

4. Aspectos bióticos: a flora da bacia hidrográfica

4.1 Descrição da cobertura arbórea da bacia

Segundo o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, no período de 2011 a 2012, o levantamento e mapeamento realizado de toda a área de aplicação da Lei da Mata Atlântica mostrou que restam 8,5% da área original do bioma. Até o levantamento anterior, sem o Piauí, esse dado era de 7,9%. Se forem considerados todos os pequenos fragmentos de floresta natural acima de três hectares, o índice chega a 12,5% (disponível em <http://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/#.dpuf>).

A substituição da vegetação nativa, principalmente da cobertura florestal, em função da expansão das atividades agropecuárias, das malhas urbanas e do extrativismo, ocasionou a fragmentação das florestas, resultando na formação de pequenas manchas ou de fragmentos isolados (Dean, 1996; Fonseca & Rodrigues, 2000; Kronka, 2005), sendo que as áreas mais preservadas ficaram restritas basicamente às escarpas muito íngremes ou às altitudes elevadas, onde as práticas agrícola ou madeireira mostram-se inviáveis (SOS Mata Atlântica & Inpe, 2003).

As áreas de Mata Atlântica na bacia hidrográfica do rio Sesmaria compreendem as formações Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Floresta Estacional Semidecidual (FES). A primeira refere-se aos fragmentos florestais localizados no domínio montanhoso da serra da Bocaina com altitudes superiores a 800 metros. A FES está localizada no domínio das colinas, em altitudes que variam de 400 a 750 metros. Tais aspectos foram parcialmente confirmados segundo os dados do Atlas do Programa Biota/Fapesp (disponível em <http://sinbiota.cria.org.br/atlas/>).

A cobertura arbórea da bacia hidrográfica do rio Sesmaria ocupa cerca de 22% do território, ela é constituída por fragmentos florestais de diversos tamanhos e formas. A tabela abaixo traz a distribuição da cobertura arbórea nas diferentes classes de tamanho. É notável o elevado número de pequenos agrupamentos florestais com área inferior a 0,5 hectare. Analisando os remanescentes florestais com área superior a 3,0, conforme o executado no Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, verificou-se que a bacia do rio Sesmaria possui cerca de 114 fragmentos, que juntos somam 2.951 hectares, correspondendo a 19,7% da área da bacia hidrográfica. Destaque para o remanescente florestal de 1.200 hectares, que se estende nas montanhas em direção a Serra da Bocaina em São José do Barreiro.

Distribuição dos fragmentos florestais em classes de tamanho

Classe de tamanho (ha)	Quantidade	Total (ha)
< 0,5	484	83,00
0,5 - 1,0	119	86,64
1,0 - 3,0	124	212,82
3,0 - 5,0	30	114,54
5,0 - 10,0	37	279,12
10,0 - 30,0	34	609,92
30,0 - 50,0	8	312,47
> 50,0	5	1.635,07
Total	841	3.333,60

4.2 Importância e aplicações do estudo da flora para o manejo de bacias hidrográficas

A fitossociologia é um ramo da ciência que trata do estudo das comunidades vegetais por meio de descrição, análise e classificação. Abrange também o encontro de padrões de distribuição, inter-relações e análise dos fatores influentes. A essencialidade acerca do conhecimento da vegetação torna-se evidente quando se pensa nos diversos benefícios, usos e produtos (diretos e indiretos) que as comunidades vegetais fornecem aos seres humanos e aos demais seres vivos. As mesmas são peças fundamentais de sistemas ecológicos, por serem captadoras e transformadoras de energia, base da cadeia trófica, protetoras do solo, refúgio à fauna e reguladoras climática e hídrica.

O conhecimento da fitossociologia é aplicado a diversas atividades antrópicas, tais como a silvicultura, manejo de pastagem, conservação ambiental, busca do potencial uso da terra para fins agrícolas, entre outras aplicabilidades. Sendo assim, quanto maior e mais detalhado o estudo da vegetação, tanto em estrutura quanto em funcionalidade, maior serão os subsídios para o uso, manejo e conservação dos ecossistemas, que são essenciais à vida.

4.3 Método de amostragem dos fragmentos florestais

Para conhecermos a vegetação arbórea da bacia do rio Sesmária e alcançar o objetivo de propor uma lista de espécies para programas de produção de mudas e restauração florestal, os

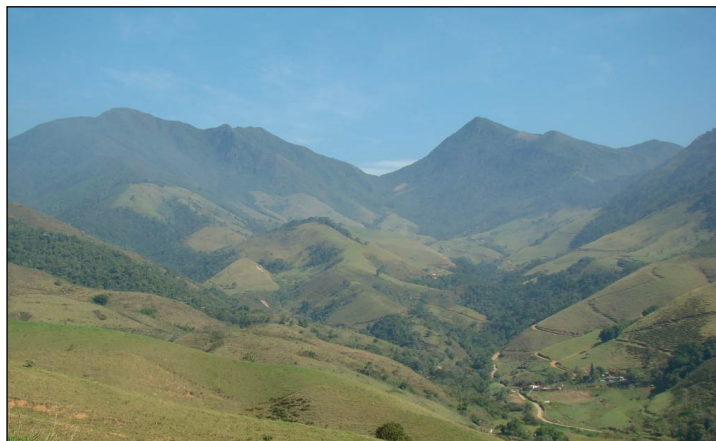
fragmentos florestais definidos para a amostragem, foram selecionados mediante a sua representatividade em relação aos estágios de regeneração e localização na bacia hidrográfica. Após esta etapa, os proprietários dos remanescentes foram contatados com o objetivo de informar sobre o Projeto Rio Sesmaria, suas atividades e a importância do seu fragmento para o desenvolvimento do projeto. Alguns fragmentos pré-selecionados tiveram que ser remanejados, pois os proprietários não concederam a autorização para a execução da atividade.

A metodologia adotada para a amostragem da flora arbórea presente nos remanescentes florestais consistiu em quarenta (40) unidades amostrais retangulares (10 metros x 40 metros) de 400 m² distribuídas nos fragmentos florestais selecionados.

A equipe de campo foi formada por um engenheiro florestal, uma botânica e um auxiliar de campo. As parcelas foram montadas no sentido de maior declive do terreno com o objetivo de amostrar uma maior diversidade de espécies. As unidades amostrais foram instaladas com o auxílio de bússola para averiguação do ângulo, canos de pvc para a marcação dos vértices e fitilho para a demarcação exata dos limites. Dois vértices de cada parcela foram georreferenciados com um GPS de navegação modelo Garmin 62s.

Em cada parcela foram registrados todos os indivíduos arbóreo-arbustivos com circunferência à altura do peito (CAP) igual ou superior a 15,7 cm. Cada indivíduo foi marcado com uma faixa de tinta vermelha, sendo registrado seu número, a espécie, o valor da CAP, medido com fita métrica e a altura total estimada, com auxílio de uma vara graduada.

Para as espécies não reconhecidas em campo, foram coletadas amostras de material botânico para posterior identificação. A identificação do material botânico foi realizada com a utilização de coleções botânicas já existentes nos Herbários do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), RBR do Departamento de Botânica da UFRRJ e também por meio de consultas à literatura e especialistas colaboradores.



Visão geral dos remanescentes de Floresta Ombrófila situada na serra de Formoso



Vista panorâmica da Floresta Ombrófila situada na serra de Formoso

4.4 Composição florística

Dentre os 2.628 indivíduos amostrados, foram encontradas 279 espécies, pertencentes a 163 gêneros e 58 famílias. Do total de espécies encontradas, 246 (88,17%) foram identificadas no nível específico, 27 (9,67%) permaneceram no nível genérico e 6 (2,15%) não identificadas. Com relação aos indivíduos amostrados, registrou-se 27 árvores mortas em pé e 56 foram classificadas como indeterminadas (Indet.) devido à inexistência e impossibilidade de coleta botânica do material vegetativo. No anexo 2 é apresentada a distribuição das famílias e espécies amostradas, organizadas em ordem alfabética de família, gênero e espécie

As famílias que apresentaram maior riqueza de espécie foram Fabaceae com 42 spp. (14,95% do total), Myrtaceae com 25 spp. (8,90% do total), Rubiaceae com 19 spp. (6,76% do total), Lauraceae com 17 spp. (6,05% do total), Euphorbiaceae com 13 spp. (4,63% do total) e Annonaceae com 12 spp. (4,27% do total). Juntas, estas seis famílias representaram 45,55% das espécies amostradas.

Os quinze gêneros de maior riqueza foram *Eugenia* e *Miconia* com sete espécies; *Casearia* com seis espécies, *Guatteria*, *Machaerium*, *Myrcia* e *Ocotea* com cinco espécies; *Aspidosperma*, *Croton*, *Cupania*, *Maytenus*, *Myrsine* e *Psychotria* com quatro espécies; *Allophylus* e *Annona* com três espécies.

Entre as 280 espécies amostradas, seis apresentaram alguma categoria de ameaça conforme a Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção (disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/grupo3fim.asp>). A *Melanoxylon brauna* Schott, *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth., *Euterpe edulis* Mart. e *Urbanodendron bahiense* (Meisn.) Rohwer são consideradas vulneráveis para o domínio da Mata Atlântica. Já espécie *Rudgea interrupta* Benth está em perigo de extinção.

Outras espécies que merecem destaque são: *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., *Aspidosperma tomentosum* Mart., *Brosimum guianense* (Aubl.) Huber, *Cariniana estrellensis*(Raddi) Kuntze; *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Guarea macrophylla* Vahl são apontadas como quase ameaçadas de extinção (QA) na lista de espécies da Resolução SMA 08 de 31-08-2008. Nesta mesma lei a *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll.Arg. é classificada como em perigo crítico (CR) e a *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. em perigo (EN) de extinção.

Um fato que merece destaque é uma espécie da família Myrtaceae coletada na parcela 29 na Floresta Ombrófila Densa na serra de Formoso. O material herborizado foi encaminhado para o especialista da família, Marcos Sobral, o qual informou a equipe do projeto que a espécie ainda não havia sido descrita. O pesquisador está elaborando o artigo científico para publicação da nova espécie.

4.5 Diversidade

A diversidade de espécies abrange dois conceitos importantes: a riqueza e a uniformidade, que podem ser obtidas por meio de uma escala hierárquica, desde diversidade genética até diversidade de ecossistemas (Brower & Zar, 1984; Odum, 1986).

A riqueza refere-se ao número de espécies na flora em determinada área, ao passo que a uniformidade está relacionada ao grau de dominância de cada espécie em uma área. Já a variação de espécies existentes entre comunidades pode ser representada e quantificada de diversas formas, a mais comum delas é utilizando índices de diversidade.

Para avaliar a diversidade da flora arbórea da bacia do rio Sesmaria empregou-se o índice de Shannon-Weaver (H'), Dominância de Simpson (C), Equabilidade de Pielou (J) e Coeficiente de Mistura de Jentscht (QM).

Índice de Shannon (H') - provém da teoria da informação (Ludwig & Reynolds, 1988) e fornece a ideia do grau de incerteza em prever qual seria a espécie pertencente a um indivíduo da população, se retirado aleatoriamente (Lamprecht, 1990). Quanto maior o valor de H' , maior a diversidade florística da área em estudo

Índice de Equabilidade de Pielou (J') - é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou, 1966). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

Índice de Simpson (S') - resultado da teoria das probabilidades e utilizado em análises quantitativas de comunidades biológicas. Este índice fornece a ideia da probabilidade de se

coletar aleatoriamente dois indivíduos da comunidade, e obrigatoriamente pertencerem a espécies diferentes (Gorenstein, 2002). O valor calculado de S' ocorre na escala de 0 a 1, sendo que os valores próximos de 1 indicam menor diversidade.

Quociente de Mistura de Jentsch (QM) - ele representa o número total de espécies, em relação ao número de indivíduos amostrados, encontradas no povoamento. Quanto maior a mistura, ou seja, maior numerador, maior será a diversidade. Podendo assim realizar comparações entre comunidades.

Os resultados das análises dos índices apontam uma elevada diversidade da comunidade arborea da bacia, uma vez que a bacia hidrográfica agrega duas formações florestais com composição florística distinta.

Índice de diversidade florística da bacia hidrográfica do rio Sesmaria

Índice de diversidade	Valor
Shannon-Weaver (H')	4,879
Simpson (C)	0,013
Equabilidade de Pielou (J)	0,866
Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)	0,114

4.6 Fitossociologia: estrutura horizontal

A partir dos dados levantados, as medidas de densidade, freqüência, dominância, índices de valor de cobertura e de importância foram calculadas de acordo com as equações propostas por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

A população amostrada resultou em 2.628 indivíduos, com uma densidade de 1.729 indivíduos/há e área basal de 40 m²/ha. O número de árvores mortas representou 4,75 % da amostragem, ou seja, 82 indivíduos/ha.

As dez espécies mais abundantes na bacia hidrográfica são *Amaioua intermedia*, *Brosimum guianense*, *Cupania ludowigii*, *Astrocaryum aculeatissimum*, *Amaioua pilosa*, *Xylopia brasiliensis*, *Myrsine umbellata*, *Piptadenia gonoacantha*, *Sorocea bonplandii* e *Myrcia splendens*. Entre elas somente a *Xylopia brasiliensis* e *Myrcia splendens* não se apresentaram entre as dez com maior índice de valor de importância. Dentre as dez de maior densidade, constatou que apenas as espécies *Astrocaryum aculeatissimum*, *Xylopia brasiliensis*, *Sorocea bonplandii* e *Myrcia splendens* não estão entre as dez de maior dominância em área basal. Por último, verificou se que

apenas as espécies *Amaioua pilosa*, *Myrsine umbellata*, *Piptadenia gonoacantha*, não se apresentaram entre as dez mais frequentes, entre as dez de maior densidade. Portanto, entre as espécies mais abundantes, todas apresentaram correspondência em, pelo menos, um dos descritores da estrutura, densidade, dominância e frequência.

4.7 Classificação da vegetação nos estágios de regeneração em função da legislação

Considerando a Resolução Conama n. 6, de 4 de maio de 1994 e Resolução Conama n. 1, de 31 de janeiro de 1994 que definem os estágios de regeneração da vegetação secundária da Mata Atlântica para o estado do Rio de Janeiro e São Paulo respectivamente, os fragmentos amostrados pertencem ao estágio médio de regeneração pois apresentaram diâmetro médio inferior a 20 cm e altura média variando entre quatro e doze metros. Porém analisando a composição florística, alguns fragmentos apresentaram gêneros e espécies que caracterizam o estágio avançado com ocorrências como *Aspidosperma*, *Ocotea*, *Ficus*, *Pouteria*, *Geonoma*, *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Euterpe edulis* Mart., *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. e *Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret.

Para apoiar a classificação dos fragmentos quanto ao estágio de regeneração foram utilizados dois procedimentos de análise da vegetação, com o auxílio do software PC-ORD versão 4.14 (McCune & Mefford, 1999).

A associação de técnicas como a análise de correspondência retificada (Detreded Correspondence Analysis - DCA) e a análise divisiva de espécies (Twinspan) permite classificar os grupos amostrais, de acordo com as espécies frequentes nas áreas amostradas.

A DCA desenvolvida por Hill & Gauch (1980), possui a finalidade de ser aplicada em estudos ecológicos de comunidades, auxiliando no conhecimento de padrões ambientais e na formulação de possíveis hipóteses das relações espécie-ambiente.

A DCA utiliza dados florísticos de cada amostra, realocando-os ao longo dos eixos de ordenação. Assim a importância de cada eixo é descrita pelos "eigenvalue" ou autovalores, que representam a relativa contribuição de cada componente (variável), em explicar o total de variação dos dados (Kent & Coker, 1992).

Twinspan (Two-way indicator species analysis) é uma análise em cluster divisiva, que classifica grupos amostrais, de acordo com as espécies recorrentes nas áreas amostradas. Originalmente o autor desta análise a utilizou como indicadora de espécie. Posteriormente descreveu melhor esta terminologia, dando um atributo de análise dicotômica de ordenação (Hill,

1973). A técnica de Twinspan normalmente encontra-se associada a DCA, sendo encontrada numa série de trabalhos.

No primeiro momento aplicou-se a DCA, com o objetivo de representar graficamente a relação dos remanescentes amostrados, frente aos dados quantitativos florísticos - matriz L, ajudando na discriminação dos ambientes. Por fim, com a análise divisiva do Twinspan, houve a formação de grupos semelhantes a que constituíam a presença de espécies padrão nas áreas, expressos graficamente por um cladograma.

A DCA apresentou uma variação total (inércia) de 5.4668. Segundo Gomide (2004), esta inércia é uma medida total de variância de um conjunto de dados, podendo ser relacionada ao movimento de tendência do ambiente em estar sempre em dinâmica, ou prestes a sofrer mudanças. Seus valores são ordenados em três eixos, que representam graficamente a variação estudada no espaço.

A classificação dos fragmentos amostrados em grupos selecionados pela técnica multivariada divisiva Twinspan, onde espécies preferenciais ditam a formação de ambientes de seu interesse (Gomide, 2004), formaram 6 grupos, sendo que o grupo 1 (G1) compreende os fragmentos 1 e 7, o grupo 2 (G2) os fragmentos 2, 4, 5 e 9 o grupo 3 (G3) os fragmentos 3 e 8, o grupo 4 (G4) os fragmentos 6, o grupo 5 (G5) os fragmentos 11 e 12, o grupo 6 (G6) os fragmentos 10, 13 e 14.

Na primeira divisão, as florestas estacionais semidecíduais (FES) foram separadas do conjunto dos fragmentos de florestas ombrófila densa (FOD), sendo que as principais espécies responsáveis pela divisão foram *Vochysia tucanorum* Mart., *Maytenus glaucescens* Reissek, *Croton floribundus* Spreng., *Psychotria vellosiana* Benth. e *Prunus myrtifolia* (L.) Urb., presentes somente na FOD. Dentro desta formação florestal constituíram-se dois grupos, G5 e G6. A altitude dos fragmentos foi o fator que ditou a separação, sendo que nos fragmentos 11 e 12 (G6), com cotas altimétricas superiores a 1.000 metros, a *Myrsine umbellata* Mart., a *Lamanonia ternata* Vell. e a *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. apresentaram preferência.

Corroborando os dois métodos e baseado na descrição qualitativa dos ambientes amostrados, o grupo formado pelo método DCA mostrou-se mais consistente para a classificação dos estágios de regeneração. O agrupamento dos fragmentos F3 e F14, de distintas fisionomias florestais, aconteceu devido à dominância de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr em ambos os fragmentos, e as espécies *Platypodium elegans* Vogel e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan nos remanescentes, respectivamente. Além disso, os dois remanescentes apresentaram características de estágio inicial de regeneração, como fina camada de serapilheira, baixa diversidade, lianas herbáceas e sub-bosque escasso. Vale a ressalva de que no fragmento 14

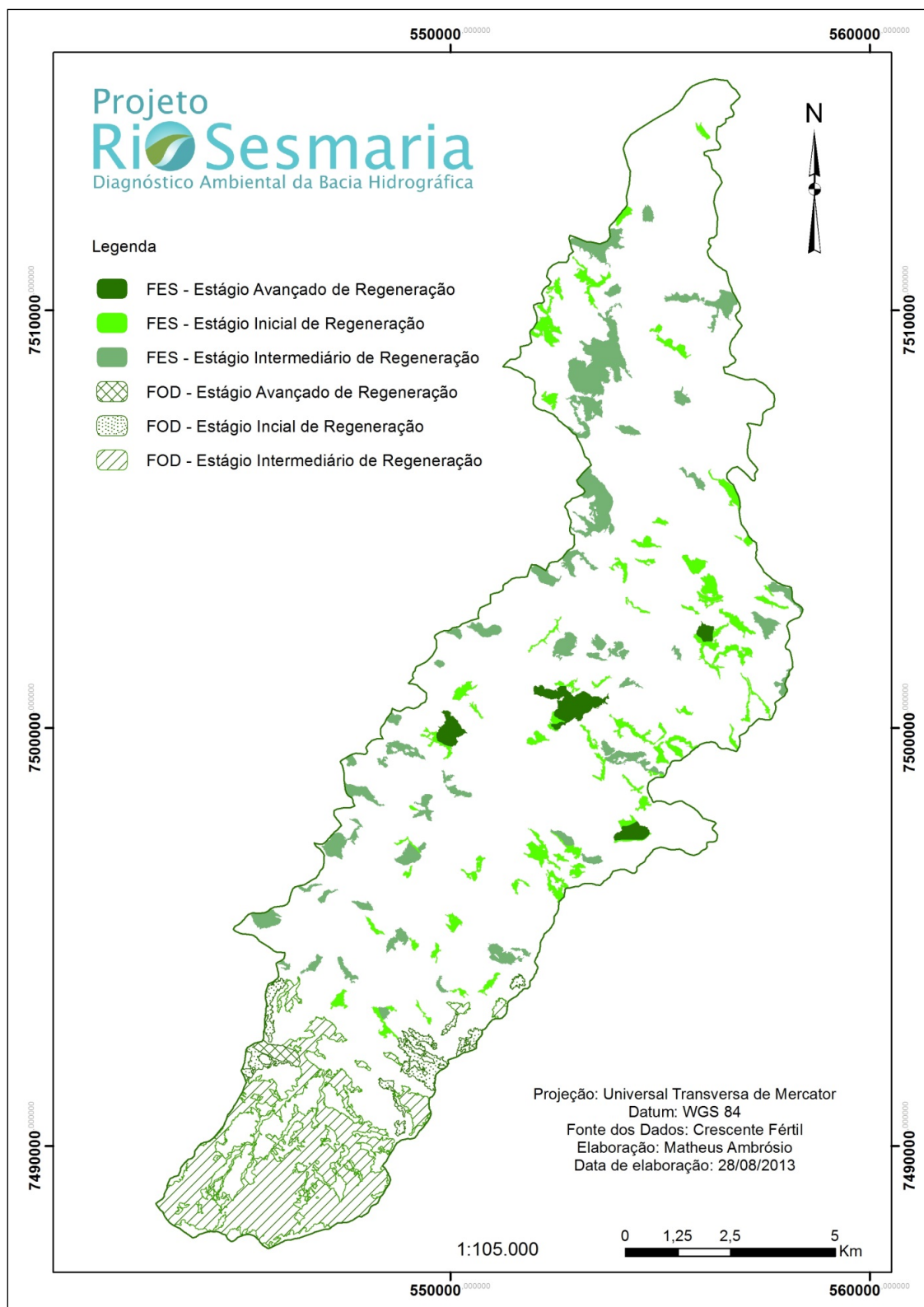
houve a ocorrência de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, espécie indicadora de estágio avançado, porém trata-se de indivíduos jovens com o DAP em torno de 6,5 cm.

O mapa adiante apresenta os remanescentes florestais secundários da bacia hidrográfica com área superior a três hectares, quanto ao estágio de regeneração natural. Para a sua construção foram utilizadas as informações dos dados analisados (DCA e Twinspan), informações qualitativas de campo, Atlas do Programa Biota/Fapesp (disponível em: <http://sinbiota.cria.org.br/atlas/>) e Resolução Conama n. 388, de 23 de fevereiro de 2007.

De maneira geral, os remanescentes florestais da bacia hidrográfica do rio Sesmaria constituem em sua maior porção a vegetação secundária da Mata Atlântica em estágio intermediário de regeneração natural. Tanto na FES quanto na FOD, o estágio inicial de regeneração é caracterizado por florestas com baixa diversidade, reduzida área basal e presença marcante de ações antrópicas. Somente cinco fragmentos foram classificados como estágio avançado de regeneração, quatro destes estão na FES e um na FOD; trata-se de remanescentes com estrutura, presença de espécies indicativas e características peculiares.

Quantitativo da vegetação secundária nos estágios inicial, intermediário e avançado de regeneração da Mata Atlântica na bacia hidrográfica do rio Sesmaria

Formação Florestal / Estágio de Regeneração	Área (ha)
Floresta Estacional Semidecidual - Estágio Inicial de Regeneração	538,80
Floresta Estacional Semidecidual - Estágio Intermediário de Regeneração	834,16
Floresta Estacional Semidecidual - Estágio Avançado de Regeneração	149,63
Floresta Ombrófila Densa - Estágio Inicial de Regeneração	162,32
Floresta Ombrófila Densa - Estágio Intermediário de Regeneração	1.233,46
Floresta Ombrófila Densa - Estágio Avançado de Regeneração	32,77
TOTAL	2.951,13



4.8 Lista de espécies indicadas para programa de produção de mudas e restauração florestal

A seleção das 185 espécies indicadas para programas de produção de mudas e restauração florestal na bacia hidrográfica do rio Sesmaria foi baseada nos parâmetros fitossociológicos de valor de importância (VI%) e valor de cobertura (VC%) estimados mediante a amostragem das 40 parcelas distribuídas nos remanescentes florestais da região de estudo. Estes parâmetros representam a importância ecológica da espécie na área amostrada.

Espécies arbóreas observadas em bordas de mata e ambientes não florestais (pastagem, estradas, nascentes degradadas, fazendas etc.) e não registradas nas unidades amostrais foram incluídas na lista devido ao potencial de colonização em áreas antropizadas.

A lista é composta por família, nome científico, nome popular, classificação (CS) - pioneira (P), não pioneira (NP) e não classificada (NC), síndrome de dispersão das sementes (SD) - anemocoria (ANE), zoocoria (ZOO), autocoria (AUT) e não classificada (NC), formação florestal de ocorrência - Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Estacional Semidecidual (FES), onde (+) ocorrência consultada em literatura e (preenchimento em verde) ocorrência constada pelo Projeto Rio Sesmaria, categoria de ameaça de extinção - vulnerável (VU), em perigo (EN).

Foram usados como referência bibliográfica e base de dados: Stehmann (2009), Freitas (2010), Oliveira-Filho (2010), Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção (disponível em <http://www.biodiversitas.org.br/>), Red List-IUCN (disponível em <http://www.iucnredlist.org/>) e Resolução SMA 8, de 31 de janeiro de 2008.

Os remanescentes florestais da bacia hidrográfica foram classificados quanto às formações florestais a partir da composição florística dos fragmentos amostrados e dados do Atlas do Programa Biota-Fapesp (disponível em <http://sinbiota.cria.org.br/atlas/>). O mapa das formações florestais aliado à lista apresentada no Anexo 6 do Relatório Final, fornecem ao usuário a visualização da ocorrência geográfica de cada espécie em função das tonalidades de verde adotadas, auxiliando a seleção adequada do grupo de espécies a ser utilizado na restauração florestal de diferentes localidades da bacia hidrográfica.

4.9 Conclusões

A flora arbórea da bacia hidrográfica apresenta elevada diversidade, sendo composta por vegetação secundária da Mata Atlântica em diferentes estágios de regeneração. A amostragem exploratória utilizando quarenta unidades amostrais (10 m x 40 m) possibilitou a coleta de dados

de 2.628 indivíduos distribuídos em 279 espécies pertencentes a 163 gêneros e 58 famílias. O estudo realizado fornece informações preciosas sobre a comunidade arbórea dos remanescentes florestais da região do Médio Vale do Paraíba, território onde poucos estudos florísticos foram realizados até o momento.

A utilização dos parâmetros fitossociológicos, índice de valor de importância e índice de valor de cobertura, proporcionou a seleção de 185 espécies indicadas para programas de produção de mudas e restauração florestal na bacia. Após uma breve consulta a viveiros da região, verificou-se que estes estão estruturados para fornecer apenas cerca de quarenta espécies contidas na lista elaborada pelo Projeto Rio Sesmaria. Para que ações futuras de restauração florestal na bacia hidrográfica se desenvolvam fundamentada em princípios ecológicos, é essencial que as espécies selecionadas sejam, na medida do possível, incorporadas ao planejamento anual de produção de mudas e sementes dos principais fornecedores de mudas instaladas na região do Vale do Paraíba.

Diante dos resultados obtidos, fica evidente a necessidade de ações que visem a conservação e preservação da Mata Atlântica na bacia hidrográfica, uma vez que foram constatadas a presença de espécies com diferentes graus de ameaça de extinção e ocorrência de uma espécie ainda não descrita na literatura específica.