

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA EM MATA
CILIAR NATIVA E RESTAURADA ÀS MARGENS DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA SALTO
SANTIAGO, ESTADO DO PARANÁ**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FELIPE FIUZA DE LIMA

IRATI-PR

2017

FELIPE FIUZA DE LIMA

**FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA EM MATA CILIAR NATIVA E
RESTAURADA ÀS MARGENS DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA
SALTO SANTIAGO, ESTADO DO PARANÁ**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual do Centro-Oeste,
como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciências Florestais,
área de concentração em Manejo
Florestal, para a obtenção do título de
Mestre.

Prof.^a . Dr.^a. Andrea Nogueira Dias
Orientadora

Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho
Coorientador

Prof.^a . Dr.^a. Eneida Martins Miskalo
Coorientadora

IRATI-PR

2017

Catálogo na Fonte
Biblioteca da UNICENTRO

L732f	LIMA, Felipe Fiuza de. Florística e fitossociologia em mata ciliar nativa e restaurada às margens do Reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago, Estado do Paraná / Felipe Fiuza de Lima. – Irati, PR : [s.n], 2018. 108f. Orientadora: Prof ^a . Dr ^a . Andrea Nogueira Dias Coorientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho Coorientadora: Prof ^a . Dr ^a . Eneida Martins Miskalo Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Área de Concentração em Manejo Florestal. Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR. 1. Ciências Florestais. 2. Floresta Estacional Semidecidual. 3. Floresta Ombrófila Mista. I. Dias, Andrea Nogueira. II. Figueiredo Filho, Afonso. III. Miskalo, Eneida Martins. IV. UNICENTRO. V. Título.
-------	--

CDD 634.95

TERMO DE APROVAÇÃO

Defesa Nº 107

Felipe Fiuza de Lima

“Florística e fitossociologia em mata ciliar nativa e restaurada às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago, Estado do Paraná”

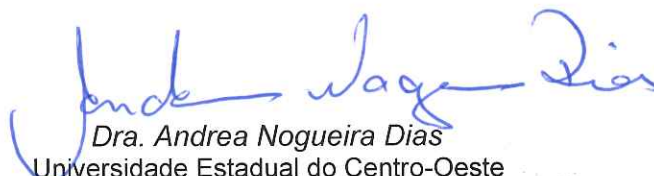
Dissertação aprovada em 12/05/2017 como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:



Dr. Thiago Floriani Stepka
Universidade do Estado de Santa Catarina
Primeiro Examinador



Dr. Pedro Higuchi
Universidade do Estado de Santa Catarina
Segundo Examinador



Dra. Andrea Nogueira Dias
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora

Irati - PR
2017

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus, o dono da história, engenheiro do Universo.

Agradeço aos meus pais, Eziquel e Inês, e também aos meus irmãos Eder e Cleunice, por serem base forte ao longo da caminhada.

Ao Jonis e a Raquel, representando a empresa Verdes Lagos Prestadora de Serviços, estendo a todos os funcionários da empresa que contribuíram na coleta de dados e atividades relacionadas.

A Engie Brasil Energia, na pessoa do Sr. Leocir, Clóvis e do Anderson Gibathe, que cederam a área para a pesquisa, assim como nos custos relacionados à coleta de dados.

Ao estagiário e novo amigo Adriano Babiuk que foi muito dedicado nas atividades de campo, também a Karen Wantroba que auxiliou nas pesquisas.

Aos amigos que fiz durante esse período e que muito contribuíram para o desenvolvimento do trabalho, Carla Mussio, Edson Serpe, Emílio Ruiz, Lucas Zappia, Luciano Lanssanova, Mailson Roik, Natália Gaiad, Patricia Denkewicz e Tiago Grespan.

A professora e orientadora Andrea Nogueira Dias que foi muito importante na condução do trabalho, estendo também aos professores Afonso e Eneida que foram coorientadores do trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais - PPGF da Universidade Estadual do Centro-oeste do Paraná, pela oportunidade, assim como ao órgão financiador Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, que subsidiou parte desta pesquisa.

Todos os amigos que fiz durante o mestrado, com grande carinho pelo pessoal da disciplina de Fitogeografia e Ecologia Florestal da UFPR, na pessoa do Professor Franklin Galvão e Yoshiko Saito Kuniyoshi, que se mostraram serem mestres no sentido mais completo da palavra.

Gratidão é a palavra que resume tudo!

SUMÁRIO

Lista de anexos	i
Lista de figuras	ii
Lista de tabelas	iv
Resumo	v
Abstract	vi
1. Introdução	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. Revisão bibliográfica	5
3.1 Formações vegetais	5
3.2 Floresta Ombrófila Mista (FOM).....	5
3.3 Floresta Estacional Semidecidual (FES)	8
3.4 Matas ciliares	10
3.4.1. Principais fatores que causam a degradação da mata ciliar.....	11
3.4.2 Consequências da remoção da mata ciliar	12
3.4.3 Recuperação de áreas ciliares	12
3.5 Avaliação florística e fitossociológica	14
3.6 Análise estatística multivariada	15
4. Material e métodos	17
4.1 Localização	17
4.2 Área remanescente e restaurada.....	18

4.2.1 Histórico das áreas de estudo	18
4.3 Amostragem.....	19
4.4 Aspectos físicos e bióticos.....	23
4.4.1 Clima.....	23
4.4.2 Geologia	23
4.4.3 Pedologia	24
4.5 Processamento dos dados	24
4.6 Avaliação florística e fitossociológica	25
4.7 Levantamento estrutural	25
4.8 Suficiência amostral para o inventário florístico	26
4.9 Análise multivariada	34
5. Resultados e discussão.....	36
5.1 Análises florísticas	36
5.1.1 Área Remanescente	36
5.1.2 Área restaurada	54
5.1.3 Considerações gerais sobre as áreas – remanescentes e restaurada.....	67
5.2 Análise multivariada	72
5.2.1 Estoque 1	72
5.2.2 Estoque 2	76
5.2.3 Estoque 3	78
6. Conclusões	81
7. Referências bibliográficas.....	82
Anexos.....	95

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Lista das espécies plantadas no projeto de restauração	95
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Reservatório da UHSS, porção que envolve o município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.	17
Figura 2: Croqui demonstrando as possibilidades do Estoque 2 (20 possibilidades) e do Estoque 3 (200 possibilidades), serem alocados dentro do Estoque 1 (100 m x 20 m).	20
Figura 3: Imagens GEOWEB (2005) dos locais onde as parcelas (P) foram instaladas: a) P1 e P2 ; b) P3 e P4; c) P5 e P6; d) P7; e) P8.....	21
Figura 4: Imagens GEOWEB (2012) dos locais onde as parcelas (P) foram instaladas: a) P1 e P2 ; b) P3 e P4; c) P5 e P6; d) P7; e) P8.....	21
Figura 5 - Locais onde as parcelas (P) foram instaladas: Comunidade remanescente a) P1, c) P3, e) P5, g) P7, h) P8 ; Comunidade restaurada: b) P2, d) P4 e f) P6.....	22
Figura 6: Curva de rarefação do fragmento de floresta secundária em estágio médio de regeneração nas margens do reservatório.....	37
Figura 7: a) relação entre a dominância relativa e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies na comunidade remanescente do estoque 1. b) relação entre o total de espécies e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies na comunidade remanescente do estoque 1.....	47
Figura 8: a) relação entre a dominância relativa e o grupo ecológico das espécies na comunidade remanescente do estoque1. b) relação entre o total de espécies e o grupo ecológico das espécies na comunidade remanescente do estoque 1.....	47
Figura 9: Distribuição diamétrica do estoque 1 da comunidade remanescente.....	54
Figura 10: a) relação entre a dominância relativa e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada. b) relação entre o total de espécies e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada.....	61
Figura 11: a) relação entre a dominância relativa e o grupo ecológico das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada. b) relação entre a o total de espécies o grupo ecológico das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada.....	61
Figura 12: Distribuição diamétrica – comunidade restaurada do estoque 1.....	67

Figura 13: a) distribuição das espécies nos estoques de acordo com o grupo ecológico na comunidade remanescente. b) distribuição das espécies nos estoques de acordo com o grupo ecológico na comunidade restaurada. c) distribuição das espécies nos estoques de acordo com a formação fitogeográfica das espécies na comunidade remanescente. d) distribuição das espécies nos estoques de acordo com a formação fitogeográfica das espécies na comunidade restaurada.....	69
Figura 14: Dendrograma de classificação para o estoque 1 construídos por meio de uma matriz de abundância de espécies em 80 parcelas localizadas em remanescentes nativos (números do eixo “x” escritos em verde) e restaurados (números do eixo “x” escritos em laranja) na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.....	74
Figura 15: Dendrograma de classificação para o estoque 1 construídos por meio de uma matriz de composição de espécies em 80 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.....	75
Figura 16: Dendrograma de classificação para o estoque 2 construídos por meio de uma matriz de abundância de espécies em 8 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.....	77
Figura 17: Dendrogramas de classificação para o estoque 2 construídos por meio de uma matriz de composição de espécies em 8 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.....	77
Figura 18: Dendrograma de classificação para o estoque 3 construídos por meio de uma matriz de composição abundância de espécies em 8 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu-PR... ..	79
Figura 19: Dendrograma de classificação para o estoque 3 construídos por meio de uma matriz de composição de espécies em 8 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística descritiva e suficiência amostral para área basal (G) e número de árvores por hectare no fragmento remanescente..	38
Tabela 2 – Composição florística observada nos fragmentos remanescentes, indicando as espécies com respectiva classificação nos grupos ecológicos (GE) e formações vegetais predominantes, em função do estoque na APP do reservatório da UHSS (Rio Bonito do Iguaçu-PR).....	40
Tabela 3 - Resumo dos parâmetros fitossociológicos na área de APP do reservatório da UHSS – Estoque 1 do fragmento remanescente	50
Tabela 4 – Estimativas dos parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP do reservatório da UHSS – estoque 1 da comunidade remanescente.....	50
Tabela 5 – Tabela resumo dos índices de diversidade florística observados na área de APP do reservatório da UHSS – comunidade nativa do estoque 2.....	53
Tabela 6 - Composição florística observada nos fragmentos restaurados, indicando as espécies com respectiva classificação nos grupos ecológicos (GE) e formações vegetais predominantes, em função do estoque na APP do reservatório da UHSS (porção que envolve o município de Rio Bonito do Iguaçu-PR)..	56
Tabela 7 - Resumo dos índices observados na área de APP do reservatório da UHSS – comunidade restaurada do estoque 1.	62
Tabela 8 - Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP do reservatório da UHSS – estoque 1 da comunidade restaurada.	63
Tabela 9 - Resumo dos parâmetros fitossociológicos observados na área de APP do reservatório da UHSS – comunidade restaurada do estoque 2.....	64
Tabela 10 – Estimativas dos parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP do reservatório da UHSS – Estoque 2 da comunidade restaurada	65

RESUMO

Felipe Fiuza de Lima. Florística e fitossociologia em mata ciliar nativa e restaurada às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago, Estado do Paraná.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura florística e fitossociológica da área de preservação permanente (APP) do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago, rio Iguaçu, Sudoeste do Estado do Paraná, comparando fragmentos de floresta secundária em estágio médio de regeneração (remanescente) com fragmentos restaurados com espécies nativas, em área de transição entre Floresta Estacional Semidecidual (FES) com a Floresta Ombrófila Mista (FOM). Foram instaladas parcelas de 2.000 m² nas duas tipologias para avaliar a comunidade arbórea acima de 10 cm de DAP (diâmetro a altura do peito), denominado estoque 1, subparcelas de 100 m² para avaliar os indivíduos menores do que 10 cm de DAP e com mais de 3 metros de altura (estoque 2) e ainda subparcelas de 10 m² para avaliar a regeneração natural contabilizando indivíduos entre 0,3 m e 3 m de altura (estoque 3). Ao todo foram amostrados 1 hectare na área remanescente e 0,6 hectare na área restaurada. O levantamento florístico e fitossociológico mostrou que a maior parte das espécies que ocorrem na APP do reservatório da UHSS é de ocorrência natural nas duas formações fitogeográficas, FES e FOM, evidenciando que a área está localizada em uma região de tensão ecológica ou ecótono. Porém na comparação direta entre espécies exclusivas de cada formação, a FES tem mais representantes do que a FOM. Ao todo foram encontradas 62 espécies arbóreo-arbustivas pertencentes a 27 famílias botânicas. A família Fabaceae foi a mais diversa em ambas as comunidades. No entanto em relação à abundância, a família com maior representatividade foi a Sapindaceae, que em todos os estoques das duas comunidades, exceto no estoque 1 da área restaurada, foi a família que teve mais representantes, com destaque para a espécie *Cupania Vernalis*. Por meio da matriz de abundância, constatou-se que há similaridade entre a densidade dos estratos regenerantes entre as comunidades, no entanto em relação a composição de espécies, ainda há diferenças entre as comunidades. As espécies *Cupania vernalis* e *Matayba elaeagnoides*, apresentaram uma alta capacidade de regeneração natural nestes locais, sendo indicadas para áreas a serem restauradas, principalmente em pesquisa de adensamento.

Palavras-chave: Áreas restauradas; mata ciliar; ecótono; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Ombrófila Mista.

ABSTRACT

Felipe Fiuza de Lima. Floristic and phytosociology in native and restored ciliary forest on the banks of the Salto Santiago Hydroelectric Power Plant, State of Paraná.

The purpose of this work was to evaluate the floristic and phytosociological structure of the permanent preservation area of the Salto Santiago Hydroelectric Power Plant reservoir, located at the lower course of Iguçu river, southwest of Paraná State, comparing fragments of secondary forest in the middle stage of regeneration (remnant) with fragments restored with native species, in the transition between the the Seasonal Semideciduous and the Mixed Ombrophyllous Forest. 2,000 m² plots were installed in both typologies to evaluate the tree community above 10 cm of DBH (diameter at breast height), called stock 1, subplots of 100 m² to evaluate individuals smaller than 10 cm of DBH and with more of 3 meters high (stock 2) and still subplots of 10 m² to evaluate the natural regeneration counting individuals between 0.3 and 3 m high (stock 3). In all were sampled 1 hectare in the remaining area and 0.6 hectare in the restored area. The floristic and phytosociological survey showed that most of the species that occur in the permanent preservation area of the UHSS reservoir are naturally occurring in the two phytogeographic formations, Seasonal Semideciduous and the Mixed Ombrophyllous Forest, showing that the area is in a region of ecological or ecotone tension. However, in the direct comparison between exclusive species of each formation, the Seasonal Semideciduous forest has more representatives than the Mixed Ombrophyllous Forest. In all, 62 tree-shrub species belonging to 27 botanical families were found. The Fabaceae family was the most diverse in both communities. However, in relation to abundance, Sapindaceae was the most representative family, which in all stocks of the two communities, except in stock 1 of the restored area, was the family that had more representatives, especially the species *Cupania Vernalis*. Through the abundance matrix, it was found that there is similarity between the density of the regenerating strata between the communities, however in relation to the species composition, there are still differences between the communities. The species *Cupania vernalis* and *Matayba elaeagnoides*, presented a high capacity of natural regeneration in these places, being indicated for areas to be restored, mainly in densification works.

Keywords: Restored areas; riparian forest; ecotone; Semideciduous Seasonal Forest; Mixed Ombrophyllous Forest.

1. INTRODUÇÃO

A matriz elétrica brasileira é composta principalmente por fontes renováveis, com destaque para a energia hidráulica, obtida de usinas hidrelétricas. Fato esse que coloca o Brasil com destaque mundial no cenário de energia limpa (BRASIL, 2015).

Atualmente o Brasil produz 81,7 % de sua energia elétrica, a partir de fontes renováveis (BRASIL, 2017), sendo que a maior parte é proveniente de usinas hidrelétricas (UHE's).

No Brasil têm sido construídas inúmeras usinas hidrelétricas, localizadas nas principais bacias, principalmente do rio Amazonas, dos rios Tocantins-Araguaia, do rio São Francisco, dos rios Paraná-Paraguai, dentre outras (SOUZA *et al.*, 2009).

O processo de geração de energia em hidrelétricas consiste em aproveitar o potencial hidráulico existente em um rio. Para isso há necessidade da formação de reservatórios artificiais e conseqüentemente, torna-se necessária, ambientalmente e legalmente, a manutenção de faixas ciliares de vegetação no entorno desses reservatórios.

A Usina Hidrelétrica Salto Santiago (UHSS) se enquadra no artigo 62 do novo código florestal, Lei 12.651/2012. Este dispositivo legal dispõe que a faixa da Área de Preservação Permanente (APP) dos reservatórios artificiais de água, destinados à geração de energia ou abastecimento público e que foram registrados ou tiveram seus contratos de concessão ou autorização assinados anteriormente à Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, será a distância entre o nível máximo operativo normal e a cota máxima maximorum.

O nível d'água máximo maximorum de um reservatório corresponde à sobrelevação máxima do nível d'água, medida a partir do nível d'água máximo operacional, disponível para a passagem de ondas de cheia (LOPES *et al.*, 2002).

Essa área marginal ao redor dos reservatórios e suas ilhas tem a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Resolução CONAMA Nº 302).

A UHSS situa-se no curso médio do rio Iguazu, no Estado do Paraná. A bacia hidrográfica do rio Iguazu é considerada uma das mais importantes do Estado do Paraná, pelo seu papel histórico e extensão de áreas drenadas. De 1882 até 1953, o rio Iguazu foi navegado por barcos a vapor, em um trecho de 239 km do Segundo Planalto paranaense, entre os

municípios de Porto Amazonas e União da Vitória. Esse transporte fluvial aproximou regiões longínquas em pleno ciclo econômico da erva-mate e da madeira, exercendo um papel preponderante na colonização e ocupação no território (AMAZONAS, 1973; REISEMBERG, 1973; MAACK, 2002; BONNET, 2006).

A área abrangida pelos reservatórios é caracterizada pela ocorrência de dois importantes ecossistemas: a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual. Na faixa altitudinal entre 500 e 700 metros s.n.m. ocorre a mistura entre essas tipologias (TRACTEBEL ENERGIA e ECSA, 2002). A vegetação associada ao rio Iguaçu faz parte de duas unidades fitogeográficas principais, influenciadas pelos gradientes altimétricos e pelo clima. Ela acompanha o rio quando este corre em planícies com dimensões variáveis, como também quando o seu curso é direcionado por falhas, dependendo da litotipia e dos processos tectônicos predominantes (BONNET, 2006).

A região de transição entre duas ou mais comunidades é denominada de ecótono. Nessas áreas, frequentemente ocorre maior riqueza e diversidade de espécies, em função da coexistência das floras de diferentes ecossistemas (BIANCHI *et al.*, 2012).

Em função da antropização das áreas de preservação permanente (APP's) legalmente constituídas ao longo de todo o perímetro do reservatório, definida conforme a legislação vigente (Lei nº 12.651/2012), a empresa responsável pela concessão da usina iniciou em agosto de 2005 um processo contínuo de plantio de espécies nativas na área de influência de seus reservatórios visando a recomposição florestal das áreas marginais ao reservatório.

Com a formação do reservatório da UHSS, a elevação do nível d'água passou a ter uma influência direta sobre uma área biológica e fisicamente diferente da encontrada nas margens do antigo curso do rio. O isolamento de áreas como as ilhas formadas e a nova faixa marginal, destinadas à preservação permanente, resultaram em locais propícios para se estudar as interações da dinâmica do desenvolvimento vegetacional e sua relação com o solo e o novo ambiente (PEZZATTO, 2004).

O processo de recuperação de áreas de matas ciliares depende de vários fatores, dentre os quais se destacam: o grau de modificação em relação ao ambiente natural, as espécies que serão plantadas, a obtenção de propágulos, a distribuição dessas espécies no novo ambiente e a participação da sociedade (RIBEIRO e SCHIAVINI, 1998). Dessa maneira é importante o conhecimento das espécies que ocorrem naturalmente na região, para que nos trabalhos de

recomposição, sejam corretamente selecionadas as espécies para a introdução nesses ambientes.

Diversos estudos têm avaliado o desenvolvimento de reflorestamentos implantados com espécies nativas, com base em diferentes parâmetros relacionados com as florestas em formação (COLMANETTI *et al.*, 2013). Porém, trabalhos que objetivam avaliar como ocorre a recuperação desses ecossistemas quando são reflorestados são menos comuns (ROCHA *et al.*, 2015).

Portanto, ainda não se pode afirmar se esses reflorestamentos conseguirão efetivamente constituir um novo ecossistema capaz de se regenerar e abrigar a fauna do mesmo modo que as florestas naturais.

Dessa forma, são importantes os estudos que avaliam a fitossociologia e a interação entre as espécies existentes nos fragmentos da região, a fim de balizar os trabalhos de recomposição das matas ciliares.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar as formações vegetais remanescentes e restauradas das margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago, na porção que envolve o município de Rio Bonito do Iguaçu.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar a riqueza, composição florística e fitossociologia nas formações vegetais;
2. Comparar quantitativa e qualitativamente as formações restauradas com as formações remanescentes;
3. Analisar o desenvolvimento de espécies florestais plantadas junto à margem do reservatório;

4. Agrupar as parcelas inventariadas em função da composição florística e da abundância, usando análise multivariada;
5. Verificar os processos sucessionais por meio da análise da regeneração natural de espécies arbóreas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Formações vegetais

Segundo Roderjan *et al.* (2002), o estado do Paraná, com apenas 2,5% da superfície brasileira, detém em seu território a maioria das principais fitofisionomias que ocorrem no país. Originalmente 83% de sua superfície eram cobertos por florestas. Os 17% restantes eram ocupados por formações não-florestais (campos e cerrados), completados por vegetação pioneira de influência marinha (restingas), fluviomarinha (mangues) e flúvio-lacustre (várzeas), e pela vegetação herbácea do alto das montanhas (campos de altitude e vegetação rupestre) (MAACK, 1968).

Segundo ITCG (2009) são observadas duas formações de vegetação florestal com ocorrência no terceiro planalto paranaense: a Floresta Ombrófila Mista (FOM) (Floresta com Araucária) e a Floresta Estacional Semidecidual (FES) (Floresta Tropical Subcaducifólia).

Segundo o levantamento fitogeográfico feito por Maack (1950), a cobertura da região Centro-Sul, onde está o município de Rio Bonito Do Iguazu, era 63 % de FOM original, 24 % de Campos Naturais e 13 % de FES alterada e aluvial. Em função dos desmatamentos decorridos da ocupação do território, houve redução nos recursos florestais, onde esse valor corresponde a 16,0 % da cobertura original da região (IPARDES, 2004).

A região abrangida pelos reservatórios é caracterizada pela ocorrência de dois importantes ecossistemas paranaenses: a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual. Na faixa altitudinal entre 500 e 700 metros s.n.m. ocorre a mistura entre essas tipologias. A Floresta com Araucária predomina nos terrenos de maior altitude e a Floresta Estacional Semidecidual avança através das áreas mais baixas, normalmente nos fundos de vale (MACEDO NETO *et al.*, 2009 – Não publicado).

3.2. Floresta ombrófila mista (FOM)

A floresta com Araucária, ou Floresta Ombrófila Mista, constitui um ecossistema regional complexo e variável, abrigando muitas espécies, algumas das quais endêmicas desta tipologia florestal (KLEIN, 1963). No Brasil, a área original de Floresta Ombrófila Mista é de aproximadamente 200.000 km², (MAACK, 1968), ocorrendo com mais intensidade nos

Estados do Paraná (40%), Santa Catarina (31%), Rio Grande do Sul (25%), apresentando manchas esparsas no sul de São Paulo (3%), internando-se até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (KLEIN, 1960). Até mesmo as extensas áreas contínuas de Floresta Ombrófila Mista eram, em alguns pontos, interrompidas por manchas de campos naturais, os quais se mostram como remanescentes das alterações climáticas ocorridas durante o Quaternário (BIGARELLA, 1964; KLEIN, 1960).

A Floresta Ombrófila Mista, é inconfundível fisionomicamente devido à presença da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que é típica e caracterizadora dessa unidade fitogeográfica, formando uma cobertura muito peculiar, por vezes, contínua, dando a impressão de tratar-se de uma formação uniestratificada.

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida por Floresta com Araucária, é a formação florestal característica da região Sul do Brasil, com porções na região sudeste e em países vizinhos como o Paraguai e Argentina (RODERJAN *et al.*, 2002). Esta é considerada parte do Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2006) e por ser historicamente muito devastado por ações antrópicas, possui severas restrições quanto ao seu manejo e supressão (SCHIKOWSKI *et al.*, 2015).

Estima-se que apenas 0,8% da área original da Floresta Ombrófila Mista se encontra em estágio primário ou avançado, sendo que ainda que distribuição espacial desses remanescentes se apresente dispersa e em fragmentos pequenos e médios, não superior a 5.000 hectares (FUPEF, 2001; SCHIKOWSKI *et al.*, 2015).

Dentre as atividades de maior relevância que contribuíram para a redução da área dessas formações florestais tem-se a intensa exploração madeireira de pinheiro (*Araucaria angustifolia*) e imbuia (*Ocotea porosa*) e os desmatamentos para a expansão da agricultura (RONDON NETO *et al.*, 2002).

Segundo IBGE (2012), a FOM apresenta distribuição em função da altitude e da latitude característica de cada região e apresenta quatro formações distintas: Aluvial, em terraços antigos associados à rede hidrográfica; Submontana, constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 m; Montana, de 400 m até aproximadamente 1000 m de altitude; e Altomontana, situada a mais de 1000 m de altitude.

No Paraná, a região com ocorrência das Araucárias principia no primeiro planalto, imediatamente a oeste da Serra do Mar, estendendo-se também pelo segundo e pelo terceiro

planalto. Os capões dos Campos Gerais, dos Campos de Guarapuava, Palmas e Laranjeira do Sul são associações florísticas da Araucária (MAACK, 2002).

Para Assis e Ivanauskas (2012), esta unidade fitoecológica possui estrutura bem definida e é bem estratificada. O estrato emergente é formado exclusivamente pelas copas de Araucária, que atingem em média 30 m de altura, mas podem chegar a 40 m. O dossel apresenta cerca de 15-20 m e é formado predominantemente por espécies latifoliadas de Myrtaceae e Lauraceae e pelo pinheiro bravo (*Podocarpus lambertii*), que, nessa formação, só perde em valor de importância para a própria Araucária (*Araucaria angustifolia*). Para Reitz e Klein (1966) a predominância de *Podocarpus lambertii* se verifica nos capões situados nos campos de Curitiba, avançando até 40 km ao sul desta cidade. O epifitismo também é presente e evidenciado pela abundância de musgos e líquens, bromélias e orquídeas (ASSIS e IVANAUSKAS, 2012).

De acordo com Leite (1994), ao longo das áreas de distribuição natural da Araucária é possível distinguir dois grupos distintos de comunidade a ela associados. O primeiro é formado por uma distribuição esparsa da Araucária por sobre um bosque contínuo, onde 70 a 90% pertencem às espécies imbuia (*Ocotea porosa*), que é a mais representativa, canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), canela-preta (*Nectandra megapotamica*), canela fogo (*Cryptocarya aschersoniana*) acompanhadas da sapopema (*Sloanea monosperma* e *Sloanea lasiocoma*) podendo estas apresentar uma alta frequência, da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) e da erva-mate (*Ilex paraguariensis*). O segundo grupo é formado por um estrato superior bastante denso pela espécie Araucária sobre um estrato de 60 a 80% de folhosas, principalmente das espécies canela-lageana (*Ocotea pulchella*), que é a espécie dominante, canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), canela-guaicá (*Ocotea puberula*), canela-fedida (*Nectandra grandiflora*), camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*) e camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), acompanhadas da casca-d'anta (*Drimys brasiliensis*), do pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*), pimenteira (*Cinnamodendron dinisii*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) e diversas Myrtaceas e Aquifoliaceas.

De acordo com Roderjan *et al.* (2002), a Floresta Ombrófila Mista Montana ocorre por meio de associações entre as diferentes espécies que compõe a unidade fitogeográfica, onde são comumente observadas: *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso, *O. puberula* (Rich.) Nees, *O. pulchella* (Lauraceae), *Cinnamodendron dinisii* (Schwacke) Occhioni (Canellaceae), *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex

Eichler (Podocarpaceae), *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae), *Cedrela fissilis* (Meliaceae), *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Myrtaceae), *Matayba elaeagnoides* Radlk. (Sapindaceae), *Sloanea lasiocoma* K. Schum. (Elaeocarpaceae), *Luehea divaricata* Mart. (Malvaceae), *Mimosa scabrella* Benth., *Dalbergia brasiliensis* Vogel (Fabaceae), *Jacaranda puberula* Cham. e *Handroanthus albus* (Cham.) Sandwith (Bignoniaceae).

Nos estratos inferiores observam-se representantes de Myrtaceae, especialmente dos gêneros: *Myrcia*, *Eugenia*, *Calypttranthes* e *Gomidesia*, acompanhados de Salicaceae (*Casearia* e *Xylosma*), Sapindaceae (*Allophylus* e *Cupania*), Rutaceae (*Zanthoxylum*), Symplocaceae (*Symplocos*) e Aquifoliaceae (*Ilex*). Ocorrem com frequência fetos arborescentes de *Dicksonia* e *Cyathea* e gramíneas cespitosas *Chusquea* e *Merostachys* (RODERJAN *et al.*, 2002).

Watzlawick *et al.* (2005), estudando a composição e estrutura do componente arbóreo (DAP \geq 10 cm) de um fragmento (0,28 hectares) de FOM no município de General Carneiro, Paraná, computou 39 espécies distribuídas em 31 gêneros e 21 famílias botânicas.

Silvestre (2009), em um levantamento no município de Boa Ventura de São Roque-PR, em uma amostra de 0,5 ha (5000m²) com DAP \geq 5 cm, listou 1422 indivíduos de 49 espécies, pertencentes a 28 famílias e 44 gêneros. O mesmo autor ainda relata que em pesquisa realizada no município de Guarapuava -PR, em uma amostra de 0,5 ha (5000 m²) e medindo indivíduos com DAP \geq 5 cm, foram registrados 557 indivíduos, distribuídos em 65 espécies, 31 famílias e 49 gêneros.

3.3. Floresta estacional semidecidual (FES)

O conceito ecológico da Floresta Estacional Semidecidual (FES), segundo IBGE (2012), é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional que determina a queda parcial da folhagem da cobertura florestal. Na zona tropical, associa-se à região marcada por acentuada seca hiberna e por intensas chuvas de verão; na zona subtropical, correlaciona-se a clima sem período seco, porém com inverno bastante frio (temperaturas médias mensais inferiores a 15° C), que determina repouso fisiológico e queda parcial da folhagem.

A FES é constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catafilos ou pelos) e cujas folhas adultas são esclerofilas ou membranáceas decíduais. A porcentagem das árvores caducifólias no conjunto florestal, e não das espécies

que perdem as folhas individualmente, situa-se, ordinariamente, entre 20% e 50% (IBGE, 2012). Em relação à diversidade arbórea, Ramos *et al.* (2008) citaram para a Estação Ecológica do Caetetus, estado de São Paulo, cerca de 238 espécies. Gasper *et al.* (2013), identificaram nas florestas estacionais decíduais de Santa Catarina, 204 espécies.

A Floresta Estacional Semidecidual, ora denominada Mata Atlântica de Interior ou Floresta Estacional Semicaducifólia, entre outras denominações, é um dos subtipos florestais que compõem o Bioma Mata Atlântica, especialmente nas regiões a oeste da Serra do Mar, com áreas expressivas em São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná e em manchas menores em outros estados, chegando até a alguns países vizinhos, como o Paraguai e a Argentina (RAMOS *et al.*, 2008).

Hatschbach e Ziller (1995), Roderjan *et al.* (2002) e IBGE (2012) relatam que esta formação subdivide-se, no Paraná, em Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (planícies dos rios), Submontana (abaixo de 600 m de altitude) e montana (geralmente no ecótono entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual).

No Paraná, tais florestas estendem-se desde o norte até porções do sudoeste, sendo que, nestas áreas, limitam-se ao curso dos rios de maior extensão. Em regiões mais planas e de solos que podem ser identificados como basálticos com solos lateríticos, popularmente conhecido por Terra Roxa, caracterizam-se por apresentar árvores que atingem até 50 metros de altura, sem formar cobertura superior continua. Os troncos das "árvores emergentes" são grossos e de fuste comprido. Formada principalmente por representantes das famílias Lauraceae, Meliaceae, Fabaceae e Rutaceae, sob o qual se desenvolve um sub-bosque constituído por arvoretas das famílias Euphorbiaceae, Moraceae, Rubiaceae e Arecaceae (LACTEC, 2010).

No estado do Paraná ocorrem três subclasses de formação da FES (ITCG, 2009): a formação Aluvial, restrita nas várzeas do rio Paraná e dos seus afluentes, na porção Noroeste do Estado; a formação Montana, subordinada a Serra da Esperança, na porção Norte e, nas faixas entre a FOM Montana e a FES Submontana, na região Oeste. Finalmente, tem-se a formação Submontana, que é o subgrupo mais representativo da vegetação do oeste paranaense e está distribuída ao longo de toda a bacia hidrográfica dos rios Paranapanema e Paraná, estendendo-se desde o nordeste até o extremo oeste, no município de Foz do Iguaçu.

A Floresta Estacional Semidecidual foi a mais prejudicada por ações antrópicas, restando aproximadamente 4% da cobertura, pois o Paraná era originalmente coberto por

aproximadamente 84,7% de formações florestais (FONTOURA, 2007; SOS MATA ATLÂNTICA, 2010).

Segundo o IBGE (2012), essa tipologia florestal é caracterizada por possuir dominância de gêneros amazônicos de distribuição brasileira como, por exemplo, *Parapiptadenia*, *Peltophorum*, *Cariniana*, *Lecythis*, *Handroanthus*, *Astronium* e outros de menor importância.

De acordo com Roderjan *et al.* (2002) esta formação florestal apresenta geralmente indivíduos de *Peltophorum*, *Enterolobium*, *Parapiptadenia*, *Cordia*, *Gallesia*, *Balfourodendron*, *Holocalyx* e *Cedrela*.

Paula *et al.* (2002) estudando a composição e estrutura do componente arbóreo (acima de 15 cm de CAP) de fragmentos florestais de FES em Viçosa-MG encontraram 94 espécies, distribuídas em 77 gêneros e 32 famílias botânicas, em 1 hectare de área amostrada.

3.4. Matas ciliares

Mata ciliar também é conhecida como mata de galeria, mata de várzea, vegetação ou floresta ripária (SEMA, 2016). Atua protegendo as nascentes de água e os animais aquáticos, evitando a erosão das margens, funcionando como filtro aos agentes poluidores, servindo de refúgio às aves e animais, favorecendo a criação de corredores de biodiversidade para o movimento da fauna, assim como para a dispersão vegetal, promovendo o repovoamento faunístico das matas artificiais, fornece o alimento para a fauna aquática e silvestre ribeirinha preservando e recuperando a biodiversidade da flora, é de grande importância para a preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos (DURIGAN; SILVEIRA, 1999; ALCALÁ *et al.*, 2006; MARTINS, 2005; FUNVERDE, 2009; GASPARINO *et al.*, 2006).

As matas ciliares, pela sua localização na bacia hidrográfica, podem fazer a conexão entre fragmentos maiores, facilitando o fluxo genético entre populações, aumentando a chance de sobrevivência em longo prazo das comunidades biológicas, de suas espécies, dos processos ecológicos e produtivos (MARTINS, 2001).

Os ecossistemas ripários, de maneira geral, sofrem constantes perturbações naturais e ou antrópicas e convivem com a dinâmica erosiva e de sedimentação dos cursos d'água, absorvendo, assim, os impactos que ocorrem na bacia hidrográfica (VAN DEN BERG e OLIVEIRA FILHO, 2000).

Considerando que as matas ciliares são fundamentais para o equilíbrio ambiental, a sua recuperação pode trazer benefícios muito significativos sob vários aspectos. Em escala local e regional, as matas ciliares protegem a água e o solo, proporcionam abrigo e sustento para a fauna e funcionam como barreiras, reduzindo a propagação de pragas e doenças em culturas agrícolas. Em escala global, as florestas em crescimento fixam carbono, contribuindo para a redução dos gases do efeito estufa (BARBOSA *et al.*, 2006).

Para solos com superfície desprotegida que sofre ação de compactação, a capacidade de infiltração pode diminuir dramaticamente, resultando em maior escoamento superficial (TUCCI e CLARKE, 1997).

D'Armada *et al.* (2011) afirmaram que reservatórios com extensa área superficial apresentam pistas de ventos propícias à geração de ondas pelo vento. A ação das ondas causa transformações na linha de margem por meio de processos de abrasão e ruptura dos taludes, cuja maior ou menor taxa de avanço está associada às características geológico-geotécnicas das encostas, da posição do lençol freático, da configuração do relevo e do uso e ocupação das margens. Entre tantas vantagens da mata ciliar, a manutenção ou recomposição dessa vegetação, é importante fator de preservação das margens para o caso específico das erosões provocadas pelas ondas.

Levantamentos florísticos em remanescentes de florestas ciliares, realizados em diferentes regiões do Brasil, evidenciam a diversidade dessas áreas quanto à composição e estrutura florística e fitossociológica, como resultado da heterogeneidade ambiental que apresentam (SANCHEZ *et al.*, 1999). Desse modo, o conhecimento e o entendimento da complexa dinâmica que envolve as florestas podem ser compreendidos através de levantamento florístico, sendo que a identidade das espécies é o começo para a compreensão de todo o processo de um ecossistema (MARANGON *et al.*, 2003).

3.4.1. Principais fatores que causam a degradação da mata ciliar

Segundo Noffs *et al.* (2000) área degradada pode ser definida como um ambiente modificado por uma obra de engenharia ou submetido a processos erosivos intensos que alteram suas características originais além dos limites de recuperação natural dos solos, exigindo assim, a intervenção do homem para a sua recuperação.

Além do processo de urbanização, as matas ciliares sofrem pressão antrópica também por uma série de fatores. São áreas diretamente afetadas por construção de hidrelétricas, abertura de estradas em regiões com topografia acidentada e implantação de culturas agrícolas e de pastagem (MARTINS, 2001).

Silva, Oliveira e Silva (2012) descreveram que práticas inadequadas da agricultura e da pecuária são grandes responsáveis pela degradação ambiental. Esta por sua vez, está diretamente ligada a ações antrópicas. Essas influências na natureza trouxeram grandes problemas, sobretudo aos ambientes mais frágeis, como as matas ciliares e os recursos hídricos em geral.

3.4.2. Consequências da remoção da mata ciliar

Uma vez retirada a mata ciliar, a água da chuva escoar mais rapidamente, carreando mais sedimentos, proporcionalmente à declividade. A percolação da água da chuva para o lençol freático também fica prejudicada quando o solo fica descoberto, vez que a mata ciliar auxilia na penetração da água no solo e, assim, na reposição da água subterrânea. Deve-se ressaltar que o sombreamento da água pela mata ciliar auxilia na manutenção da sua temperatura, fator de extrema importância para a biodiversidade e consequente regulação da qualidade e quantidade de água (ALTMAN, 2008).

Segundo Mello (1995), o processo de degradação de matas ciliares, além de desrespeitar a legislação, resulta em diversos problemas ambientais, pois as matas ciliares funcionam como filtros ao reter defensivos agrícolas e demais poluentes e sedimentos que seriam transportados até os cursos d'água, e assim afetariam quantitativamente e qualitativamente a água, a fauna aquática e consequentemente a população humana.

3.4.3. Recuperação de áreas ciliares

O processo de recuperação da floresta é bastante dinâmico, sendo resultante de uma série de fatores bióticos e abióticos do meio, em que se deve observar as exigências complementares de cada espécie. A regeneração de florestas mistas passa pelo conceito de sucessão secundária, entendendo-se como a substituição ordenada de espécies por meio do

tempo, em um dado local, até a formação de uma comunidade de plantas geralmente estável (MARTINS, 2005).

Barbosa *et al.* (2006) afirmaram que as pesquisas envolvendo diversos aspectos que possam garantir o sucesso dos reflorestamentos com perpetuação da floresta no tempo são ainda necessárias. Investigar os padrões e a dinâmica dos reflorestamentos heterogêneos com espécies nativas é importante na agilização dos processos de restauração (regeneração natural), visando diminuir esforços relacionados ao processo de recuperação de áreas degradadas, principalmente aqueles relacionados com as interações flora e fauna.

De acordo com Sousa Júnior (2005), no caso dos reservatórios artificiais, a nova margem passa a ser considerada como área de preservação permanente e deve ser revegetada com espécies nativas do local.

Dependendo da diferença de nível alcançada pelo reservatório, as novas margens se situam em áreas de encostas com tipos de solo e cobertura vegetal original composta por outro tipo de vegetação que não mata ciliar (SOUSA JÚNIOR, 2005). Nestas novas margens criadas pelo reservatório, algumas vezes, o ambiente não é favorável ao crescimento de espécies arbóreas, por apresentar características, como pequena profundidade e presença de camadas de impedimento, aliadas ao déficit hídrico e à baixa fertilidade, conforme Davide e Botelho (1999).

Dentre os fatores que influenciam no crescimento das árvores, destacam-se as características químicas e físicas do solo, o regime hídrico, a umidade do solo, a topografia e a competição com ervas daninhas. Além destes fatores, a vegetação presente na área é um bom indicador das condições do local (BOTELHO *et al.*, 1995).

Na condição ciliar, os fatores físicos do solo, determinados diretamente pelo comportamento hidrológico do local, são os principais condicionantes da distribuição e da composição de espécies, em contraste com os fatores químicos do sedimento, determinado indiretamente pela dinâmica do rio (JOHNSON *et al.*, 1985). Além disso, a variabilidade de solos que ocorrem em áreas de matas é muito alta, e, por vezes, a área sofreu processos de degradação e pode ter perdido as suas propriedades anteriores ou serão altamente alteradas, não suportando a implantação das mesmas espécies anteriormente existentes (MARTINS, 2005).

Segundo Faria (1996), o êxito dos projetos de recuperação destas áreas por meio de reflorestamentos mistos depende, entre outras coisas, da escolha correta das espécies.

O uso da sucessão ecológica na implantação de florestas mistas é a tentativa de dar, à regeneração artificial, um modelo seguindo as condições com que ela ocorre naturalmente na floresta (KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

3.5. Avaliação florística e fitossociológica

O levantamento florístico caracteriza-se por ser um método qualitativo, cuja metodologia empregada na maioria dos casos é resultante de visitas frequentes aos locais de estudo de maneira a percorrer a maior área possível para coleta de material botânico fértil (BRITZ *et al.*, 1995; LEONI e TINTE, 2004; CERVI *et al.*, 2007).

Segundo Rodrigues e Pires (1988), um estudo fitossociológico não é somente conhecer as espécies que compõem a flora, mas também como elas estão arranjadas, sua interdependência, como funcionam, como crescem e como se comportam no fenômeno de sucessão.

Os índices florísticos são as ferramentas primárias para avaliação dos dados além de realmente descreverem o quão diverso um ambiente pode ser em comparação a outro. Através da fitossociologia pode ser avaliado o grau de desenvolvimento e a interação das espécies com o ambiente, as diferenças locais que ocorrem na vegetação, como resposta a diferenças do relevo, do solo e ainda do microclima da região. Um ambiente mais favorável a uma espécie, fornece condições de dominância sobre outras, e em função das exigências ambientais, contribui para a diversidade (RODE, 2008).

Oliveira e Amaral (2004) afirmaram que é de grande importância os estudos florísticos e fitossociológicos das florestas, pois estes colaboram para a conservação da diversidade, possibilitando o conhecimento do estado atual dos fragmentos e possíveis planos de recuperação. Os estudos possibilitam uniformizar os vários ambientes florísticos e fisionômicos, sendo eles atributos essenciais para a conservação e preservação, propondo um manejo florestal mais adequado.

Marangon *et al.* (2003) asseguraram que o conhecimento e o entendimento da complexa dinâmica que envolve as florestas pode ser compreendida através de levantamento florístico, sendo que, a identidade das espécies é o começo para a compreensão de todo o processo do ecossistema.

Em relação a biometria florestal, a medição de variáveis biométricas constitui-se em uma atividade básica e essencial nos trabalhos de inventário florestal. O inventário florestal é uma ferramenta que objetiva informar sobre os recursos madeireiros e não madeireiros de uma comunidade florestal. Essas informações servem como base para implantar planos de exploração e de manejo, além de formular políticas florestais (BERTOLA *et al.*, 2002).

As variáveis dendrométricas que podem ser obtidas de forma direta e indireta são o diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo; altura total e comercial e diâmetro da copa. Posteriormente, com estas informações torna-se possível mensurar área de copa em m²; área transversal em m² e por meio de equações de volume e relações hipsométricas, o volume e a altura, respectivamente (GOMES *et al.*, 2009).

Ebling (2012) afirma que a estrutura horizontal avalia o estoque em crescimento e a participação de cada espécie na comunidade, sua distribuição espacial, assim como, sugere quais das espécies assumem maior importância na floresta e quais espécies podem ser consideradas raras.

3.6. Análise estatística multivariada

O termo análise multivariada refere-se ao conjunto de técnicas estatísticas exploratórias, descritivas e inferenciais adotadas para analisar situações que envolvem grande número de variáveis simultaneamente (JAMES; McCULLOCH, 1990).

De acordo com Escofier e Pages (1992), os métodos de análise de dados multivariados têm comprovado amplamente sua eficácia no estudo de grandes massas de informação complexas. Tratam-se de métodos chamados de multidimensionais que permitem a confrontação entre duas ou mais variáveis. Pode-se, então, extrair as tendências mais sobressalentes e hierarquizá-las, eliminando os efeitos que perturbam a percepção global.

Segundo Hair *et al.* (2009), a análise estatística multivariada se refere a todas as técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas variáveis. A amostragem florestal oferece uma ampla gama de variáveis a se trabalhar, resultando em uma complexa matriz de dados de difícil interpretação. A estatística multivariada procura considerar todas as variáveis de forma integrada, onde são exploradas suas inter-relações originando soluções aos problemas propostos (FERREIRA, 2006).

As técnicas multivariadas de análise da vegetação geralmente produzem ordenações, em que as amostras são agrupadas de acordo com suas semelhanças em composição de espécies e as espécies são agrupadas por suas semelhanças na distribuição nas parcelas. A influência de fatores ambientais nos padrões encontrados é constatada posteriormente, confrontando-se os resultados com as variações ambientais levantadas nas amostras (CUNHA *et al.*, 2003).

A análise multivariada dispõe de um grande número de métodos e técnicas que utilizam simultaneamente todas as variáveis, entre elas a análise de agrupamento e a análise discriminante. Essas duas técnicas utilizadas em conjunto, tem ampla aplicabilidade na área florestal, principalmente no que diz respeito à floresta nativa, podendo classificar e discriminar espécies de diferentes sucessões e fitofisionomias e diferenciar grupos ecológicos (RODE, 2008).

A utilização de análises multivariadas em Ecologia busca reduzir uma grande quantidade de variáveis a poucas dimensões com o mínimo de perda de informações, possibilitando detectar os principais padrões de similaridade, de associação e de correlação entre as variáveis em estudo. Dessa forma, faz-se possível uma maior nitidez na detecção de padrões estruturais em ambientes naturais (PALMER, 2005 citado por FELFILI *et al.* 2011).

Henderson e Velleman (1981) afirmaram que não é mais possível obter um entendimento completo sobre ecologia sem algum conhecimento de análise multivariada, e que, o desconhecimento dos métodos multivariados pode inibir o avanço da ciência.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização

A área de estudo (Figura 1) está localizada no município de Rio Bonito do Iguaçu, estado do Paraná, nas margens e ilhas do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago, a qual se situa no curso médio do rio Iguaçu, no Estado do Paraná. Distante 340 km a oeste de Curitiba, entre os municípios de Rio Bonito do Iguaçu e Saudade do Iguaçu, com as coordenadas geográficas 25°36' de latitude sul e 52°37' de longitude oeste. Está situada a jusante da Usina Hidrelétrica Segredo e a montante da Usina Hidrelétrica Salto Osório. O reservatório tem aproximadamente 770 km de perímetro.

O reservatório da UHE Salto Santiago teve seu enchimento iniciado em setembro de 1979 e atingiu uma extensão da ordem de 80 km, com uma área aproximada de 208 km² (TRACTEBEL ENERGIA e ECSA 2002).

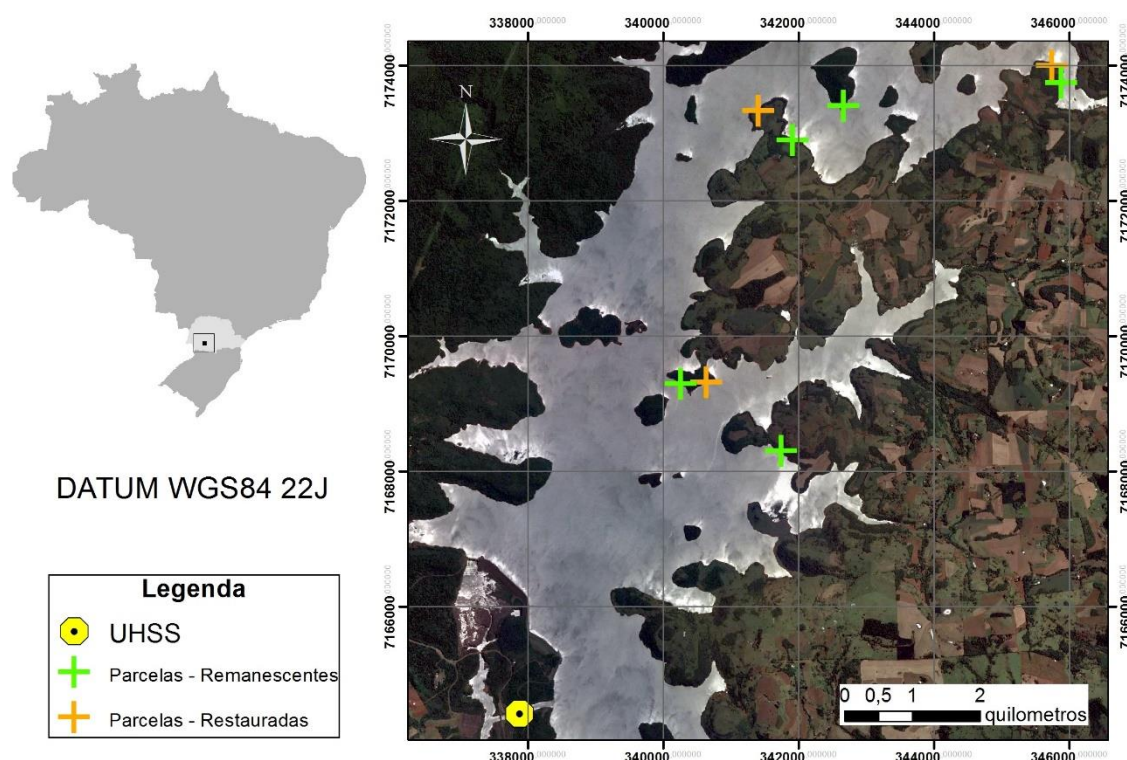


Figura 1: Reservatório da UHSS, região que envolve o município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.

4.2. Área remanescente e restaurada

A faixa correspondente à área de preservação permanente do reservatório da UHSS totaliza 473,58 hectares, dos quais 120,22 ha são ocupados por floresta secundária em estágio médio de regeneração, sendo que 56,70 ha destes estão localizados no município de Rio Bonito de Iguazu, estado do Paraná. Em relação às áreas restauradas, no referido município existem 10,94 ha, com homogeneidade quanto a idade (9 a 10 anos) e grau de perturbação.

4.2.1. Histórico das áreas de estudo

A faixa que compõe a margem do reservatório é um mosaico com diversos tipos de ocupação, abrangendo áreas com ocupação antrópica (agrícola e não agrícola) bem como áreas naturais (com floresta ou campos).

A região do reservatório, como já citado, caracteriza-se como um ecótono entre as formações Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, com predominância da FES. A vegetação original vem sendo retirada desde o início da colonização regional iniciada em meados do século XX (IPARDES, 2004). A devastação proporcionada, inicialmente por atividades madeireiras, depois por atividades de agricultura e pecuária, fragmentou a formação florestal formando compartimentos que se encontram em diferentes estágios sucessionais. Com a construção da hidrelétrica criou-se uma nova linha de margem, resultado do enchimento do reservatório, um novo ambiente foi formado, o qual passou a ter influência da área alagada.

Em função disso a empresa responsável pela concessão da usina diagnosticou as áreas com necessidade de recomposição florestal e a partir de agosto/2005, iniciou um processo contínuo de plantio de espécies nativas da região nas margens e ilhas do reservatório da UHSS.

Para esse estudo foi selecionado o município de Rio Bonito do Iguazu, devido ser o local onde estão as primeiras áreas abordadas pelo projeto de recomposição florestal. A área foi dividida em duas tipologias:

- Áreas remanescentes de floresta secundária em estágio médio de regeneração.
- Áreas restauradas com espécies nativas entre 2007 e 2009.

Segundo os relatórios de plantio (AMBIOTECH, 2009) disponibilizados pela empresa, foram realizados plantios nas áreas restauradas, utilizando-se espaçamentos variados (2 m x 2

m até 4 m x 3 m), conforme a necessidade de cada área. Em relação às espécies plantadas, há um rol com 55 espécies arbóreas nativas (anexo 1), tanto da FES quanto da FOM, utilizadas em todo o projeto, no entanto, não foram especificados quais e nem quantas espécies foram utilizadas em cada área.

Importante considerar que esses ambientes estão também sujeitos à ação de fatores bióticos (invasão por plantas daninhas, presença de gado, ação antrópica) e mesmo fatores abióticos (mudanças na hidrologia, variações no nível do reservatório) que interferiram eventualmente no processo de restauração dessas áreas.

4.3. Amostragem

Os dados utilizados nesse estudo são oriundos da primeira medição de parcelas permanentes de um experimento de pesquisa instalado na Área de Preservação Permanente (APP) do reservatório da UHSS, na porção que envolve o município de Rio Bonito do Iguazu-PR. Estas parcelas foram instaladas entre janeiro a outubro de 2016.

O planejamento e execução do inventário florestal foi realizado com base nas informações geradas por mapas elaborados por meio do Sistema Geoweb, que é uma ferramenta interna da usina que auxilia a gestão ambiental e sócio patrimonial da área que compreende o reservatório da UHSS. Esse portal dispõe de imagens via satélite que possibilitam o acompanhamento e rastreamento de toda extensão territorial do reservatório, inclusive com o registro de ocorrências, tais como danos ao meio ambiente e/ou ao patrimônio da empresa.

As parcelas foram distribuídas aleatoriamente, visando cobrir a variabilidade fisionômica e estrutural de todas as propriedades. A amostragem e coleta de dados para os estudos florísticos fitossociológicos foram divididas em três níveis de abordagem.

No primeiro nível, as estimativas referentes à vegetação arbórea, foram obtidas com uso de parcelas retangulares (Figura 2) com área de 2000 m² (20 m x 100 m), sendo que o comprimento maior está no sentido paralelo à margem do reservatório. Nesse nível de abordagem, denominado de **Estoque 1**, foram identificados e medidos todos os indivíduos arbóreos com diâmetros a 1,30 m do solo (DAP) maiores ou iguais a 10 cm.

No segundo nível de abordagem, foram instaladas subparcelas de 100 m² (10 m x 10 m) para avaliar o estoque dos indivíduos com DAP < 10 cm e com altura total igual ou superior a 3 m, foi denominado de **Estoque 2**.

No terceiro nível de abordagem, subparcelas de 10 m² (10 m x 1 m) foram instaladas para avaliar o estoque dos indivíduos com altura total inferior a 3 m e maiores que 0,3 m e foi denominado de **Estoque 3**. Estes procedimentos foram indicados por Figueiredo Filho *et al.* (2013).

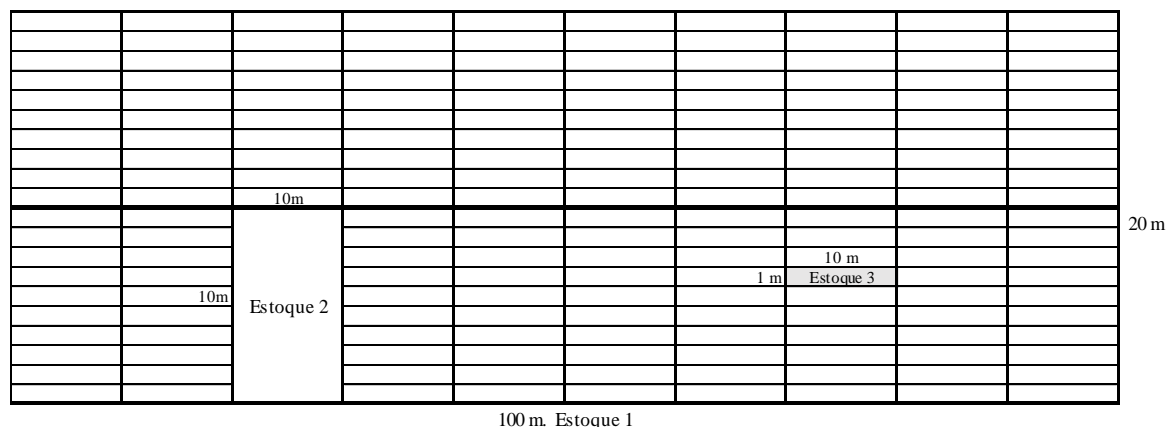


Figura 2: Croqui demonstrando as possibilidades do Estoque 2 (20 possibilidades) e do Estoque 3 (200 possibilidades), serem alocados dentro do Estoque 1 (100 m x 20 m).

Ao todo foram amostradas três parcelas na área de reflorestamento, totalizando 6.000 m² e cinco parcelas na área remanescente, totalizando 10.000 m² em fragmentos remanescentes de floresta secundária em estágio médio de regeneração. Em relação ao estoque 2, foram amostrados 500 m² (cinco subparcelas) na área remanescente e 300 m² na área reflorestada (três subparcelas). No estoque 3 foram amostrados 50 m² (cinco subparcelas) na área remanescente e 30 m² (três subparcelas) na área reflorestada.

As parcelas foram instaladas com auxílio de um GPS de navegação Garmin etrex 10, um aparelho de nivelamento Topcon AT-B4 e trenas. Para demarcação das parcelas permanentes, foram utilizados canos de PVC de aproximadamente 0,60 m de altura, os quais foram colocados em cada vértice da parcela e também nos pontos de 20, 40, 60 e 80 m de comprimento, para facilitar e auxiliar no controle da medição.

É possível observar um comparativo entre imagens de satélite do ano de 2005 (Figura 3) e de 2012 (Figura 4), permitindo a comparação da cobertura vegetal das áreas em cada ano. As parcelas alocadas em áreas remanescentes foram identificadas com a cor vermelha e as parcelas em áreas restauradas com a cor amarela.

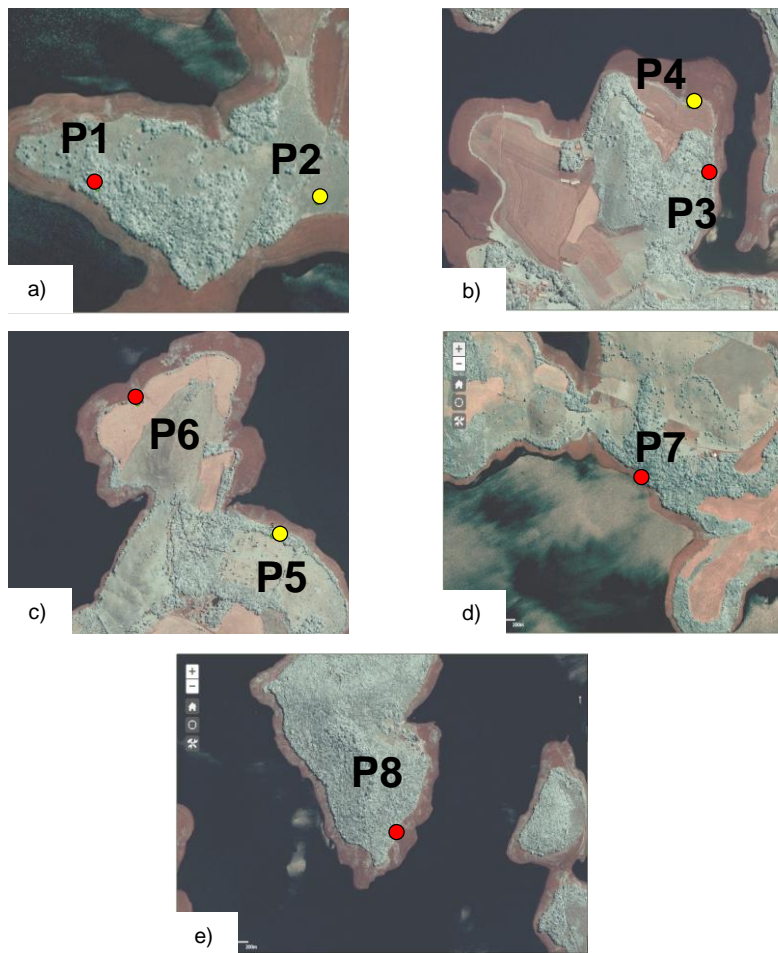


Figura 3: Imagens GEOWEB (2005) dos locais onde as parcelas (P) foram instaladas: a) P1 e P2 ; b) P3 e P4; c) P5 e P6; d) P7; e) P8

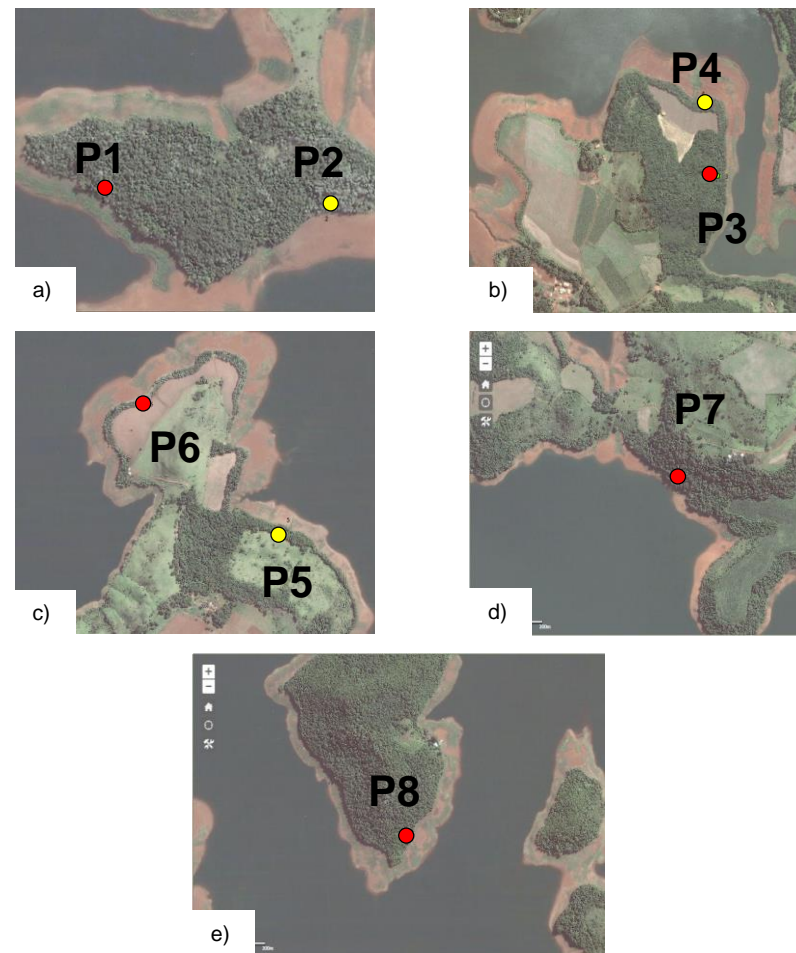


Figura 4: Imagens GEOWEB (2012) dos locais onde as parcelas (P) foram instaladas: a) P1 e P2 ; b) P3 e P4; c) P5 e P6; d) P7; e) P8

Os locais onde as parcelas foram instaladas foram pré-identificadas em mapas e no campo (Figura 5) foram feitas análises visuais da estrutura de cada fragmento, visando a obtenção de uma maior homogeneidade das parcelas.

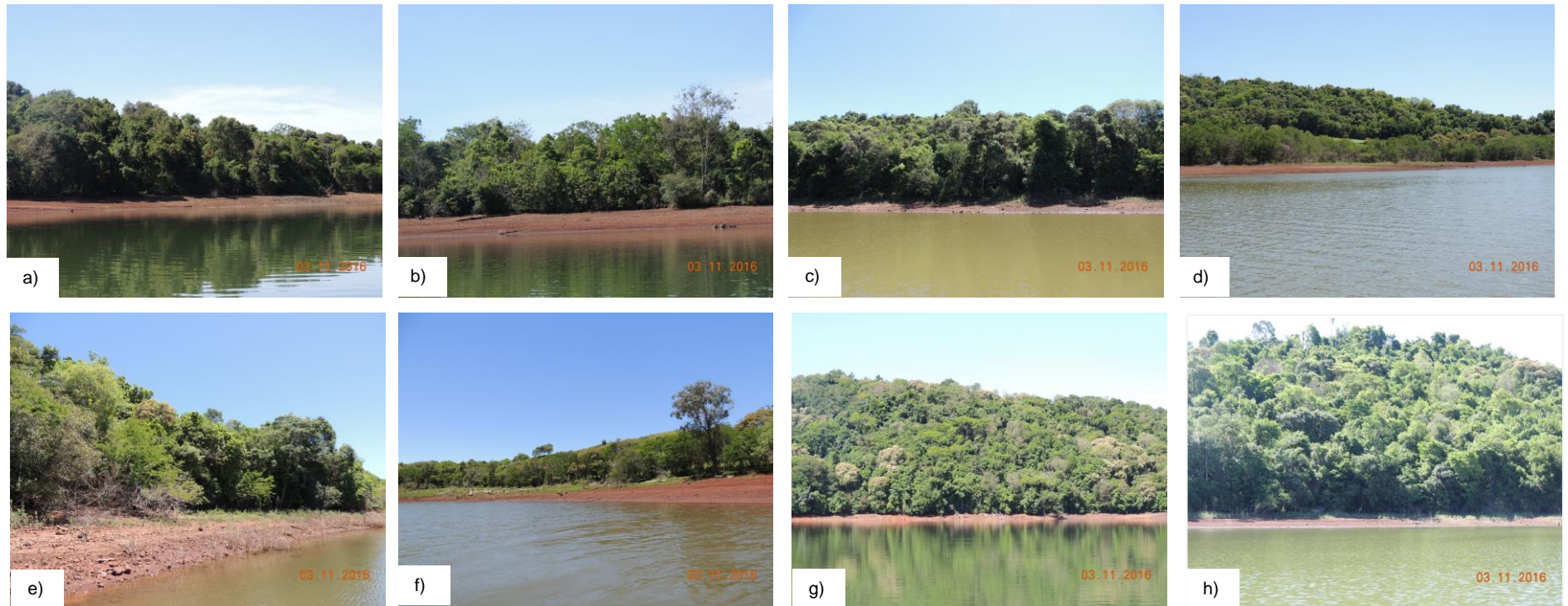


Figura 5 - Locais onde as parcelas (P) foram instaladas: Comunidade remanescente a) P1, c) P3, e) P5, g) P7, h) P8 ; Comunidade restaurada: b) P2, d) P4 e f) P6.

4.4. Aspectos físicos e bióticos

4.4.1. Clima

O clima se caracteriza, segundo classificação de Köppen, como do tipo Cfa subtropical úmido mesotérmico com verão quente, sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais frio, inferior a 18°C e o mês mais quente, acima de 22°C. Geadas são frequentes, ventos com direção predominantes sul-sudeste com tempo bom e norte-nordeste em períodos de precipitações. A umidade relativa do ar varia em média de 64 a 74% e precipitação pluviométrica entre 1.800 a 2.200 mm bem distribuída ao longo do ano (MAACK, 1981).

4.4.2. Geologia

O reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago está inserido no Domínio Geológico da Bacia do Paraná. Este domínio é o mais amplo domínio geológico do Sul do Brasil, pertencente à grande estrutura de dimensões continentais implantada em terrenos pré-cambrianos, podendo ser subdividido em duas porções: a das formações sedimentares acumuladas até o Triássico e a dos derrames de lavas de composição predominantemente básica que cobriram as formações a partir do Jurássico Superior (TRACTEBEL ENERGIA e ECSA, 2002).

A área de estudo está situada no terceiro planalto paranaense, região do estado do Paraná que envolve o plano de declive desde a Serra da Esperança até às margens do rio Paraná, no extremo oeste do Estado. Segundo Salamuni *et al.* (2002) este planalto está inserido em uma das maiores e mais importantes reservas mundiais de água subterrânea, denominada Grupo São Bento, e da qual faz parte a formação Serra Geral.

O relevo de toda a Região Sul do Brasil apresenta grande variedade de aspectos geomorfológicos decorrentes da superimposição de sistemas climáticos, das condicionantes de natureza litológica e estrutural variadas, e de fatores de ordem biológica, por meio da ação humana que, junto com os demais fatores interatuantes, são os responsáveis pela mudança energética do ambiente, rompendo o equilíbrio morfodinâmico (TRACTEBEL ENERGIA e ECSA, 2002).

A área do Reservatório da UHSS está inserida no Domínio Morfoestrutural de Bacias e Coberturas Sedimentares, correspondente ao Subdomínio da Bacia e Depósitos Sedimentares do Paraná e à Unidade de Relevo denominada Planalto das Araucárias (TRACTEBEL ENERGIA e ECSA, 2002).

As parcelas experimentais estão localizadas em áreas marginais ao reservatório, com um relevo de declividades variando entre 4,58 a 21,16%, caracterizando-o como suave ondulado a forte ondulado.

4.4.3. Pedologia

Numa caracterização geral da região, pode-se identificar a incidência de várias unidades de mapeamento, cada uma com suas peculiaridades, conforme o levantamento descrito por Tractebel Energia e ECSA (2002). Os tipos mais comumente encontrados são:

- Latossolo Roxo;
- Latossolo Bruno – variações (Lba1, Lba2, Lba3 e Lba4);
- Terra Roxa Estruturada;
- Terra Bruna Estruturada – variações (Tba2 e TBd2);
- Cambissolo – variações (Ca4, Ca20, Ca21, Ca 30, Ca 32 e Ca35) ;
- Solos Litólicos – variações (Re 7, Re9, Re11, Ra6, Ra9, Ra15, Ra16, Ra17);

4.5 Processamento dos dados

O processamento e posterior discussão e apresentação dos resultados, foi dividido em duas partes. A primeira parte trata sobre as análises florísticas realizadas na área de estudo, descrevendo a composição florística os índices relacionados à estrutura horizontal e distribuição diamétrica das áreas remanescentes e também das áreas restauradas. Na segunda parte foram realizadas análises multivariadas entre as comunidades, possibilitando visualizar a relação e semelhanças entre as áreas estudadas.

4.6. Avaliação florística e fitossociológica

Foram realizadas avaliações na comunidade arbórea e na regeneração natural dos fragmentos de floresta, localizados próximo às áreas restauradas. Tendo como objetivo analisar a estrutura florística e fitossociológica deste fragmento e compará-lo com as áreas restauradas, a fim de determinar a efetividade do processo de recuperação e a relação entre a regeneração natural e o fragmento.

O levantamento florístico das espécies arbóreas ocorreu entre os meses de janeiro a outubro de 2016, com visitas nas áreas e coleta de material botânico. Foram coletadas três amostras de cada espécie observada no interior da área de estudo. A herborização do material botânico coletado foi realizada no laboratório de Conservação da Natureza, sendo os espécimes incorporados ao acervo do Herbário da Universidade Estadual do Centro-Oeste (HUCO). A identificação do material botânico foi realizada com o auxílio de coleções botânicas já existentes no herbário, por meio de consulta a literatura especializada de especialistas. O sistema de classificação adotado foi o *Angiosperm -Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016).

As espécies foram classificadas quanto à categoria sucessional em: Pioneiras (P), Secundárias Iniciais (SI), Secundárias Tardias, (ST) e Clímax (C), de acordo com observações de campo e consulta à literatura (GANDOLFI, 1991; KAGEYAMA, 1992; FERRETTI *et al.*, 1995; VACCARO *et al.*, 1999; BARBOSA, 2000; CARVALHO, 2003; BORGHI *et al.*, 2004; CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006; LORENZI, 2000; 2008; 2009a; 2009b).

Em relação à região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies, estas foram classificadas de acordo com (SOUZA, 2015; FLORA DO BRASIL 2020, 2016).

4.7. Levantamento estrutural

No **Estoque 1**, foram mensurados todos os indivíduos com CAP (circunferência à altura do peito) $\geq 31,5$ cm (DAP $\geq 10,03$). Para os indivíduos bifurcados foram adotados os procedimentos segundo Scolforo e Mello (1997): (a) indivíduos bifurcados a 1,30 m foram

medidos logo abaixo da bifurcação; (b) para indivíduos bifurcados abaixo de 1,30 m, mediram-se todos os CAP's.

Foram realizadas as seguintes avaliações em todos os indivíduos arbóreos pertencentes ao **Estoque 1**: nome comum da espécie (apoio do matreiro), circunferência a 1,30 m do solo (CAP). Em relação ao **Estoque 2** foram avaliados: nome comum da espécie e circunferência a 1,30 m do solo. Para o **Estoque 3** foi realizada apenas a contagem e a identificação botânica dos indivíduos.

As circunferências à altura do peito (CAP's) foram medidas com fita métrica e trena de 5 m para os indivíduos cuja circunferência era superior a 150 cm.

O ponto de medição do diâmetro (PMD) foi marcado com tinta azul à base de água e acima deste ponto foi fixada uma plaqueta de alumínio numerada, para futuras medições visando estudos da dinâmica.

Todos os indivíduos amostrados pertencentes ao **Estoque 1** foram posicionados em um sistema cartesiano X, Y.

4.8. Suficiência amostral para o inventário florístico

O cálculo da suficiência amostral foi realizado apenas para o Estoque 1, onde foram realizadas duas técnicas para determinar se a área amostrada era suficiente para representar a comunidade de estudo.

a) Curva de rarefação

Essa técnica consiste em verificar a suficiência por meio da curva de rarefação que é produzida pelo contínuo sorteio da ordem das parcelas ou dos indivíduos e pelo cálculo do número de espécies acumulado. A curva final é construída com base na média de "n" repetições calculadas. Esse procedimento evita a variação causada pela aleatoriedade da ordem das unidades amostrais na construção da curva (COLWELL; CODDINGTON, 1994; MARTINS; SANTOS, 1999). Na curva ainda é possível observar os intervalos de confiança.

Para a curva de rarefação as parcelas de 2000 m² foram subdivididas em parcelas de 100 m² (10 x 10m) para aumentar o número de dados no gráfico e conseqüentemente aumentar a aleatoriedade da ordem da entrada das unidades amostrais na construção da curva.

Na área remanescente, com o número de espécies observados em cada parcela, foi construída uma matriz de abundância. Utilizando o programa estatístico R (R Core Team, 2015), empregando o pacote “vegan” (HIGUCHI, 2017), foi construída a curva de rarefação para observar onde haveria a tendência da estabilização da curva.

b) Suficiência amostral em função da área basal e do número de árvores por hectare

Foi determinado o número de unidades amostrais “ótimo”, levando em consideração a variação da área basal e o número de árvores por hectare.

Erro padrão para população infinita

$$S_{\bar{x}} = \pm \frac{S_x}{\sqrt{n}}$$

Onde:

S = desvio padrão da média

n = número de unidades de amostra

Erro absoluto:

$$E_a = \pm t * S_{\bar{x}}$$

Erro relativo:

$$E_r = \pm \frac{t S_{\bar{x}}}{\bar{X}} . 100$$

em que :

$S_{\bar{x}}$ = erro padrão da média

\bar{x} = média aritmética

S_x = Desvio padrão

t = valor tabelado da estatística “t” de Student, a dado nível de significância (α) e $n-1$ graus de liberdade;

Intensidade amostral

Populações infinitas:

$$n = \frac{t^2 * (CV)^2}{E^2}$$

em que:

n = tamanho da amostra

E = precisão requerida ou erro admissível em torno da média, em termos absolutos

CV = coeficiente de variação em porcentagem

t = valor tabelado da estatística “t” de Student, a dado nível de significância (α) e $n-1$ graus de liberdade;

4.8.1. Análise da estrutura horizontal e diversidade

Para essas análises foi utilizado o programa estatístico, através do script elaborado por Silva *et al.* (2016).

De acordo com Galvão (1994), os parâmetros quantitativos utilizados para expressar a estrutura horizontal são: densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância.

a) Densidade

A densidade absoluta (DA) é definida como o número de indivíduos de determinada espécie presentes em certa unidade de área, a qual foi determinada como:

$$DA = n/A$$

em que:

n = número de indivíduos

A = área em hectare (ha)

A densidade relativa (DR) é a porcentagem de indivíduos amostrados que pertencem a uma mesma espécie.

$$DR = \frac{DA}{N} * 100$$

em que:

DA = densidade absoluta

N = número total de indivíduos por hectare

b) Frequência

A frequência absoluta (FAe) é a proporção do número de unidades amostrais com presença de uma dada espécie em relação ao número total de unidades amostrais (MORO e MARTINS, 2011):

$$FAe = 100 (Pe/Pt)$$

em que:

FAe = frequência absoluta da espécie

Pe = número de unidades amostrais em que a espécie *e* ocorre

Pt = é o número total de unidades amostrais utilizadas no trabalho

A frequência relativa (FR) é a proporção da frequência absoluta da comunidade que dada espécie possui. Ou seja, é a relação entre a frequência absoluta de uma espécie em relação a soma das frequências absolutas de todas as espécies somadas:

$$FRe = 100 (FAe/FAt)$$

em que:

FRe = frequência relativa de dada espécie

FAe = frequência absoluta da espécie

Fat = somatório da frequência absoluta de todas as espécies

c) **Dominância**

Originalmente definida como a área de projeção da copa por espécie e por unidade de área. Utiliza-se a área basal (G) dos fustes, por haver uma estreita correlação entre ambas e por apresentar maior facilidade na obtenção dessa informação. A dominância será calculada pela soma das áreas transversais individuais (g) de cada espécie por unidade de área e será determinada como segue:

$$g = \frac{\pi DAP^2}{40000}$$

em que:

g = área transversal (m²)

DAP = diâmetro à altura do peito (cm)

Assim, a dominância absoluta (DoA) por espécie será calculada pela seguinte fórmula:

$$DoA = \sum g / 10000$$

em que:

$\sum g$ = soma das áreas transversais (m²)

A dominância relativa (DoR), representando a participação da área basal de cada espécie na área basal total das parcelas estudadas, será calculada da seguinte maneira:

$$DoR = \frac{DoA}{\sum DoA} * 100$$

em que:

DoA = dominância absoluta

d) Valor de Importância

Este parâmetro é o somatório dos parâmetros relativos de densidade, dominância e frequência das espécies amostradas, informando a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal, sendo expresso na forma absoluta ou relativa:

$$VI = \frac{DR + FR + DoR}{3}$$

em que:

DR = densidade relativa da espécie

FR = frequência relativa da espécie

DoR = dominância relativa da espécie

e) Valor de cobertura

A importância de uma espécie dentro do povoamento também pode ser estimada pelo número de árvores (densidade) e suas dimensões (dominância). Com isso, o valor de cobertura:

$$VC = \frac{DR + DoR}{2}$$

em que:

VC = valor de cobertura da espécie

DR = densidade relativa da espécie

DoR = dominância relativa da espécie

A análise da diversidade florística será realizada por meio do cálculo dos índices de Shannon, Dominância de Simpson e Equabilidade de Pielou. O emprego desses índices se justifica por englobarem a riqueza e abundância (MAGURRAN, 1989). Schneider (2009) considera os índices de Shannon e Dominância de Simpson como essenciais para descrever a diversidade; além desses, a Equabilidade de Pielou também deve ser considerada (SOUZA e LEITE 1993).

a) Índice de Diversidade de Shannon (H')

Este índice considera que os indivíduos são amostrados ao acaso, a partir de uma população infinita de igual peso entre as espécies raras e abundantes (PIELOU, 1975). Esse índice assume valores que geralmente situam-se entre 1 e 3, podendo exceder os 4,0 e alcançar em torno de 4,5 em ambientes florestais tropicais (FELFILI e REZENDE, 2003). Por não apresentar distinção entre espécies raras e abundantes, esse índice se mostra de grande importância por expressar toda diversidade de espécies existentes na área. O índice de Shannon é calculado pela expressão:

$$H' = \sum_{i=1}^s pi(\ln pi)$$

$$pi = \frac{ni}{N}$$

em que:

H' = índice de Shannon para a comunidade vegetal;

S = número de espécies na comunidade vegetal;

i = número de indivíduos da i -ésima espécie;

p_i = abundância proporcional da *i*-ésima espécie;
 n_i = número de indivíduos da *i*-ésima espécie;
 N = número total de indivíduos.

b) Índice de Dominância de Simpson (D)

Indica a probabilidade de que dois indivíduos, selecionados ao acaso na amostra pertencerem à mesma espécie (uniformidade) (ALBUQUERQUE, 2009). Em uma comunidade com maior diversidade ocorrerá uma menor dominância de Simpson, pois menor será a probabilidade do acaso selecionar espécies iguais. O valor estimado de Dominância de Simpson varia de 0 a 1, sendo que, para valores próximos de um, a diversidade é considerada menor. O Índice de Dominância de Simpson é calculado pela expressão:

$$D = \sum p_i^2$$

em que:

D = índice de Simpson para a comunidade vegetal;

p_i = abundância proporcional da *i*-ésima espécie;

i = número de indivíduos da *i*-ésima espécie.

A dominância de Simpson é inversamente relacionada ao Índice de Shannon, devido a isso, normalmente transforma-se o valor de “D” em 1-D, onde sua forma transformada tem uma relação direta com a variação de H' . Nesse caso, quanto mais próximo de um for o valor do índice, maior será a diversidade.

d) Índice de Equabilidade de Pielou (J')

Esse Índice mede a proporção da diversidade observada no Índice de Shannon pela máxima diversidade potencial. O valor do Índice assume valores no intervalo de 0 a 1.

Quando a uniformidade alcança seu valor máximo, o índice assume valor igual a um e sugere que todas as espécies estão igualmente abundantes (POLLOCK, 1998). O Índice de Equabilidade de Pielou é calculado pela expressão:

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

em que:

J' = índice de Equabilidade de Pielou;

H' = valor do Índice de Shannon;

$\ln(S)$ = diversidade máxima;

S = número de espécies amostradas.

4.8.2. Distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica apresenta as amplitudes dos diâmetros onde acontece maior concentração do número de indivíduos. Pode fornecer base para identificar a intensidade da regeneração natural em nível de espécie e da floresta como um todo, sendo uma importante medida de estoque (SCOLFORO, 1998).

Para análise da estrutura diamétrica foram utilizados histogramas de frequência em número de classes determinados por meio da expressão de Sturges e os intervalos de classes definidos com base na amplitude total dos dados.

4.9. Análise multivariada

Com o objetivo de investigar possíveis semelhanças de composição e estrutura florística entre a área restaurada e a área remanescente foi aplicado a análise de agrupamento (Cluster Analysis) a partir de uma matriz de composição e uma matriz de abundância de espécies com o auxílio do pacote estatístico “vegan” do Ambiente R (R Core Team, 2015). Devido ao grande conjunto de dados foi realizada uma redução das matrizes admitindo apenas as espécies mais abundantes na comunidade (FELFILI *et al.*, 2007), remanescendo aquelas com mais de três indivíduos por hectare.

Para a análise de agrupamento realizada por meio da matriz de composição foi utilizada a distância de Sørensen por ser recomendada para dados qualitativos (FELFILI *et al.*, 2011) e o método de ligação Bray-Curtis, para assegurar que a variância dentro dos grupos fosse amenizada, ou seja, maximizando as diferenças entre os grupos (McCUNE; GRACE, 2002). Para a matriz de abundância foi utilizada a distância de Bray-Curtis, por ser recomendada para dados quantitativos (McCUNE; GRACE, 2002) e o método de ligação Ward. Posteriormente, no Ambiente R, foi calculado o coeficiente de correlação cofenética, que mede o grau em que os resultados dos agrupamentos correspondem a matriz de distância original.

Para verificar as espécies diferenciais dos grupos formados pela análise de agrupamento foi empregado a análise de espécies indicadoras (Indicator Species Analysis) pelo método quantitativo de Dufrêne e Legendre (1997) no Ambiente R, com o auxílio do pacote “labdsv”. Foi testada a significância estatística de cada valor indicador por meio do teste de Monte Carlo com 9999 permutações. Apenas as espécies com valores $p \leq 0,05$ foram consideradas.

As parcelas do estoque 1 foram transformadas em parcelas de 200 m², visando um maior número de dados para o estudo da semelhança entre as comunidades.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análises florísticas

Os resultados apresentados a seguir foram organizados por área (remanescente e restaurada) onde foram apresentados e discutidos por estoque:

5.1.1. Área Remanescente

5.1.1.1. Suficiência amostral

Como sugerido por Cain e Castro (1959), para efeito da suficiência florística, a análise da curva de rarefação (Figura 6) demonstrou tendência à assíntota horizontal, apresentando um acréscimo inferior à 5% de novas espécies amostradas com o aumento de 10% na área amostral.

Na área remanescente, através da curva de rarefação, foi possível observar a tendência de estabilização da curva em torno de 7.000 m², equivalente ao ingresso da parcela 70 de um total de 100 parcelas amostradas conforme observado na Figura 6. Com 70 parcelas (70% da área amostrada), amostrou-se 43 espécies, equivalente a 93% do total observado. Isso atende ao que recomenda Cain e Castro (1959), que sugeriram que o limite da superfície mínima de levantamento dá-se quando o aumento de 10% na área amostral corresponda a um aumento de 10% no número total de espécies.

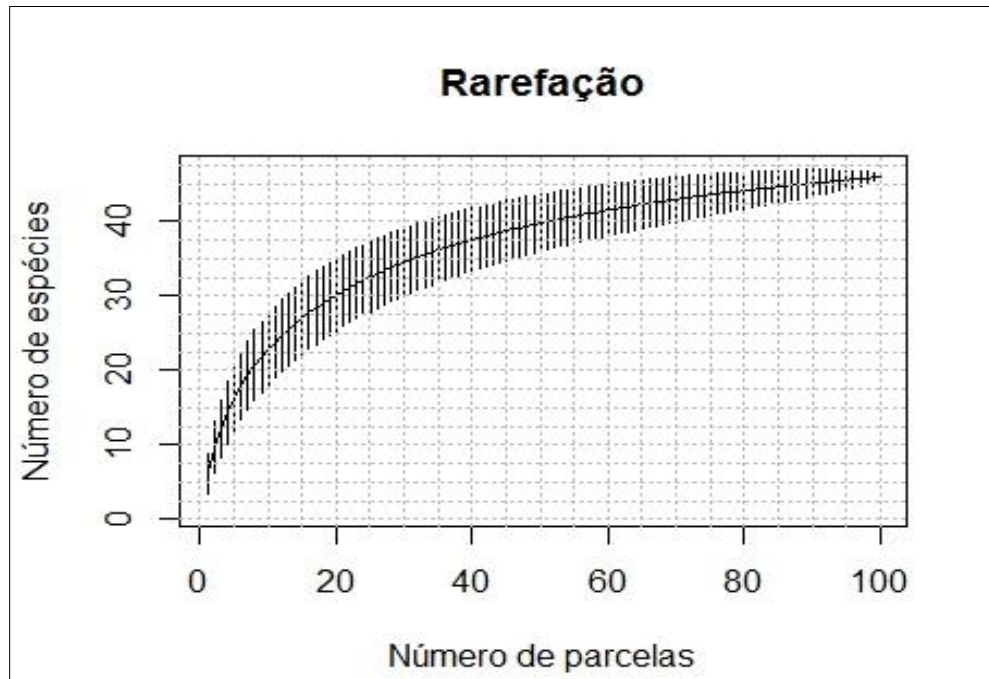


Figura 6 - Curva de rarefação do fragmento de floresta secundária em estágio médio de regeneração nas margens do reservatório.

Souza (2015), em seu trabalho no Parque Nacional do Iguaçu, relatou que com 10 parcelas (2.000 m² cada) foi possível amostrar 151 espécies, ou seja, 90% do total observado. As 11 parcelas restantes contribuíram pouco para o aumento do número de espécies, somando apenas 16 e indicando que, entre estas parcelas, um grande número de espécies ocorreu em comum. Com 20 parcelas, 100% das espécies já haviam sido amostradas.

A suficiência amostral também foi calculada para as variáveis densidade (número de indivíduos por hectare) e área basal (G) afim de verificar o número mínimo de unidades amostrais requeridas, assim como a verificação do erro de amostragem relativo, considerando um erro admissível de 20% a um nível de 95% de probabilidade de confiança, considerando cinco parcelas de 2.000 m².

Tabela 1 – Estatística descritiva e suficiência amostral para área basal (G) e número de árvores por hectare no fragmento remanescente.

Estatística descritiva	Área basal (m².ha⁻¹)	Densidade (ind.ha⁻¹)
Média	26,70	975
Variância	55,81	35850
Desvio padrão	7,47	189,34
Coefficiente de variação (%)	27,97	19,42
Erro padrão da média	7,47	189,34
Erro admitido absoluto	5,34	195
Erro de amostragem absoluto	15,93	403,64
Erro de amostragem relativo (%)	59,64	41,40
Intervalo de confiança	42,63 ≤ média ≤ 10,78	1.378,64 ≤ média ≤ 571,36

A amostra realizada não foi suficiente para representar a população com um erro de amostragem de 20%, considerando que as variâncias observadas das variáveis densidade e área basal são altas. Por meio da comparação entre o erro admitido e o erro de amostragem absoluto verificou-se que a suficiência amostral não foi atingida.

Isso evidencia a vulnerabilidade dessas áreas em relação a exploração seletiva de espécies de interesse comercial, devido à localização próxima ao reservatório. Fato esse que se comprova pela observação de áreas próximas a área estudada, porém com acesso mais restrito em função, principalmente, da declividade, onde ainda existem espécimes de peroba (*Aspidosperma polyneuron*) e grápia (*Apuleia leiocarpa*), espécies de alto valor comercial na região, as quais não foram observadas na área amostrada.

A suficiência em função do número de árvores por hectare foi atingida. Souza (2015), trabalhando no Parque Nacional do Iguaçu, compartimentou a área em subclasses de formação vegetal em função das diferenças de altitude e variações geomorfológicas locais, onde em nenhuma das formações a densidade por hectare e a área basal puderam ser estimadas com a precisão requerida. No entanto, considerando todas as parcelas da vegetação, a eficiência amostral foi atingida.

5.1.1.2 Composição florística

Na Tabela 2 é apresentada a listagem completa das espécies presentes nas parcelas, onde cada uma tem sua respectiva classificação de acordo com o grupo, formação fitogeográfica de origem e enquadramento por estoque. As espécies estão registradas no acervo do HUCO entre os números 7.321 a 7.368.

Tabela 2 – Composição florística observada nos fragmentos remanescentes, indicando as espécies com respectiva classificação nos grupos ecológicos (GE) e formações vegetais predominantes, em função do estoque na APP do reservatório da UHSS (Rio Bonito do Iguaçu-PR).

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira-vermelha	pioneira	FES/FOM	X		
Annonaceae	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hill.	ariticum	secundária inicial	FES	X	X	
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá	secundária inicial	FES/FOM	X		
Asparagaceae	<i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & C. D. Bouché	uvarana	secundária inicial	FES/FOM	X		
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschiling & J.S. Mell.	guajuvira	secundária inicial	FES	X	X	
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (jacq.) Sarg.	esporão	pioneira	FES/FOM	X	X	
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	congonha	secundária inicial	FES/FOM	X		
Celastraceae	<i>Maytenus muelleri</i> Schwacke	espinheira-santa	secundária inicial	FES/FOM	X		

continua ...

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	leiteiro	secundária inicial	FES/FOM	X		
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.)L.B.Sm.&Downs	branquilha	secundária inicial	FES/FOM	X	X	
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	pau-de-leite	secundária inicial	FES/FOM	X	X	X
Fabaceae	<i>Albizia edwalli</i> (Hoehne) Barneby&J.Grines	farinha-seca	secundária inicial	FES/FOM	X		X
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico-branco	secundária inicial	FES	X		
	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	timbó	pioneira	FES/FOM	X		
	<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata-de-vaca	pioneira	FES/FOM	X	X	
	<i>Erythrina cristagalli</i> L.	corticeira-do-banhado	secundária inicial	FOM	X		
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	corticeira	secundária inicial	FES/FOM	X		
	<i>Inga virescens</i> Benth.	ingá	Secundária tardia	FOM	X		
	<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	rabo-de-bugio	secundária inicial	FES/FOM	X	X	X
						<i>continua ...</i>	

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuva	secundária inicial	FES/FOM	X	X	
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	marica	pioneira	FES/FOM	X		
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	cabreúva	secundária tardia	FES	X	X	
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	angico-gurucaia	secundária inicial	FES/FOM	X		
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	secundária inicial	FES/FOM	X		
	<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	nhapindá	pioneira	FES/FOM			X
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã	secundária tardia	FES/FOM	X		
Lauraceae	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	canela-fogo	secundária inicial	FES/FOM	X		
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	canela-amarela	secundária tardia	FES/FOM	X	X	
					<i>continua ...</i>		

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
	<i>Nectandra</i> <i>megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canela-imbuia	secundária tardia	FES/FOM	X	X	X
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.&Zucc.	açoita-cavalo	secundária inicial	FES/FOM	X	X	
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	catiguá	secundária inicial	FES	X	X	
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	catiguá-miúdo	secundária tardia	FES/FOM		X	
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cammers.)O.Berg	sete capote	secundária inicial	FES/FOM	X		
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg.	guabiroba	secundária tardia	FES/FOM	X		
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	secundária tardia	FES/FOM		X	X
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	umbuzeiro	secundária inicial	FES/FOM	X		
	<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	limoeiro-do-mato	pioneira	FES/FOM		X	
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-do-japão	-	-		X	
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro-bravo	secundária inicial	FES/FOM	X	X	
<i>continua ...</i>							

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim	Secundária tardia	FES	X		
	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	canela-de-veado	pioneira	FES	X		
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-cadela	secundária inicial	FES/FOM	X	X	
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	secundária inicial	FES/FOM	X	X	X
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatunga-preta	secundária inicial	FES/FOM	X	X	X
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss.&Cambess.) Hieron. ex Niederl.	vacum	secundária inicial	FES/FOM	X	X	
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess	cuvatã	Secundária tardia	FES/FOM	X	X	X
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	miguel-pintado	secundária inicial	FES/FOM	X		X
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	maria-preta	Secundária tardia	FES/FOM		X	
Simaroubaceae	<i>Castela tweediei</i> Planch.	romãnzinha	não encontrado	FES/FOM		X	X
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn	mata boi	secundária inicial	FES/FOM	X		
	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	fumeiro	pioneira	FES/FOM	X		
					<i>continua ...</i>		

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul.	embaúba	pioneira	FES	X		
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	lixeira	secundária inicial	FES	X		

Fonte: CARVALHO (2008); CARVALHO (2006); LORENZI (2008); LORENZI (2009); MUSSIO (2015), SOUZA (2015), PEZZATTO (2004), BRAZILIAN FLORA 2020 (2017).

Considerando todos os estoques, na comunidade remanescente foram observadas 53 espécies. Em relação ao Estoque 1, a área remanescente apresentou 46 espécies, pertencentes a 41 gêneros, distribuídos em 27 famílias botânicas. Em um levantamento realizado no Parque Nacional do Iguaçu, por Souza (2015) em parcelas alocadas em área de ecótono entre Floresta Ombrófila Mista com a Estacional Semidecidual, foram observadas 90 espécies, 57 gêneros e 34 famílias (adotando o critério de inclusão de árvores com DAP acima de 5 cm).

Pezzatto (2004), trabalhando na margem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, a jusante da UHSS, também no Rio Iguaçu, dividiu sua área de pesquisa em compartimentos, sendo que no compartimento A (mesmo critério de inclusão do estoque 1 desse trabalho) foram identificadas 51 espécies, 45 gêneros identificados e 26 famílias, utilizando o limite de inclusão de 10 cm de DAP.

Utilizando também como comparação alguns trabalhos listados por Isernhagen *et al.* (2001), em ambientes de ecótono destas duas tipologias, em um deles realizado na Usina Hidrelétrica de Santa Clara, Pinhão e Candói (25° 38' S e 51°57' W) foram encontradas 44 espécies de 26 famílias. Em outro trabalho, também listado por Isernhagen *et al.* (2001), realizado na Usina Hidrelétrica Fundão, Pinhão e Foz do Jordão (25° 42' S e 52° 00' W) foram encontradas 54 espécies de 27 famílias, sendo estes valores muito próximos aos encontrados neste estudo. O critério de inclusão foi de 10 cm de DAP.

Entretanto, para a comparação entre estes estudos deve se considerar que cada um deles reflete um fragmento com diferentes históricos de perturbação, avaliados sob diferentes métodos de amostragem.

Em relação à distribuição fitogeográfica, 76,09 % das espécies ocorrem naturalmente tanto na FES quanto na FOM. Comparando espécies com ocorrência restrita a apenas uma formação fitogeográfica, a FES é representada por 19,57 % das espécies e a FOM por apenas 4,35%, evidenciando maior domínio da FES em relação à FOM (Figura 7). Esse resultado evidencia a predominância da formação Floresta Estacional Semidecidual em relação à Floresta Ombrófila Mista, em função da introdução de espécies típicas da primeira sobre a segunda formação, conforme destacam (PEZZATO, 2004; VELOSO *et al.*, 1991; HUECK, 1972).

Quanto ao grupo ecológico, as pioneiras representaram 2,59% do total de espécies, secundárias iniciais 50,51% e secundárias tardias 46,92%. Não foram encontradas espécies classificadas como climácicas, evidenciando a alteração do ambiente natural (Figura 8).

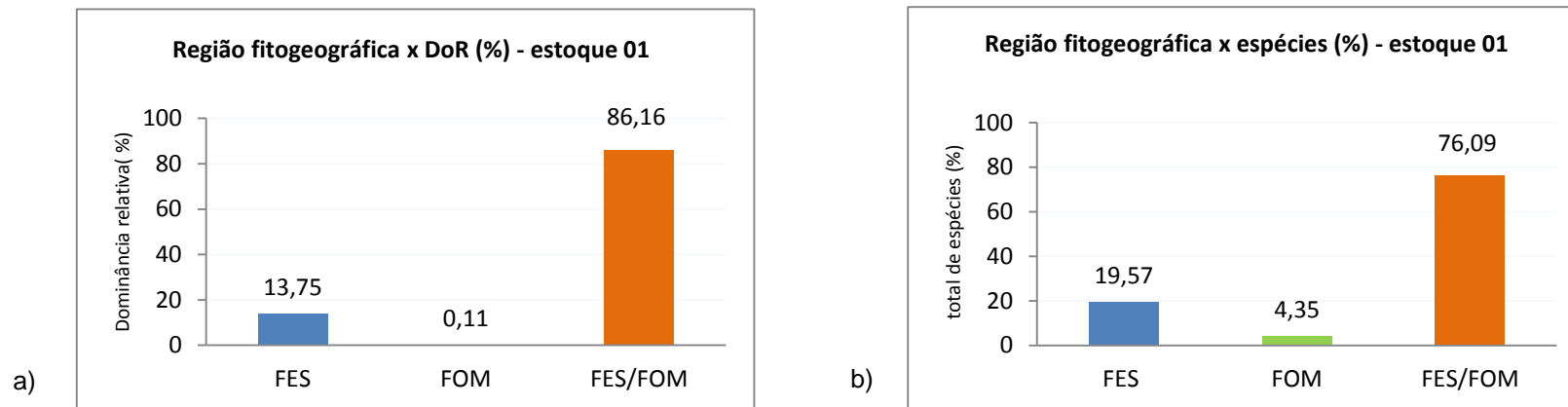


Figura 7: a) relação entre a dominância relativa e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies na comunidade remanescente do estoque 1. b) relação entre o total de espécies e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies na comunidade remanescente do estoque 1.

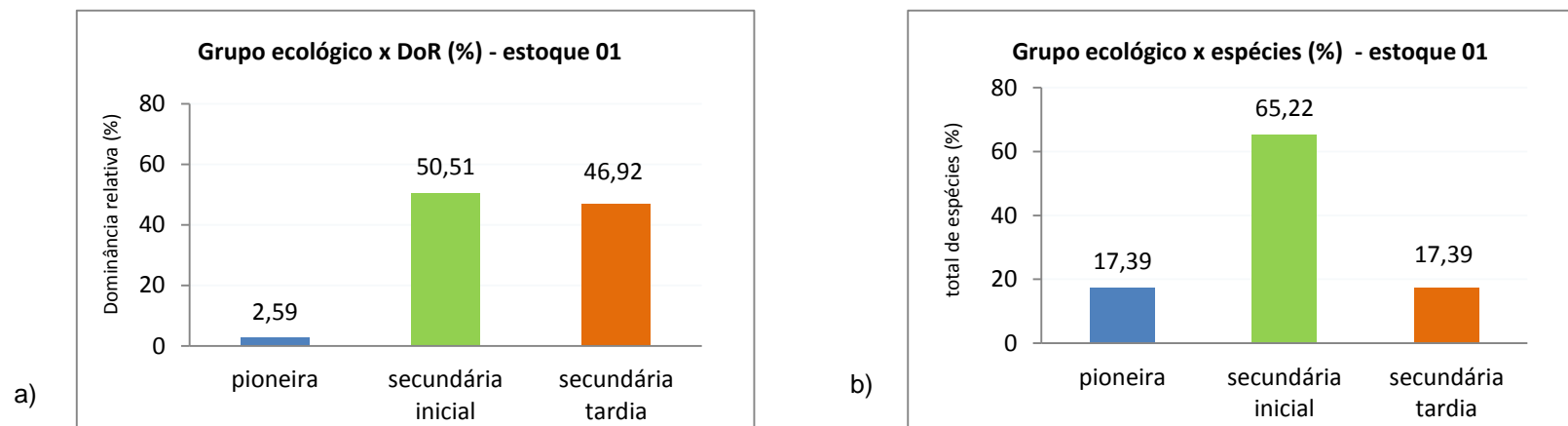


Figura 8: a) relação entre a dominância relativa e o grupo ecológico das espécies na comunidade remanescente do estoque 1. b) relação entre o total de espécies e o grupo ecológico das espécies na comunidade remanescente do estoque 1.

O **Estoque 2** da comunidade nativa apresentou 25 espécies, pertencentes a 21 gêneros, distribuídos em 16 famílias botânicas. No **Estoque 3**, foram identificados 11 espécies, pertencentes a 10 gêneros, distribuídos em 7 famílias.

Pezatto (2004), trabalhando nas margens da Usina de Salto Caxias, também localizada no Rio Iguaçu, no estado do Paraná, em área de tensão ecológica entre a FES com FOM, dividiu a área de estudo em seres (campo, capoeirinha, capoeira, capoeirão e floresta secundária). Dentro de cada sere, as unidades amostrais foram divididas em compartimentos, compartimento A (10 x 25m), foram mensurados os indivíduos com diâmetro a altura do peito (dap) maior ou igual a 10 cm, compartimento B, com dimensões de 5 x 10 m, foram mensurados os indivíduos com dap maior ou igual a 3,8 até 10 cm e no compartimento C (com dimensões de 2 x 5 m) foram mensurados os indivíduos com dap inferior a 3,8 cm e altura superior a 3 m. Na sere floresta secundária, de interesse para o presente estudo, o pesquisador identificou no compartimento B - 16 espécies e; no compartimento C - 8 espécies. Valores semelhantes ao presente estudo (estoque 2 = 25 espécies; estoque 3 = 11 espécies).

Em relação a distribuição fitogeográfica, no **Estoque 2**, 80 % das espécies ocorreram naturalmente tanto na FES quanto na FOM. Neste estoque a FOM não teve representantes e a FES foi representada por 16,00 % das espécies. A presença de espécies exóticas foi constatada pela presença de *Hovenia dulcis* Thunb. que representou 4 % do total de espécies. Quanto ao estágio sucessional, as espécies que foram classificadas como pioneiras representaram 12% do total, secundárias iniciais 48%, secundárias tardias 32%, exóticas 4%, e uma espécie não foi classificada (4% do total).

No **Estoque 3**, 100 % das espécies ocorreram naturalmente tanto na FES quanto na FOM. Quanto ao estágio sucessional, as espécies classificadas como pioneiras representaram 9,09% do total, secundárias iniciais 27,27%, secundárias tardias 32% e uma espécie não foi classificada (9,09% do total).

5.1.1.3) Estrutura horizontal

No **Estoque 1** do fragmento remanescente, observou-se uma adequada diversidade florística a partir do Índice de Shannon, estimado em 2,56 (tabela 3) indicando uma distribuição uniforme do número de indivíduos em relação ao número de espécies. Viani *et*

al. (2011), em um trabalho em uma área próxima à do estudo, compartimentou uma área em três unidades de amostra, sendo a mata do Palmital (cerca de 450 m de altitude), situada em encosta à margem do lago do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Osório, no rio Iguaçu; a Mata do Polonês (cerca de 550 m de altitude), estendendo-se da margem do ribeirão Campo Novo até a encosta dos morros adjacentes; e a Reserva das Antas (cerca de 550 m de altitude), localizada próxima a curso d'água e com presença de manchas com maior umidade do solo. Nessas áreas foram observados respectivamente os seguintes índices de Shanon (H') 3,33; 3,31 e 2,68.

A altitude da área de estudo está acima dos 508 metros de altitude (cota do reservatório), no entanto na área usada como comparativo, estudada por Viani *et al.* (2011), trata-se de uma fazenda em que ocorre o mesmo tipo de vegetação (ecótono FES/FOM), com a diferença que se trata de uma propriedade privada em que a margem do reservatório (Mata do Palmital) está mais conservada, conforme evidenciou o estudo. Isso auxilia para justificar o fato dos índices serem superiores ao observado no presente estudo ($H'=2,56$), pois as parcelas foram alocadas em uma porção do reservatório onde a faixa ciliar é fragmentada, onde pessoas e animais tem maior facilidade de acesso.

Sobre o índice de Simpson, a floresta apresentou um valor de 0,83, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a dominância de determinada espécie na floresta. Colmanetti *et al.* (2013) encontrou 0,85, para esse mesmo índice, trabalhando em Floresta Estacional Semidecidual.

Em relação à equabilidade de Pielou, o valor encontrado foi igual a 0,67, que indica que pelo menos 67% da diversidade teórica máxima foi encontrada. Adenesky Filho (2014), em áreas de ecótono próximas ao Rio Tibagi encontrou os índices para área de encosta igual a 0,92 e planície 0,90, sendo maiores que ao observado nesse trabalho. Em estudo de impacto ambiental da UHE Mauá, também no Rio Tibagi, realizado por (CNEC, 2004), também foram encontrados valores altos de equabilidade ($J'=0,9$).

Tabela 3 – Resumo dos parâmetros fitossociológicos na área de APP do reservatório da UHSS – Estoque 1 do fragmento remanescente.

Variáveis	Estimativas
Densidade total por área (ind/ha)	904 ± 396,78
Área basal total por área (m ² /ha)	26,7 ± 12,06
Riqueza (número de espécies)	46
Índice de Shannon (H')	2,56
Equabilidade de Pielou (J)	0,67

A análise da estrutura horizontal da florestal e as estimativas dos parâmetros fitossociológicos da comunidade estão apresentadas na Tabela 4, onde se constata que as espécies com maior valor de importância foram: *Cupania vernalis* (26,72%), *Lonchocarpus campestris* (12,34%), *Myrocarpus frondosus* (6,33%), *Nectandra megapotamica* (5,17%) e *Luehea divaricata* (5,06%).

As cinco espécies com maior densidade relativa (tabela 4) foram: *Cupania vernalis* (36,06%), *Lonchocarpus campestris* (14,6%), *Myrocarpus frondosus* (6,97%), *Nectandra megapotamica* (3,54%) e *Luehea divaricata* (4,42%). Estas representam 62,35% da área basal.

Tabela 4 – Estimativas dos parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP do reservatório da UHSS – estoque 1 da comunidade remanescente.

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC
	N.ha ⁻¹	%	%	%	m ² . ha ⁻¹	%	0 - 100%	0 - 100 %
<i>Cupania vernalis</i>	326	36,06	70	11,25	8,77	32,85	26,7	34,46
<i>Lonchocarpus campestris</i>	132	14,6	68	10,93	3,06	11,48	12,34	13,04
<i>Myrocarpus frondosus</i>	63	6,97	36	5,79	1,67	6,25	6,33	6,61
<i>Nectandra megapotamica</i>	32	3,54	36	5,79	1,65	6,19	5,17	4,87
<i>Luehea divaricata</i>	40	4,42	32	5,14	1,5	5,6	5,06	5,01
<i>Cordia americana</i>	39	4,31	28	4,5	0,73	2,74	3,85	3,53
<i>Casearia sylvestris</i>	27	2,99	32	5,14	0,64	2,4	3,51	2,70

continua ...

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC
	N.ha ⁻¹	%	%	%	m ² . ha ⁻¹	%	0 - 100%	0 - 100 %
<i>Machaerium stipitatum</i>	24	2,65	26	4,18	0,84	3,13	3,32	2,89
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	18	1,99	20	3,22	1,26	4,71	3,31	3,35
<i>Matayba elaeagnoides</i>	17	1,88	20	3,22	0,75	2,79	2,63	2,34
<i>Annona sylvatica</i>	23	2,54	20	3,22	0,54	2,01	2,59	2,28
<i>Casearia decandra</i>	21	2,32	20	3,22	0,57	2,12	2,55	2,22
<i>Parapiptadenia rigida</i>	9	1	14	2,25	0,97	3,65	2,3	2,33
<i>Sapium glandulosum</i>	14	1,55	22	3,54	0,45	1,68	2,25	1,62
<i>Peltophorum dubium</i>	8	0,88	16	2,57	0,5	1,85	1,77	1,37
<i>Nectandra lanceolata</i>	9	1	18	2,89	0,28	1,05	1,64	1,03
<i>Anadenanthera colubrina</i>	8	0,88	10	1,61	0,34	1,27	1,26	1,08
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	10	1,11	8	1,29	0,11	0,43	0,94	0,77
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	5	0,55	8	1,29	0,16	0,61	0,82	0,58
<i>Bauhinia forficata</i>	7	0,77	8	1,29	0,09	0,32	0,79	0,55
<i>Cordyline spectabilis</i>	5	0,55	8	1,29	0,12	0,44	0,76	0,50
<i>Mimosa bimucronata</i>	5	0,55	8	1,29	0,11	0,42	0,75	0,49
<i>Allophylus edulis</i>	6	0,66	8	1,29	0,08	0,3	0,75	0,48
<i>Helietta apiculata</i>	4	0,44	6	0,96	0,22	0,82	0,74	0,63
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	5	0,55	8	1,29	0,09	0,33	0,72	0,44
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	5	0,55	8	1,29	0,07	0,27	0,7	0,41
<i>Celtis iguanaea</i>	5	0,55	6	0,96	0,12	0,45	0,65	0,50
<i>Phytolacca dioica</i>	2	0,22	2	0,32	0,32	1,22	0,59	0,72
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	4	0,44	6	0,96	0,06	0,23	0,54	0,34
<i>Ateleia glazioviana</i>	4	0,44	4	0,64	0,09	0,36	0,48	0,40
<i>Erythrina falcata</i>	2	0,22	4	0,64	0,1	0,37	0,41	0,30
<i>Aloysia virgata</i>	3	0,33	4	0,64	0,06	0,21	0,39	0,27

... continua

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC
	N.ha ⁻¹	%	%	%	m ² . ha ⁻¹	%	0 - 100%	0 - 100 %
<i>Albizia edwalli</i>	2	0,22	4	0,64	0,08	0,29	0,38	0,26
<i>Vitex megapotamica</i>	3	0,33	4	0,64	0,04	0,13	0,37	0,23
<i>Cestrum intermedium</i>	3	0,33	4	0,64	0,03	0,12	0,36	0,23
<i>Cecropia pachystachya</i>	2	0,22	4	0,64	0,02	0,09	0,32	0,16
<i>Inga virescens</i>	2	0,22	4	0,64	0,02	0,07	0,31	0,15
<i>Citronella paniculata</i>	2	0,22	2	0,32	0,03	0,13	0,22	0,18
<i>Prunus myrtifolia</i>	1	0,11	2	0,32	0,06	0,23	0,22	0,17
<i>Maytenus muelleri</i>	1	0,11	2	0,32	0,02	0,09	0,18	0,10
<i>Sebastiania commersoniana</i>	1	0,11	2	0,32	0,02	0,07	0,17	0,09
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	1	0,11	2	0,32	0,02	0,07	0,17	0,09
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1	0,11	2	0,32	0,02	0,06	0,16	0,09
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1	0,11	2	0,32	0,01	0,05	0,16	0,08
<i>Erythrina cristagalli</i>	1	0,11	2	0,32	0,01	0,04	0,16	0,08
<i>Trichilia catigua</i>	1	0,11	2	0,32	0,01	0,03	0,15	0,07
	904	100	622	100	26,7	100	100	100

Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP (comunidade remanescente – estoque 1) do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu, Paraná, Brasil, em ordem decrescente do índice de valor de importância. DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância e IVC = índice de valor de cobertura.

Foram observadas 23 famílias, sendo que as famílias que mais se destacaram em relação ao número de espécies foram: Fabaceae (13), Euphorbiaceae (3), Lauraceae (3), Rutaceae (3) e Sapindaceae (3).

As demais famílias apresentaram apenas uma ou duas espécies. Pezzatto (2004) realizando estudos nas margens do reservatório de Salto Caxias, também no Rio Iguaçu, em uma área de ecótono entre essas mesmas tipologias, constatou que a família Meliaceae foi a que apresentou a maior riqueza em espécies (6 espécies), seguida de Lauraceae, Fabaceae, Caesalpinaceae e Euphorbiaceae com 4 espécies cada.

O Estoque 1 da comunidade remanescente apresentou área basal média de 26,7.m².ha⁻¹, com 904 indivíduos.ha⁻¹, sendo as espécies de maior densidade relativa, a *Cupania vernalis* com 36,06% dos indivíduos mensurados, seguida pela *Lonchocarpus campestris* (14,61%), *Myrocarpus frondosus* (6,97%), *Nectandra megapotamica* (3,54%) e *Luehea divaricata* (4,42%).

Souza (2015) em um levantamento na área de ecótono (DAP acima de 5 cm) entre FES e FOM no interior do Parque Nacional do Iguaçu encontrou as espécies *Cabralea canjerana*, *Ilex paraguariensis*, *Nectandra lanceolata*, *Styrax acuminatus*, *Prunus myrtifolia* respectivamente com maiores valores de densidade. Em uma Floresta Ombrófila Mista, em Irati/PR, Valério *et al.*, (2008), relata que as cinco espécies com maior densidade relativa foram: *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (14,91%), *Luehea divaricata* Mart (13,39%), *Cupania vernalis* Cambess (12,11%), *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (11,3%) e *Hovenia dulcis* Thunb (8,3%).

Considerando que a faixa de inclusão das parcelas considerava 20 metros acima da margem do reservatório, as áreas situadas nos primeiros 10 metros foram as que apresentaram maior densidade e número de espécies.

Em relação ao Estoque 2, os parâmetros fitossociológicos estão descritos na Tabela 5. As espécies com maior densidade relativa foram *Cupania vernalis* (25,93%), *Lonchocarpus campestris* (16,3%), *Casearia sylvestris* (8,89%), *Trichilia elegans* (15,56%).

Tabela 5 – Tabela resumo dos índices de diversidade florística observados na área de APP do reservatório da UHSS – comunidade nativa do estoque 2.

Variáveis	Estimativas
Densidade total por área (ind.ha ⁻¹)	2700 ± 1419,51
Área basal total por área (m ² .ha ⁻¹)	4,25 ± 1,55
Riqueza (esp.)	25
Índice de Shannon (H')	2,44
Equabilidade de Pielou (J)	0,76

5.1.1.4) Distribuição diamétrica – Estoque 1

A floresta apresentou uma distribuição diamétrica decrescente, no formato J-invertido, indicando que a regeneração ocorre continuamente.

De acordo com o cálculo de Sturges, obtiveram-se 11 classes de DAP (m). A primeira classe iniciou no diâmetro de inclusão (10 cm). As classes tiveram amplitude de 6 cm até o maior diâmetro encontrado.

Da vegetação amostrada, 74,97% dos indivíduos apresentaram DAP entre 10 e 20 cm, seguido pela classe de 20 a 30 cm, com 19,48%, como mostrado na Figura 9. O DAP médio foi estimado em 17,19 cm, constatando, assim, um estágio médio de regeneração para a floresta, segundo a resolução nº 2 do CONAMA (1994).

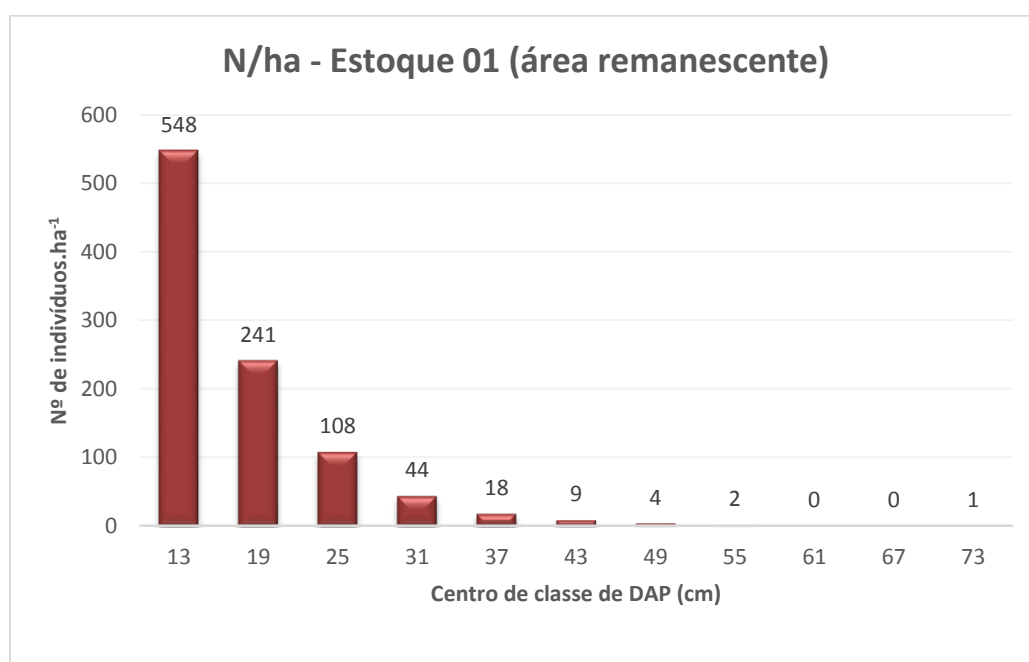


Figura 9 – Distribuição diamétrica do estoque 1 da comunidade remanescente.

5.1.2. Área restaurada

5.1.2.1. Suficiência amostral– Estoque 1

Considerando que nos casos de unidades de avaliação maiores, uma percentagem mínima de 0,5% da área total da unidade de avaliação deve ser amostrada, para que o

monitoramento dessas áreas não se torne inviável, conforme indica o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, RODRIGUES *et al.* (2009). Onde cada unidade de avaliação para alocação dessas parcelas representa uma área de restauração a mais homogênea possível em relação à idade, metodologia de restauração, tipo vegetacional, distância de remanescentes florestais e características físico-químicas do solo.

A área restaurada, em condições semelhantes em relação à idade, metodologia de restauração e grau de perturbação, totaliza 10,94 ha, onde foram amostrados 6.000 m² (5,48% do total da área).

5.1.2.2. Composição florística dos fragmentos restaurados

Na Tabela 6 é apresentada a listagem completa das espécies presentes nas parcelas, onde cada uma tem sua respectiva classificação de acordo com o grupo ecológico, formação fitogeográfica de origem e enquadramento por estoque. As espécies estão registradas no acervo do HUCO entre os números 7.321 a 7.368.

Tabela 6 – Composição florística observada nos fragmentos restaurados, indicando as espécies com respectiva classificação nos grupos ecológicos (GE) e formações vegetais predominantes, em função do estoque na APP do reservatório da UHSS (porção que envolve o município de Rio Bonito do Iguçu-PR).

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	aroeira-vermelha	pioneira	FES/FOM	x	x	x
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	araucária	pioneira	FES/FOM		x	
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá	secundária inicial	FES/FOM	x		
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum.	grandiúva	pioneira	FES/FOM	x		
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.)L.B.Sm.&Downs	branquilha	secundária inicial	FES/ FOM		x	
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.)Brenan.	Angico branco	secundária inicial	FES	x		x
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	bracatinga	pioneira	FOM	x		
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.)Taub.	canafístula	secundária inicial	FES/FOM	x	x	
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	marica	pioneira	FES/FOM	x	x	x
Fabaceae	<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.)Britton &Rose	nhapindá	pioneira	FES/FOM		x	
	<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	rabo-de-bugio	secundária inicial	FES/ FOM			x

... continua

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
	<i>Mimosa regnellii</i> Benth.	juqueri	pioneira	FOM	x		
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	taruma	secundária tardia	FES/FOM			x
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-guaicá	secundária inicial	FES/FOM	x		x
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	canela-amarela	secundária tardia	FES/FOM	x		x
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.)	canela-imbuia	secundária tardia	FES/FOM		x	
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.&Zucc.	açoita-cavalo	secundária inicial	FES/FOM	x		
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	secundária inicial	FES/FOM		x	x
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araça	secundária tardia	FES/FOM		x	x
	* <i>Psidium guajava</i> L.	goiaba	-	-			x
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg.	guabiroba	Secundária tardia	FES/FOM		x	
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	secundária tardia	FES/FOM		x	x
	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	uvaia	secundária tardia	FES/FOM			x
	* <i>Eucalyptus</i> sp.	eucalipto	-	-	x		
Rhamnaceae	* <i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	uva-do-japão	-	-	x	x	
	<i>Citrus bigardia</i> Loisel.	limoeiro	-	-	x	x	x
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-cadela	secundária inicial	FES/FOM	x	x	

continua ...

Família	Espécie	Nome popular	GE	Formação	Estoque		
					1	2	3
	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	pau-marfim	Secundária tardia	FES		x	
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	cafezeiro-do-mato	secundária inicial	FES/FOM	x	x	x
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	secundária inicial	FES/FOM		x	
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess	cuvatã	Secundária tardia	FES/FOM			x
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk	maria-preta	Secundária tardia	FES/FOM			x
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	miguel-pintado	secundária inicial	FES/FOM			x
	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss.&Cambess.)Hieron. ex Niederl.	vacum	secundária inicial	FES/FOM			x
	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	fumeiro	pioneira	FES/FOM	x	x	x
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> Willd	jurubeba	pioneira	FES/FOM			x
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul.	embaúba	pioneira	FES/FOM	x		

Fonte: CARVALHO (2008); CARVALHO (2006); LORENZI (2008); LORENZI (2009); MUSSIO (2015), SOUZA (2015), PEZZATTO (2004), BRAZILIAN FLORA 2020 (2017).

Em relação ao Estoque 1 da área restaurada, esta apresenta um estrato arbóreo com 18 espécies, pertencentes a 16 gêneros, distribuídos em 12 famílias botânicas. Os valores encontrados no presente trabalho são semelhantes aos valores de espécies (22 a 29 espécies em áreas amostrais de 500 m²) encontradas por Melo e Durigan (2007) em reflorestamentos de restauração (com idades de 7, 9 e 13 anos) no Médio Vale do Paranapanema, onde vegetação original da região é classificada Floresta Estacional Semidecidual.

Nas Figuras 10 e 11, respectivamente, é possível ver a relação entre a densidade relativa e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada e a relação entre o total de espécies e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies do estoque 1.

Em relação a distribuição fitogeográfica, 66,67 % são da FOM, representadas principalmente por *Mimosa scabrella* e *Mimosa bimucronata*. Estas são usadas pela sua eficiência na recuperação de áreas degradadas na região. A presença de espécies exóticas foi constatada pela presença de *Citrus bigardia* Loisel. e *Hovenia dulcis* Thunb. que representaram 16,67 % do total de espécies.

Quanto ao grupo ecológico, as espécies que foram classificadas como secundárias iniciais representaram 38,89 % do total, pioneiras representaram 38,89 %, e secundárias tardias 5,56 %. Exóticas, as quais não foram classificadas neste quesito, representaram 16,67 % do total.

Na Reserva Particular do Patrimônio Natural Parque Florestal São Marcelo, em Mogi- Guaçu, SP, estudada por Colmanetti *et al.*, (2013), a classificação das espécies, de acordo com o grupo ecológico: 52,6% são espécies não pioneiras, 36,8% são espécies pioneiras, 7,9% são classificadas como espécies exóticas, e 2,6% não foram classificadas (N.C).

No Estoque 2, foram observadas 18 espécies, pertencentes a 17 gêneros, distribuídos em 11 famílias botânicas. Em relação ao Estoque 3 foram identificadas 20 espécies, pertencentes a 14 gêneros, distribuídos em 10 famílias botânicas.

Os valores encontrados no presente trabalho são semelhantes aos valores de espécies (17 a 26 espécies) encontradas por Melo *et al.*, (2007) em reflorestamentos de restauração (com idades de 7, 9 e 13 anos) no Médio Vale do Paranapanema, onde a vegetação original da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual.

Melo *et al.*, (2007) aponta que a discussão sobre riqueza dos plantios em reflorestamentos é infrutífera se o conjunto de espécies a ser plantado não for definido, para cada área degradada, em função da flora local e das restrições ambientais.

Em relação à distribuição fitogeográfica, nesse estoque, 83,33% das espécies ocorrem naturalmente tanto na FES quanto na FOM. Neste estoque a FOM não teve representantes e a FES foi representada por 5,56 % das espécies. As exóticas representaram 11,11 % do total das espécies.

Quanto ao grupo ecológico, nesta comunidade houve maior equilíbrio na distribuição das espécies quanto a sua classificação, pioneiras representaram 27,78%, secundárias iniciais representaram 33,33% e secundárias tardias 27,78% do total. A presença de espécies exóticas foi constatada pela presença das espécies *Hovenia dulcis* Thunb. e *Citrus bigardia* Loisel. que representaram 11,11 % do total.

No Estoque 3, em relação a distribuição fitogeográfica, 85% das espécies ocorrem naturalmente tanto na FES quanto na FOM. Neste estoque a FOM não teve representantes e a FES foi representada por 5% das espécies. Nesta comunidade houve maior equilíbrio na distribuição das espécies quanto a sua classificação ecológica, pioneiras representaram 20%, secundárias iniciais representaram 35% e secundárias tardias 35% do total. A presença de espécies exóticas foi constatada pela presença das espécies *Psidium guajava* L., *Hovenia dulcis* Thunb. e *Citrus bigardia* Loisel. que representaram 10% do total.

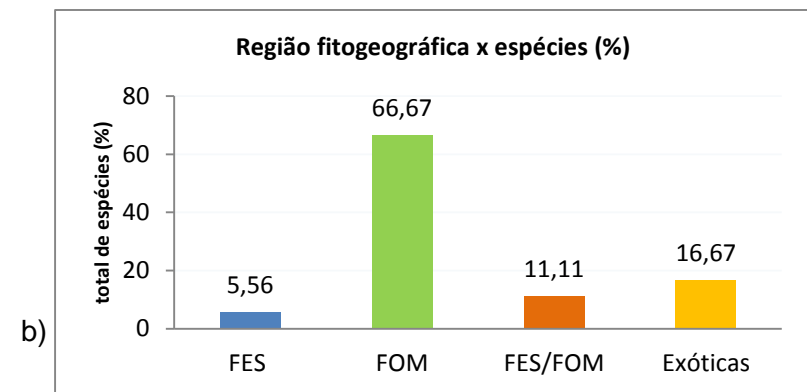
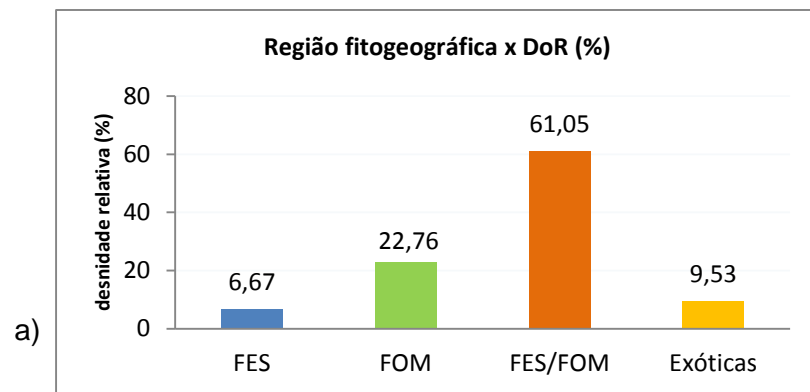


Figura 10 – a) relação entre a dominância relativa e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada. b) relação entre o total de espécies e a região fitogeográfica de ocorrência natural das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada.

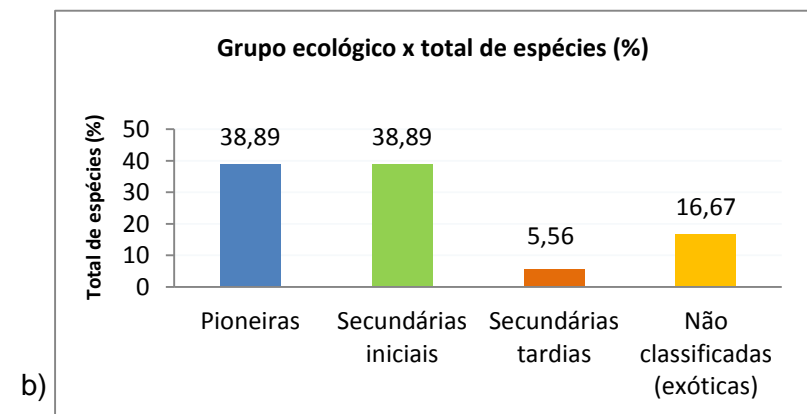
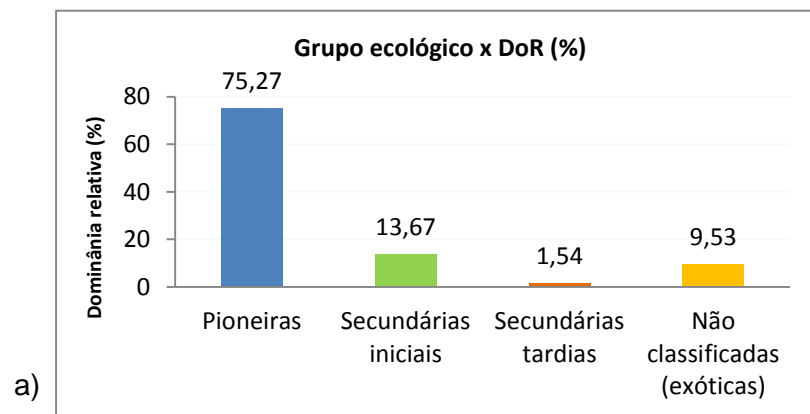


Figura 11 – a) relação entre a dominância relativa e o grupo ecológico das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada. b) relação entre a o total de espécies o grupo ecológico das espécies do estoque 1 da comunidade restaurada.

5.1.2.3) Estrutura horizontal dos fragmentos restaurados

No estoque 1 da comunidade restaurada, o Índice de Shannon, relacionado a diversidade do local, foi estimado em 2,01 (Tabela 7). Melo *et al.* (2007), encontraram em florestas de 7, 9 e 13 anos, os índices 2,28; 2,29 e 2,55 respectivamente.

Sobre o índice de Simpson, a floresta apresentou um valor de 0,78, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a dominância de determinada espécie na floresta.

Em relação à equabilidade de Pielou, o valor encontrado foi igual a 0,69, que indica que pelo menos 69% da diversidade teórica máxima foi encontrada na área. Adenesky Filho (2014), em áreas de ecótono próximas ao Rio Tibagi encontrou os índices para área de encosta igual a 0,92 e planície 0,9, sendo maiores que ao observado nesse trabalho.

Tabela 7 – Resumo dos índices observados na área de APP do reservatório da UHSS – comunidade restaurada do estoque 1.

Variáveis	Estimativas
Densidade total por área	310 ± 174,4 ind/ha
Área basal total por área	6,81 ± 4,33 m ² /ha
Riqueza	18 esp.
Índice de Shannon (H')	2,01
Equabilidade de Pielou (J)	0,69

As duas espécies com maior valor de importância foram *Mimosa bimucronata* (33,36%) e *Mimosa scabrella* (18,38%), contribuindo com 59,32% da área basal (Tabela 8). Colmanetti *et al.* (2013), trabalhando na RPPN Parque Florestal São Marcelo, em Mogi-Guaçu, em FES, relataram que as espécies que apresentaram maior índice de valor de importância (IVI) foram *Inga vera* subsp. *Affinis*, *Croton floribundus* e *Citharexylum myrianthum*.

O predomínio de espécies pioneiras (maricá e bracatinga) no estrato arbóreo justifica-se pelo fato que de acordo com registros de plantio da empresa, estas foram plantadas em maior proporção em relação às não pioneiras.

A importância de espécies pioneiras na floresta está ligada ao estabelecimento de habitat propício para o desenvolvimento de espécies não pioneiras, que se desenvolvem em ambiente com menor luminosidade (COLMANETTI *et al.*, 2013).

Tabela 8 – Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP do reservatório da UHSS – estoque 1 da comunidade restaurada.

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVC
	N.ha ⁻¹	%	%	%	m ² . ha ⁻¹	%	0 - 100%	0 - 100 %
<i>Mimosa bimucronata</i>	128,33	41,4	60	21,18	2,55	37,49	33,36	39,45
<i>Mimosa scabrella</i>	45	14,52	53,33	18,82	1,49	21,81	18,38	18,17
<i>Schinus terebinthifolius</i>	48,33	15,59	40	14,12	0,68	10	13,24	12,80
<i>Anadenanthera colubrina</i>	15	4,84	16,67	5,88	0,45	6,67	5,8	5,76
<i>Peltophorum dubium</i>	10	3,23	20	7,06	0,12	1,81	4,03	2,52
<i>Hovenia dulcis</i>	10	3,23	13,33	4,71	0,15	2,23	3,39	2,73
<i>Eucalyptus sp.</i>	3,33	1,08	6,67	2,35	0,45	6,58	3,34	3,83
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	6,67	2,15	13,33	4,71	0,14	2,07	2,98	2,11
<i>Nectandra lanceolata</i>	6,67	2,15	13,33	4,71	0,1	1,54	2,8	1,85
<i>Cecropia pachystachya</i>	10	3,23	6,67	2,35	0,17	2,56	2,71	2,90
<i>Citrus bigardia</i>	5	1,61	10	3,53	0,05	0,72	1,95	1,17
<i>Casearia sylvestris</i>	3,33	1,08	6,67	2,35	0,12	1,75	1,73	1,42
<i>Ocotea puberula</i>	6,67	2,15	3,33	1,18	0,12	1,69	1,67	1,92
<i>Luehea divaricata</i>	3,33	1,08	6,67	2,35	0,05	0,75	1,39	0,92
<i>Mimosa regnellii</i>	3,33	1,08	3,33	1,18	0,06	0,95	1,07	1,02
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1,67	0,54	3,33	1,18	0,04	0,64	0,79	0,59
<i>Trema micrantha</i>	1,67	0,54	3,33	1,18	0,03	0,39	0,7	0,47
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1,67	0,54	3,33	1,18	0,02	0,36	0,69	0,45
	310,0	100,0	283,3	100,0	6,8	100,0	100,0	100,00

Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP (comunidade restaurada – estoque 2) do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu, Paraná, Brasil, em ordem decrescente do índice de valor de importância. DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância e IVC = índice de valor de cobertura.

As espécies *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* são leguminosas de grande importância na recuperação de áreas degradadas, conforme destacam diversos autores (IPEF, 1992; ARRUDA *et al.*, 2016; RODRIGUES, 2015; BARBOSA, 2014). Entre as leguminosas arbóreas ocorrentes em formações vegetais no Brasil, *Mimosa bimucronata*, conhecida popularmente como maricá ou espinheiro-de-cerca, é considerada espécie típica da Floresta Atlântica, com ampla distribuição nesse bioma sendo largamente cultivada na região Sudeste do Brasil para formação de cercas vivas defensivas, devido à abundância de espinhos em seus ramos (LORENZI, 2008). Sendo espécie pioneira, *Mimosa bimucronata* apresenta grande importância na recuperação de áreas degradadas, nas quais é indicadora do estágio inicial de regeneração (Brasil, 1994).

Carpanezzi (1988) afirmou que a bracatinga é adequada para a recuperação de áreas degradadas, mantendo um crescimento razoável e com deposições expressivas de material orgânico e nitrogênio no solo. Onde de acordo com o mesmo autor, importantes exemplos disso localizam-se em São Mateus do Sul-PR (terrenos alterados pela exploração de xisto betuminoso), Poços de Caldas-MG (exploração de bauxita) e Campina Grande do Sul-PR (área de empréstimo, às margens de reservatório de hidrelétrica).

No entanto, estas espécies demonstram, após aproximadamente 10 anos do plantio, sinais de senescência, indicando seu ciclo de vida curto. Carpanezzi e Carpanezzi (1992) argumentam a respeito da *M. scabrella* que devido ao crescimento inicial rápido e benefícios como deposição de folhas, sombreamento e fixação de nitrogênio, a espécie é valiosa em rotações curtas.

Tabela 9 – Resumo dos parâmetros fitossociológicos observados na área de APP do reservatório da UHSS – comunidade restaurada do estoque 2.

Variáveis	Estimativas
Densidade total por área (ind/ha)	3233,33 ± 305.51
Área basal total por área (m ² /ha)	5,41 ± 1.96
Riqueza (esp.)	18
Índice de Shannon (H')	2,333305
Equabilidade de Pielou (J)	0,8072683
Índice de Simpson (1-D)	0,87

Em relação ao **Estoque 2** da comunidade restaurada, Colmaneti (2013), ao estudar a diversidade do estrato regenerante de uma floresta de 9 anos em uma RPPN em FES, observou o índice de Simpson (1-D), 0,85, pelo índice de Shannon (H'), 2,46, e a equitatividade calculada pelo índice de Pielou (J'), 0,60. Valores próximos aos observados na área de estudo, exceto o J' que foi inferior ao da área de estudo (0,80), esse índice varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1, mais distribuídos estão os indivíduos na amostra.

Tabela 10 – Estimativas dos parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP do reservatório da UHSS – Estoque 2 da comunidade restaurada.

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVI
	N.ha ⁻¹	%	%	%	m ² . ha ⁻¹	%	0-100%	0 - 100 %
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	733	22,7	100	11,5	1,68	31	26,85	21,8
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	667	20,6	67	7,69	1,27	23,5	22,05	17,3
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	533	16,5	67	7,69	0,9	16,6	16,55	13,6
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	267	8,25	67	7,69	0,2	3,76	6,01	6,57
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	167	5,15	33	3,85	0,29	5,43	5,29	4,81
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	100	3,09	67	7,69	0,1	1,86	2,48	4,22
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.)L.B.Sm.&Downs	66,7	2,06	67	7,69	0,13	2,33	2,20	4,03
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.)Taub.	66,7	2,06	67	7,69	0,05	0,86	1,46	3,54
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	100	3,09	33	3,85	0,16	2,95	3,02	3,29
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	133	4,12	33	3,85	0,07	1,29	2,71	3,09
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg.	66,7	2,06	33	3,85	0,1	1,89	1,98	2,6
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	33,3	1,03	33	3,85	0,14	2,52	1,78	2,47
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	66,7	2,06	33	3,85	0,06	1,19	1,63	2,37
<i>Eugenia uniflora</i> L.	66,7	2,06	33	3,85	0,05	0,98	1,52	2,3
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.)	66,7	2,06	33	3,85	0,05	0,87	1,47	2,26
<i>Citrus bigardia</i> Loisel.	33,3	1,03	33	3,85	0,08	1,5	1,27	2,13
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	33,3	1,03	33	3,85	0,06	1,13	1,08	2
<i>Senegalia tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	33,3	1,03	33	3,85	0,02	0,31	0,67	1,73
	3233,3	100,0	866,7	100,0	5,4	100,0	100,00	100,0

Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na APP (comunidade restaurada – estoque 2) do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguçu, Paraná, Brasil, em ordem decrescente do índice de valor de importância. DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância e IVC = índice de valor de cobertura.

As cinco espécies com maior densidade relativa foram *Schinus terebinthifolius*, *Mimosa bimucronata*, *Casearia sylvestris*, *Psidium cattleianum* e *Zanthoxylum rhoifolium*. *S. terebinthifolius* e *M. bimucronata*, são as mais abundantes e tem comportamento pioneiro.

Mochiutti *et al.* (2002), em área de FES no Rio Grande do Sul, considerando o estrato de regeneração natural como um todo (indivíduos de 0,3 m de altura a CAP > 15,0 cm), as cinco espécies de maior densidade foram: *Faramea marginata*, *Myrsine lorentziana*, *Myrsia glabra*, *Casearia decandra* e *Daphnopsis racemosa*.

5.1.2.4) Distribuição diamétrica – ESTOQUE 1

A distribuição diamétrica dos indivíduos foi decrescente (Figura 12), seguindo padrão semelhante à das florestadas tropicais heterogêneas e idade variada (SCOLFORO, 1998). A forma típica da distribuição exponencial negativa (J-invertido) sugere que as classes iniciais são ocupadas por indivíduos jovens, que aguardam condições favoráveis de luz, temperatura e umidade para se desenvolverem (MEYER 1952, LAMPRECHT, 1990, KAGEYAMA, GANDARA, 2001).

As espécies de maior diâmetro (última classe) referem-se a espécies exóticas que não foram plantadas.

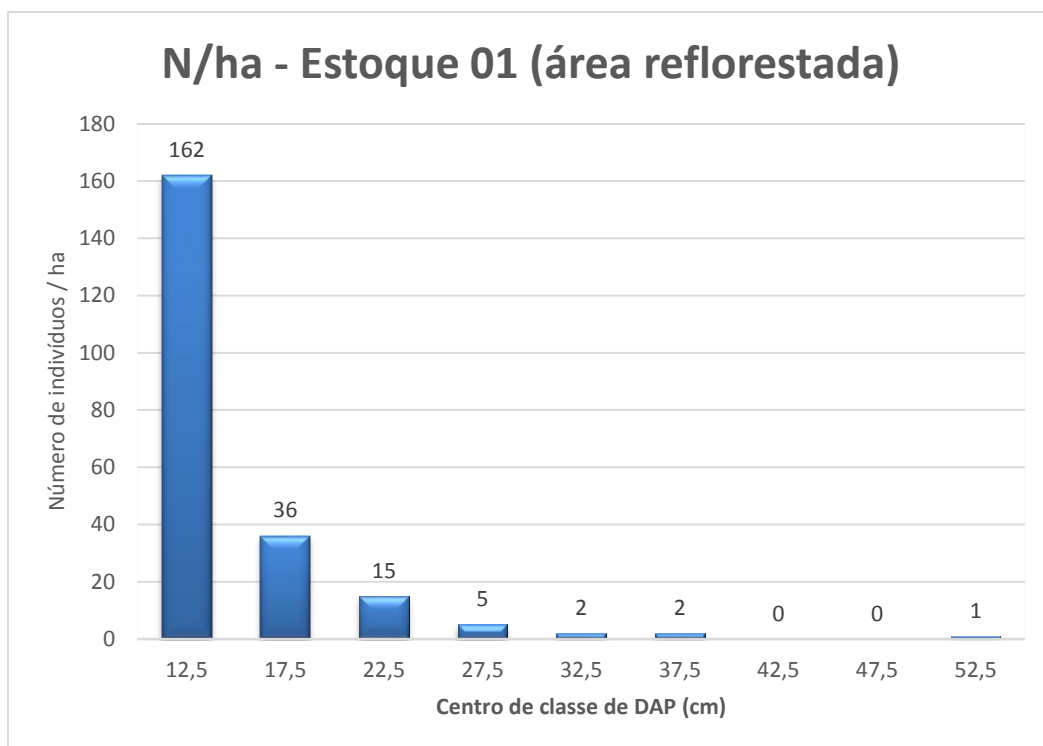


Figura 12 – Distribuição diamétrica – comunidade restaurada do estoque 1.

5.1.3. Considerações gerais sobre as áreas – remanescentes e restaurada

Viani *et al.* (2011) realizaram uma compilação de estudos realizados em áreas de FES e FOM na região sul do Brasil e nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, onde foram relacionadas 574 espécies arbustivo-arbóreas, sendo 474 na FES e 266 na FOM. Do total de espécies, 163 foram encontradas em ambas as formações, 311 apenas na FES e 103 somente na FOM.

No presente estudo, ao todo foram encontradas 65 espécies, de 26 famílias. Na comunidade remanescente foram identificadas 53 espécies e na comunidade restaurada 37 espécies. Destas, 25 são encontradas em ambas as comunidades, onde uma delas é exótica (*Hovenia dulcis*).

Na área remanescente, a maioria das espécies é de ocorrência natural nas duas formações fitogeográficas, FES e FOM (Figura 13). Na comparação direta entre espécies típicas de uma determinada formação, espécies da FES ocorrem em maior quantidade, evidenciando que a área está localizada em uma região de tensão ecológica ou ecótono, pois se caracteriza pela introdução de espécies típicas da floresta estacional semidecidual na

floresta ombrófila mista, em função de seu maior poder de competição (IBGE, 1990). A propagação e a conseqüente invasão de espécies características sobre as matas dos pinheiros é uma constante observável em toda a linha de contato da floresta de araucária com as florestas latifoliadas, tanto do lado atlântico, quanto do lado das bacias do rio Paraná e do rio Uruguai (HUECK, 1972).

Embora ocorra uma mescla de indivíduos de diferentes grupos ecológicos em ambas as comunidades, observa-se um predomínio das espécies pioneiras nas seres iniciais (comunidade restaurada) e, à medida que a sucessão se desenvolve (Figura 13), as secundárias iniciais e secundárias tardias passam a ter maior importância (GANDOLFI *et al.*, 1995; NASCIMENTO *et al.*, 1999; LOPES *et al.*, 2002; IVANAUKAS *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2003, PEZZATO, 2004).

Os resultados deste e de diversos outros estudos mostram que a regeneração natural pode ocorrer em alta densidade e diversidade, mesmo sob plantios monoespecíficos (LUGO, 1992; SILVA *et al.*, 1995; HAGGAR *et al.*, 1997; HARRINGTON e EWEL, 1997, MELO *et al.*, 2007;).

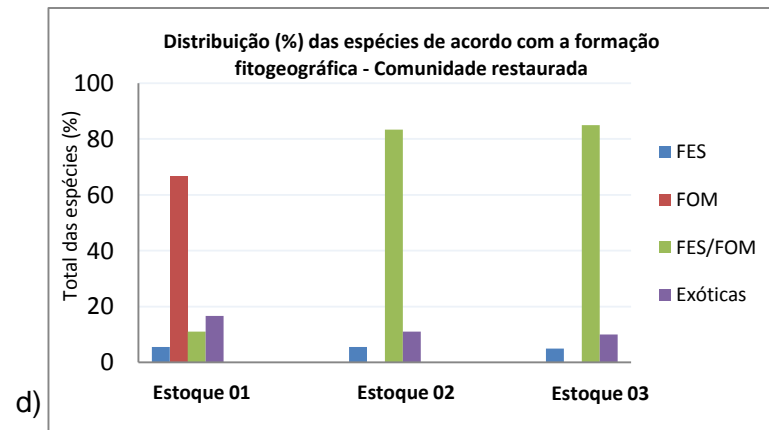
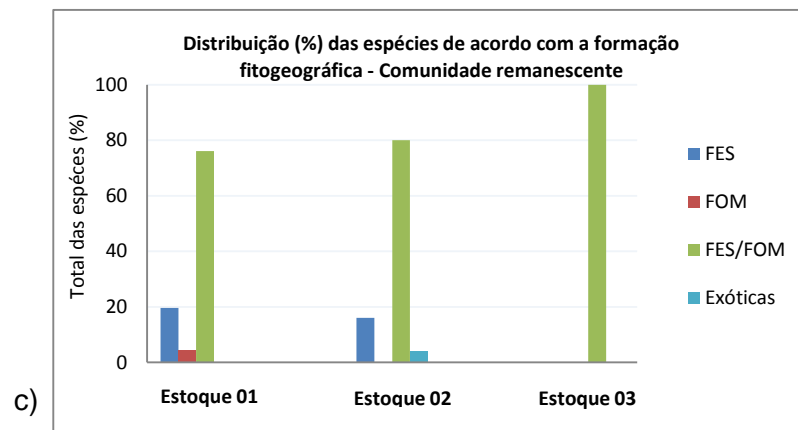
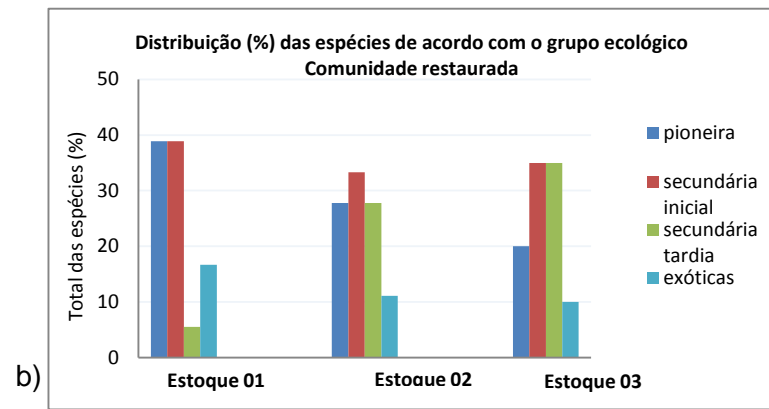
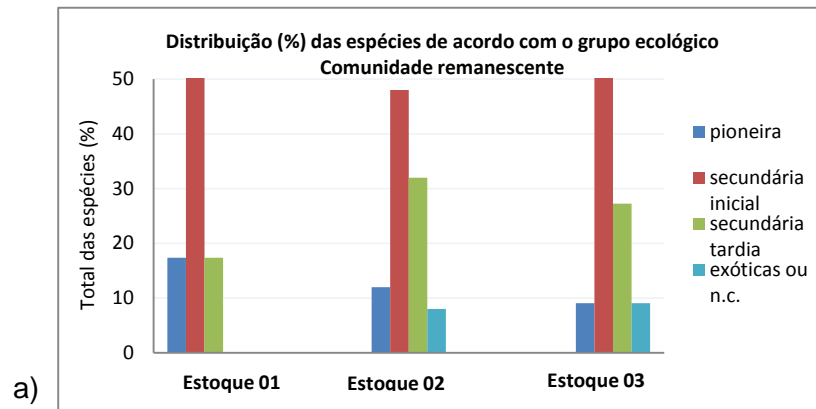


Figura 13: a) distribuição das espécies nos estoques de acordo com o grupo ecológico na comunidade remanescente. b) distribuição das espécies nos estoques de acordo com o grupo ecológico na comunidade restaurada. c) distribuição das espécies nos estoques de acordo com a formação fitogeográfica das espécies na comunidade remanescente. d) distribuição das espécies nos estoques de acordo com a formação fitogeográfica das espécies na comunidade restaurada.

Na área restaurada foram encontrados, no **Estoque 1** ($DAP \geq 10\text{cm}$), indivíduos de *Solanum granuloso-leprosum*, *Nectandra lanceolata* e *Cecropia pachystachya*. Estas espécies não foram plantadas no processo de restauração, sendo provenientes da regeneração natural. Pelo porte apresentado, estas espécies podem ser consideradas como boas colonizadoras de ambientes ciliares, sendo indicadas para plantio em novas áreas de reflorestamento.

As espécies *Cupania vernalis*, *Lonchocarpus campestris*, *Myrocarpus frondosus*, *Nectandra megapotamica*, *Luehea divaricata* e *Cordia americana* são abundantes na área remanescente, sendo também indicadas para novas áreas de reflorestamento, principalmente em adensamentos por serem espécies secundárias.

Em relação às famílias, nota-se que a mais diversa foi a Fabaceae, em ambas as áreas. Na remanescente, a segunda com mais espécies foi a Sapindaceae e na restaurada a segunda família mais diversa foi a Myrtaceae. Viani *et al.* (2011), trabalhando em remanescentes localizados em ecótono entre FES e FOM, próximos a área de estudo, relata que as famílias mais ricas foram Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae e Solanaceae.

No entanto em relação à abundância, a família com maior representatividade foi a Sapindaceae. Em todos os estoques das duas áreas, exceto no 1 da área restaurada, foi a família que teve mais representantes, com destaque para a espécie *Cupania Vernalis*, a qual representa 36% da densidade relativa do estoque 1 da comunidade remanescente. Klein (1972), diz que a espécie *Cupania vernalis* é comum em associações secundárias, como capoeiras, capoeirões e matas semidevastadas. Segundo Lorenzi (2002), *Cupania vernalis* é uma espécie característica de floresta semidecídua de altitude e de mata pluvial atlântica, ocorrendo em quase todas as formações florestais nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Em um estudo realizado em Floresta Ombrófila Mista, Caldato *et al.* (1996) registraram a ocorrência de *C. vernalis* como uma das espécies mais representativas.

Em relação às espécies exóticas, foram observadas quatro espécies nas áreas, sendo elas *Psidium guajava*, *Citrus bigardia*, *Eucalyptus sp.* e *Hovenia dulcis*. Cabe destaque para a esta última, conhecida popularmente como uva-do-japão, a qual foi observada nas duas áreas. Esta espécie tem sido apontada como uma espécie invasora de ecossistemas florestais em diversos trabalhos no sul do Brasil (RODOLFO *et al.* 2008; BERTOLINI *et al.* 2009; FONTANELLA *et al.* 2009; HOLZ *et al.* 2009; BOENI, 2011). O efeito dessa espécie, em ambientes naturais, é hoje a segunda maior causa de extinções no mundo, perdendo apenas para a perda e fragmentação de habitats (BOURSCHEID e REIS, 2010). Nesse sentido, as

espécies que ocorrem naturalmente na comunidade restaurada, devem ser erradicadas, bem como as que ocorrem próximas as áreas, pois são fonte de propágulos.

As espécies pioneiras, utilizadas nas áreas restauradas, demonstram após aproximadamente 10 anos, sinais de senescência, indicando seu ciclo de vida curto.

Verificou-se a existência de uma considerável diversidade florística de espécies arbóreas, entre as quais, as de maior importância no Estoque 1 das comunidades foram: *Cupania vernalis* (26,72%) na área remanescente e *Mimosa bimocronata* (33,36%) na área restaurada.

De acordo com Martinelli e Moraes (2013) que organizaram o Livro Vermelho da Flora do Brasil, verifica-se nas florestadas restauradas, que três espécies se enquadram na “Lista Vermelha”, em alguma categoria de risco de extinção. A *Araucaria angustifolia* é enquadrada como espécie “em perigo”, pois se trata de uma espécie com risco muito elevado de extinção na natureza. *Balfourodendron ridelianun* é enquadrada como “espécie de valor econômico e com declínio verificado ou projetado”, que são espécies que no momento não se qualificam como ameaçadas, mas estão perto ou suscetíveis de serem qualificadas em uma categoria de ameaça num futuro próximo e a espécie. *Cedrela fissilis* é classificada como “vulnerável”, enquadramento em que espécies que enfrentam um risco de extinção elevado na natureza.

Importante considerar que a recomposição de áreas degradadas, em um primeiro momento deve ser baseada na adaptabilidade de algumas espécies e não necessariamente na biodiversidade.

Os trabalhos de enriquecimento devem ser realizados com espécies não pioneiras, em reflorestamentos que o dossel já esteja estabelecido, como dos fragmentos restaurados da APP do reservatório da UHSS. De modo complementar, sugere-se o uso de espécies que se enquadrem em alguma categoria de ameaça, de forma a promover sua conservação.

No entanto, deve-se sempre considerar a proporção em que essas espécies aparecem na natureza, evitando-se problema como pragas e doenças, que surgem quando indivíduos de uma espécie são plantados com alta densidade (COLMANETTI *et al.* 2013; BARBOSA *et al.* 2011), ou quando plantados como monoculturas (KAGEYAMA, 2007). Nesse sentido, é importante conhecer a ecologia e como as espécies distribuem-se em ambientes naturais.

A importância de espécies pioneiras na recomposição florestal em novas áreas está relacionada ao estabelecimento de um habitat propício para o desenvolvimento de espécies

não pioneiras, que se desenvolvem em ambiente com menor luminosidade. Nas áreas restauradas observa-se que seu estrato arbóreo está majoritariamente caracterizado pela composição de espécies pioneiras utilizadas no plantio. No entanto, é importante considerar que são áreas com menos de 10 anos, em longo prazo, espera-se que parâmetros como riqueza e diversidade possam variar, em função da própria dinâmica dos fragmentos e de fatores externos.

Com vistas à avaliação do sucesso do projeto de restauração, Gandolfi (2006) sugere o monitoramento de reflorestamentos ciliares por dois anos, para fiscalização do órgão competente (em casos de áreas autuadas), realizado em intervalos semestrais e considerando-se a recuperação no sentido da restauração estrutural e funcional o autor sugere o monitoramento por quatro anos, em intervalos semestrais. Na área estudada, são realizadas vistorias trimestrais nos primeiros 2 anos e semestrais nos dois anos seguintes, com eventuais intervenções conforme a empresa julga necessário.

5.2. Análise multivariada

5.2.1. Estoque 1

No estoque 1 a matriz original possui $[n = 80; p = 53]$, onde n e p representam parcelas e espécies. Para o estoque 2, a matriz possui $[n = 8; p = 36]$ e o estoque 3 $[n = 8; p = 43]$.

Os coeficientes de correlação cofenética obtidos dos dendrogramas de composição e abundância de espécies para o Estoque 1 foram de 0,90 e 0,85, respectivamente, indicando que mais de 85% das matrizes de dados foram representadas na forma de dendrogramas.

Por meio da análise gráfica do dendrograma de abundância (Figura 14) pode-se observar a linha *fenon* em cor azul interceptando dois grupos principais, os quais podem ser analisados na sequência da esquerda para a direita da seguinte forma: o primeiro grupo, composto em sua maioria por parcelas pertencentes ao componente nativo, no entanto, as parcelas 51, 52, 53, 54, 56 e 59 referentes ao componente restaurado mostraram-se mais semelhantes às parcelas do componente nativo no que tange à abundância; o segundo grupo é

composto das parcelas 55, 57, 58 e de 60 a 80 refere-se às unidades amostrais alocadas na área restaurada.

Na prática, a admissão de parcelas pertencentes ao reflorestamento ao grupo de parcelas do componente nativo representa o atendimento do objetivo do adensamento, o qual visa a recuperação dos fragmentos, muito embora, apenas 20% dessas parcelas apresentaram esta tendência.

Na análise gráfica do dendrograma de composição (Figura 15), as parcelas anteriormente citadas (52, 53, 54 e 56) foram reclassificadas no grupo do componente restaurado, sendo este resultado influenciado principalmente pelo fato que as espécies que compõem o estoque 1 do ambiente reflorestado, são em sua grande maioria “espécies pioneiras”, principalmente *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella*. Com exceção das parcelas 51 e 59 que se mantiveram no primeiro agrupamento, demonstrando uma maior similaridade em termos de composição e abundância com as parcelas do componente nativo.

Essa relação pode ser explicada pelo isolamento dessa área onde estão as parcelas (51 e 59) em relação à propriedade rural mais próxima, e também a proximidade de um fragmento remanescente mais conservado, o qual contribuiu no enriquecimento biológico do local.

O nível de corte foi escolhido, porque delineava agrupamentos bem distintos, posto que ocorria considerável mudança de níveis.

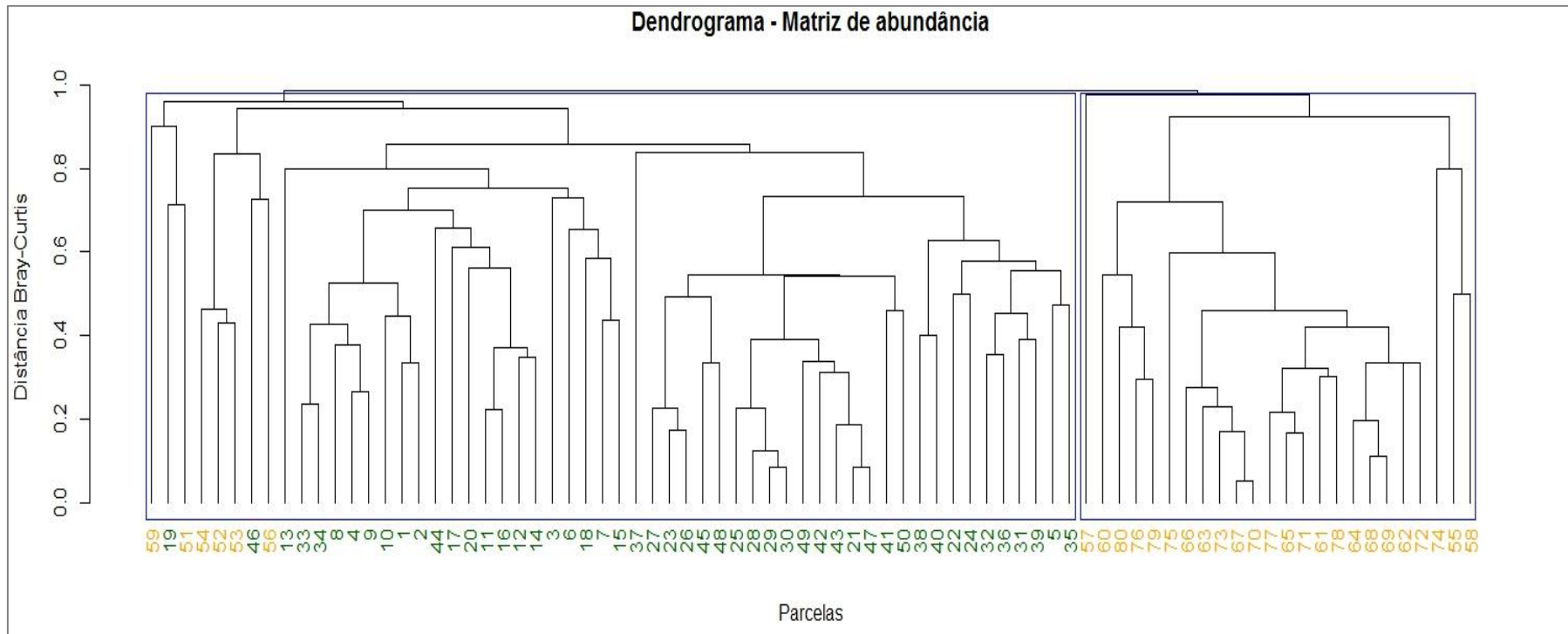


Figura 14: Dendrograma de classificação para o estoque 1 construídos por meio de uma matriz de abundância de espécies em 80 parcelas localizadas em remanescentes nativos (números do eixo “x” escritos em verde) e restaurados (números do eixo “x” escritos em laranja) na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.

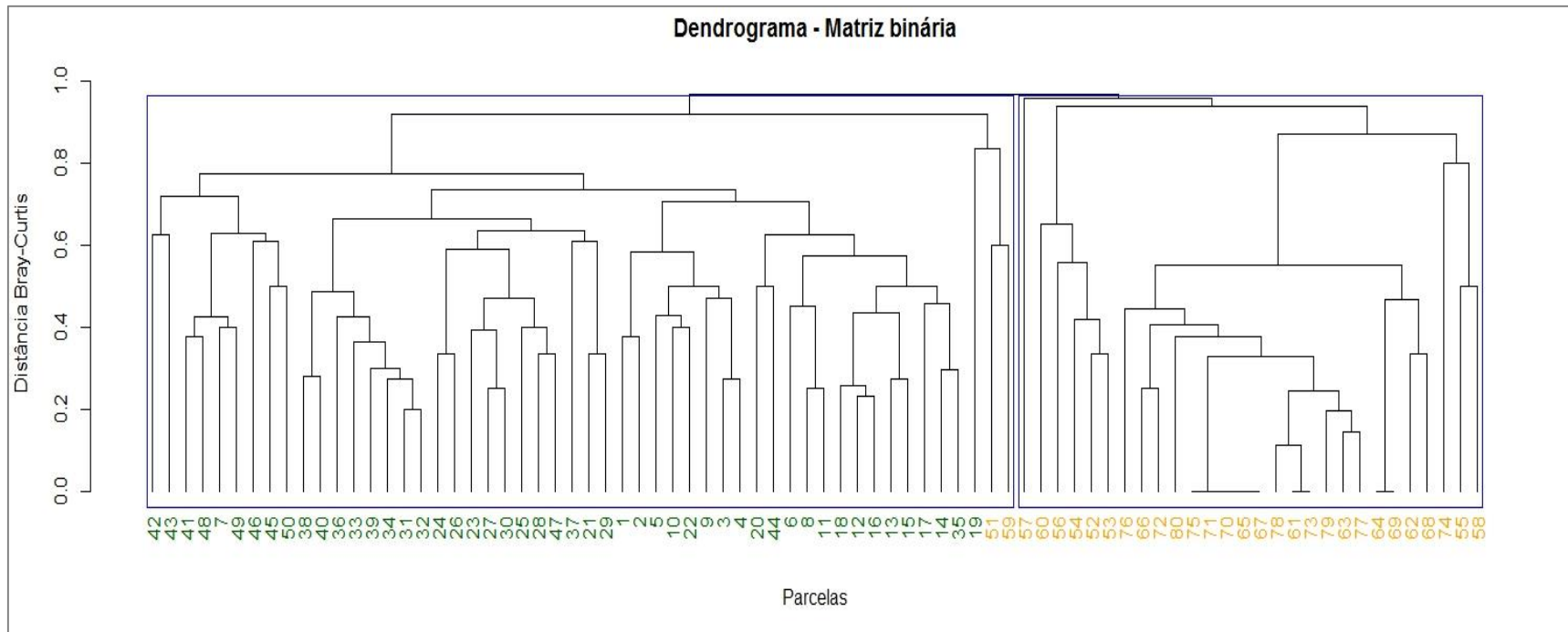


Figura 15: Dendrograma de classificação para o estoque 1 construídos por meio de uma matriz de composição de espécies em 80 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguçu-PR.

Por meio da análise de espécies indicadoras não foi possível gerar valores indicadores para as espécies dos grupos no dendrograma de abundância.

Souza *et al.* (2015), em um levantamento realizado nas margens da UHE Barra Grande, em área de ecótono entre FES e FOM, dividiram a área de estudo em função da topossequência, e na faixa mais próxima ao reservatório, observou *Matayba elaeagnoides*, *Lonchocarpus campestris*, *Machaerium paraguariense* e *Parapiptadenia rigida* como espécies indicadoras.

5.2.2. Estoque 2

Para os dendrogramas de composição e abundância de espécies do Estoque 2 foram calculados coeficientes de correlação cofenética de 0,82 e 0,73, respectivamente.

Por meio da análise gráfica do dendrograma de abundância (Figura 16) pode-se observar a linha *fenon* em cor azul interceptando dois grupos, os quais podem ser analisados na sequência da esquerda para a direita da seguinte forma: o primeiro grupo é composto apenas pela parcela 8, o qual caracteriza o ambiente restaurado. No segundo grupo, as parcelas 6 e 7 foram classificadas como semelhantes ao componente nativo.

Na análise gráfica do dendrograma de composição (Figura 17), as parcelas anteriormente citadas (6 e 7) foram reclassificadas no grupo do componente restaurado, evidenciando dois grupos distintos (ambiente restaurado e nativo).

Na prática, a admissão de parcelas pertencentes ao reflorestamento ao grupo de parcelas do componente nativo em relação à abundância representa o atendimento do objetivo do adensamento, o qual visa a recuperação dos fragmentos, onde 66% dessas parcelas apresentaram esta tendência. Em relação a composição, os grupos ainda são distintos, onde espécies com características pioneiras são mais abundantes, diferentemente do ambiente nativo, onde a entrada de luz é menor, em consequência a composição de espécies é diferente.

Por meio da análise de espécies indicadoras não foi possível gerar valores indicadores para as espécies dos grupos no dendrograma de abundância.

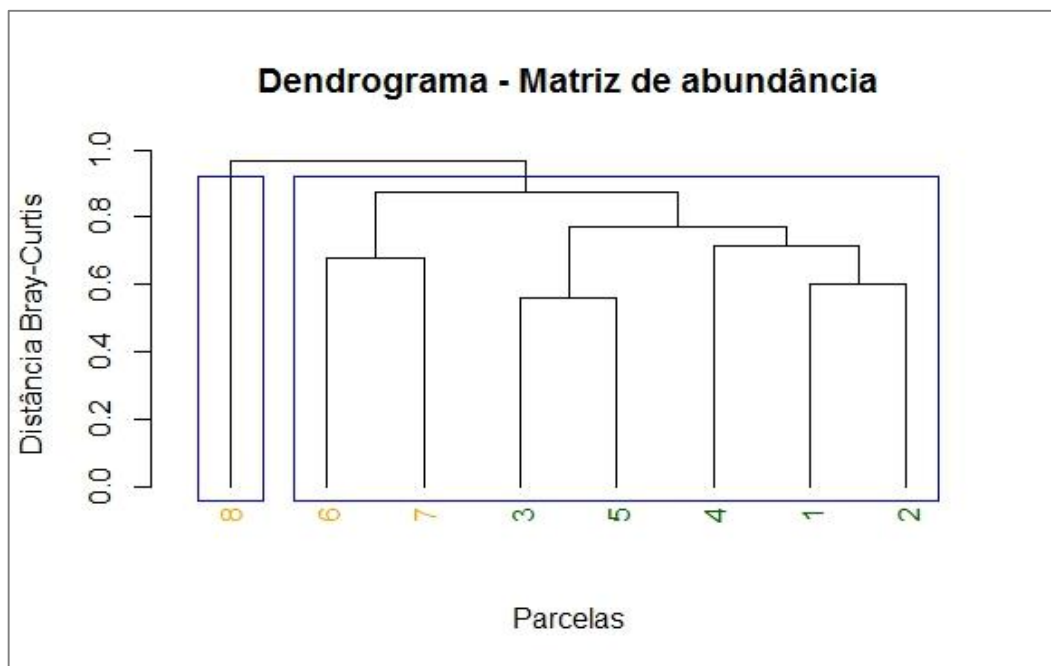


Figura 16: Dendrograma de classificação para o estoque 2 construídos por meio de uma matriz de abundância de espécies em 8 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguçu-PR.

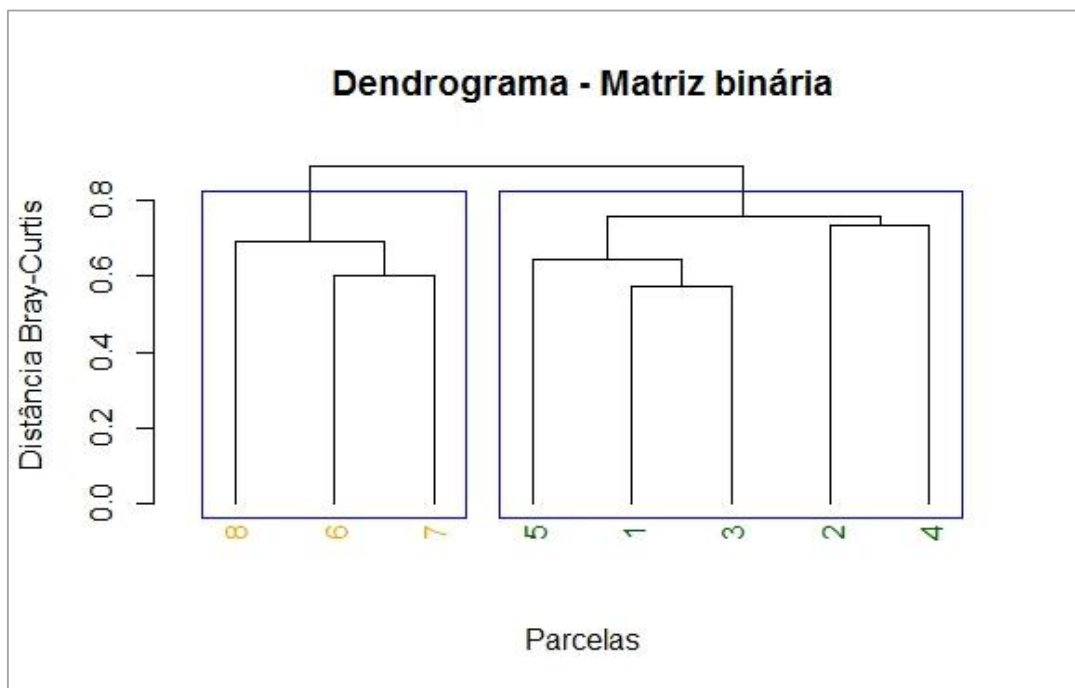


Figura 17: Dendrograma de classificação para o estoque 2 construídos por meio de uma matriz de composição de espécies em 8 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguçu-PR.

5.2.3. Estoque 3

Os dendrogramas de composição e abundância de espécies do Estoque 3 apresentaram coeficientes de correlação cofenética de 0,84 e 0,78, respectivamente.

Por meio da análise gráfica do dendrograma de abundância (Figura 18) pode-se observar a linha *fenon* em cor azul interceptando dois grupos, os quais podem ser analisados na sequência da esquerda para a direita da seguinte forma: o primeiro grupo, composto apenas pelas parcelas 6 e 8, caracterizando o ambiente reflorestado. No segundo grupo, a parcela 7 foi classificada como semelhante ao componente nativo.

Na análise gráfica do dendrograma de composição (Figura 19), as parcelas anteriormente citadas (6 e 8) foram reclassificadas no grupo do componente restaurado, evidenciando dois grupos distintos (ambiente restaurado e nativo).

Na prática, a admissão de parcelas pertencentes ao reflorestamento ao grupo de parcelas do componente nativo em relação à abundância representa o atendimento do objetivo do adensamento, o qual visa a recuperação dos fragmentos, onde 33% dessas parcelas apresentaram esta tendência. Em relação a composição, os grupos ainda são distintos, onde espécies com características pioneiras são mais abundantes, diferentemente do ambiente nativo, onde a entrada de luz é menor, em consequência a composição de espécies ainda é diferente.

Por meio da análise de espécies indicadoras não foi possível gerar valores indicadores para as espécies dos grupos no dendrograma de abundância.

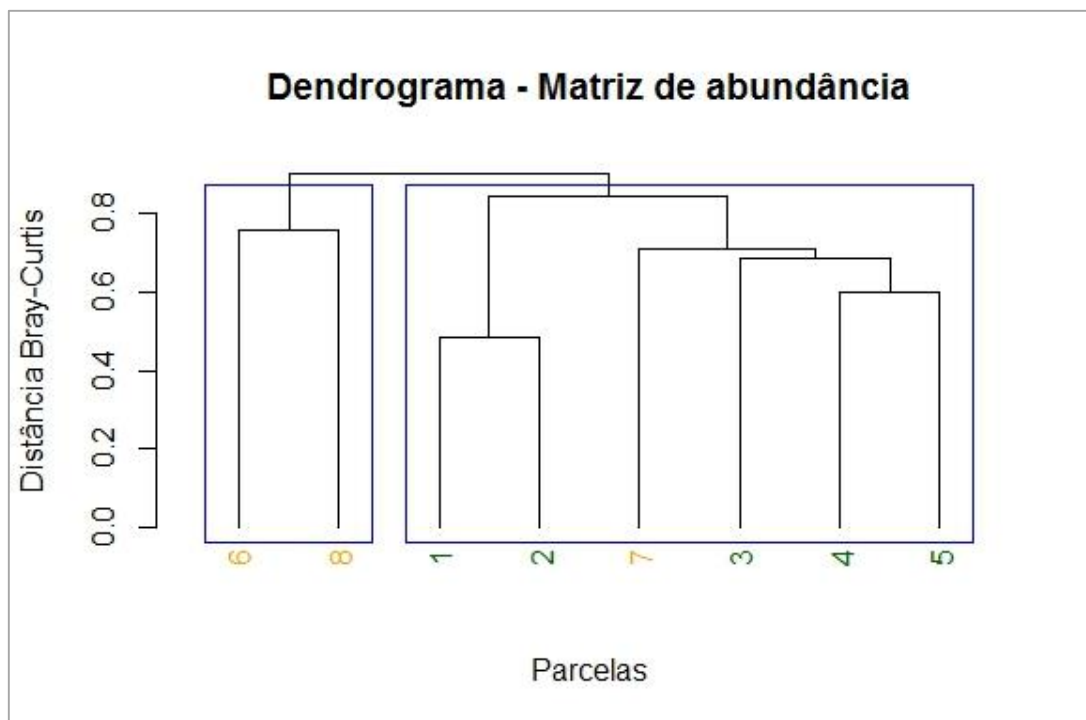


Figura 18: Dendrograma de classificação para o estoque 3 construídos por meio de uma matriz de composição abundância de espécies em 8 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguazu-PR.

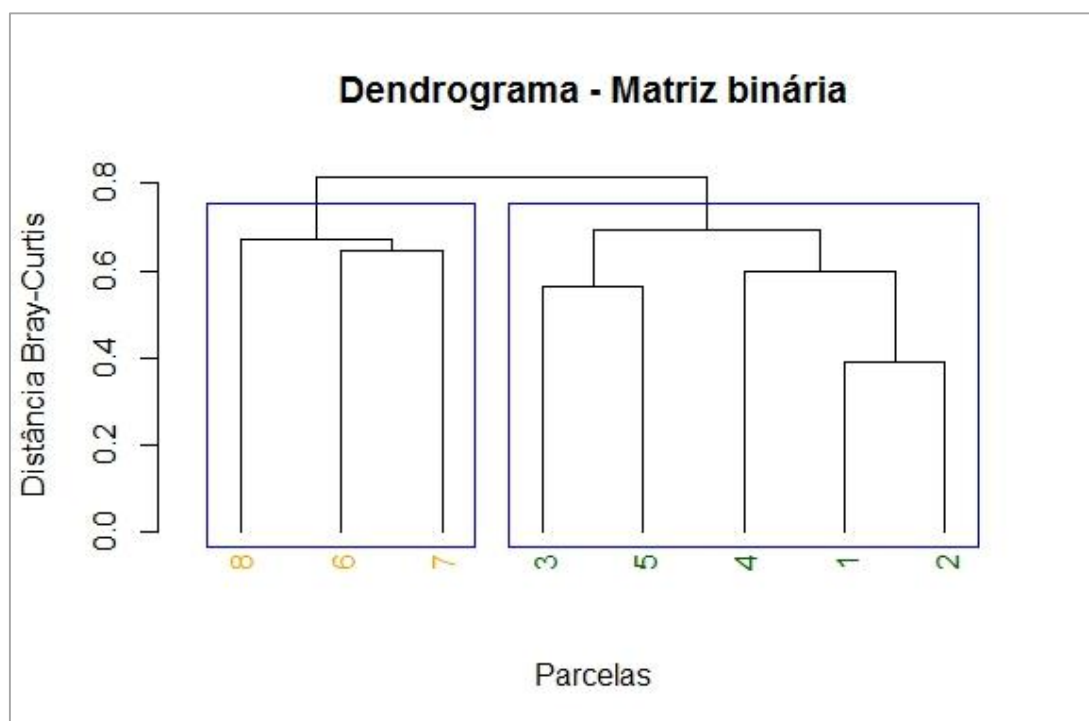


Figura 19: Dendrograma de classificação para o estoque 3 construídos por meio de uma matriz de composição de espécies em 8 parcelas localizadas em remanescentes nativos e restaurados na APP do reservatório da UHSS, no município de Rio Bonito do Iguazu-PR.

Melo *et al.* (2007) e Pulitano e Durigan (2004) relatam que a similaridade florística aumenta quando se agrega o estrato regenerante ao arbóreo, indicando que os processos naturais de regeneração sob os reflorestamentos estão fazendo com que as florestas plantadas se tornem cada vez mais semelhantes à floresta nativa remanescente. Na área estudada, algumas parcelas (6,66 %) indicam similaridade quanto a composição entre o estoque 1 (plantios entre 9 a 10 anos de idade) com a área remanescente, entretanto nos demais estoques ainda há uma polarização entre os ambientes.

Em relação a abundância, há uma tendência de similaridade entre as comunidades, indicando que a regeneração natural vem ocorrendo, mas nesse momento com espécies diferentes, provavelmente em função das diferenças quanto a entrada de luz nesses ambientes.

6. CONCLUSÕES

A diversidade observada na área remanescente é similar, quanto a composição de espécies, a ambientes que margeiam reservatórios de UHE's na região, de acordo com a literatura consultada.

Em relação às famílias, nota-se que a mais rica foi a Fabaceae em ambas as comunidades. No entanto em relação à abundância, a família com maior representatividade foi a Sapindaceae.

A maioria das espécies é de ocorrência natural nas duas formações fitogeográficas, FES e FOM, evidenciando que a área está localizada em uma região de tensão ecológica ou ecótono. Na comparação direta entre espécies típicas de uma determinada formação, espécies da FES ocorrem em maior quantidade.

A densidade (abundância) dos estratos regenerantes na área restaurada indica que o processo de regeneração natural vem ocorrendo de maneira similar à comunidade remanescente.

As espécies *Cupania vernalis* e *Matayba elaeagnoides*, apresentaram uma alta capacidade de regeneração natural nestes locais, sendo indicadas para áreas a serem restauradas, principalmente em trabalhos de adensamento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENESKY FILHO, E. **Florística, fitossociologia e dendroecologia em encosta e planície do médio Rio Tibagi, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil.** 140 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) -Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

ALBUQUERQUE, J. M. **Florística, estrutura e aspectos físicos da Floresta Ombrófila Mista em sistema Faxinal no município de Rebouças, Paraná.** 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, PR. 2009.

ALCALÁ, M.; FRANCESCHI, N. C. S.; STRANGHETTI, V. Florística de trechos de matas ciliares do ribeirão Borá e ribeirão Cubatão, Potirendaba - SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 18, p. 79-93, 2006.

ALTMAN, A. **Pagamento por serviços ecológicos: uma estratégia para a restauração e preservação da mata ciliar no Brasil.** 121f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS. 2008.

AMAZONAS, A. **Palestra: 90 anos da navegação a vapor do Rio Iguaçu.** Boletim do Instituto Histórico, Geografia e Etnográfico Paranaense. Curitiba, v.XVIII, p.29-37. 1973.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1–20. 2016.

ASSIS, M. C.; IVANAUSKAS, N. M. Formações Florestais Brasileiras. In: MARTINS, S. V. (Editor) 2.ed. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 371 p., 2012.

BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2000. p. 299-312.

BARBOSA, L.M. (Coord). **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de são paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista.** São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

BARBOSA, L.M., BARBOSA, T.C. E BARBOSA, K.C. 2011. Ferramentas disponíveis visando à restauração ecológica de áreas degradadas: contribuição do Instituto de Botânica de São Paulo da Secretaria do Meio Ambiente. In: L.M. Barbosa (coord.). **Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica,** São Paulo, pp. 111-118.

BERTOLA, A.; SOARES, C.P.B.; RIBEIRO, J.C.R. Uso de fotografias digitais para quantificar o volume sólido de madeira empilhada. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO ANUAL DE PAPEL E CELULOSE. São Paulo, 35, 2002. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 2002. p.39-45.

BERTOLINI, Í. C.; SILVA, M. S.; HOSSEL, C.; NOVACHAELLEY, A.J.; MEDEIROS, A.; COUSSEAU, A.; BECHARA, F.C.; BRUN, E.J.; FREDDO, A.R. Avaliação da invasão biológica por uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.) em um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Dois Vizinhos - PR. **III Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária**, p. 0–3, 2009.

BIANCHI, J.S.; BENTOS, C.M.; KERSTEN, R.A. Epífitas vasculares de uma área de ecótono entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista, no Parque Estadual do Marumbi, PR. **Estudos de Biologia**, v.34, p.37-44, 2012.

BIGARELLA, J.J. “Variações Climáticas do Quaternário e suas Implicações no Revestimento Florístico do Paraná”. **Boletim Paranaense de Geografia**. Curitiba, 1964.

BOENI, B. O. **Riqueza, estrutura e composição de espécies em floresta secundária invadida por *Hovenia dulcis* Thunb., caracterização do seu nicho de regeneração e efeitos alelopáticos**. 106 f. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. São Leopoldo-RS, 2011.

BONNET, A. **Caracterização fitossociológica das bromeliáceas epífitas e suas relações com os fatores geomorfológicos e pedológicos na planície do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 292f. Tese (Doutorado em Conservação da Natureza) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BORGHI, W. A.; MARTINS, S. S.; QUIQUI, E. M. D.; NANNI, M. R. Caracterização e avaliação da mata ciliar à montante da Hidrelétrica de Rosana, na Estação Ecológica do Caiuá, Diamante do Norte, PR. **Cad. biodivers.** v. 4, n. 2, dez. 2004.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.S.; FONSECA, E.M.B. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte, CEMIG; Lavras, UFLA, 1995. 28 p.

BOURSCHEID, K.; REIS, A. Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii* Engelm em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 23-30, 2010.

BRASIL – MEIO AMBIENTE. **Energia renovável representa mais de 42% da matriz energética brasileira**. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira>.>. Acesso em: 21 dez. 2016.

BRASIL. **Código Florestal**. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Brasília, DF.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2017 – Ano base 2016: Relatório Síntese**. Rio de Janeiro: EPE, 2017. Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2017> > Acesso em 28/07/2017.

Brasil. **Medida Provisória N° 2.166-67**, de 24 de agosto de 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 2, de 18 de março de 1994**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 de março de 1994. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0294.html>. Acesso em: 25 nov. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica (Lei da Mata Atlântica). Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=526>> Acesso em 15 de janeiro de 2017.

Brasil. **Resolução CONAMA N° 302 de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Brasília, DF.

Brazilian Flora 2020 in construction. Rio de Janeiro Botanical Garden. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acessado em: 08 Feb. 2017.

BRITEZ, R. M.; SILVA, S. M.; SOUZA, W. S. de; MOTTA, J. T. W. Levantamento florístico em Floresta Ombrófila Mista, São Mateus do Sul, Paraná, Brasil. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.4, n.38, p.1147-1161, 1995.

CAIN, S.A.; CASTRO, G.M. de O. **Manual of vegetation analysis**. New York: Harper, 1959. 325p.

CALDATO, S.L.; FLOSS, P.F.; DA CROCE, D.M. e LONGHI, S.J. 1996. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador. SC. **Ciência Florestal** 6 (1): 27-38.

CARPANEZZI, A. A. **Manual técnico da bracatinga (Mimosa scabrella Benth.)**. Curitiba, 1988. 70p. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 20).

CARPANEZZI, A. A. P.; CARPANEZZI, O. T. **Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no estado do Paraná, em solos não degradados**. Colombo, PR: Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Florestas, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2006. (Documentos 136).

CARPANEZZI, A.A.; CARPANEZZI, O.B. Cultivo da bracatinga no Brasil e prioridades para o seu aperfeiçoamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais**. Santa Maria: UFSM, 1992. p.640-655.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo, Embrapa Floresta, 2003. v. 1.

CERVI, A. C.; LINSINGEN, L. V.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, O. S. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, Curitiba, n. 69, 2007.

CNEC - CONSÓRCIO NACIONAL DE ENGENHEIROS CONSULTORES. **Estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental da UHE Mauá**. Curitiba, Paraná. 2004.

COLMANETTI, M.A.A.; BARBOSA L.M. **Fitossociologia e estrutura do estrato arbóreo de um reflorestamento com espécies nativas em Mogi-Guaçu, SP, Brasil**. 2013. *Hoehnea*, 40(3): 419-435.

COLWELL, R.K. & CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, B 345: 101-118.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução nº 2, de 18 de março de 1994**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de março de 1994. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0294.html>. Acesso em: 24 nov. 2016.

CUNHA, L. O.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA, A. D. DE; OLIVEIRA-FILHO, A. T. DE. Análise multivariada da vegetação como ferramenta para avaliar a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataraca, Paraíba, Brasil. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 503–515, 2003.

D´ARMADA, J.C.R.; ASSIREU, A.T.; VIANA, A.N.C.; RODRIGUES, A. Erosões em margens de reservatórios – Influência das ondas geradas pela ação do vento e da vegetação de proteção ciliar. Trabalho apresentado no II SIBE - **Simpósio Internacional de Barragens e Enrocamento**. Rio de Janeiro, 27 e 28 de outubro de 2011.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Análise crítica dos programas de reposição de Matas Ciliares em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: ciência e tecnologia, 1999, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p. 172- 188.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. **Species assemblage and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach**. *Ecological Monographs* 1997. pg 345-366.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, É. R. Recomposição da Mata Ciliar em domínio de Cerrado, Assis, SP, Brasil. **Rev. Scientia Forestalis**, n. 56, p. 135-144, 1999.

EBLING, A. A. **Dinâmica e projeção diamétrica em remanescente de Floresta Ombrófila Mista na Flona de São Francisco de Paula, RS**. 126 f. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro-PR. Irati-PR, 2012.

ECSA - Engenharia Sócio-Ambiental S/C Ltda. - **Plano de Uso e ocupação das águas e entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago**. Vol. 1, p.11-13, 2002.

ESCOFIER, B.; PAGÈS, J. **Análisis factorialies simples y multiples: objetivo, métodos y interpretación**. Bilbao. Ed. Universidad del Pais Vasco, 1992.

FARIA, J. M. R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio**. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1996.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S. da. Análise multivariada em estudos de vegetação. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, **Comunicações técnicas florestais**. v. 9, n. 1. 60p., 2007.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S.; MACHADO, E. L. M. Análise Multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In: FELFILI, M. J. *et al.* Org. **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, p. 123 – 155, 2011.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e Métodos em Fitossociologia**. Brasília: UNB, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p.

FERREIRA, W. C. **Estabelecimento de mata ciliar em áreas degradada e perturbada**. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2006.

FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ARBOEZ, G. F.; SANTOS, J. D.; BARROS, M. I. A.; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no estado de São Paulo. **Rev. Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 3, n. 7, 1995.

FIGUEIREDO FILHO, A. **Inventário das florestas nativas em pequenas propriedades rurais na bacia do Imbituvão, Centro-Sul do Paraná** / Mailson Roik, Carlos Henrique Boscardin Nauiack, Gabriela Schmitz Gomes. – Irati, PR: UNICENTRO, 2013. 115p. ISBN FLORA DO BRASIL. 2020 [em construção]. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 27 outubro 2016.

FONTANELLA, A.; COUTINHO, A.; PERRY, C.; et al. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio da Ilha, Taquara, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 7, n. 1, p. 23–41, 2009.

FONTOURA, R. **Biodiversidade: conceitos e práticas para a conservação**. PARANÁ Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Curitiba: [s.n.], p. 11- 44, 2007. 79 p.

FUNVERDE. **Fundação verde plantando um mundo melhor**. Disponível em: <<http://www.funverde.org.br/blog/about/>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

FUPEF – FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. **Conservação do bioma com araucária: relatório final** – Diagnostico dos remanescentes florestais. Curitiba: FUPEF, 2001. 2v. 236p.

GALVÃO, F. **A Vegetação natural do estado do Paraná - Métodos de levantamento fitossociológico**. IPARDES, Curitiba, p. 25-37, 1994.

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

GANDOLFI, S. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em recuperação. In **Anais do workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares: modelos alternativos para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares no estado de São Paulo**, São Paulo, p.44-52. 2006.

GASPARINO, D.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Rev. Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 1-9, 2006.

GASPER, A. L.; UHLMAN, A.; SEVEGNANI, L.; LINGNER, D. V.; RIGON-JÚNIOR, M. J.; VERDI, M.; STIVAL-SANTOS, A.; DREVECK, S.; SOBRAL, M.; VIBRANS, A.C. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Espécies da Floresta Estacional Decidual. **Rodriguésia**, v. 64, n. 3, p. 427-443, 2013.

GOMES, P.A., et al. Uso de Variáveis Dendrométricas na Estimativa de Serrapilheira em Área de Floresta Secundária Inicial e Floresta Madura. 15p. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.7, n.1, p.13 – 21, 2009.

HAGGAR, J.; WIGHTMAN, K.E.; FISHER, K. The potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.99, p.55-64, 1997.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. 6 ed. Tradução: A. S. Sant'Anna, Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

HARRINGTON, R.A.; EWEL, J.J. Invasibility of tree plantations by native and non-indigenous plant species in Hawaii. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.99, p.153-162, 1997.

HATSCHBACH, G. G.; ZILLER, S. R. **Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/GTZ, 1995.

HENDERSON, H.V.; VELLEMAN, P.F. Building multiple regression models interactively. **Biometrics**, v.37, p.391-411, 1981.

HIGUCHI, P. **Rarefação no R e no Excel**. Disponível em <<http://labdendro.com/blog/2011/10/18/rarefacao-no-r-e-no-excel/>>. Acesso em 17 de janeiro de 2017.

Holz, S.; Placci, G. & Quintana, R. D. 2009. Effects of history of use on secondary forest regeneration in the Upper Parana Atlantic Forest (Misiones, Argentina). **Forest Ecology and Management** 258: 1629-1642.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul. Ecologia, composição e importância econômica.** Tradução: Hans Reichardt. São Paulo: UNB, 1972.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Ciência. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Séries Manuais técnicos em geociências. Rio de Janeiro, 2012. 92p.

IBGE. **Geografia do Brasil.** Volume 2. Região Sul. Rio de Janeiro, 1990.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Manuais Técnicos em Geociências. ed. 2. Rio de Janeiro, 2012.

Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras regionais: Mesoregião geográfica Centro-Sul Paraense/Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social** – Curitiba: Iparde: BRDE, 2004.

ISERNHAGEN, I. **A fitossociologia florestal no Paraná: listagem bibliográfica comentada.** 175f. Dissertação Mestrado em Botânica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

JAMES, F. C. e MCCULLOCH, C. E. Multivariate analysis in ecology and systematics: Panacea or Pandora's box. **Annual Ver. Ecology and Systematics v. 21:** 129-166. 1990.

JOHNSON, W.S.; SASSER, C.E.; GOSSELINK, J.G. Sucession of vegetation in na involving River Delta, Atchafalav Bay. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 73, n.3, 973-986, nov. 1985.

KAGEYAMA, P. Y. Recomposição da vegetação com espécies nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **Série Técnica IPEF**, v. 28, n. 25, p. 1-43, 1992.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: USP/Fapesp, 2001. p. 249-269.

KAGEYAMA, P.Y. 2007. A Biodiversidade como ferramenta em agroecossistemas. In: **A Botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais.** Barbosa, L. M.; Santos Júnior, N. A. (orgs.). São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, p. 83-87, 2007.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai. **Sellowia**, Itajaí, ano XXIV, n. 24, p. 9-62, dez. 1972.

KLEIN, R. M. Importância prática da fitossociologia para a silvicultura brasileira. **Anais do I Simpósio de reflorestamento da região da araucária**, Curitiba, Brasil, p. 1-6. 1963.

KLEIN, R. M. Importância prática da fitossociologia para a silvicultura brasileira. **Anais do I Simpósio de reflorestamento da região da araucária**, Curitiba, Brasil, p. 1-6. 1963.

KLEIN, R. M. **O Aspecto Dinâmico do Pinheiro Brasileiro**, *Sellowiana*, v.12, n.12, p.17-44, 1960.

KLEIN, R. M. **O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro**. *Sellowia*, 12(12): 17-44. 1960.

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento. **Plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial – PACUERA: Usina Hidroelétrica Mauá**. Curitiba, PR. 310 p. 2010.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil. Proposta de classificação**. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

LEONI, L. de S.; TINTE, V. A. **Flora do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro: caracterização da vegetação e lista preliminar das espécies**. Carangola: Gráfica São José, 2004. 91p.

LOPES, J.E.G.; SANTOS, R.C.P. **Capacidade de Reservatórios**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária: Universidade de São Paulo: São Paulo, 2002.

LORENZI, H. 2002. **Árvores Brasileiras**. Nova Odessa/SP. vol1. Plantarum. 368p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2009a. v. 2.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2009b. v. 3.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000. 642p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

LUGO, A. Comparison of tropical tree plantation with secondary forests of similar ages. **Ecological monographs**, Durham, v.6, n.1, p.1-41, 1992.

MAACK, R. **Mapa fitogeográfico do estado do Paraná**. Escala 1:750.000. Curitiba: Serviço de Geologia e Petrografia do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio e Instituto Nacional do Pinho, 1950.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981. 450p.

MAACK, R. **Geografia Física do estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002. 438p.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner, Curitiba, 1968.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro, J. Olympio, 1981. 442p.

MACEDO NETO, D.; BURBULHAN, F.A.; WEBER, V. **UHE'S Salto Osório e Santiago - Anteprojeto de reflorestamento de reflorestamentos para a faixa de 100 metros das matas ciliares dos reservatórios**. Curitiba: Ambiotech Consultoria, 2009. 25 p. Relatório técnico (Não publicado).

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurements**. New Jersey: Princeton University Press, 1989. 179p.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P. Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. **Rev. Árvore**, vol.27, n.2, pp. 207-215, 2003.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Editora e Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1100 p., 2013.

MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Revista Holos**, p.236-267, 1999.

MARTINS, S. S. **Recomposição de matas ciliares no Estado do Paraná** / Sueli Sato Martins. 2. ed. rev. e atual. Maringá: Clichetec, 2005. 32 p.: il.; color.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Minas Gerais: Ed. Aprenda fácil, 2001.

McCUNE, B.; GRACE, J.B. **Analysis of ecological communities**. MjM, Glenden Beach, 304 p., 2002.

MELLO, J. M. **Análise comparativa de procedimentos amostrais em um remanescente de floresta nativa no município de Lavras, MG**. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1995.

MELLO, J. M. **Análise comparativa de procedimentos amostrais em um remanescente de floresta nativa no município de Lavras, MG**. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1995.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 101-111, mar. 2007.

MEYER, H.A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, Bethesda, v. 50, n.2, p. 85-92, 1952.

MORO, M.F.; MARTINS, F.R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA NETO, J.A.A. (eds). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV; 2011.

NASCIMENTO, H.E.M.; DIAS, A.S.; TABANEZ, A.A.J. ; VIANA, V.M. 1999. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na região de Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 59(2): 329–342.

NOFFS, P. S.; GALLI, L. F.; GONÇALVES, J. C. **Recuperação de áreas degradadas da mata atlântica**. Uma experiência da CESP Companhia Energética de São Paulo. São Paulo, SP., 2000. Caderno 3. 2º ed. p. 1-41.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. **Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil**. ACTA Amazônica, Amazonas, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.

PAULA, A.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L.; SANTOS, F.A.M. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 743-749, 2002.

PEZZATTO, A. W. **Composição florística e ciclagem de macronutrientes em diferentes seres sucessionais nas margens de reservatório de Hidrelétrica no oeste do Paraná**. 166f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2004.

PIELOU, E.C. 1975. **Ecological diversity**. John Wiley & Sons, New York.

POLLOCK, M.M. Biodiversity. In: BILBY, R.E.; NAIMAN, R.J. **Ecology and Management of streams and rivers in the Pacific Northwest Coastal Ecoregion**. New York: Springer-Verlag, 1998. p. 430-452.

PULITANO, F.M.; DURIGAN, G. A mata ciliar da Fazenda Cananéia: estrutura e composição florística em dois setores com idades diferentes. In: VILAS BOAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo, Páginas e Letras, 2004. p.419-445.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <<https://www.R-project.org/>>.

RAMOS, V. S.; DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F.; RODRIGUES, R. **Árvores da Floresta Estacional Semidecidual: Guia de Identificação de Espécies**. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo: BIOTA/FAPESP, 2008.

REISEMBERG, A. **Conferência: 90 anos da navegação a vapor do rio Iguaçu e Negro**. Boletim do Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico Paranaense. Curitiba, v. XVIII, p.39-65. 1973.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. Araucariaceae. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p. 1-65, 1966.

RIBEIRO, J. F.; SCHIAVINI, I. Recuperação de matas de galeria: interação entre a oferta ambiental e a biologia das espécies. In: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p.137-153.

ROCHA, J. H. T.; SANTOS, A. J. M.; DIOGO, F. A.; et al. Reflorestamento e recuperação de atributos químicos e físicos do solo. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p. 299–306, 2015.

RODE, R. **Avaliação florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista e de uma vegetação arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos**. 159f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2008.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, n. 24, p. 75-92, jan/jun 2002.

RODOLFO, A. M.; TEMPONI, L. G.; CÂNDIDO JR, J. F. Levantamento de plantas exóticas na trilha do Poço Preto, Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, supl. 1, p. 22-24, set. 2008.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF; ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009. 259 p.

RODRIGUES, W. A., PIRES, J. M. Inventário fitossociológico. In: ENCONTRO SOBRE INVENTÁRIOS FLORÍSTICOS NA AMAZÔNIA, 1988, Manaus. **Anais...** Manaus, 1988. 5p.

RONDON NETO, R.M.; WATZLAWICK, L.F.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHOENINGER, E.R. Análise florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS – BRASIL. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, 2002.

SALAMUNI, R.; SALAMUNI, E.; ROCHA, L.A.; ROCHA, A.L. Parque Nacional do Iguaçu, PR: Cataratas de fama mundial. In **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil** (C. Schobbenhaus, D.A. Campos, E.T. Queiroz, M. Winge e M.L.C. Berb-Born, eds.). Departamento Nacional de Produção Mineral/Serviço Geológico do Brasil - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, Brasília, 2002. p. 313-321.

SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; LEITÃO-FILHO, H. F.; CESAR, O. Composição florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1999.

SCHIKOWSKI, A.B.; DALLA CORTE, A.P.; SANQUETTA, R.B. Dinâmica do estoque de carbono em Floresta Ombrófila Mista no Paraná utilizando software CO₂FIX e simulação de cenário de Projeto REDD. Curitiba, PR. **Holos Environment**, v.15 n.2, 2015 – P. 115.

SCHNEIDER, P. R.. **Manejo Florestal: Planejamento da Produção Florestal**. Santa Maria: CEPEF/ FATEC/UFSM, 2009.

SCOLFORO, J. R. S. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 441 p.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 341p.

SEMA - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Programa Mata Ciliar - Perguntas Frequentes**. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=220>. Acesso em: 10 dez. 2016.

SEUBERT, R. C.; MAÇANERO, J.P.; HEILMANN, A.; SCHORN, L. A. **Estrutura fitossociológica da regeneração natural em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana em Campo Belo do Sul, Santa Catarina**. Congresso Nacional de Botânica Belo Horizonte, 10-15 de novembro de 2013.

SILVA, I. C.; OLIVEIRA, R.M.; SILVA, T.F. Evidências da degradação ambiental na mata ciliar do rio Itaporoca no município de Itaporoca/PB. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.1, n. 4, p.663 – 675, 2012.

SILVA, R.D.; CHRISTO A.B.; HIGUCHI, P. **Script para cálculo de parâmetros estruturais e fitossociológicos da floresta**. Disponível em <https://gist.github.com/ricds/5f84b1ae293c5cae5709>. Acesso em 20 de outubro de 2016.

SILVESTRE, R. **Comparação da florística, estrutura e padrão espacial em três fragmentos de floresta ombrófila mista no estado do Paraná**. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2009.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Fundação SOS Mata Atlântica: flora**. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/?section=info&action=flora>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

SOUSA JÚNIOR, G. A. **Zoneamento da faixa tampão do reservatório da UHE-Camargos e avaliação de sua regeneração natural**. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2005.

SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. **Regulação da produção em florestas inequiâneas**. Viçosa: UFV, 1993. 147p.

SOUZA, K.; CRISTINA DE SOUZA, C.; GONÇALVES DA ROSA, M.; et al. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo de uma floresta subtropical ao longo de uma toposequência no Alto-Uruguaí. **Scientia Forestalis** **321 Sci. For**, v. 43, n. 106, p. 321–332, 2015.

SOUZA, K.; SOUZA, C.C.; ROSA, M.G.; CRUZ, A.P., LIMA, C.L, SILVA, J.O.; LAZZARIN, L.C.; LOEBENS, R.; DIAS, R.A.R.; SILVA, A.C.; HIGUCHI, P.; SCHIMALSKI, M.B. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo de uma floresta subtropical ao longo de uma toposequência no Alto-Uruguaí. **Scientia forestalis** 43: 321-332. 2015

SOUZA, R. F. D. **Fitossociologia e dinâmica da vegetação arbórea no Parque Nacional do Iguaçu**. (2015). 135f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal, Área de Concentração: Manejo Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

TRACTEBEL ENERGIA e ECSA. **Plano de uso e ocupação das águas e entorno do reservatório da usina hidroelétrica Salto Santiago**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. 2002.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. Impacto das mudanças de cobertura vegetal no escoamento: **Revisão**. **Revista Brasileira de Recursos hídricos**. Vol 2. n. 1.pp. 135-152, 1997.

VACCARO, S; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma Floresta Estacional Decidual, no Município de Santa Tereza-RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p.1-18, 1999.

VALÉRIO, A.; WATZLAWICK, L.; SAUERESSIG, D.; PUTON, V.; PIMENTEL, A. Análise da composição florística e da estrutura horizontal de uma Floresta Ombrófila Mista Montana, Município de Irati, PR-Brasil. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambientais**, Curitiba, v. 6, p. 137-147, 2008.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 3, p.231-253, maio/jun. 2000.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de recursos Naturais e estudos Ambientais, 1991.

VIANI, R.A.; COSTA, J.C.; ROZZA, A.F.; BUFO, L.V.B.; FERREIRA, M.A.P.; OLIVEIRA, A.C.P. Caracterização florística e estrutural de remanescentes florestais de Quedas do Iguaçu, Sudoeste do Paraná. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 115-128, 2011.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C.R.; VALÉRIO, A. F.; SILVESTRE, R. Caracterização da composição florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista, no município de General Carneiro (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v. 1, n.2, p. 229-237, 2005.

ANEXOS

Anexo 1: Rol de espécies utilizadas nos plantios

Nº	Nome popular	Nome científico
1	Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>
2	Alecrim	<i>Holocalyx balansae</i>
3	Amarelinho	<i>Terminalia triflora</i>
4	Angico-branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>
5	Angico-gurucaia	<i>Parapiptadenia rigida</i>
6	Araçá	<i>Psidium cattleianum</i>
7	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
8	Ariticum	<i>Rollinia sylvatica</i>
9	Aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i>
10	Braatinga-de-campo-mourão	<i>Mimosa flocculosa</i>
11	Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>
12	Branquilho	<i>Sebastiania commersoniana</i>
13	Bugreiro	<i>Lithraea brasiliensis</i>
14	Cabreúva	<i>Myrocarpus frondosus</i>
15	Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i>
16	Canela-branca	<i>Nectandra lanceolata</i>
17	Canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i>
18	Canjarana	<i>Cabralea canjerana</i>
19	Capororoca	<i>Rapanea ferruginea</i>
20	Caroba	<i>Jacaranda micrantha</i>
21	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>
22	Cerejeira-do-mato	<i>Eugenia involucrata</i>
23	Cócão	<i>Erythroxylum deciduum</i>
24	Corticeira	<i>Erythrina falcata</i>
25	Embaúba	<i>Cecropia sp.</i>
26	Erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i>
27	Fumo-bravo	<i>Solanum granuloso-leprosum</i>
28	Guabirobeira	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
29	Guaçatunga	<i>Casearia decandra</i>
30	Guajuvira	<i>Patagonula americana</i>

		<i>continua ...</i>
31	Guamirim	<i>Calyptanthus sp.</i>
32	Imbuia	<i>Ocotea porosa</i>
33	Ingá	<i>Inga sp.</i>
34	Ipê-amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>
35	Ipê-roxo	<i>Tabebuia avellanadae</i>
36	Jaboticabeira	<i>Myrciaria truncifolia</i>
37	Jaracatiá	<i>Jaracatia spinosa</i>
38	Juqueri	<i>Mimosa regnelli</i>
39	Louro-pardo	<i>Cordia tricothoma</i>
40	Maricá	<i>Mimosa bimucronata</i>
41	Paineira	<i>Chorisia speciosa</i>
42	Palmito-jussara	<i>Euterpe edulis</i>
43	Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>
44	Pau-jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>
45	Pau-jangada	<i>Alchornea glandulosa</i>
46	Pau-marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i>
47	Pessegueiro-bravo	<i>Prunus sellowii</i>
48	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>
49	Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>
50	Rabo-de-bugio	<i>Lonchocarpus campestris</i>
51	Sapuva	<i>Machaerium stipitatum</i>
52	Tapiá	<i>Alchornea triplinervia</i>
53	Tarumã	<i>Vitex megapotamica</i>
54	Uvaieira	<i>Eugenia pyriformis</i>
55	Vacum	<i>Allophylus edulis</i>