (PCA).

O dendrograma obtido pela análise de Cluster mostrou a distribuição das parcelas em quatro grupos maiores e a separação das parcelas dos sítios “A” e “B”, com exceção de duas parcelas do sítio “B” que foram fisicamente semelhantes com as do sítio “A” (Figura III-2).



**Figura III-2:** Dendrograma aglomerativo das parcelas dos sítios “A” e “B” com semelhantes fatores físicos.

As parcelas do sítio “A” formaram três grupos menores conforme destacado no dendrograma (Figura III-2). Elas agruparam-se seguindo a ordem que foram dispostas no campo, o que indica que, quanto mais próximo estiverem, maior será a semelhança do seu meio físico.

Já o sítio “B” apresentou características físicas que o diferenciaram completamente do sítio “A”, com exceção das parcelas B9 e B10, que foram fisicamente mais semelhantes com aquele sítio. Esta semelhança deve-se principalmente a orientação, visto que, B9 e B10 possuem faces voltadas para o leste e nordeste, enquanto as demais parcelas do sítio “B” têm orientação sudoeste e oeste.

Também a semelhança florística das parcelas B9 e B10 com o sítio “A”, encontrada pelo ordenamento através da NMDS, no capítulo II, ficou mais esclarecida aqui, pela orientação destas parcelas. A orientação igual deve ter criado condições físicas semelhantes no ecossistema, permitindo que espécies que colonizaram o sítio “A” também pudessem ocupar B9 e B10, visto que, poderiam receber as mesmas fontes de propágulos por estarem em distâncias próximas, mas que provavelmente devem ser dependentes das condições físicas para desenvolverem-se.

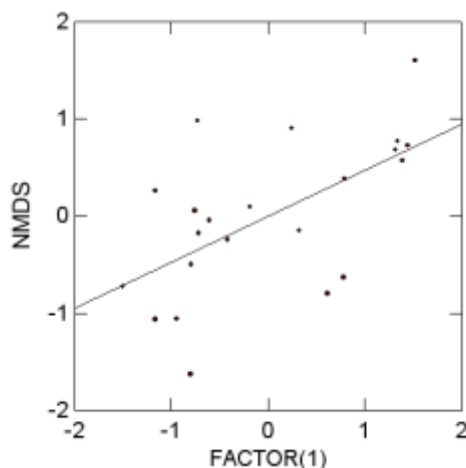
Este fato mostra o efeito dos fatores físicos como condicionadores ao desenvolvimento da vegetação, sendo os responsáveis em modificar o meio, criando condições iniciais que facilitam o estabelecimento da vegetação e os processos espontâneos de restauração. A sobrevivência e o crescimento das plântulas, bem como a densidade e diversidade de árvores

podem ser limitados pela umidade do solo, níveis de luz, temperatura e déficit de pressão de vapor (NEPSTAD et al., 1998), os quais tem sua disponibilidade alterada pela orientação das encostas.

Através do dendrograma ficou evidente o efeito da orientação na separação dos sítios. A orientação das encostas como o principal fator físico de escala local, influenciou diretamente os processos secundários relacionados com os demais fatores físicos, contribuindo para alterar a estrutura dos ecossistemas, o que explica, em grande parte, a fase mais avançada do processo de sucessão secundária do sítio “A”, em relação ao sítio “B”.

### 3.2 Fatores Físicos e Regeneração Natural

A regressão linear do primeiro eixo da PCA, (único com diferença significativa entre os sítios), com o primeiro eixo da NMDS (realizada no capítulo II), mostrou que existe relação significativa dos fatores físicos sobre a regeneração natural ( $F = 10,864$ ;  $p = 0,004$ ;  $R^2 = 0,352$ ), porém de baixa intensidade (35,2%), indicada pelo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (Figura III-3).



**Figura III-3:** Distribuição dos pontos representando a relação entre as variáveis físicas do primeiro eixo da PCA e a composição florística dos sítios “A” e “B”, no PNMCP.

A relação fraca pode ser explicada por dois motivos, sendo o segundo mais forte. O primeiro é justificado pelo número de indivíduos de cada espécie, os quais variaram muito entre as parcelas, o que é normal para a regeneração, visto que as plantas não estão totalmente estabelecidas, enquanto que os indivíduos arbóreos e arbustivos adultos já passaram por esta fase. O segundo motivo, é que os fatores físicos do primeiro eixo devem estar interligados a outros fatores físicos, que, embora não tenham sido significativos, devem estar contribuindo, mesmo que de forma secundária, com os processos da regeneração natural, formando uma rede de processos complexos, dificultando a separação dos fatores físicos (explicação da variância do primeiro eixo da PCA de apenas 25,10%), influenciando no resultado da relação destes com a regeneração.

Do ponto de vista da restauração, a interação dos fatores é desejável, pois indica que o ambiente está conseguindo se recuperar das perturbações sofridas no passado, pois não há mais a predominância de apenas um ou poucos processos no ecossistema, garantindo assim a sustentabilidade da restauração e a oferta dos serviços ambientais. Múltiplos processos convergem para criar ecossistemas complexos e estáveis (SILVA et al., 2013).

Em ambientes conservados os fatores físicos não atuam individualmente e nem apresentam comportamento constantes, eles desempenham relações complexas e dinâmicas, direcionando o comportamento das plantas (DAUBENMIRE, 1959), sendo que um arranjo de fatores atua em conjunto influenciando a sucessão (NEPSTAND et al., 1998). Um ambiente físico extenso e benéfico garante o *pool* de espécies de plantas das florestas tropicais, por disponibilizar recursos variados impedindo que as plantas entrem em competição (WRIGHT, 2002).

A entrada de novos recursos no sistema em estado estável o coloca em uma condição dinâmica, possibilitando a atuação de forças sucessionais, onde interações de processos lentos e rápidos através de escalas espaciais e temporais determinam trajetórias de recuperação (SILVA et al., 2013). Havendo alteração de um fator, dá-se início a uma série de ajustes que persistem por longo tempo (DAUBENMIRE, 1959).

Por vez, a vegetação também contribui para a entrada de recursos no ecossistema. Os vegetais atuam como “engenheiros dos ecossistemas físicos”, provocando alterações no ambiente, controlando direta ou indiretamente a disponibilidade e o uso de recursos por outras espécies (JONES et al., 1997). Todos os organismos participam da construção dos ecossistemas, modificando o ambiente em algum grau (WRIGHT e JONES, 2006). A cobertura do solo e os diferentes processos promovidos pela vegetação, nos ecossistemas em restauração, determinam múltiplas trajetórias sucessionais e estados de equilíbrio alternativo (SILVA et al., 2013).

Com o tempo as plantas alteram o ambiente físico (DAUBENMIRE, 1959) e consequentemente favorecem o estabelecimento de novas espécies e o avanço da sucessão. A entrada de recursos e a posterior colonização da vegetação criam efeito sinérgico, promovendo o desenvolvimento do solo, a acumulação de carbono orgânico (SILVA et al., 2013) e demais processos ecológicos. Segundo Faria et al. (2008) as plantas são as principais responsáveis em adicionar compostos orgânicos primários no solo.

A vegetação representa cerca de 99% da massa viva sobre a Terra, constituindo um fator de estabilização na circulação de matéria, influenciando o clima e o solo (LARCHER, 2004), determinando a estrutura e a composição dos ecossistemas (BONAN, 2002). Tal que, em ecossistemas naturais, a regulação interna de seu funcionamento, é basicamente um produto da diversidade biológica, que controla o fluxo de energia e a ciclagem de nutrientes (SWIFT e ANDERSON, 1993), produzido pelo retorno (*feedback*) das plantas para o solo (SILVA et al., 2013).

Quase todos os fatores físicos que foram avaliados na escala local vêm sendo utilizados como indicadores na avaliação da qualidade ambiental e dos processos de restauração. Estes, por serem dinâmicos, funcionam como respostas das interações com os componentes bióticos. Entre os mais utilizados como indicadores estão: o carbono orgânico do solo, a matéria orgânica do solo, densidade do solo, porosidade, biomassa de serrapilheira, cobertura do dossel, saturação de bases e pH (CONCEIÇÃO et al., 2005; BAYER e MIELNICZUK, 2008; FARIA et al., 2008; MORAES et al., 2010; SUZUKI et al., 2012; SILVA et al., 2013).

As diferentes condições ambientais determinam a intensidade de variação dos fatores físicos, mas todos têm sua dinâmica natural no ambiente, sendo que alguns processos são rítmicos e outros ocorrem em intervalos irregulares (DAUBENMIRE, 1959). Neste sentido, para um melhor planejamento das estratégias de restauração florestal, devem ser consideradas as condições ambientais existentes e as variações da vegetação em relação aos fatores físicos (HIGUCHI et al., 2012).

#### 4 CONCLUSÕES

- Os fatores físicos locais influenciam os processos de restauração espontânea de forma direta, como no caso da orientação, enquanto que os demais atuam indiretamente, mas interligados entre si, indicando que os sítios estão em processo de restauração sustentável, capaz de continuar progredindo com o tempo;

- A orientação das encostas é o fator físico que tem maior influência no estabelecimento e desenvolvimento dos processos de restauração espontânea na escala local, onde as orientações com exposição para o nordeste e leste aceleram os processos de sucessão (sítio “A”), enquanto que as faces voltadas para o sudoeste e oeste retardam a sucessão (sítio “B”);

- A densidade e a porosidade total do solo também diferiram entre os sítios, justificando parte das mudanças promovidas nos processos de restauração, porém não permitindo avaliar se elas foram influentes ou influenciadas pelos ecossistemas;

- A integração entre fatores físicos e meio biótico é dinâmica e interdependente, e influencia os processos ecológicos relacionados.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS

As diferentes coberturas do solo refletem o nível de restauração espontânea adquirido pelos ecossistemas, correspondendo aos efeitos dos usos pretéritos e a capacidade de resiliência ofertada pelas condições do meio físico. Áreas de floresta secundária em sucessão apresentam diferenças nos processos de restauração, os quais variam em função dos fatores físicos de suas escalas:

- Nas paisagens perturbadas, as encostas com orientação voltadas para o sudeste e sul e a curvatura do terreno no formato côncavo são as variáveis do meio físico que mais favorecem os processos de restauração espontânea, sendo a curvatura côncava o fator físico que mais contribui para a entrada dos processos que aceleram a restauração espontânea;

- Fragmentos de floresta secundária em estágio avançado de sucessão, localizados em áreas com maior altitude e declividade, tiveram seus usos restringidos no passado, por dificultar o acesso, mantendo-os em melhor estado de conservação, logo, estes fatores físicos são considerados atualmente fatores de conservação e não de restauração;

- A regeneração natural, em escala local, indica as tendências futuras do processo de restauração, e suas diferenças florística e estruturais em sítios florestais com histórico semelhante de perturbação, sob áreas de curvatura côncava, mostram que existem fatores físicos locais que contribuem para acelerar ou retardar o avanço da sucessão secundária;

- A orientação das encostas nordeste e leste aceleram os processos de restauração espontânea na escala local, enquanto que as orientações voltadas para o sudoeste e oeste retardam. A esses efeitos, se justapõem as interações sinérgicas da vegetação com as condições físicas do meio, favorecendo a sucessão;

- Propõe-se o modelo de restauração espontânea de “Zonas Conservadoras de Umidade”, baseado na curvatura do terreno e orientação das encostas. As áreas com curvatura côncava promovem a concentração da umidade e as encostas com orientação voltadas para o nordeste, leste, sudeste e sul atuam na sua conservação. Estes fatores físicos, juntos formam micro-habitats, favorecendo a colonização, o estabelecimento e o desenvolvimento da vegetação na paisagem, a partir de propágulos que chegam ao local, contribuindo para a expansão das florestas nas encostas próximas.

Recomenda-se que em projetos de restauração florestal sejam priorizados o isolamento das áreas com características físicas aptas aos processos de restauração espontânea, principalmente aquelas com curvatura côncavas.

O PNMCP se constitui em um laboratório experimental onde parte das informações sobre o meio físico e biótico já estão sendo levantadas, podendo ser vinculadas aos mecanismos que afetam os processos de restauração e recuperação dos serviços ambientais prestados pelos seus ecossistemas.

Recomenda-se intervir na restauração do PNMCP conduzindo o enriquecimento com espécies de estágios sucessionais para acelerar na aquisição do equilíbrio dinâmico compatível com a construção dos ecossistemas.

Nas áreas onde existem menores ofertas de resiliência, recomenda-se atuar com medidas de mitigação local e enriquecimento nas regiões imediatamente a montante, para que haja melhorias das propriedades físicas e conseqüentemente das condições bióticas, garantindo a sustentabilidade da restauração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, K.M.P.; SILVA, G.F.; SILVA, A.G. Análise fitossociológica da floresta Nacional Pacotuba, Cachoeiro de Itapemirim, ES – Brasil. **Cerne**, v.19, n.1, p. 157-168, 2013.
- AB’SÁBER, A. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2011. 159p.
- ALBERTI, V. **Manual de história oral**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005. 236p.
- ALMEIDA, E.M.; ALVES, M.A.S. Fenologia de *Psychotria nuda* e *P. brasiliensis* (Rubiaceae) em uma área de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.14, n.3, p. 335-346, 2000.
- AMORIM, T. A. **Árvores e lianas em um fragmento florestal Sul-fluminense: relação entre variáveis ambientais e estrutura dos dois componentes lenhosos**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- ANDRAE, F. H. **Ecologia Florestal**. Santa Maria: Imprensa Universitária – UFSM, 1978. 230p.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.141, p. 399 - 436, 2003.
- ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G. Principais classes de solo do Estado do Rio de Janeiro. In: FREIRE, L.R. (Cord.). **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: Embrapa; Seropédica: Editora da Universidade Rural, 2013. p. 37-68.
- APARÍCIO, W.C.S.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIOANO, A.L.P.; APARÍCIO, P.S.; COSTA JÚNIOR, R.F. Estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.3, p. 483-488, 2011.
- ARAUJO, L.S.; SPAROVEK, G.; SANTOS, J.R.; RODRIGUES, R.R. High-resolution image to map bamboo-dominated gaps in the Atlantic Rain Forest, Brazil. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 37, p. 1287-1292, 2008.
- ARMELIN, R.S.; MANTOVANI, W. Definições de clareira natural e suas implicações no estudo da dinâmica sucessional em florestas. **Rodriguésia**, v.52, n.81, p. 5-15, 2001.
- ATTANASIO, C.M.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. **Adequação ambiental de propriedades rurais; recuperação de áreas degradadas; restauração de matas ciliares**. Piracicaba: ESALQ/LERF, 2006. 63p. (Apostila).
- BANNING, N.C.; GRANT, C.D.; JONES, D.L.; MURPHY, D.V. Recovery of soil organic matter, organic matter turnover and nitrogen cycling in a post-mining forest rehabilitation chronosequence. **Soil Biology and Biochemistry**, v.40, p. 2021-2031, 2008.
- BARBOSA, R.S. **Caracterização das bacias aéreas e avaliação da chuva oculta nos contrafortes da Serra do Mar – RJ**. 2007. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

- BARBIÈRE, E.B.; KRONEMBERGER, D.M.P. Climatologia do litoral Sul-Sudeste do Estado do Rio de Janeiro (um subsídio à análise ambiental). **Cadernos de Geociência**, Rio de Janeiro, n. 12, p. 57-73, 1994.
- BARDELLI, K.C.; KIRIZAWA, M.; SOUZA, 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.
- BARRETO, A.C.; FREIRE, M.B.G.S.; NACIF, P.G.S.; ARAÚJO, Q.R.; FREIRE, F.J.; INÁCIO, E.S.B. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p. 1471-1478, 2008.
- BASTIAN, O.; BERNHARDT, A. Anthropogenic landscape changes in Central Europe and the role of bioindications. **Landscape Ecology**, v. 8, p. 148-164, 1993.
- BASTIAN, O.; RÖDER, M. Assessment of landscape change by land evaluation of past and present situation. **Landscape and Urban Planning**, v. 41, p. 171-182, 1998.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2 ed. Porto Alegre: Mertropole, 2008. p. 7-18.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 740p.
- BERTHRONG, S.T.; PIÑEIRO, G.; JOBBÁGY, E.G.; JACKSON, R.B. Soil C and N changes with afforestation of grasslands across gradients of precipitation and plantation age. **Ecological Applications**, v.22, n.1, p. 76-86, 2012.
- BIODIVERSITAS. **Lista da flora brasileira ameaçada de extinção**. Disponível em: <[http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/consulta\\_fim.asp](http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/consulta_fim.asp)>. Acesso em: 10 de set. 2013.
- BLACK, C.A. **Soil-plant relationships**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1957. 332p.
- 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.
- BOARDMAN, J. Soil erosion science: reflections on the limitations of current approaches. **Catena**, v. 68, p. 73-86, 2006.
- BOERBOOM, J.H.A. **Notas de Ecologia Florestal**. Mérida: Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, 1974. 34p. (Oficina de Publicaciones).
- BOHRER, N.A. A caminho de Paracambi. Paracambi: Prefeitura Municipal de Paracambi; Superintendência de Turismo, 2004. (CD).
- BONAN, G.B. **Ecological climatology: concepts and applications**. New York: Cambridge, 2002. 678p.
- BÓREM, R.A.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Fitossociologia do estrato arbóreo de uma topossequência alterada de Mata Atlântica, no município de Silva Jardim-RJ, Brasil. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p. 727-742, 2002.
- BORGES, S. C. **Análise preliminar da estrutura fitofisionômica da vegetação cilicar do Rio dos Macacos no Parque Natural Municipal do Curió – Paracambi-RJ**. 2011. Monografia (Vigilância em Saúde e Meio Ambiente), FAETEC/IST, Paracambi-RJ.



- BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes da serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Cerne**, v.8, n.2, p. 42 – 59, 2002.
- BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n.2, p. 195-213, 2002.
- BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; VEIGA, M. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e um Argissolo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p. 131-139, 2010.
- BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; REINERT, D.J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.4, p. 605-614, 2006.
- BRASIL, Projeto RADAMBRASIL. **Rio de Janeiro/Vitória: levantamento de recursos naturais**. Folhas SF.23/24, v. 32. Rio de Janeiro: MME, 1983. 780p.
- BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliações de ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA, 2000. 40p.
- BRIED, J.T. Adaptive cluster sampling in the context of restoration. **Restoration Ecology**, v.21, n.5, p. 585-591, 2013.
- BRITEZ, R.M.; SANTOS FILHO, A.; REISSMANN, C.B.; SILVA, S.M.; ATHAYDE, S.F.; LIMA, R.X.; QUADROS, R.M.B. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p. 625-634, 1997.
- BULLOCK, S.H. Plant reproduction in neotropical dry forests. In: H. BULLOCK, H.A. MOONEY; MEDINA, E. (eds). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: University Press, 1995. p. 277 - 296.
- CADISCH, G.; IMHOF, H.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; GILLER, K.E. Carbon turnover ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and nitrogen mineralization potential of particulate light soil organic matter after rainforest clearing. **Soil Biology & Biochemistry**, v.28, n.12, p. 1555-1567, 1996.
- CALDATO, S.L.; FLOSS, P.A.; CROCE, D.M.; LONGHI, S.J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, v.6, n.1, 1996.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; BARRICHELLO, L.R.; VOGEL, H.L.M. Determinação de carbono orgânico em povoamentos de *Acacia mearnsii* De Wild. plantados no Rio Grande do Sul. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.1, n.2, p. 47-54, 2003.
- CALDEIRA, M.V.W.; VITORINO, M.D.; SCHAADT, S.S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.1, p. 53-68, 2008.
- CAMPOS, M.C.C.; RIBEIRO, M.R.; SOUZA JÚNIOR, V.S.S.; RIBEIRO FILHO, M.R.; ALMEIDA, M.C. Toposequência de solos na transição campos naturais-floresta na região de Humaitá, Amazonas. **Acta Amazonica**, v.42, n.3, p. 387-398, 2012.
- CAMPOS, M.C.R.; TAMASHIRO, J.Y.; ASSIS, M.A.; JOLY, C.A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de transição Floresta Ombrófila Densa das Terras

Baixas – Floresta Ombrófila Densa Submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v.11, n.2, p. 301-312, 2011.

CANELLAS, L.P.; BERNER, P.G.; SILVA, S.G.; SILVA, M.B.; SANTOS, G.A. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma toposequência no Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.1, p. 133-143, 2000.

CARDOSO, E.; SCHIAVINI, I. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 277 – 289, 2002.

CAIRNS JÚNIOR, J.; HECKMAN, J.R. Restoration ecology: the state of an emerging field. **Restoration Ecology**, v.21, p. 167-189, 1996.

CARPANEZZI, A. A. Benefícios indiretos da floresta. In: Galvão, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 19-55.

CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 27-45.

CARTER, M.R. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 38-47, 2002.

CARVALHO, P.E.R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: Galvão, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 251-268.

CARVALHO, A. P. Plantando as espécies certas nos lugares certos: influência do clima e solo. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. p. 27-34.

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, p. 717-730, 2007.

CARVALHO JÚNIOR, O. A.; COELHO, M. A. N.; MARTINS, E. S.; GOMES, R. A. T.; COUTO JÚNIOR, A. F.; OLIVEIRA, S. N.; SATANA, O. A. Mapeamento da vegetação na Floresta Atlântica usando o classificador de árvore de decisão para integrar dados de sensoriamento remoto e modelo digital do terreno. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 26, n. 3, p. 331-345, 2008.

CASPERSEN, J.P. Variation in stand mortality related to successional composition. **Forest Ecology and Management**, v.200, p. 149-160, 2004.

CASTRO, R.M. **Flora da Bahia – Moraceae**. 2006. 143p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

CEOTMA, CENTRO DE ESTUDIOS DE ORDENACION DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE. **Guia para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología**. Madri: Ministério de Obras Publicas y Urbanismo, 1984. 572p. (Serie manuales 3).

CHAZDON, R.L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v. 320, p. 1458-1460, 2008.

CHAZDON, R.L.; FINEGAN, B.; CAPERS, R.S.; SALGADO-NEGRET, B.; CASANOVES, F.; BOUKILI, V.; NORDEN, N. Composition and dynamics of functions groups of trees during tropical forest succession in Northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v.42, p. 31-40, 2010.

CHAZDON, R.L.; PERES, C.A.; DENT, D.; SHEIL, D.; LUGO, A.E.; LAMB, D.; STORK, N.E.; MILLER, S.E. The potential for species conservation in Tropical Secondary Forests. **Conservation Biology**, v.23, n.6, p. 1406-1417, 2009.

CHAGAS, A.T.R. O questionário na pesquisa científica. **Administração on line**, FECAP, v.1,n. 1, 2000. Disponível em: <[http://www.fecap.br/adm\\_online/art11/anival.htm](http://www.fecap.br/adm_online/art11/anival.htm)>. Acesso em: 6 jul. 2011.

CINTRA, D. P.; REGO, L. F. G.; OLIVEIRA, R. R. Classifying successional forest stages using IKONOS in Atlantic Forest of Rio de Janeiro. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.5, n.1, p. 21-33, 2011.

CNCFLORA, CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA. **Livro vermelho da flora do Brasil**. MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. (Org.). Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100p.

COATES, K.D.; BURTON, P.J. A gap-based approach for development of silvicultural systems to address ecosystem management objectives. **Forest Ecology and Management**, v.99, p. 337-354, 1997.

COELHO, G.; VALCARCEL, R.; PONTES, P.; TREVISOL, R. G. Variação da Cobertura Original de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. *In*: CONGRESSO EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro - BA. **Anais...** Porto Seguro: BIOSFERA, 2000. p. 208-209.

COLWELL, R.K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versão 9.1.0, 2013. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/index.html>>. Acesso em: 02 de set. 2013.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZLUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.5, p. 777-788, 2005.

CONDIT, R.; HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Recruitment near conspecific adults and the maintenance of tree and shrub diversity in a neotropical forest. **The American Naturalist**, v.140, n.2, p. 261-286, 1992.

CORRÊA, C.E. Ecologia de populações de *Psychotria nuda* (Rubiaceae) em Floresta Ombrófila Densa. 2011.118f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CORRÊA, R.S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado: manual para revegetação**. Brasília: Universa, 2009. 174p.

CORRÊA, L.R.; SOARES, G.L.G.; FETT-NETO, A.G. Allelopathic potential of *Psychotria leiocarpa*, a dominant understorey species of subtropical forests. **South African Journal of Botany**, v.74, p. 583-590, 2008.

CORTINES, E.; MARQUES, O.; TIENNE, L.; VALCARCEL, R. Regeneração espontânea em medidas biológicas na serra do Madureira-Mendanha, Nova Iguaçu, RJ. *In*: XIV

JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRRJ, Seropédica, 2004. **Anais...** Seropédica: UFRRJ, 2004.

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.; VALCARCEL, R. Influence of pionner-species combinations on restoration of disturbed ecosystems in the Atlantic Forest, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Árvore**, v.33, n.5, p. 927-936, 2009.

COSTANZA, R.; D'ÁRGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NELL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, p. 253 – 260, 1997.

COSTANZA, J.K.; MOODY, A.; PEET, R.K. Multi-scale environmental heterogeneity as a predictor of plant species richness. **Landscape Ecology**, v. 26, p. 851-864, 2011.

CRAIN, C.M.; BERTNESS, M.D. Ecosystem engineering across environmental gradients: implications for conservation and management. **BioScience**, v.56, n.3, p. 211-218, 2006.

DALBEN, A.D.; OSAKI, F. Atributos físicos do solo de um Cambissolo Háplico em floresta nativa e de *Pinus taeda*. **Revista Acadêmicas de Ciências Agrárias e Ambientais.**, V.6., n.1, p. 29 – 37, 2008.

DALE, V.H.; JOYCE, L.A; MCNULTY, S.; NEILSON, R.P. The interplay between climate change, forests, and disturbances. **The Science of the Total Environment**, v.262, p. 201-204, 2000.

DANTAS, S. V. Precipitação e ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Floresta e Ambiente**, n. 1, p. 116 – 121, 1994.

DANTAS, M.E. **Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001a. 63p.CD-ROM.

DANTAS, M.E. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001b. 63p.CD-ROM.

DAUBENMIRE, R.F. **Plants and environment: a textbook of autecology**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959. 422p.

DE DEYN, G.B.; CORNELISSEN, J.H.C.; BARDGETT, R.D. Plant functional traits and soil carbon sequestration in contrasting biomes. **Ecology Letters**, v.11, p. 516-531, 2008.

DELEVORYAS, T. **Diversificação nas plantas**. São Paulo: Pioneira, 1978. 184p.

DREW, D. O homem e o ambiente: introdução. In: **Processos interativos homem-meio ambiente**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 1-42.

DRUMOND, M.A.; BARROS, N.F.; SOUZA, A.L.; SILVA, A.F.; TEIXEIRA, J.L. Composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica. R. **Revista Árvore**, v.21, n.1, p. 1 – 10, 1997.

DUARTE, L.S.; MACHADO, R.E.; HARTZ, S.M.; PILLAR, V.D. What saplings can tell us about forest expansion over natural grasslands. **Journal of Vegetation Science**, v.17, p. 799-808, 2006.

- DUMONT, E.R.; WEIBLEN, G.D.; WINKELMANN, J.R. Preferences of fig wasps and fruit bats for figs of functionally dioecious *Ficus pungens*. **Journal of Tropical Ecology**, v.20, p. 233-238, 2004.
- DURIGAN, G. Problemas técnicos, soluções científicas: exemplos em restauração de Cerrado e mata ciliar. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 315-318.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p. (Documentos/Embrapa Solos, 132).
- ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. Na evaluation of direct seedng for reforestation of degradaed lands in central São Paulo state, Brasil. **Forest Ecology and Management**, v. 152, p.169-181, 2001.
- ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. Definindo restauração ecológica; tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. p. 1-26.
- FACCO, A.G.; RIBEIRO, A.; SEDIYAMA, G.C.; LEITE, F.P.; BARROS, N.F. Saldo de radiação em plantios de eucalipto em áreas de relevo ondulado. **Revista Árvore**, v. 33, n.3, p. 471-480, 2009.
- FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, v.57, p. 1-32, 1991.
- FARIA, G.E.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L. Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v.36, n.80, p. 265-277, 2008.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília: UnB, 2005. 55 p.
- FELFILI, J. M.; REZENDE R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: UnB, 2003. 68 p.
- FERNÁNDEZ, A.R. **Planificación física y ecología**. Madri: Magisterio Español, 1979. 216p.
- FERREIRA, F.P. AZEVEDO, A.C.; WAPPLER, D.; KANIESKI, A.J.; GIRELLI, D., PEDROTTI, J. Exposição solar e propriedades do solo em Santa Maria – RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 3, p. 377-381, 2005.
- FERREIRA, M.J.; PEREIRA, I.M.; BOTELHO, S.A.; MELLO, C.R. Avaliação da regeneração natural em nascentes perturbadas no município de Lavras, MG. **Ciência Florestal**, v.19, n.2, p. 109-129, 2009.
- FERREIRA, A.B.; SILVESTRE, K.B.; LEITE, E.F.; ROSA, R.; PEREIRA FILHO, W. Análise do meio físico da sub-bacia do Rio Vacacaí-Mirim RS/Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 3, n. 2, p. 28-34, 2009.
- FERREIRA-JÚNIOR, W.G.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SILVA, A.F. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais da Mata Atlântica. In: MARTINS, S.V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2009. p. 109-142.
- FERRETTI, A. R. Modelos de plantio para restauração. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. p. 35-43.

FIGUEIRÓ, A.S. Tradição e mudança em geografia física: apontamentos para um diálogo interno. In: FIGUEIRÓ, A.S.; FOLETO, E. (Org.). **Diálogos em Geografia Física**. Santa Maria: UFSM, 2011. p. 17-43.

FIGUEIREDO, R.A. Ingestion of *Ficus enormis* seeds by howler monkeys (*Alouatta fusca*) in Brazil: effects on seed germination. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p. 541-543, 1993.

FREIRE, L.R.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; ZONTA, E.; LIMA, E.; SANTOS, G.A.; AMARAL SOBRINHO, N.M.; EIRA, P.A. Fertilidade do solo. In: FREIRE, L.R. (Cord.). **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: Embrapa; Seropédica: Editora da Universidade Rural, 2013. p. 69-105.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP**. 1991. 232 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F.; BEZERA, C.L.F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, p. 753-767, 1995.

GARCÍA-ROMERO, A. An evaluation of Forest deterioration in the disturbed mountains of Western Mexico City. **Mountain Research and Development**, v. 22, n. 3, p. 270-277, 2002.

GARCÍA-ROMERO, A. ¿Geofacies o fragmento? Dos enfoques Del paisaje em elestudi de La dinâmica ambiental. In: FIGUEIRÓ, A.S.; FOLETO, E. (Org.). **Diálogos em Geografia Física**. Santa Maria: UFSM, 2011. p. 127-139.

GOMES, J.B.V.; CURTI, N.; MOTTA, PEF.; KER, J.C.; MARQUES, J.J.G.S.M.; SCHULZE, D.G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p. 137-153, 2004.

GONÇALVES, J.L.M.; ALVARES, C.A.; GONÇALVES, T.D.; MOREIRA, R.M.; MENDES, J.C.T.; GAVA, J.L. Mapeamentos de solos e produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*, com uso de sistema de informação geográfica. **Scientia Forestalis**, v.40, n.94, p. 187-201, 2012.

GONÇALVES, J.L.M.; NOGUEIRA JÚNIOR, L.R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. p. 111-163.

GONZÁLEZ, G.; LEY, R.E.; SCHMIDT, S.K.; ZOU, X.; SEASTEDT, T.R. Soil ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests. **Oecologia**, v.128, p. 549 – 556, 2001.

GONZÁLEZ, M.E.; VELEN, T.T.; DONOSO, C.; VALERIA, L. Tree regeneration responses in a lowland *Nothofagus*- dominated forest after bamboo dieback in South-Central Chile. **Plant Ecology**, v. 161, p. 59-73, 2002.

GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v.4, p. 379-391, 2001.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 528p.

GREIG, N. Regeneration mode in Neotropical *Piper*: habitat and species comparisons. **Ecology**, v.74, n.7, p. 2125-2135, 1993.

- GRESSLER, E.; PIZO, M.A.; MORELLATO, P.C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29,n.4, p. 509-530, 2006.
- GUANDU, COMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA. **Dados Geoambientais**. 2007. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/geoambientais.php>>. Acesso em: 3 jul. 2010.
- GUEDES-BRUNI, R.R.; SILVA NETO, S.J.; MORIM, M.P.; MANTOVANI, W. Composição florística e estrutura do dossel em Trecho de floresta Ombrófila Densa Atlântica sobre morrote mamelonar na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.57,n.3, p. 429-442, 2006.
- GUIMARÃES, E.F.; GIORDANO, L.C.S. Piperaceae do Nordeste brasileiro I: estado do Ceará. **Rodriguésia**, v.55, n.84, p. 21-46, 2004.
- GUIMARÃES, E.F.; MONTEIRO, D. Piperaceae na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.57, n.3, p. 567-587, 2006.
- GUNDERSON, L.H. Ecological resilience – in theory and application. **Annual Review of Ecological Systems**, v. 31, p. 425-439, 2000.
- GUTIÉRREZ, J.L.; JONES, C.G. Physical ecosystem engineers as agents of biogeochemical heterogeneity. **BioScience**, v.56, n.3, p. 227-236, 2006.
- HAGGAR, J.; WIGHTMAN, K.; FISHER, R. The potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, v.99, p. 55-64, 1997.
- HARDWICK, K.; HEALEY, J.; ELLIOTT, S.; GARWOOD, N.; ANUSARNSUNTHORN, V. Understanding and assisting natural regeneration processes in degraded seasonal evergreen forests in northern Thailand. **Forestry Ecology and Management**, v.99, p. 203-214, 1997.
- HARMS, K.E.; WRIGHT, S.J.; CALDERÓN, O.; HERNANDÉZ, A.; HERRE, E.A. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. **Nature**, v.404, p. 493-495, 2000.
- HERAS, M.M.; ESPIGARES, T.; MERINO-MARTÍN, L.; NICOLAU, J.M. Water-related ecological impacts of rill erosion processes in Mediterranean-dry reclaimed lopes. **Catena**, v. 84, p. 114-124, 2011.
- HIGUCHI, P.; SILVA, A.C.; FERREIRA, T.S.; SOUZA, S.T.; GOMES, J.P.; SILVA, K.M.; SANTOS, K.F.; LINKE, C.; PAULINO, P.S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages-SC. **Ciência Florestal**, v.22, n.1, p. 79-90, 2012.
- HOLMES, P.M.; RICHARDSON, D.M. Protocols for restoration base don recruitment dynamics, community structure, and ecosystem function: perspectives from South African fynbos. **Restoration Ecology**, v.7, n.3, p. 215 – 230, 1999.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Coordenação de Estudos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 2012. 271p.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário.2006.Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=85&z=t&o=24&i=P>>. Acesso em: 5 fev. 2012.

- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados agregados. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/unit.asp?e=c&t=1&v=216&codun it =3348&z=t&o=4&i=P>>. Acesso em: 29 nov. 2011.
- IBF, INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Bioma Mata Atlântica. 2013. Disponível em: <<http://ibflorestas.org.br/pt/bioma-mata-atlantica.html>>. Acesso em: 11 jun. 2013.
- IUCN. The IUCN red list of threatened species. 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 10 de set. 2013.
- JANSKY, L.; IVES, J.D.; FURUYASHIKI, K.; WATANABE, T. Global mountain research for sustainable development. **Global Environmental Change**, v. 12, p. 231-239, 2002.
- JESUS, R. M.; ROLIM, S. G. Experiências relevantes na restauração da Mata Alântica. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 59-86.
- 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.
- JORI, G. Algunos precedentes de La planificación física de La ciudad y el territorio através de Google Earth. **Ar@cne. Revista eletrônica de recursos em Internet sobre Geografia y Ciencias Sociales**, n. 134, 2010.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 47-58.
- KELLER, P.F. **Fábrica e Vila Operária: a vida cotidiana dos operários têxteis em Paracambi/RJ**. Engenheiro Paulo de Frontin: SolonRibeiro, 1997. 120p.
- KERSTEN, R.A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA NETO, J.A.A. (Ed.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos: volume I**. Viçosa: Ed. UFV, 2011. p.156-173.
- KURTZ, B.C.; ARAÚJO, D.S.D. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.58, n.78/115, p. 69-112, 2000.
- KURTZ, B.C.; SÁ, C.F.C.; SILVA, D.O. Fitossociologia do componente arbustivo-arbóreo de florestas semidecíduas costeiras da região de Emeranças, Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.60, n.1, p. 129-146, 2009.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531p.
- LIEBSCH, D.; MARQUES, M.; M.C.M.; GOLDENBERG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v.141, p. 1717-1725, 2008.
- LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. p. 242.
- LINO, C. F. **A Mata Atlântica que conhecemos**. 2002. Disponível em: <[http://www.rbma.org.br/anuario/mata\\_01\\_mataconhecemos.asp](http://www.rbma.org.br/anuario/mata_01_mataconhecemos.asp)>. Acessado em: 19 jun. 2007.



- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.
- LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2010. 384p.
- LOZANO, V. P. C.; CUERVO, G. V. Guía de clasificación morfológica de zonas urbanas a partir de sensores remotos. **Ar@cne. Revista electrónica de recursos em Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales**, n. 120, 2009.
- LUGO, A. E. The apparent paradox of reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures. **Forest Ecology and Management**, v.99, p. 09-19, 1997.
- LUK, S.H.; YAO, Q.Y.; GAO, J.Q.; ZHANG, J.Q.; HE, Y.G.; HUANG, S.M. Environmental analysis of soil erosion in Guangdong Province: a Deqing case study. **Catena**, v. 29, p. 97-113, 1997.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988.
- MANLY, B. F. J. Cluster analysis. In: **Multivariate Statistical Methods a primer**. 2 ed. New York: Chapman & Hall/CRC, 2000. p. 128-145.
- MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia da Angiospermas: das Magnoliáceas às Flacurtiáceas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 271p.
- MARQUES, O.; TIENNE, L.G.; CORTINES, E.; VALCARCEL, R. Atributos ambientais definidores de presença de fragmentos florestais de Mata Atlântica em microbacias instáveis. **Revista da Universidade Rural, Série Ciência da Vida**, v. 24, n.2, p. 145-150, 2004.
- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic Forest, south-eastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 00, p. 1-12, 2002.
- 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.
- MEJÍA-DOMÍNGUEZ, N.R.; MEAVES, J.A.; DÍAZ-ÁVALOS, C.; GONZÁLEZ, E.J. Individual canopy-tree species effects on their immediate understory microsite and sapling community dynamics. **Biotropica**, v.43, n.5, p. 572-581, 2011.
- MENDONÇA JÚNIOR, J.O. **Composição florística e análise estrutural do componente arbóreo do Parque Natural Municipal do Curió, Paracambi, RJ**. 2012. 42 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- MERITI, M.N. Regeneração florestal em pastagens abandonadas na Amazônia central: competição, predação e dispersão de sementes. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed.) **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. 1998. p.179-190.
- METTERNICHT, G. Consideraciones acerca del impacto de Google Earth en la valoración y difusión de los productos de georrepresentación. **Geofocus**, n. 6, p. 1-10, 2006.
- METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, 2001.
- MIRANDA, C.C.; COUTO, W.H.; VARCARCEL, R.; FREITAS, A.F.N.; FRANCELINO, M.R. Avaliação das preferências ecológicas de *Clidemia urceolata* DC. em ecossistemas perturbados. **Revista Árvore**, v. 35, n.5, p. 1135 – 1144, 2011.

- MIRANDA, F.R.; SANTANA, M.G.S.; SOUZA, C.C.M; OLIVEIRA, C.H.C. Calibração do sensor dielétrico ECH<sub>2</sub>O em dois tipos de solo. **Revista Ciência Agronômica.**, v.38, n.3, p. 317 – 321, 2007.
- MIRANDA NETO, A.; MARTINS, S.V.; SILVA, K.A.; GLERIANI, J.M. Relações ecológicas entre estratos de uma área restaurada, com 40 anos, Viçosa-MG. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.4, p. 393-404, 2012.
- MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, BRASIL. **Lista oficial da flora brasileira ameaçada de extinção**. IBAMA, 2008. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/documentos/lista-de-especies-ameacadas-de-extincao>>. Acesso em: 10 de set. 2013.
- MORAES, L.F.D.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, v.14, n.2, p. 437-451, 2010.
- MOREL, J.D.; PEREIRA, J.A.A.; CARLOS, L.; HIGASHIKAWA, E.M.; BENÍCIO, M.H.M. Levantamento do histórico de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Montana através de um roteiro de entrevistas. In: IV CONGRESSO DE EXTENSÃO DA UFLA, 4. e I FÓRUM REGIONAL DE EXTENSÃO, 1., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras, UFLA, 2009. Disponível em: <<http://www.proec.ufla.br/conex/ivconex/arquivos/trabalhos/a141.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2011.
- NAPPO, M.E.; FONTES, M.A.L; OLIVEIRA FILHO, A.T. Regeneração natural em sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham, implantados em áreas mineradas, em Poços de Caldas, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.24, n.3, p. 297-307, 2000.
- NAPPO, M.E.; GRIFFITH, J.J.; MARTINS, S.V.; MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabrella* Bentham em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p. 811-829, 2004.
- NAPPO, M.E.; GRIFFITH, J.J.; MARTINS, S.V.; MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Dinâmica da estrutura diamétrica da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas no sub-bosque de povoamento puro de *Mimosa scabrella* Bentham, em área minerada, em Poços de Caldas-MG. **Revista Árvore**, v.29, n.1, p. 35-46, 2005.
- NATAL, C.R.N.; NATAL, G. História de Paracambi 1800 a 1987. Rio de Janeiro: Guavira, 1987. 127p.
- NEPSTAD, D.C.; UHL, C.; PEREIRA, C.A.; SILVA, J.M.C. Estudo comparativo do estabelecimento de árvores em pastos abandonados e florestas adultas na Amazônia oriental. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed.) **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. 1998. p.191-218.
- NAVEH, Z. What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. **Landscape and urban planning**, v. 50, p. 7-26, 2000.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 434p.
- OLIVEIRA, R.R. Mata Atlântica, paleoterritórios e história ambiental. **Ambiente & Sociedade**, v. x, n. 2, p. 11-23, 2007.
- OLIVEIRA, R.R. When the shifting agriculture is gone: functionality of Atlantic Coastal forest in abandoned farming sites. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 3, n. 2, p. 213-226, 2008.

- OLIVEIRA, R.R.; LIMA, D.F.; SILVA, M.B.R.; VIANA, 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, L.S.B.; MARANGON, L.C.; FELICIANO, A.L.P.; CARDOSO, M.O.; LIMA, A.S.; ALBUQUERQUE, M.J.B. Fitossociologia da regeneração natural de uma Floresta Ombrófila Densa em Moreno, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.1, p. 119-124, 2013.
- OLIVEIRA, R.R.; MONTEZUMA, R.C.M. História ambiental e geoecologia: caminhos integrativos na geografia física. In: FIGUEIRÓ, A.S.; FOLETO, E. (Org.). **Diálogos em Geografia Física**. Santa Maria: UFSM, 2011. p. 191-206.
- OLIVEIRA, R.R.; WINIWARTER, V. Toiling in paradise: knowledge acquisition in the context of Colonial agriculture in Brazil's Atlantic Forest. **Environment and history**, v. 16, p. 483-508, 2010.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FONTES, M.A.L. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of Climate. **Biotropica**, v. 34, n.4, p. 793-810, 2000.
- OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 29, n.1, p. 9-15, 2005.
- PARKER, V.T. The scale of successional models and restoration objectives. **Restoration Ecology**, v.5, n.4, p. 301-306, 1997.
- PAULA, R.R.; PEREIRA, M.G.; SANTIAGO, R.R.; AMORIM, H.B. Propriedades edáficas e desenvolvimento de eucalipto em topossensuência na Flona Mário Xavier-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, 344-351, p. 2012.
- PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n.3, p. 465-473, 2000.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.
- PEIXOTO, G.L.; MARTINS, S.V.; SILVA, A.F.; SILVA, E. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n.1, p. 151-160, 2004.
- PEREIRA, J.B.S.; ALMEIDA, J.R. Biogeografia e Geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 195-247.
- PESSOA, S.V.A.; OLIVEIRA, R.R. Análise estrutural da vegetação arbórea em três fragmentos florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.57, n.3, p. 291-411, 2006.
- PETERSON, G.; ALLEN, C.R.; HOLLING, C.S. Ecological resilience, biodiversity, and scale. **Ecosystems**, v. 1, p. 6-18, 1998.
- PICKETT, S.T.A.; CANDENASSO, M.L. Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems. **Science**, v. 269, n. 21, p. 331-334, 1995.

PIMENTEL, D.; KOUNANG, N. Ecology of soil erosion in ecosystems. **Ecosystems**, v. 1, p. 416-426, 1998.

PINTO-COELHO, R. M. Comunidades e ecossistemas. In: **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000, p. 57-70.

PINTO SOBRINHO, F.A.; CHRISTO, A.G.; GUEDES-BRUNI, R.R. Fitossociologia do componente arbóreo num remanescente de Floresta Ombrófila Densa Submontana limítrofe a Reserva Biológica do Tinguá, Rio de Janeiro. **Floresta**, v.40, n.1, p. 111-124, 2010.

PINTON, L. G.; TRAVALINI, V.; CUNHA, C. M. L. O uso do Google Earth na análise de mudanças na morfologia da rede hidrológica: casos de municípios litorâneos brasileiros. **Ar@cne. Revista electrónica de recursos em Internet sobre Geografia y Ciencias Sociales**, n. 149, 2011.

PMP, PREFEITUR MUNICIPAL DE PARACAMBI. História de Paracambi. 2009. Disponível em: <<http://paracambi.rj.gov.br/modules/smartsection/item.php?itemid=31>>. Acesso em: 11 mai. 2010.

PORTES, M.C.G.O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhangava-PR. **Floresta**, v.26, n.1/2, p. 3-10, 1996.

PRATA, E.M.B.; ASSIS, M.A.; JOLY, C.A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea na transição da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas – Floresta Ombrófila Densa Submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v.11, n.2, p. 285-299, 2011.

PREVEDELLO, C.L. O solo como um sistema multicomponente e suas relações massa-área-volume. In: **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: C. L, 1996. p. 8 – 50.

RANIERI, B.D.; FRANÇA, M.G.C.; PEZZINI, F.F. Umidade do solo e sua influência no estabelecimento de duas espécies rupestres (Gesneriaceae) endêmicas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n.1, p. 3-5, 2007.

REINERS, W.A.; BOUWMAN, A.F.; PARSONS, W.F.J.; KELLER, M. Tropical rain forest conversion to pasture: changes in vegetation and soil properties. **Ecological Applications**, v.4, n.2, p. 363-377, 1994.

REIS-DUARTE, R.M.; GALVÃO-BUENO, M.S. Interação solo x planta x animal: uma contribuição para recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 534-536.

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

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 2003. 503 p.

ROCHA, J.C. **Subsídios para estabelecimento de um programa de educação ambiental, envolvendo os ecossistemas ciliares do Rio dos Macacos, em Paracambi, RJ**. 2002. 39f. Monografia (Especialista em Ciências Ambientais) – Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

ROCHA, E.C.; SILVA, E.; MARTINS, S.V.; VOLPATO, G.H. O papel dos mamíferos silvestres na sucessão e na restauração ecológica. In: MARTINS, S.V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora da UFV, 2012. p.169-190.

ROCHELLE, A.L.C.; CIELO-FILHO, R.; MARTINS, F.R. Florística e estrutura de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Submontana no Parque Estadual da Serra do Mar, em Ubatuba/SP, Brasil. **Biota Neotropica**, v.11, n.1, p. 337-346, 2011.

RODRIGUES, E. **Ecologia da restauração**. Londrina: Editora Planta, 2013. 300p.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ATTANASIO, C.M. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.55, p. 7-21, 2007.

RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; BARROS, L.C. Tropical Rain Forest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 190, p. 323-333, 2004.

ROPPA, C. **Avaliação da dinâmica de restauração de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica em uma região de exíguos atributos ambientais, Nova Iguaçu – RJ**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Floretas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ROSA, S.F.; LONGHI, S.J.; LUDWIG, M.P. Aspectos florísticos e fitossociológicos da Reserva Capão de Tupaciretã, Tupaciretã, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 15-25, 2008.

ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208p.

ROSS, J.L.S. Ensaio e experimentos na análise da fragilidade dos ambientes naturais: o penetrômetro de percussão. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 11, p. 57-6, 1997.

ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A.; COELHO, R.M.; MENK, J.R.F.; ROCHA, F.T.; PFEIFER, R.M.; DeMARIA, I.C. Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v.17, n.1, p. 45-61, 2005.

SALDARRIAGA, J.G.; WEST, D.C.; THARP, M.L.; UHL, C. Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. **Journal of Ecology**, v.76, p. 938-958, 1988.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5 ed. Viçosa: SBCS, 2005. 92p.

SANTOS, F.C.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; FOLONI, J.M.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R.; KER, J.C. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de Cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 2015-2025, 2008.

SANTOS, J.F.; VALCARCEL, R. Avaliação florística do estrato regenerante de reflorestamentos em área reabilitada na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v.18, n.4, p. 390-401, 2011.

SANTOS, M.C.; VALCARCEL, R. Cinturão verde em áreas de empréstimo. In: SEMINÁRIO BIENAL DE PESQUISA DA UFRRJ, 6., 1993, Itaguaí. **Resumo dos trabalhos apresentados...** Itaguaí-UFRRJ, 1993, p.88.

SCHEER, M.B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Floresta**, v.38, n.2, p. 253-266, 2008.

- SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F.; BAPTISTA, L.R.M. Padrões de interações mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.1, p. 203-212, 2007.
- SCHORN, L.A.; GALVÃO, F. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, SC. **Floresta**, v.36, n.1, p. 59-74, 2006.
- SCHORN, L.A.; GALVÃO, F. Dinâmica do estrato arbóreo em três estágios sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, SC. **Cerne**, v.15, n.2, p. 221-235, 2009.
- SEMADES, SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE PARACAMBI; ITPA, INSTITUTO TERRA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Curió de Paracambi**. Paracambi: SEMADES; ITPA, 2010. 640p.
- SER, Society for Ecological Restoration International. **The SER International primer on ecological restoration**. 2004. 14p. Disponível em: <[http://www.ser.org/content/ecological\\_restoration\\_primer.asp](http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp)>. Acesso em: 11 out. 2008.
- SILVA, L.C.R.; ANAND, M. Mechanisms of Araucaria (Atlantic) forest expansion into southern Brazilian grasslands. **Ecosystems**, v. 14, p. 1354-1371, 2011.
- SILVA, L.C.R.; CORRÊA, R.S.; DOANE, T.A.; PEREIRA, E.I.P.; HORWATH, W.R. Unprecedented carbon accumulation in mined soils: the synergistic effect of resource input and plant species invasion. **Ecological Applications**, v.23, n.6, p. 1345-1356, 2013.
- SILVA, L.C.; CUNHA, H.C.S. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001. 85p. CD-ROM.
- SILVA, V.V.; FERREIRA, A.M.M. Caracterização dos estágios de sucessão ecológica secundária da Mata Atlântica no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul Fluminense. **Geografia**, v. 29, n. 3, p. 469-478, 2004.
- SILVA, W.C.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIANO, A.L.P.; COSTA JÚNIOR, R.F. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, v.17, n.4, p. 321-331, 2007.
- SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. 2 ed. São Carlos: RiMa, 2007. 158p.
- SILVA, M.S.C.; SILVA, E.M.R.; PEREIRA, M.G.; SILVA, C.F. Estoque de serapilheira e atividade microbiana em solo sob sistemas agroflorestais. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.4, p. 431-441, 2012.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, n. 404, 02 March, p. 72-74, 2000.
- SILVA JÚNIOR, W.M.; MARTINS, S.V.; SILVA, A.F.; MARCO JÚNIOR, M. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 169-179, 2004.
- SILVA JÚNIOR, F.M.R.; THEY, N.H.; TROIAN, V.R.R.; KINDEL, A. Densidade populacional e relações alométricas de *Psychotria leiocarpa* Cham. & Schldt. (Rubiaceae) em paisagem fragmentada no Morro Santana (Porto Alegre, RS). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p. 486-488, 2007.

SILVEIRA, C.S.; SILVA, V.V. Dinâmica de regeneração, degeneração e desmatamento da vegetação provocadas por fatores climáticos e geomorfológicos: uma análise geocológica através de SIG. **Revista Árvore**, v. 34, n. 6, p. 1025-1034, 2010.

SIMON, A. L. H.; TRENTIN, G. Elaboração de cenários recentes de uso da terra utilizando imagens do Google Earth. **Ar@cne. Revista electrónica de recursos em Internet sobre Geografia y Ciencias Sociales**, n. 116, 2009.

SONDOTÉNICA; ANA. **Plano estratégico de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim – Relatório do diagnóstico- final**. Rio de Janeiro, RJ. 413p.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2005 – 2008. São Paulo, 2009. 155 p. (Relatório parcial).

SOUZA, F.M. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas**. 2000. 69 f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) – Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, A.F.; MARTINS, F.R.; MATOS, D.M.S. Detecting ontogenetic stages of the palm *Attalea humilis* in fragments of the Brazilian Atlantic forest. **Canadian Journal of Botany**, v. 78, p. 1227-1227, 2000.

SOUZA, A.L.; SCHETTINO, S.; JESUS, R.M.; VALE, A.B. Dinâmica da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p. 411-419, 2002.

SPERANDIO, H.V.; CECÍLIO, R.A.; SILVA, V.H.; LEAL, G.F.; BRINATE, I.B.; CALDEIRA, M.V.W. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.4, p. 460-467, 2012.

SUZUKI, L.E.A.S.; LIMA, C.L.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; PILLON, C.N. Condição estrutural de um argissolo no Rio Grande do Sul, em floresta nativa, em pastagem cultivada e em povoamento com eucalipto. **Ciência Florestal**, v.22. n.4, p. 833-843, 2012.

SWIFT, M.J.; ANDERSON, J.M. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. In: SCHULZE, E.D.; MOONEY, H.A. (EDS.) **Biodiversity and ecosystem function**. Berlim, 1993. p. 15 – 41.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. University of California Press, Los Angeles, 1979.

**SYSTAT for Windows**. Version 11 [S.I.]: Systat Software, 2005.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma Floresta Tropical Montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 239-250, 1999a.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 251-261, 1999b.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. **Biological Conservation**, n. 91, p. 119-127, 1999.

- TABARELLI, M.; PERES, C.A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic Forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v.106, p. 165-176, 2002.
- TABARELLI, M.; VILLANI, J.P.; MANTOVANI, W. Estudo comparativo da vegetação de dois trechos de floresta secundária no Núcleo Santa Virginia, Parque Estadual da Serra do mar, SP. **Revista do instituto Florestal**, v.6, p. 1-11, 1994.
- TCE-RJ, TRIBUNAL DE CONTAS REGIONAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Estudos socioeconômicos dos municípios do Estado do Rio de Janeiro: Paracambi**. Secretaria Geral de Planejamento, 2009. 157p.
- THIES, W.; KALKO, E.K.V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carrollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, v.104, p. 362-376, 2004.
- TIENNE, L.; NEVES, L. G.; VALENTE, F. D. W.; VALCARCEL, R. Monitoramento de medidas biológicas em recuperação de áreas de empréstimo: análise da projeção e cobertura de copa na Ilha da Madeira, Itaguaí-RJ. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL RIO DE JANEIRO, 13., 2003, Seropédica. **Anais...** Seropédica: UFRRJ, 2003. p. 233-238.
- TORRES, P.S.U.; BASSOLS, N.B. Historia y paisaje: explorando un concepto geográfico monista. **Andamios**, v. 5, n. 10, p. 227-252, 2009.
- TORRES, R.B.; MARTINS, F.R.; KINOSHITA, L.S. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, n.1, p. 41-49, 1997.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91p.
- TROEH, F.R. Landform equations fitted to contour maps. **American Journal of Science**, v. 263, n. 3, p. 616 – 627, 1965.
- UHL, C. Factores controlling succession following slash and burn agriculture in Amazonia. **Journal of Ecology**, v. 75, n. 2, p. 377-407, 1987.
- 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, 2003.
- VALCARCEL, R. **Clasificación y mapeo de sitios em La Estacion Experimental San Eusebio basada em critérios físicos hidrológicos del suelo**. 1982. 122 f. Tesis (Magister Scientiae) – Centro de Estudios Forestales de Postgrado, Universidad de Los Andes/Facultad de Ciencias Forestales, Merida.
- VALCARCEL, R.; SILVA, Z.S. Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degrada: proposta metodológica. **Floresta**, v. 27, n. 1/2, p. 68-80, 1997.
- VALENTIN, J.L. Agrupamento e ordenação. **Oecologia Brasiliensis**, p. 27-55, 1995.
- VALLEJO, L.R. A influência do litter na distribuição das águas pluviais. 1982. 88f. Dissertação (Mestre em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- VALTERA, M.; SAMONIL, P.; BOUBLIK, K. Soil variability in naturally disturbed Norway spruce forests in the Carpathians: Bridging spatial scales. **Forest Ecology and Management**, v.310, p. 134-146, 2013.



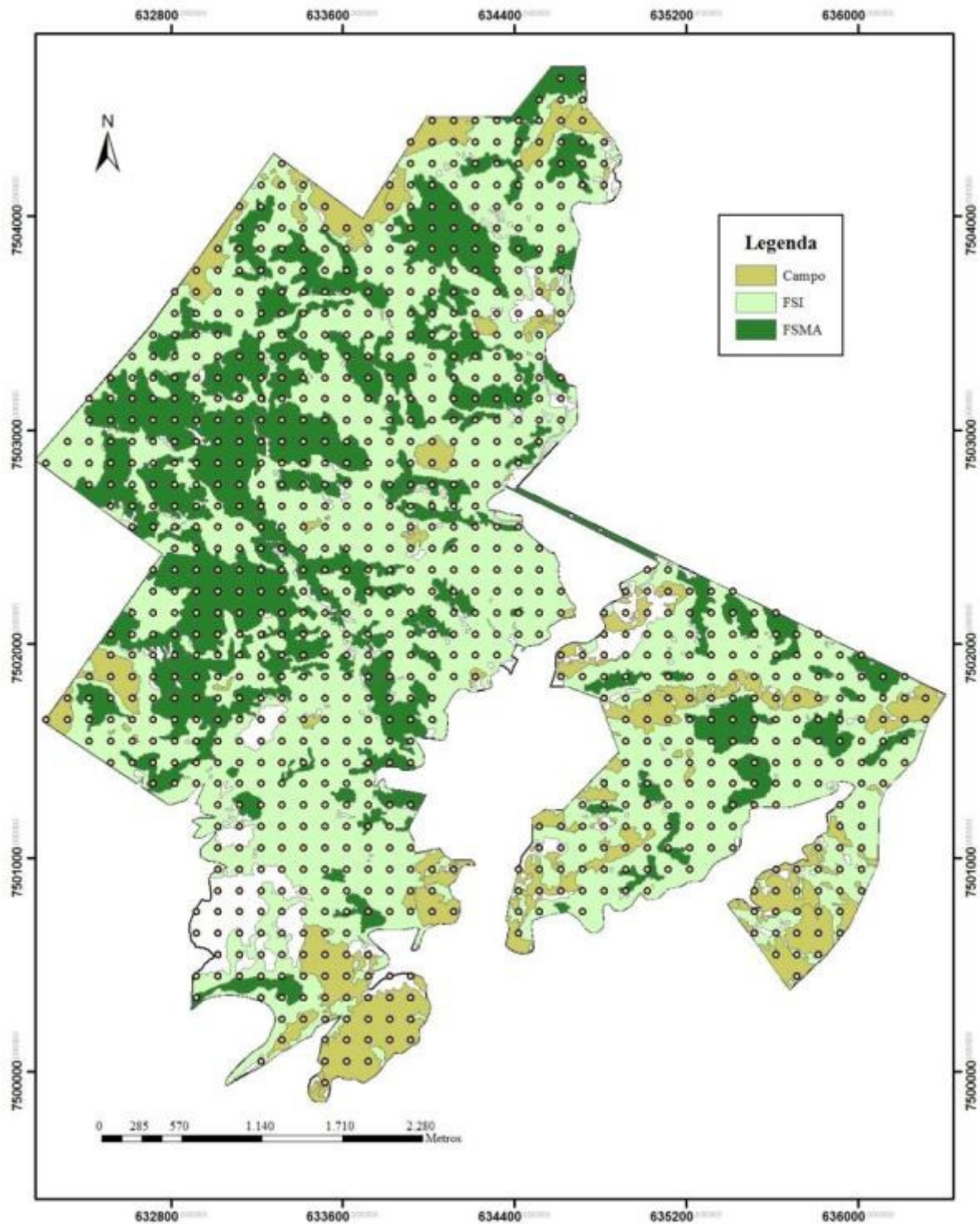
- VEIGA, J. B. Recuperação e manejo de áreas de pastagens abandonadas e de agricultura migratória. In: **Recuperação de áreas degradadas: memória do workshop, 1997**. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA, 1998. p. 47-50. (Documentos 13).
- VIVIAN-SMITH, G. Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. **Journal of Ecology**, v. 85, n. 1, p. 71-82, 1997.
- VOLPATO, G.H.; LOPES, E.V.; ANJOS, L.; MARTINS, S.V. O papel ecológico das aves dispersoras de sementes na restauração ecológica. In: MARTINS, S.V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora da UFV, 2012. p.191-211.
- WALKER, B; SALT, D. **Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world**. Washington: Island Press, 2006. 170p.
- WEBB, C.O.; PEART, D.R. High seed dispersal rates in faunally-intact tropical rain forest: theoretical and conservation implications. **Ecology Letters**, v.4, p. 491-499, 2001.
- WILLOT, S.J. Species accumulation curves and the measure of sampling effort. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, p. 484-486, 2001.
- WRIGHT, S.J. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia**, v.130, p. 1-14, 2002.
- WRIGHT, J.P.; JONES, C.G. The concept of organisms as ecosystem engineers ten years on: progress, limitations, and challenges. **BioScience**, v.56, n.3, p. 203-209, 2006.
- WOJCIECHOWSKI, J.C.; SHUMACHER, M.V.; PIRES, C.A.F.; MADRUGA, P.R.A.; KILCA, R.V.; BRUN, E.J.; SILVA, C.R.S.; VACCARO, S.; RONDON NETO, R.M. Geoestatística aplicada aos estudos das características físico-químicas do solo em áreas de Floresta Estacional Decidual. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 383-391, 2009.
- ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factores controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, p. 117-161, 1997.

## **ANEXOS**

**Anexo I-1:** Questionário aplicado nas entrevistas a moradores de Paracambi.

- 1) Qual o seu nome e data de nascimento?
- 2) Sempre residiu em Paracambi? Onde morou em Paracambi?
- 3) Conheceu a fábrica de tecidos (Brasil Industrial) em funcionamento?
- 4) Como foi a aquisição das terras pela Brasil Industrial, que hoje pertencem ao PNMCP? Foi de poucos ou muitos proprietários?
- 5) Estes proprietários exploravam suas terras? O que faziam?
- 6) De onde vinham os alimentos que mantinham a população no período em que a fábrica esteve em funcionamento, já que a maior parte da população local trabalhava nas fábricas de tecido (Brasil Industrial e Maria Cândida)? Produziam o que era consumido?
- 7) Existiam fazendas ou sítios nas proximidades da área que pertencia a Brasil Industrial até o limite com o município de Engenheiro Paulo de Frontim? O que produziam (milho, banana, café, gado, etc)?
- 8) Nas áreas ocupadas por pastagens para o gado era praticado queimadas? Onde ficavam?
- 9) As áreas que hoje pertencem ao PNMCP tiveram exploração de madeira? Como era?
- 10) Houve um período de desmatamento, onde a houve a necessidade de madeira para alimentar as caldeiras da fábrica. Chegou a ver isso acontecer? Que época foi? Onde foi desmatado?
- 11) Na fábrica havia uma serraria. Qual ela a demanda de madeira? De onde vinha a madeira que ela utilizava?
- 12) Em um certo período foi realizado no município reflorestamentos com eucalipto para suprir as necessidades da fábrica. Que ano isso aconteceu? Presenciou este fato? No interior do PNMCP onde se situavam as áreas que foram reflorestadas?
- 13) Os plantios de eucalipto foram realizados por quem (fábrica, moradores, prefeitura)?
- 14) Como foi a exploração dos reflorestamentos de eucalipto? Até quando houve corte?
- 15) Existiam construções (casas, sítios) dentro da floresta, que hoje é do PNMCP?

**Anexo I-2:** Mapa reclassificado contendo os três tipos de formação vegetal estudada e pontos distribuídos equidistante sob a área do PNMCP.



**Anexo I-3:** Escores dos fatores das componentes 1 e 2 da PCA, para os fatores físicos analisados, nas três formações vegetais (áreas).

<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>	<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>
0,266	1,877	1	0,101	0,291	1
0,023	1,672	1	-0,598	0,448	1
0,654	-1,210	1	-0,131	1,888	1
-0,204	-0,589	1	-1,481	0,050	1
-0,139	1,111	1	-0,918	0,352	1
0,881	1,050	1	-0,717	1,592	1
0,813	-1,675	1	-0,672	1,582	1
0,113	-1,517	1	-0,938	1,382	1
2,237	-0,970	1	-1,821	0,984	1
1,280	-0,235	1	-0,082	-0,265	1
0,813	-1,675	1	-1,235	1,280	1
0,586	1,973	1	-1,235	1,280	1
1,515	-0,807	1	-0,154	1,893	1
2,010	2,678	1	-2,203	0,213	1
2,557	-0,874	1	0,235	-1,194	1
1,155	-1,583	1	-0,241	0,199	1
1,696	-1,277	1	0,005	1,429	1
1,133	-1,578	1	-0,154	1,893	1
1,127	2,280	1	-0,623	-0,572	1
-0,207	-1,614	1	-1,005	-1,343	1
1,758	-0,602	1	-1,481	0,050	1
0,742	0,484	1	-0,377	0,658	1
0,676	-1,216	1	-1,478	1,075	1
0,167	1,990	1	-1,501	1,081	1
-1,184	0,152	1	0,419	-0,638	1
-0,439	-0,016	1	-1,640	0,515	1
-1,258	1,285	1	-1,258	1,285	1
-1,087	-0,987	1	-0,801	0,923	1
0,962	0,694	1	-1,478	1,075	1
0,602	-0,082	1	-0,708	-1,241	1
-1,569	-1,644	1	1,118	-0,796	1
-0,938	1,382	1	0,099	-0,735	1
0,875	-1,000	1	-0,306	-1,500	1
0,419	-0,638	1	-1,235	1,280	1
0,238	-0,169	1	-2,042	0,774	1
-2,608	-0,553	1	0,260	-0,174	1
-0,801	0,923	1	1,364	0,434	1
-0,954	-2,471	1	-0,601	-0,577	1
0,238	-0,169	1	-1,161	0,147	1
0,189	1,985	1	-1,727	-1,180	1
-0,374	1,683	1	0,416	-1,663	1
1,354	-1,368	1	-0,442	-1,041	1
0,518	-0,751	1	-0,623	-0,572	1
1,121	0,230	1	-1,798	0,979	1
0,568	1,731	1	-0,154	1,893	1
-0,082	-0,265	1	-0,060	-0,270	1

<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>	<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>
-1,235	1,280	1	2,016	-1,180	2
-0,038	-0,275	1	0,365	1,763	2
-0,623	-0,572	1	1,835	-0,711	2
-0,623	-0,572	1	1,158	-0,558	2
-0,940	0,357	1	0,433	-1,420	2
0,322	0,501	1	1,843	0,067	2
-0,060	-0,270	1	0,580	-0,077	2
-0,623	-0,572	1	-0,437	1,009	2
-0,291	-2,283	2	1,155	-1,583	2
0,654	-1,210	2	0,343	1,768	2
0,996	-1,119	2	1,994	-1,175	2
-0,838	1,269	2	2,240	0,055	2
0,498	0,279	2	1,699	-0,252	2
1,039	0,586	2	0,838	-0,655	2
1,761	0,423	2	1,379	-0,348	2
1,600	-0,138	2	0,518	-0,751	2
0,198	-0,848	2	-1,087	-0,987	2
-0,275	1,570	2	0,356	-1,312	2
-0,291	-2,283	2	-0,929	-1,451	2
-0,767	-0,890	2	-0,841	0,243	2
0,201	0,177	2	1,155	-1,583	2
-0,117	1,106	2	2,038	-1,185	2
0,094	-0,487	2	0,365	1,763	2
1,600	-0,138	2	1,518	0,218	2
-0,680	0,804	2	0,838	-0,655	2
-0,450	-1,819	2	0,518	-0,751	2
0,974	-1,114	2	2,163	0,163	2
0,518	-0,751	2	-0,365	-1,149	2
0,742	0,484	2	0,558	-0,072	2
-0,521	0,340	2	-1,333	-2,217	2
0,742	0,484	2	0,203	1,202	2
0,742	0,484	2	0,744	1,509	2
-0,298	1,575	2	0,343	1,768	2
0,835	-1,680	2	2,016	-1,180	2
0,838	-0,655	2	-0,149	-0,692	2
-0,204	-0,589	2	2,803	0,356	2
-0,278	0,545	2	1,379	-0,348	2
0,742	0,484	2	0,679	-0,190	2
0,359	-0,287	2	1,217	-0,909	2
0,985	0,689	2	1,081	-0,450	2
0,608	1,968	2	-1,492	-1,752	2
1,155	-1,583	2	-0,360	0,901	2
1,155	-1,583	2	0,767	1,504	2
0,045	1,667	2	1,158	-0,558	2
2,078	-0,506	2	-0,221	1,467	2
-0,524	-0,685	2	0,999	-0,094	2
0,804	1,158	2	1,540	0,213	2
1,143	0,224	2	1,676	-0,246	2
-0,524	-0,685	2	1,401	-0,353	2

<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>	<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>
1,059	-0,445	2	-1,806	0,201	2
0,175	-0,843	2	-0,298	1,575	2
-0,207	-1,614	2	0,835	-1,680	2
1,280	-0,235	2	1,376	-1,373	2
-0,838	1,269	2	0,716	-0,536	2
0,045	1,667	2	0,580	-0,077	2
1,201	1,146	2	0,580	-0,077	2
0,841	0,370	2	0,586	1,973	2
0,999	-0,094	2	1,127	2,280	2
0,816	-0,650	2	0,275	-0,956	2
1,600	-0,138	2	0,722	1,514	2
-0,204	-0,589	2	1,761	0,423	2
1,217	-0,909	2	1,600	-0,138	2
0,356	-1,312	2	0,900	0,020	2
0,897	-1,006	2	0,561	0,953	2
0,198	-0,848	2	0,742	0,484	2
1,149	2,275	2	0,178	0,182	2
0,586	1,973	2	0,900	0,020	2
1,220	0,116	2	0,039	-0,384	2
-0,043	-0,028	2	0,359	-0,287	2
1,401	-0,353	2	0,657	-0,185	2
0,518	-0,751	2	1,059	-0,445	2
0,922	0,014	2	0,900	0,020	2
0,900	0,020	2	0,201	0,177	2
1,441	0,326	2	-0,119	0,081	2
0,807	2,183	2	0,421	0,387	2
0,586	1,973	2	0,039	-0,384	2
0,679	-0,190	2	1,143	0,224	2
-0,518	1,365	2	0,359	-0,287	2
0,586	1,973	2	1,282	0,790	2
1,359	0,682	2	-0,068	-1,048	2
1,922	0,984	2	1,195	-0,904	2
2,240	0,055	2	1,059	-0,445	2
1,401	-0,353	2	-0,929	-1,451	2
0,742	0,484	2	-0,524	-0,685	2
1,036	-0,440	2	-0,119	0,081	2
1,133	-1,578	2	-0,119	0,081	2
1,379	-0,348	2	-0,119	0,081	2
1,059	-0,445	2	0,962	0,694	2
-0,363	-0,124	2	0,282	-0,179	2
-0,544	0,345	2	-0,838	1,269	2
-0,204	-0,589	2	0,835	-1,680	2
1,056	-1,470	2	0,676	-1,216	2
0,716	-0,536	2	0,719	0,489	2
0,039	-0,384	2	0,654	-1,210	2
0,586	1,973	2	1,597	-1,163	2
1,379	-0,348	2	2,160	-0,862	2
1,285	1,816	2	0,920	-1,011	2
0,838	-0,655	2	-0,368	-2,175	2

Factor (1)	Factor (2)	Área	Factor (1)	Factor (2)	Área
0,736	-1,567	2	-2,132	-1,945	2
-0,844	-0,782	2	-1,798	0,979	2
0,561	0,953	2	-0,439	-0,016	2
1,217	-0,909	2	0,642	0,597	2
0,583	0,948	2	0,101	0,291	2
0,900	0,020	2	0,962	0,694	2
-0,119	0,081	2	0,580	-0,077	2
0,178	0,182	2	-0,119	0,081	2
1,121	0,230	2	1,302	-0,240	2
0,580	-0,077	2	-1,161	0,147	2
-1,563	0,406	2	-0,057	0,755	2
2,160	-0,862	2	0,399	0,392	2
0,334	-1,307	2	1,364	0,434	2
1,843	0,067	2	0,101	0,291	2
0,441	-0,643	2	-0,601	-0,577	2
-1,164	-0,878	2	-1,886	-0,715	2
0,900	0,020	2	-1,164	-0,878	2
-1,246	-0,522	2	-2,449	-1,017	2
-0,595	1,473	2	0,238	-0,169	2
-0,164	0,091	2	-0,196	0,189	2
0,580	-0,077	2	-1,481	0,050	2
0,260	-0,174	2	-0,462	-0,011	2
1,523	-0,030	2	-0,601	-0,577	2
0,639	-0,428	2	-1,478	1,075	2
-0,915	1,377	2	1,619	-1,168	2
-0,524	-0,685	2	0,875	-1,000	2
-1,000	0,708	2	0,580	-0,077	2
-0,119	0,081	2	0,577	-1,102	2
1,121	0,230	2	0,441	-0,643	2
-0,595	1,473	2	-0,601	-0,577	2
1,121	0,230	2	-1,164	-0,878	2
0,039	-0,384	2	-0,082	-0,265	2
0,823	0,128	2	-0,782	-0,107	2
-0,281	-0,480	2	-0,038	-0,275	2
-0,281	-0,480	2	-1,886	-0,715	2
-0,465	-1,036	2	0,164	0,965	2
-1,569	-1,644	2	-0,782	-0,107	2
-0,079	0,760	2	-2,925	0,376	2
-0,462	-0,011	2	-1,798	0,979	2
-2,126	0,105	2	-0,779	0,918	2
-0,298	1,575	2	0,642	0,597	2
0,982	-0,336	2	-0,462	-0,011	2
-1,003	-0,317	2	-1,249	-1,547	2
-0,915	1,377	2	-0,054	1,780	2
0,104	1,316	2	0,082	1,321	2
1,121	0,230	2	-0,705	-0,216	2
1,364	0,434	2	1,280	-0,235	2
-0,281	-0,480	2	-0,281	-0,480	2
-0,281	-0,480	2	0,481	0,036	2



<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>	<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>
-0,759	-0,113	2	0,982	-0,336	2
-1,323	-0,414	2	-0,844	-0,782	2
-2,291	-1,481	2	-1,164	-0,878	2
-1,798	0,979	2	0,257	-1,199	2
-0,711	-2,266	2	-1,251	-2,573	2
-1,258	1,285	2	-1,750	-1,175	2
-0,368	-2,175	2	-1,235	1,280	2
-2,288	-0,456	2	-2,291	-1,481	2
-0,931	-2,476	2	-1,251	-2,573	2
-2,129	-0,920	2	-0,688	-2,271	2
-0,303	-0,475	2	0,167	1,990	2
-2,449	-1,017	2	0,325	1,526	2
-0,844	-0,782	2	-0,122	-0,945	2
-2,288	-0,456	2	-1,099	0,821	2
-1,320	0,611	2	0,481	0,036	2
0,039	-0,384	2	0,441	-0,643	2
0,017	-0,379	2	-1,161	0,147	2
0,282	-0,179	2	-2,042	0,774	2
-0,122	-0,945	2	-1,003	-0,317	2
-1,164	-0,878	2	-0,352	1,678	2
-0,623	-0,572	2	-0,054	1,780	2
-1,164	-0,878	2	1,121	0,230	2
-1,235	1,280	2	-0,527	-1,710	2
0,416	-1,663	2	-0,465	-1,036	2
-1,235	1,280	2	-1,973	-2,410	2
-0,694	1,587	2	-0,782	-0,107	2
-2,766	-0,088	2	-1,640	0,515	2
-0,779	0,918	2	-0,915	1,377	2
0,238	-0,169	2	0,736	-1,567	2
-0,601	-0,577	2	-0,368	-2,175	2
-1,235	1,280	2	0,079	0,296	2
0,515	-1,777	2	-0,439	-0,016	2
-0,122	-0,945	2	0,801	0,133	2
0,079	0,296	2	-0,303	-0,475	2
0,823	0,128	2	-0,940	0,357	2
-0,437	1,009	2	-0,038	-0,275	2
-0,281	-0,480	2	-1,640	0,515	2
-0,465	-1,036	2	-1,077	0,816	2
0,639	-0,428	2	-0,601	-0,577	2
-1,640	0,515	2	0,325	1,526	2
-0,757	0,913	2	-0,779	0,918	2
0,419	-0,638	2	-0,300	0,550	2
-1,640	0,515	2	0,260	-0,174	2
1,280	-0,235	2	0,260	-0,174	2
0,580	-0,077	2	-0,303	-0,475	2
-0,303	-0,475	2	0,801	0,133	2
-0,527	-1,710	2	-1,727	-1,180	2
-2,042	0,774	2	0,957	-1,357	2
-0,281	-0,480	2	-2,362	0,677	2

<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>	<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>
0,714	-1,561	2	-1,235	1,280	2
0,260	-0,174	2	0,801	0,133	2
-1,164	-0,878	2	-0,060	-0,270	2
0,481	0,036	2	-0,623	-0,572	2
-0,060	-0,270	2	-1,164	-0,878	2
-2,203	0,213	2	-1,186	-0,873	2
0,484	1,062	2	-1,077	0,816	2
0,484	1,062	2	-1,640	0,515	2
1,364	0,434	2	-1,478	1,075	2
-0,844	-0,782	2	0,484	1,062	2
-0,601	-0,577	2	-0,145	-0,939	2
-1,727	-1,180	2	-0,145	-0,939	2
-1,798	0,979	2	-1,164	-0,878	2
-2,225	0,218	2	-0,125	-1,970	2
-2,045	-0,251	2	0,257	-1,199	2
-1,640	0,515	2	-0,688	-2,271	2
-0,938	1,382	2	-0,306	-1,500	2
-0,915	1,377	2	0,438	-1,668	2
0,282	-0,179	2	-0,219	0,194	2
0,099	-0,735	2	-0,759	-0,113	2
-1,886	-0,715	2	-0,759	-0,113	2
-1,323	-0,414	2	-0,060	-0,270	2
-2,362	0,677	2	-1,164	-0,878	2
-1,235	1,280	2	-1,798	0,979	2
-0,397	1,689	2	-1,640	0,515	2
-0,374	1,683	2	-2,042	0,774	2
-0,079	0,760	2	-0,145	-0,939	2
-0,122	-0,945	2	-0,465	-1,036	2
0,099	-0,735	2	-0,238	1,224	2
-1,005	-1,343	2	-0,306	-1,500	2
-1,235	1,280	2	-1,005	-1,343	2
-0,442	-1,041	2	0,005	1,429	2
-1,504	0,055	2	-0,060	-0,270	2
-1,235	1,280	2	-1,323	-0,414	2
-0,397	1,689	2	-1,164	-0,878	2
0,801	0,133	2	0,416	-1,663	2
-0,601	-0,577	2	-0,284	-1,505	2
-0,060	-0,270	2	-1,798	0,979	2
-1,164	-0,878	2	-1,235	1,280	2
-1,258	1,285	2	0,150	-1,863	2
-0,057	0,755	2	0,982	-0,336	2
-0,598	0,448	2	-0,759	-0,113	2
-0,391	-2,169	2	0,322	0,501	2
0,577	-1,102	2	-0,558	1,128	2
0,393	-1,658	2	-0,759	-0,113	2
0,235	-1,194	2	0,322	0,501	2
-0,782	-0,107	2	-1,258	1,285	2
-0,060	-0,270	2	0,173	-1,868	2
-1,410	-2,108	2	-1,798	0,979	2

<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>	<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>
-0,804	-0,102	2	1,518	0,218	3
-1,235	1,280	2	-0,286	-0,233	3
0,167	1,990	2	-0,198	1,462	3
0,714	-1,561	2	1,676	-0,246	3
-1,662	0,520	2	0,999	-0,094	3
-0,241	0,199	2	-0,045	-1,053	3
0,484	1,062	2	0,977	-0,089	3
0,484	1,062	2	-1,325	0,859	3
-1,161	0,147	2	0,365	1,763	3
-1,164	-0,878	2	1,761	0,423	3
-0,918	0,352	2	0,816	-0,650	3
-0,038	-0,275	2	-0,518	1,365	3
-0,759	-0,113	2	0,365	1,763	3
-0,241	0,199	2	0,365	1,763	3
-1,886	-0,715	2	-0,204	-0,589	3
-0,601	-0,577	2	0,045	1,667	3
-0,694	1,587	2	1,382	0,677	3
-0,219	0,194	2	-0,444	0,232	3
0,201	0,177	3	1,605	1,912	3
-0,767	-0,890	3	0,999	-0,094	3
0,359	-0,287	3	0,679	-0,190	3
1,376	-1,373	3	0,521	0,274	3
1,600	-0,138	3	-0,926	-0,426	3
0,113	-1,517	3	0,586	1,973	3
-0,045	-1,053	3	-0,518	1,365	3
0,201	0,177	3	0,521	0,274	3
0,201	0,177	3	0,365	1,763	3
1,036	-0,440	3	1,042	1,611	3
0,496	-0,746	3	1,835	-0,711	3
0,561	0,953	3	1,602	0,887	3
0,337	-0,282	3	0,657	-0,185	3
-0,838	1,269	3	1,379	-0,348	3
-0,045	-1,053	3	0,605	0,943	3
1,217	-0,909	3	-1,404	-0,058	3
-0,275	1,570	3	0,023	1,672	3
1,560	-0,818	3	0,883	2,075	3
0,974	-1,114	3	2,081	0,519	3
0,496	-0,746	3	1,042	1,611	3
1,059	-0,445	3	0,518	-0,751	3
0,586	1,973	3	-0,521	0,340	3
1,696	-1,277	3	0,496	-0,746	3
0,906	2,070	3	1,143	0,224	3
1,379	-0,348	3	0,039	-0,384	3
0,359	-0,287	3	-1,246	-0,522	3
-0,204	-0,589	3	0,362	0,738	3
-0,767	-0,890	3	0,744	1,509	3
0,608	1,968	3	1,220	0,116	3
0,912	-1,788	3	1,761	0,423	3
1,447	2,376	3	0,521	0,274	3

<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>	<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>
0,881	1,050	3	0,201	0,177	3
1,062	0,580	3	0,042	0,641	3
1,084	0,575	3	0,719	0,489	3
1,084	0,575	3	1,282	0,790	3
1,062	0,580	3	0,337	-0,282	3
0,602	-0,082	3	0,496	-0,746	3
-0,207	-1,614	3	-0,683	-0,221	3
1,078	-1,475	3	1,121	0,230	3
0,203	1,202	3	-0,119	0,081	3
0,838	-0,655	3	0,421	0,387	3
-0,043	-0,028	3	0,580	-0,077	3
0,903	1,045	3	0,424	1,412	3
1,062	0,580	3	0,359	-0,287	3
0,679	-0,190	3	0,900	0,020	3
0,362	0,738	3	1,526	0,995	3
1,356	-0,343	3	0,017	-0,379	3
0,521	0,274	3	0,421	0,387	3
1,602	0,887	3	-1,161	0,147	3
0,744	1,509	3	0,399	0,392	3
1,379	-0,348	3	0,719	0,489	3
-0,045	-1,053	3	0,359	-0,287	3
0,583	0,948	3	0,580	-0,077	3
0,521	0,274	3	-0,683	-0,221	3
0,042	0,641	3	0,804	1,158	3
1,305	0,785	3	1,302	-0,240	3
0,742	0,484	3	-0,844	-0,782	3
1,143	0,224	3	-0,439	-0,016	3
1,444	1,351	3	-0,278	0,545	3
0,116	-0,492	3	-0,278	0,545	3
1,062	0,580	3	1,367	1,460	3
-0,521	0,340	3	0,421	0,387	3
0,583	0,948	3	0,602	-0,082	3
-0,767	-0,890	3	0,104	1,316	3
0,985	0,689	3	0,039	-0,384	3
-0,119	0,081	3	-1,320	0,611	3
0,421	0,387	3	-0,938	1,382	3
-0,119	0,081	3	-0,278	0,545	3
0,985	0,689	3	0,580	-0,077	3
0,201	0,177	3	-1,566	-0,619	3
0,201	0,177	3	-0,595	1,473	3
-0,363	-0,124	3	0,082	1,321	3
-0,521	0,340	3	0,198	-0,848	3
-1,243	0,503	3	-0,057	0,755	3
0,272	-1,981	3	0,982	-0,336	3
-1,243	0,503	3	-0,779	0,918	3
-0,527	-1,710	3	-1,161	0,147	3
-0,003	0,652	3	0,804	1,158	3
1,674	-1,272	3	0,399	0,392	3
0,654	-1,210	3	0,716	-0,536	3

<b>Factor (1)</b>	<b>Factor (2)</b>	<b>Área</b>
-0,598	0,448	3
-0,057	0,755	3
-1,323	-0,414	3
-1,235	1,280	3
-1,323	-0,414	3
0,897	-1,006	3
-0,620	0,453	3
0,642	0,597	3
-0,886	0,254	3
-0,219	0,194	3
0,198	-0,848	3
-1,003	-0,317	3
0,241	0,857	3
-1,481	0,050	3
-0,759	-0,113	3
-2,608	-0,553	3
-1,886	-0,715	3
-0,940	0,357	3
-1,161	0,147	3
-0,281	-0,480	3
-0,759	-0,113	3
-0,238	1,224	3
-1,798	0,979	3
-1,235	1,280	3
-0,442	-1,041	3
-2,449	-1,017	3
-1,481	0,050	3
-0,281	-0,480	3
-0,439	-0,016	3
-0,122	-0,945	3
-0,601	-0,577	3
-0,082	-0,265	3
0,124	0,285	3
0,484	1,062	3
-0,281	-0,480	3
-1,258	1,285	3
0,322	0,501	3
-1,251	-2,573	3
-1,569	-1,644	3
-1,164	-0,878	3
-1,235	1,280	3
-0,759	-0,113	3
-1,481	0,050	3
-0,196	0,189	3
-0,759	-0,113	3
-0,057	0,755	3

**Anexo I-4:** Exemplos dos usos determinados no mapa de uso e cobertura do solo. A- Floresta em Estágio Inicial de Sucessão (FSI), B- Floresta em Estágio Médio/Avançado de Sucessão (FSMA), C- Solo exposto, D- Bananeira, E- Bambuzal; F- Eucalipto, G- Floresta mista com eucalipto, H- Sombra (parte escura), I- Campo (pasto limpo), J- Campo (pasto sujo) e K- Não classificado.



**A**



**B**



C



D

ERROR: stackunderflow  
OFFENDING COMMAND: ~

STACK: