

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

LIGIA BELIEIRO MALVEZZI

**CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES E MONITORAMENTO DE UMA
APP EM RESTAURAÇÃO HÁ SETE ANOS ÀS MARGENS DO RIBEIRÃO TRÊS
BOCAS, LONDRINA – PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**LONDRINA
2018**

LIGIA BELIEIRO MALVEZZI

**CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES E MONITORAMENTO DE UMA
APP EM RESTAURAÇÃO HÁ SETE ANOS ÀS MARGENS DO RIBEIRÃO TRÊS
BOCAS, LONDRINA – PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora Profa. Dr^a. Patrícia Carneiro Lobo Faria

LONDRINA

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES E MONITORAMENTO DE UMA
APP EM RESTAURAÇÃO HÁ SETE ANOS ÀS MARGENS DO RIBEIRÃO TRÊS
BOCAS, LONDRINA – PR

Por

LIGIA BELIEIRO MALVEZZI

Monografia apresentada no dia 13 de abril de 2018 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho _____
(aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Profa. Dr^a. Kátia Valéria Marques Cardoso Prates
(UTFPR)

Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira
(UTFPR)

Profa. Dr^a. Patrícia Carneiro Lobo Faria
(UTFPR)
Orientadora

Profa. Dr^a. Edilaine Regina Pereira
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

(A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me manter forte durante todos os momentos turbulentos desta caminhada. Sou grata por colocar pessoas maravilhosas no meu caminho, que me acrescentam e me fazem crescer pessoal e profissionalmente.

Agradeço a minha família, que representa a minha base e tudo o que sou. À minha mãe, Rosane, por acreditar em mim, por ser minha luz, minha força, inspiração e maior incentivadora da graduação. Agradeço ao meu irmão, Victor, por sempre estar disposto em me ver feliz e realizada. Obrigada, meu irmão, por todo carinho.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dr^a. Patrícia pela colaboração na realização deste trabalho. Sou muita grata pela disposição nas idas ao campo, pelas explicações sempre muito paciente, pelos empréstimos de livros, identificações das plantas e valiosas correções para aperfeiçoar este trabalho.

Agradeço ao Seu Zé pela ida à campo.

Agradeço também, aos professores da banca avaliadora do TCC1 pela contribuição.

Aos proprietários do Sítio Água Viva, meus sinceros agradecimentos por permitirem a realização deste trabalho.

Agradeço ao Franklin Silva Araújo pelo apoio durante todo esse processo, mas, principalmente pelo auxílio com tanto empenho na ida ao campo. Sua ajuda foi fundamental.

Por fim, a todos aqueles que, de alguma forma, estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais à pena.

Ao meu pai (*in memoriam*).

RESUMO

MALVEZZI, L. B. **Caracterização do banco de sementes e monitoramento de uma APP em restauração há sete anos às margens do Ribeirão Três Bocas, Londrina – PR.** 2018. 72f. Monografia (Graduação) – Curso superior em Bacharelado de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.

O presente trabalho foi desenvolvido em uma Área de Preservação Permanente (APP) que passou por plantio total visando sua restauração há sete anos, localizada em uma propriedade rural (Sítio Água Viva) às margens do Ribeirão Três Bocas, em Londrina, Paraná. Foi aplicado o protocolo de monitoramento de projetos de restauração ecológica desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado do São Paulo, (Portaria CBRN 01/2015). A aplicação do Protocolo se deu pela disposição na área de três transectos (T1, T2 e T3), com 23, 20 e 20 metros de extensão, respectivamente, com 4 metros de largura. Os indicadores amostrados foram: cobertura de copas por vegetação nativa, densidade de indivíduos nativos regenerantes e número de espécies nativas regenerantes. Os indivíduos amostrados tinham altura (H) maior que 50 centímetros e Circunferência à Altura do Peito (CAP) menor que 15 centímetros. As plantas com altura menor que 50 centímetros foram contadas em 5 parcelas (2x2m) dispostas em cada transecto. Na mesma área de aplicação do protocolo foram retiradas amostras de solo e serapilheira para análise do banco de sementes em 15 pontos dispostos sistematicamente em 3 linhas paralelas ao curso d' água. As amostras de solo foram levadas à Casa de Vegetação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, recebendo rega diária. As plântulas germinadas foram contadas mensalmente, e ao final de 120 dias foram identificadas. Os resultados obtidos pelos indicadores do protocolo foram 100% de cobertura de copas, densidade de 10.297 regenerantes naturais/ha e 39 espécies nativas regenerantes, valores que sugerem que a área se encontra em estado adequado de restauração. Todas as espécies amostradas foram distribuídas em 14 famílias e 2 categorias artificiais (indeterminadas e agrupadas). As famílias mais abundantes foram Solanaceae, Sapindaceae, Anacardiaceae e Lauraceae. Obteve-se, também, densidades elevadas (29.500, 17.500 e 26.000 ind/ha para T1, T2 e T3) para plantas com $H < 50\text{cm}$. Para o banco de sementes, a densidade foi de $1.670,37 \pm 480,23$ sementes germinadas/m² para os primeiros 30 dias de amostragem. A densidade final não foi considerada por mortalidade decorrente de falha na irrigação. A grande maioria das sementes germinadas no banco foram de herbáceas. Foram amostradas 149 plantas lenhosas (111,1 sementes de arbóreas/m²) com destaque para a presença de cinco espécies arbóreas: *Trema micrantha*, *Cecropia* sp, *Schinus terebintifolius*, *Croton* sp e *Melia azedarach*, esta última exótica. Detectou-se a presença marcante de arbustos e trepadeiras denotando que a dispersão e o estabelecimento de regenerantes naturais na área estão sendo favorecidos. A baixa riqueza de espécies no banco de sementes pode ser consequência da pequena área amostral e/ou da elevação do nível hidrométrico do rio, ocorrida no início de 2016.

Palavras-chave: Monitoramento. Restauração ecológica. Banco de sementes.

ABSTRACT

MALVEZZI, L. B. **Characterization of the seed bank and monitoring of an PPA in restauration for seven years in the Ribeirão Três Bocas Basin, Londrina – PR.** 2018. 72f. Monografia (Graduação) – Curso superior em Bacharelado de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.

The present study was developed in a Permanent Preservation Area (PPA) that underwent total planting aiming its restoration seven years ago, located in a rural property (Sítio Água Viva) on the banks of the river Três Bocas, in Londrina, Paraná. It was applied the monitoring protocol of restoration projects developed by the Environment Agency of the State of São Paulo (Ordinance CBRN 01/2015). The application of the Protocol was done by the arrangement in the area of three transects (T1, T2 and T3), with 23, 20 and 20 meters of extension, respectively and 4 meters wide. The indicators sampled were crown cover by native vegetation, density of native regenerating individuals, and number of native regenerating species. The individuals sampled had a height (H) greater than 50 centimeters and Chest Height Circumference (CAP) less than 15 centimeters. Plants with height less than 50 cm were also counted in 5 plots (2x2m) randomly arranged in each transect, 15 plots in total. At the same area of the protocol application, soil samples were collected for seed bank analysis in 15 points arranged systematically in 3 lines paralleled to the water course. The samples were taken to the Greenhouse at the Federal Technological University of Paraná Campus Londrina, and received water daily. The germinated plants were counted monthly, and identified when completed 120 days. The results obtained for the protocol indicators were 100% of crown cover, 10,297 natural regenerants/ha and 39 native regenerating species, values that suggest that the area is in an adequate state of restoration. All of the species were distributed into 14 botanical families and 2 artificial categories (indeterminate and grouped). The most abundant families were Solanaceae, Sapindaceae, Anacardiaceae e Lauraceae. We also obtained high density (29,500, 17,500 e 26,000 ind/ha for T1, T2 e T3) for the plants with H<50cm. Regarding the seed bank, it was found a density of $1,670.37 \pm 480.23$ germinated seed/m² in the first 30 days of experiment. The final density were not considered due to the mortality caused by the irrigation loss. The great majority of the germinated seeds in the bank were herbaceous. It was sampled 149 woody plants (111.1 woody tree seeds/m²), emphasizing five species: *Trema micrantha*, *Cecropia* sp, *Schinus terebintifolius*, *Croton* sp and *Melia azedarach*, this last one an exotic species. The great presence of shrubs and vines points out that the dispersal and the establishment of the natural regenerants in the area are being favored. The low reachness of species in the seed bank might be a consequence of the small sampled area and/or the river extravasation at the beginning of 2016.

Key words: Monitoring. Ecological Restoration. Seed Bank.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da distribuição dos indivíduos do grupo de preenchimento e diversidade. Modelo utilizado por LERF/LCB/ESALQ/USP.....	21
Figura 2 – Fluxograma simplificado referente ao monitoramento exigido no Cadastro Ambiental Rural no Paraná.....	26
Figura 3 – Localização do Sítio Água Viva e do trecho de APP estudada, no município de Londrina.	28
Figura 4 – Fronteira da APP em restauração com a área de cultivo, no sítio Água Viva	29
Figura 5 – Aceiro de isolamento da APP em restauração da área agricultável.....	29
Figura 6 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Três Bocas.....	30
Figura 7 – Transecto (e linha amostral ao centro) de acordo com a Portaria CBRN 01/2015.....	31
Figura 8 – Lagoas artificiais localizadas entre o corpo d'água e a mata ciliar	32
Figura 9 – Disposição das linhas amostrais para estabelecimento de transectos de 2m de largura para amostragem de regenerantes.	32
Figura 10 – Desenho esquemático, sem escala, representando a distribuição dos transectos e das parcelas (em cinza) para monitoramento na APP.....	33
Figura 11 – Desenho esquemático sem escala da distribuição de pontos para a coleta das amostras de solo para determinação do banco de sementes.	35
Figura 12 – Coleta do banco de sementes em campo.	36
Figura 13 – Amostras do banco de sementes dispostas na Casa de Vegetação da UTFPR.	37
Figura 14 – Plântulas replantadas em sacos de mudas objetivando confirmar identificação.	38
Figura 15 – Aberturas do dossel encontradas na área.....	39
Figura 16 – Distribuição de altura (H) das plantas regenerantes amostradas nos 3 transectos na área de APP com sete anos de restauração.	41
Figura 17 – Formas de vida de regenerantes lenhosos amostrados no monitoramento de APP sete anos após restauração por plantio total.....	45
Figura 18 – Herbáceas encontradas em parcelas do transecto 3 durante amostragem na APP em restauração há 7 anos.....	46

Figura 19 – Bandeja B08 após o evento de falha de irrigação durante um final de semana.	48
Figura 20 – Herbáceas mais abundantes encontradas no banco de sementes na APP em restauração há sete anos, por plantio total.....	52
Figura 21 – Espécies arbóreas encontradas no banco de sementes da APP em restauração há sete anos, por plantio total.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores esperados (VE) e valores críticos (VC) para indicadores de monitoramento de matas ciliares em Floresta Estacional Semidecidual, propostos por Durigan et al. (2016).....	24
Tabela 2 – Valores intermediários de referência para os indicadores de monitoramento de projetos de restauração ecológica de projetos com 3, 5, 10 e 15 anos, estabelecidos pela SMA nº 32/2014.	25
Tabela 3 – Valores de abundância e densidade de regenerantes em 3 transectos (T1, T2 e T3) para indivíduos com $H > 50$ cm e $H < 50$ cm.	40
Tabela 4 – Relação das espécies e morfoespécies amostradas e sua forma de vida em uma APP, sete anos após o plantio total para restauração.....	43
Tabela 5 – Índice de diversidade de Shannon e Equabilidade de Pielou para a APP amostrada	46
Tabela 6 – Variação de abundância de plântulas decorrentes da germinação a partir de amostras do banco de sementes de APP em restauração há 07 anos, mantidas em casa de vegetação.....	47
Tabela 7 – Abundância e densidade das sementes germinadas nos primeiros 30 dias em que as bandejas permaneceram na Casa de Vegetação.	48
Tabela 8 – Abundância, densidade e frequência de espécies e morfoespécies amostradas no banco de sementes da APP em restauração há sete anos, por plantio total.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4	REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1	LEGISLAÇÃO FLORESTAL NO BRASIL.....	15
4.2	RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	17
4.2.1	Banco de Sementes	22
4.3	MONITORAMENTO E INDICADORES ECOLÓGICOS	23
4.3.1	Monitoramento de Restauração Florestal no Estado de São Paulo e no Paraná	25
5	MATERIAIS E MÉTODOS	28
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	28
5.2	APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA ÁREA	31
5.2.1	Amostragem.....	31
5.2.2	Indicador: Cobertura de solo com vegetação nativa	33
5.2.3	Indicador: Densidade de indivíduos regenerantes	34
5.2.4	Indicador: Número de espécies nativas regenerantes	34
5.3	BANCO DE SEMENTES	35
5.4	ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON E EQUABILIDADE DE PIELOU ..	38
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6.1	COBERTURA DO SOLO POR VEGETAÇÃO NATIVA.....	39
6.2	DENSIDADE DE INDIVÍDUOS REGENERANTES	40
6.3	RIQUEZA DE INDIVÍDUOS NATIVOS REGENERANTES	42
6.3.1	Índice de Diversidade de Shannon e Equabilidade de Pielou	46
6.4	MONITORAMENTO DO BANCO DE SEMENTES EM CASA DE VEGETAÇÃO	47
6.4.1	Abundância e densidade de sementes	47
6.4.2	Riqueza de espécies encontradas no banco de sementes	49

6	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS.....	57
	APÊNDICE A – Espécies identificadas no monitoramento da APP durante aplicação do protocolo, sete anos após restauração por plantio total	65
	APÊNDICE B – Desenvolvimento do banco de sementes ao longo dos 120 dias em casa de vegetação	68
	APÊNDICE C – Espécies identificadas no banco de sementes da APP em restauração há sete anos, por plantio total	73

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2009 alguns proprietários rurais do município de Londrina foram contemplados pelo programa Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Segundo Wunder (2007), o PSA pode ser definido como uma transação voluntária na qual um serviço ambiental é comprado de um fornecedor por, no mínimo, um comprador se, e somente se, esse fornecedor assegurar continuamente o fornecimento deste serviço ambiental. O PSA, então, tem como objetivo incentivar o uso sustentável e a proteção dos recursos naturais e, conseqüentemente, melhorar as condições de vida dos pequenos produtores em florestas tropicais (SEEHUSEN; PREM, 2011, p. 34). O projeto pode ser coordenado e financiado por empresas e Organizações Não Governamentais (ONGs), ou por órgãos públicos, seja ele municipal, estadual e federal (GUEDES; SEEHUSEN; 2011, p. 12), sendo contemplado no Artigo 41 da Lei Federal nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012a), conhecida como Novo Código Florestal (NCF).

O PSA em Londrina foi uma iniciativa da Promotoria de Defesa do Meio Ambiente, juntamente com diversas organizações, que instituíram o Programa de Recuperação de Vegetação Ciliar e Reserva Legal do Município de Londrina – PR. Dentre as instituições envolvidas, a ONG MAE – Meio Ambiente Equilibrado – ficou responsável pelo plantio de 40 mil mudas de espécies arbóreas nativas em áreas públicas e pequenas propriedades rurais nas bacias hidrográficas do Ribeirão Cambé e Três Bocas, em trechos de conectividade das unidades de conservação Parque Municipal Arthur Thomas e Parque Ecológico Daisaku Ikeda (JODAS, 2010). Na ocasião a professora Dr^a Patrícia Carneiro Lobo Faria (representando a UTFPR, Câmpus Londrina) se comprometeu a contribuir com o monitoramento de algumas das áreas contempladas.

Após o plantio das espécies nativas, o monitoramento de áreas dos projetos implantados é de fundamental importância (UEHARA; GANDARA, 2011, p. 4) para analisar se os ecossistemas estão progredindo a uma situação de sustentabilidade. O monitoramento de áreas que passaram por restauração é uma prática recomendada por diversos autores (RODRIGUES et al., 2009; 2013; MORAES et al., 2010). Para o Estado de São Paulo essa prática foi regulamentada por meio da Resolução SMA nº32 de 3 de abril de 2014 (SÃO PAULO, 2014), sendo que a Coordenadoria da Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN) publicou a Portaria CBRN nº 01/2015

(SÃO PAULO, 2015), estabelecendo o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica.

Para o Estado do Paraná, há apenas a Resolução Conjunta 007/2015 da Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) com o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) (PARANÁ, 2015) dispendo sobre procedimentos operacionais do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), conforme previsto no Art. 29 do NCF. Com isso, os proprietários rurais ainda estão cumprindo a fase de cadastramento no Cadastro Ambiental Rural (CAR), que foi prorrogada até dia 31 de maio de 2018, segundo Decreto nº 9.257, de 29 de dezembro de 2017 (BRASIL 2017), e que será seguida pelo Programa de Regularização Ambiental. Dessa forma, o monitoramento tornar-se-á necessário a cada dois anos a partir da constatação da ativação do CAR no IAP e nos casos de necessidade de regularização, via Programa de Regularização Ambiental (PRA).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o processo de restauração em uma Área de Preservação Permanente (APP) que foi contemplada pelo Programa de Recuperação de Vegetação Ciliar e Reserva Legal do Município de Londrina e passou por reflorestamento há sete anos, a partir dos indicadores previstos na Portaria CBRN 01/2015 (Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica) para o Estado de São Paulo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar a cobertura do solo por vegetação nativa na APP estudada;
- Avaliar a regeneração natural da APP por meio da determinação da densidade de indivíduos regenerantes, da riqueza de espécies regenerantes e da caracterização do banco de sementes;
- Estimar valores de indicadores de restauração que possam ser utilizados como referência para outras APPs na Bacia do Ribeirão Três Bocas, em Londrina, PR;
- Avaliar a aplicabilidade do Protocolo de monitoramento.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 LEGISLAÇÃO FLORESTAL NO BRASIL

Com mais de 206 milhões de habitantes (IBGE, 2017a) e com extensão territorial superior a 8 milhões de km² (IBGE, 2017b), o Brasil destaca-se por abrigar a maior biodiversidade do planeta, com 20% do número de espécies da Terra, além das vastas áreas de florestas tropicais, sendo essas responsáveis por 4% do PIB brasileiro (SNIF, 2017). Tamanho privilégio também acarreta responsabilidades e o país encontra-se em destaque quanto às discussões a respeito da proteção florestal.

O primeiro Código Florestal Brasileiro foi instituído pelo Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934 (ABES, 2012, p. 8; SILVA et al., 2016, p. 11) em resposta à crescente expansão cafeeira, principalmente no Sudeste (TEIXEIRA et al., 2011, p. 16). O decreto caracterizava as florestas em: protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento (SILVA et al., 2016, p. 11). As florestas protetoras assemelham-se com o conceito de Áreas de Preservação Permanente (APP) que se conhece atualmente, onde sua função é a manutenção do equilíbrio ecológico e dos recursos naturais, bem como proteção do solo e das águas. As florestas remanescentes eram destinadas ao poder público, e atualmente são conhecidas como as Unidades de Conservação. As florestas modelo caracterizavam-se por serem plantadas com um número limitado de espécies, além das exóticas. As demais florestas eram caracterizadas como de rendimento (ABES, 2012).

O segundo Código Florestal foi instituído pela Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Esse código estabeleceu os dois instrumentos de proteção da vegetação nativa: as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL). As APPs referem-se à vegetação em ambientes sensíveis, como zonas ripárias e topo de morros, e as RLs a uma cota de vegetação nativa em propriedades rurais, variando de acordo com o bioma brasileiro que devem ser mantidas nas propriedades (METZGER, 2010; SILVA et al., 2016, p. 12).

O Código Florestal de 1965 recebeu, ao longo do tempo, várias resoluções adicionais do CONAMA e sua reformulação passou por longo debate. Segundo Sparovek et al. (2011), uma das reformulações do Código Florestal de 1965 para o Novo Código Florestal (NCF), Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012a) pautou-se em considerar que grande parte dos proprietários de imóveis rurais

encontravam-se irregulares e em não conformidade no que diz respeito às extensões de APP e RL.

De acordo com Soares-Filho et al. (2014), os ruralistas argumentavam que se o Código de 1965 fosse inteiramente cumprido, a agricultura no Brasil seria profundamente afetada, uma vez que grande parte das áreas ocupadas para o cultivo deveriam retornar a florestas. Contudo, em uma pesquisa realizada pelos autores, dos 4,5 Mha de florestas ripárias que deveriam ser restauradas, apenas 0,6 Mha estão ocupadas por plantações, o que representa menos de 1% de toda área de cultivo no Brasil. Soares-Filho et al. (2014) também afirmaram que o NCF reduziu em 58% os déficits de áreas de APP e RL que foram devastadas ilegalmente antes de 2008 (que, no código anterior, deveriam ser restauradas sob responsabilidade do proprietário).

No NCF, as extensões das faixas marginais de APP para propriedades sem áreas consolidadas permaneceram as mesmas, dependendo da largura do corpo d'água, variando entre 30 e 500m. Já, as propriedades rurais com uso consolidado em APP passaram a ter que recompor faixas marginais menores. As áreas consolidadas são entendidas como áreas ocupadas com atividades antrópicas antes de 22 de julho de 2008 que compreendam edificações, benfeitorias, atividades agrossilvipastoris, ecoturismo ou turismo local (BRASIL, 2012a). São exemplos as várzeas ocupadas com cultivos de arroz e encostas ocupadas com café, uva, aviários, entre outros (FAEP, 2012, p. 26). O NCF autoriza a continuidade dessas atividades em áreas consolidadas em APPs até essa data (BRASIL, 2012a), porém exige a recomposição de determinadas faixas de vegetação, que variam com o tamanho da propriedade, em módulo fiscal. Em Londrina – PR, um módulo fiscal equivale a 12 hectares (FAEP, 2012, p. 82), sendo essa recomposição bastante reduzida em termos percentuais.

Com isso, para áreas consolidadas, as extensões de APP passaram a depender do tamanho da propriedade, em módulos fiscais, variando de 5 a 20m, conforme (Quadro 1) de acordo com o NCF (BRASIL, 2012a, art. 61-A), reduzindo a proteção aos rios e a demanda pela restauração.

Quadro 1 - Extensões das faixas marginais de APP para propriedades com áreas consolidadas, conforme novo Código Florestal.

Área do Imóvel rural (em módulos fiscais)	Largura do curso d'água (metros)	Recomposição obrigatória para APPs de cursos d'água (metros)	A soma das APP de recomposição obrigatória não ultrapassará:
Até 01	Qualquer largura	5	10% da área total do imóvel
Superior a 01 e até 02	Qualquer largura	8	
Superior a 02 e até 04	Qualquer largura	15	20% da área total do imóvel
Superior a 04 e até 101	Até 101	201	-
Demais casos ¹	Metade da largura do curso d'água ¹	Mínimo de 20 e máximo de 100 m ¹	-

Fonte: Adaptado de Brasil (2012).

Nota:

1 Incluído no Decreto 7.830/2012, art. 19, §4º.

4.2 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

As ações com o intuito de mitigar áreas degradadas foram, por muito tempo, voltadas para resolver os impactos que afetavam diretamente a própria sociedade. Deste modo, aplicavam-se técnicas de emergência em locais pontuais para sanar o problema a curto prazo, sem levar em consideração nenhuma base científica para fundamentar essas atividades. Tais ações desencadearam as primeiras iniciativas de restauração ecológica (RE), que no Brasil tiveram como marco inicial a restauração ecológica da Floresta da Tijuca, em 1862 (BRANCALION et al., 2015, p. 12).

Os programas de recuperação ambiental baseavam-se na simples aplicação de técnicas agronômicas e plantio de espécies arbóreas, sem objetivos específicos para otimização dos resultados. Acreditava-se que a diversidade era reestabelecida sozinha, mesmo em circunstâncias em que a degradação excedia os níveis de resiliência da área (BRANCALION et al., 2010, p. 565).

A definição de RE evoluiu com o tempo e, atualmente, abrange conceitos mais amplos. A Sociedade de Restauração Ecológica (Society of Ecological Restoration, SER), em sua última definição, estabelece RE como sendo “o processo de auxiliar a recuperação de ecossistemas que foram degradados, danificados ou destruídos” (SERI, 2004). A restauração ecológica almeja atingir um ecossistema que seja resiliente e autossustentável, respeitando sua estrutura, composição de espécies e função, bem como que este esteja integrado à paisagem (SERI, 2004). A RE visa,

portanto, acelerar o processo de sucessão ecológica (MORAES et al., 2010; SÃO PAULO, 2014), o qual é entendido como um processo natural e dinâmico na comunidade vegetal em que há uma evolução em sua complexidade e diversidade (POESTER et al., 2012, p. 19). O estágio de desenvolvimento das comunidades vegetais se inicia com as plantas pioneiras, ou seja, as que se instalam inicialmente. Essas modificam o ambiente para torná-lo favorável às plantas de estágio secundário e, assim, sucessivamente, até a comunidade atingir um estado dinamicamente estável e equilibrado, também chamado de clímax (REIS-DUARTE; GALVÃO-BUENO, 2006, p. 35; POESTER et al., 2012, p. 20). O Quadro 2 evidencia as diferentes características das plantas ao longo dos estágios de sucessão.

Quadro 2 – Características das plantas em diferentes categorias para os estágios da sucessão.

Características	Pioneiras	Secundárias Iniciais	Secundárias Tardias	Climácicas
Crescimento	Muito rápido.	Rápido.	Lento.	Lento ou muito lento.
Tolerância a sombra	Muito intolerante.	Intolerante.	Tolerante no estágio juvenil.	Tolerante.
Regeneração	Banco de sementes.	Banco de plântulas.	Banco de plântulas.	Banco de plântulas.
Tamanho de frutos e sementes	Pequeno.	Médio.	Pequeno à médio, porém sempre leve.	Grande e pesado.
Idade da 1ª reprodução	Prematura (1 a 5 anos).	Prematura (5 a 10 anos).	Relativamente tardia (10 a 20 anos).	Tardia (mais de 20 anos).
Tempo de vida	Muito curto (menos de 10 anos).	Curto (10 a 25 anos).	Longo (25 a 100 anos).	Muito longo (mais de 20).
Ocorrência	Capoeiras, bordas de matas, clareiras médias e grandes.	Florestas secundárias, bordas de clareiras, clareiras pequenas.	Florestas secundárias e primárias, bordas de clareiras e clareiras pequenas, dossel florestas e sub-bosque.	Florestas secundárias em estágio avançado de sucessão, florestas primárias, dossel e sub-bosque.

Fonte: (Adaptado de) Ferreti, 2002; Rodrigues et al. (2009, p. 17); Poester et al. (2012, p. 20).

As áreas de margens de cursos de rios (vegetação ciliar) merecem uma atenção especial em relação à restauração ecológica. Essas áreas exercem um papel ecológico fundamental e de grande importância para os ecossistemas locais, por meio da diminuição da poluição à montante, pela filtragem promovida pelas raízes, reduzindo a lixiviação de fertilizantes agrícolas, redução do assoreamento dos corpos d'água, manutenção do microclima, propiciando conforto térmico e conservação da

temperatura no rio, além de servir como abrigo e fonte de alimento para a fauna local (KAGEYAMA et al., 2002, p. 19-20).

No Brasil, durante o século XX, a grande expansão da urbanização e da agricultura fizeram com que esses ecossistemas fossem cada vez mais degradados. A retirada da vegetação ciliar para plantação (e outros usos do solo), somada à compactação do solo, reduzem a infiltração da água e acarretam em maiores enxurradas, carreando partículas de solo para os cursos d'água. Muitas vezes essas partículas encontram-se contaminadas por defensivos agrícolas, e acabam contaminando os rios e águas subsuperficiais (BRANCALION et al., 2015, p. 26-28).

O planejamento de uma restauração ecológica é a realização de um diagnóstico detalhado a fim de verificar qual a situação inicial do sítio de estudo e os objetivos a serem alcançados (MORAES et al., 2010). Sua meta pode ser de curto, médio e longo prazo. As metas de curto prazo compreendem controle da erosão, melhora da fertilidade do solo, estabilização do ciclo hidrológico, aumento da biodiversidade e produtividade da vegetação. Para médio prazo, estima-se que sejam alcançados o enriquecimento e o aumento da complexidade estrutural do ecossistema, além do aumento da biodiversidade. A longo prazo, as técnicas de restauração ecológica devem permitir que o ecossistema tenha atingido sua estabilidade e sustentabilidade (POESTER et al., 2012, p. 17-18).

O primeiro passo é a definição de um ecossistema de referência cujo objetivo é servir como modelo de planejamento e avaliação dos resultados, e que corresponda à condição de degradação em que se encontra a área (ENGEL; PARROTTA, 2003, p. 14; SERI 2004). Durigan (2011, p. 12) afirmou que o ecossistema de referência deve representar o resultado final que melhor se aplique às condições ambientais da área degradada, ou seja, não se deve utilizar o mesmo ecossistema de referência para áreas degradadas por situações distintas, como agropecuária e mineração.

Após a definição do ecossistema de referência e antes da implantação de qualquer técnica de restauração, é necessário identificar possíveis fatores de degradação, e assim, promover o isolamento da área que se pretende recompor desses fatores. Geralmente, os fatores de degradação compreendem as atividades relacionadas ao movimento de animais de pastoreio, máquinas, veículos e implementos agrícolas, além de incêndios, extração de madeira, caça, desmatamento, roçada, aplicação de agrotóxicos, entre outros. Esses fatores de degradação são

prejudiciais à área e podem colocar em risco a efetividade das ações de restauração (KAGEYAMA et al., 2002, p. 27; NAVE et al., 2015, p. 10).

A decisão da metodologia mais adequada de RE vai depender do histórico da área, do estudo do seu entorno, fertilidade e uso anterior do solo, proximidade com remanescentes florestais, sua capacidade de regeneração natural, riqueza de espécies, entre outros fatores (ISERNHAGEN et al., 2009, p. 87-92; NAVE, et al., 2015, p. 8).

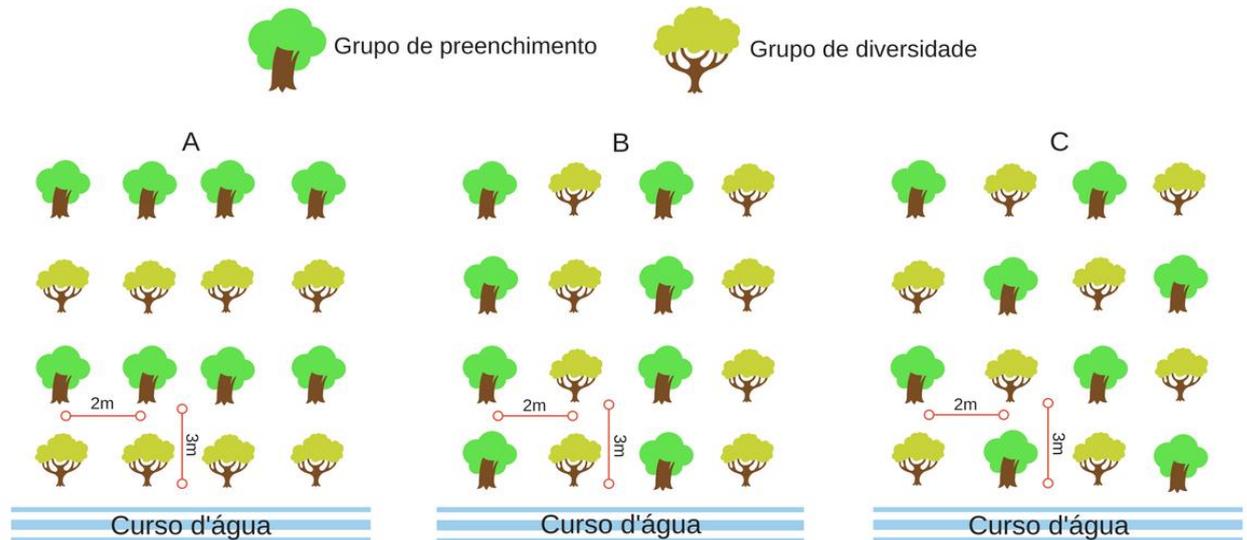
Em áreas com poucas perturbações antrópicas e com alta capacidade de resiliência, a condução da regeneração natural torna-se a melhor técnica a ser aplicada em ecossistemas passíveis de restauração. Segundo Nave (2015, p. 12), essa técnica consiste em favorecer quaisquer plantas nativas que se estabeleçam e se desenvolvam naturalmente na área em restauração, chamadas de regenerantes. Quanto maior a quantidade de regenerantes na área, menor necessidade de introdução de indivíduos por meio de mudas e sementes e, conseqüentemente, menores os custos.

O sucesso da regeneração natural em uma área vai depender, em muitos casos, do nível de degradação do solo e da qualidade do banco de sementes, além de sua proximidade com remanescentes florestais e seu fluxo com propágulos. Quando há esse fluxo, o processo de adensamento e enriquecimento vegetal da área ocorre mais rapidamente. Já para áreas distantes de fragmentos florestais remanescentes, há a necessidade de intervenções artificiais (NAVE, 2015, p. 12).

Todavia, em locais em que houve um uso intensivo do solo, como atividades agrícolas, queimadas, processos erosivos e desqualificação do substrato, a regeneração natural não é capaz de por si só restaurar uma área. Por isso, o uso de outras técnicas, como introdução de espécies nativas por meio do plantio de mudas e/ou sementes torna-se necessário para auxiliar sua recuperação (ISERNHAGEN et al., 2009, p. 36).

No plantio de mudas em área total são utilizadas plantas de diferentes estágios de sucessão, as quais são caracterizadas em dois grupos funcionais: grupo de preenchimento e grupo de diversidade (Figura 1). O grupo de preenchimento é constituído por espécies de rápido crescimento e boa cobertura de copa, geralmente enquadradas como as pioneiras e secundárias iniciais, que se encaixem nesse “perfil” (ISERNHAGEN et al., 2009, p. 116-119).

Figura 1 – Esquema da distribuição dos indivíduos do grupo de preenchimento e diversidade. Modelo utilizado por LERF/LCB/ESALQ/USP.



Fonte: Adaptado de Isernhagen et al. (2009, p. 117).

Nota:

(A) 3x2 em linhas de Preenchimento e Diversidade.

(B) 3x2 Simples.

(C) 3x2 Alternada.

O objetivo do grupo de preenchimento é realizar um rápido fechamento das clareiras presentes na área, e assim promover um ambiente favorável para as plantas de estágio avançado de sucessão que não são adaptadas a altos níveis de luminosidade. O grupo de diversidade inclui espécies que irão se perpetuar na área quando as espécies do grupo de preenchimento morrerem. São caracterizadas por espécies secundárias tardias e climácicas, além de secundárias iniciais e ou pioneiras que não se enquadrem no grupo anterior. O espaçamento mais utilizado para plantio total é 3x2m (ISERNHAGEN et al., 2009, p. 116-119).

Há, ainda, a nucleação, que segundo Yarranton e Morrison (1974 apud REIS et al., 2003) pode ser entendida como a “capacidade de uma espécie em propiciar uma significativa melhoria nas qualidades ambientais, permitindo aumento na probabilidade de ocupação deste ambiente por outras espécies”. As técnicas de nucleação compreendem: transposição de solo, semeadura direta e hidrossemeadura, implantação de poleiros artificiais, transposição de galharia, plantio de mudas em ilhas de alta diversidade e coleta de sementes com manutenção da variabilidade genética (REIS et al., 2003).

4.2.1 Banco de Sementes

A consolidação de uma floresta em determinado local depende de alguns processos ecológicos, tais como a polinização, dispersão e germinação de sementes das espécies arbóreas e demais plantas presentes na região. Similarmente, na restauração ecológica esses processos são igualmente importantes, uma vez que as sementes ali dispersas devem germinar e originar as plântulas que, posteriormente, estabelecem-se no local. Portanto, uma restauração bem-sucedida ocorrerá se a regeneração natural das espécies arbóreas ocorrer efetivamente, e se elas forem capazes de passar de sementes para adultos reprodutivos (BRANCALION et al., 2015, p. 112).

Desse modo, torna-se importante a avaliação do banco de sementes de uma área que está passando por um processo de restauração ecológica. Segundo Thompson e Grime (1979), bancos de sementes são entendidos como todas as sementes viáveis de espécies que se encontram na parte superior e nas camadas interiores do solo.

De acordo com Harper (1977, p. 83-84), o banco de sementes é composto, em parte, por sementes produzidas na área e também por sementes trazidas de outros locais. Essas sementes, quando dispostas no solo, apresentam estado de dormência, e sua germinação vai ocorrer quando o ambiente apresentar condições propícias para tal.

Quando dispersas, seja pelo vento ou por animais, essas sementes ficam depositadas na serapilheira e na camada superior de solo, formando um estoque de sementes viáveis, aguardando condições favoráveis para germinar. Sua importância está no fato de que uma área degradada pode apresentar sementes das espécies florestais que ainda não germinaram porém, quando colocadas em condições favoráveis, se desenvolvem, dispensando a necessidade de realizar plantio ou semeadura (BRANCALION et al., 2015, p. 128).

A estimativa da composição de bancos de sementes é realizada por duas técnicas distintas: germinação direta e flotação em solução de alta densidade (extração) (THOMPSON; GRIME, 1979; POIANI; JOHNSON, 1988 apud BROWN, 1991; BUHLER; MAXWELL, 1993). A germinação direta caracteriza-se por coletar amostras de solos e incubá-las em casa de vegetação a fim de criar condições propícias para sua germinação. O método de germinação direta é o mais utilizado, e

suas vantagens incluem a maior facilidade de identificação das plantas emergentes em relação às sementes, menor trabalho laboratorial e análise do grande volume de solo gerado pelas amostras. Contudo, este método necessita de espaço em casa de vegetação por longos períodos, e subestima a quantidade de sementes devido a erros causados pela não germinação de sementes no estado de dormência (germinação inativa ou retardada devido à falta de condições propícias) e mortalidade (BROWN, 1991).

O segundo método, flotação em solução de alta densidade, compreende a retirada das sementes do solo pela combinação de peneiras, flotação e separação por fluxo de ar, seguido de seleção manual das sementes. Esse método de extração é rápido, não necessita de casa de vegetação e evita os problemas associados à dormência de sementes e condições específicas de germinação. No entanto, o método é limitado em quantidade de amostras de solo, demanda muito trabalho laboratorial, há grandes chances de erros na identificação das sementes (BROWN, 1991).

4.3 MONITORAMENTO E INDICADORES ECOLÓGICOS

O monitoramento ecológico é parte fundamental do processo de restauração (RODRIGUES et al., 2013; RODRIGUES; ORTIZ, 2015, p.46), e pode ser entendido como uma análise em diferentes fases do processo cujo intuito é comparar o início com o que foi previamente esperado para acontecer (DURIGAN, 2011, p. 11). Sem um monitoramento as ações de restauração florestal ficariam incompletas, uma vez que não seria possível avaliar o que ocorreu após a intervenção (RODRIGUES, et al., 2013).

Em ecologia, o monitoramento é fundamentado em ferramentas denominadas tecnicamente como indicadores. Dale e Beyeler (2001) afirmam que os indicadores podem ser utilizados para determinar as condições de um ambiente, fornecendo um aviso prévio das mudanças ali ocorridas, além de cumprir o papel de fornecer informações a respeito da estrutura, função e composição do meio ambiente. Para Durigan (2011, p. 11) esses indicadores devem ser variáveis perfeitamente identificáveis, fáceis de medir e de compreender, e que possam representar propriamente o que se deseja avaliar, ou seja, se os objetivos previamente estabelecidos estão sendo atingidos.

Rodrigues et al. (2013, p. 6) no Protocolo de Monitoramento Para Programas e Projetos de Restauração Florestal, definem indicadores como:

Indicador é qualquer variável do projeto de restauração ecológica usada para inferir a condição de um determinado critério. Os indicadores devem transmitir uma informação, e não devem ser confundidos como condições para satisfazer critérios (RODRIGUES et al., 2013, p. 6).

Para a avaliação de ecossistemas em restauração, os indicadores ecológicos devem atender certos requisitos fundamentais de qualquer indicador, como: apresentar sensibilidade a fatores que perturbam o ecossistema, ser previsível nas respostas aos fatores atuantes sobre o mesmo, apresentar possibilidade de predições sobre os efeitos positivos ou negativos de práticas de manejo que venham a ser aplicadas, representatividade de outras variáveis mais difíceis de medir, e baixa variabilidade nas respostas aos fatores que representa (DURIGAN, 2011, p. 11).

Durigan et al. (2016), visando estruturar o monitoramento de matas ciliares em Floresta Estacional Semidecidual, geraram valores de referência esperados e valores críticos para indicadores de restauração para diferentes idades, desde 4 até 25 anos de restauração (Tabela 1). Segundo os autores, os indicadores selecionados: cobertura de copas, riqueza e densidade de regenerantes apresentam atributos que seguem uma trajetória temporal e que apresentam uma evolução estrutural, de riqueza e de restabelecimento de serviços ecossistêmicos do local.

Tabela 1 – Valores esperados (VE) e valores críticos (VC) para indicadores de monitoramento de matas ciliares em Floresta Estacional Semidecidual, propostos por Durigan et al. (2016).

Idade (Anos)	CP ¹		Riqueza ²		Reg. ³		Dens. ⁴		Reg. ⁵		Dens. ⁶	
	VE	VC	VE	VC	VE	VC	VE	VC	VE	VC	VE	VC
4	81,6	75,1	25	18	5	3	445	125	0	0	0	0
7	86,8	79,5	35	25	17	10	2.542	674	7	3	297	122
8	88,0	79,5	38	25	20	10	3.043	674	8	3	436	122
9	89,1	80,7	40	26	23	13	3.448	825	10	4	558	193
10	90,1	81,0	42	27	25	13	3.879	852	12	4	667	205
25	98,5	90,3	59	41	46	28	7.313	2.005	24	12	1.618	740

Fonte: Adaptado de Durigan et al. (2016).

Nota:

¹Cobertura de Copas pelo método de linhas (%);

²Riqueza total de espécies arbóreas (nº de spp);

³Riqueza de regenerantes arbóreos no sub-bosque com $h \geq 50\text{cm}$ e $\text{DAP} < 5\text{cm}$ (nº de spp);

⁴Densidade de regenerantes arbóreos no sub-bosque com $h \geq 50\text{cm}$ e $\text{DAP} < 5\text{cm}$ (ind./ha);

⁵Riqueza de regenerantes arbóreos no sub-bosque com $1\text{cm} \leq \text{DAP} < 5\text{cm}$ (nº de spp);

⁶Densidade de regenerantes arbóreos no sub-bosque com $1\text{cm} \leq \text{DAP} < 5\text{cm}$ (ind./ha).

4.3.1 Monitoramento de Restauração Florestal no Estado de São Paulo e no Paraná

O Estado de São Paulo encontra-se bastante avançado em relação à legislação que rege a preservação, manutenção e recomposição das florestas nativas (BARBOSA, 2011, p. 10).

Recentemente foi publicada a Resolução Estadual Nº 32 de 03 de abril de 2014 (SÃO PAULO, 2014) da Secretaria do Meio Ambiente (SMA), a qual fornece e estabelece orientações a respeito da Restauração Ecológica no Estado, bem como critérios e parâmetros de monitoramento a fim de atestar sua conclusão. Esse documento já é uma versão aperfeiçoada em relação aos instrumentos reguladores de 2007 e 2008.

A Resolução Nº 32/2014 (SÃO PAULO, 2014) tornou a Coordenadoria da Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN) responsável por editar a Portaria CBRN 01/2015 (SÃO PAULO, 2015), o protocolo de monitoramento para restauração ecológica. Esse protocolo estabelece a metodologia de coleta de dados para aferição dos seguintes indicadores ecológicos: cobertura de solo com vegetação nativa, densidade de indivíduos nativos regenerantes e número de espécies nativas regenerantes. A Resolução nº 32/2014 (SÃO PAULO, 2014) estabelece, ainda, os valores intermediários de referência, separados em crítico, mínimo e adequado, para os indicadores (Tabela 2). Tais valores servem de parâmetro para que se possa verificar a situação dos projetos de restauração (SÃO PAULO, 2014).

Tabela 2 – Valores intermediários de referência para os indicadores de monitoramento de projetos de restauração ecológica de projetos com 3, 5, 10 e 15 anos, estabelecidos pela SMA nº 32/2014.

Florestas Ombrófilas e Estacionais									
Idade (anos)	Cobertura de solo com vegetação nativa (%)			Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)			Número de espécies nativas regenerantes (nº ssp)		
	Cr.	Mín.	Ad.	Cr.	Mín.	Ad.	Cr.	Mín.	Ad.
3	0-15	15-80	↑ 80	-	0-200	↑ 200	-	0-3	↑ 3
5	0-30	30-80	↑ 80	0-200	200-1.000	↑ 1.000	0-3	3-10	↑ 10
10	0-50	50-80	↑ 80	0-1.000	1.000-2.000	↑ 2.000	0-10	10-20	↑ 20
15	0-70	70-80	↑ 80	0-2.000	2.000-2.500	↑ 2.500	0-20	20-25	↑ 25

Fonte: Adaptado de São Paulo (2014).

Notas:

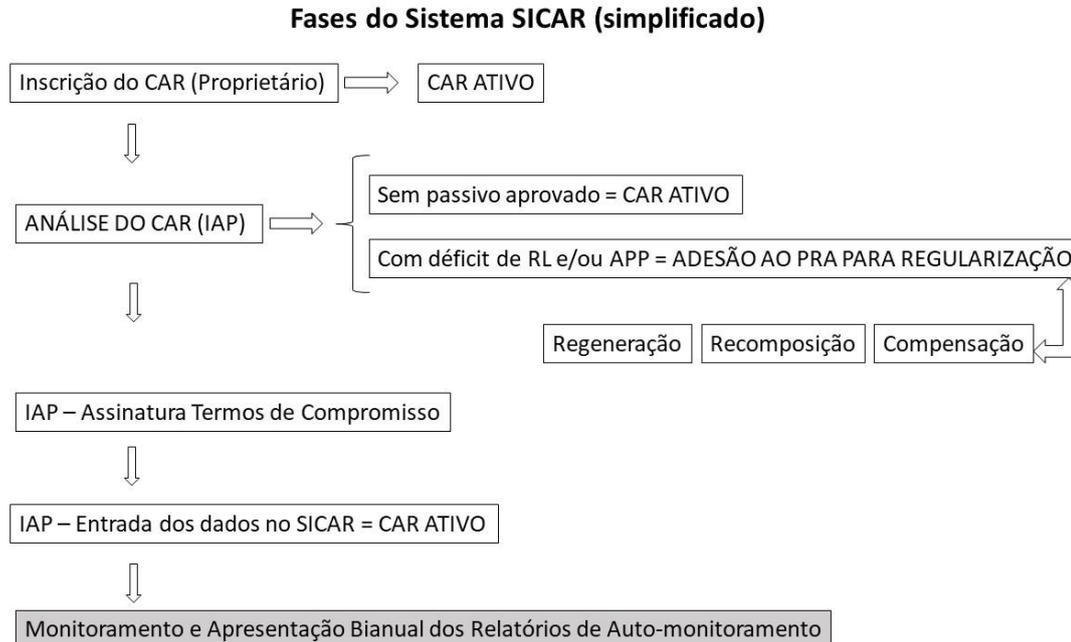
Cr: crítico; Mín: mínimo; Ad: adequado.

↑ representa “acima de”.

Os valores críticos indicam que será necessária uma readequação do projeto. Os valores mínimos encontram-se dentro de uma margem de tolerância para o prazo, porém são inferiores ao esperado e também indicam que ações corretivas são necessárias para não comprometer os resultados futuros. Valores dentro do adequado indicam que foi atingindo o esperado para o prazo determinado (SÃO PAULO, 2014).

O Estado do Paraná vem aos poucos lançando suas normativas e, de acordo com a Resolução Conjunta SEMA/IAP nº 007/2015 (PARANÁ, 2016), o monitoramento é uma das atividades necessárias, a ser realizado de forma bianual, conforme fluxograma ilustrado na Figura 2. Segundo a Resolução Conjunta SEMA/IAP 007/2015, se a análise do CAR indicar déficit de RL ou APP, o proprietário terá três alternativas para regularização das áreas: regeneração, recomposição ou compensação (no caso de RL). No próximo passo, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) entrará com os dados no SICAR, para definição do PRA e assinatura do Termo de Compromisso.

Figura 2 – Fluxograma simplificado referente ao monitoramento exigido no Cadastro Ambiental Rural no Paraná



Fonte: Adaptado de Resolução Conjunta SEMA/IAP 007/2015

Atualmente, segundo Comunicado nº 02/2017, o IAP já iniciou as análises de alguns CAR ativos quanto à algumas inconsistências, como sobreposição de áreas,

omissões de áreas, nascentes, etc. O IAP, então, nesta fase de análise, solicita ao proprietário adequações no seu cadastro (IAP, 2017).

É importante ressaltar que as fases do sistema SICAR são aplicadas aos proprietários de imóveis rurais e tem como objetivo, dentre outros, cadastrar e controlar as informações desses imóveis sobre perímetro e localização, incluindo as APPs, as áreas consolidadas e as RLs, segundo Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012 (BRASIL, 2012b). Tais proprietários devem regularizar suas extensões de APP e RL de acordo com o que é estabelecido no NCF.

Os proprietários rurais às margens do Ribeirão Três Bocas que receberam o PSA e realizaram o plantio de mudas em 2010 regularizaram os 30 metros de faixa de APP requerida no antigo Código Florestal (de 1965). Desse modo, esses proprietários não precisam de regularização da APP junto ao CAR, em caso de sucesso do projeto implantado em 2010.

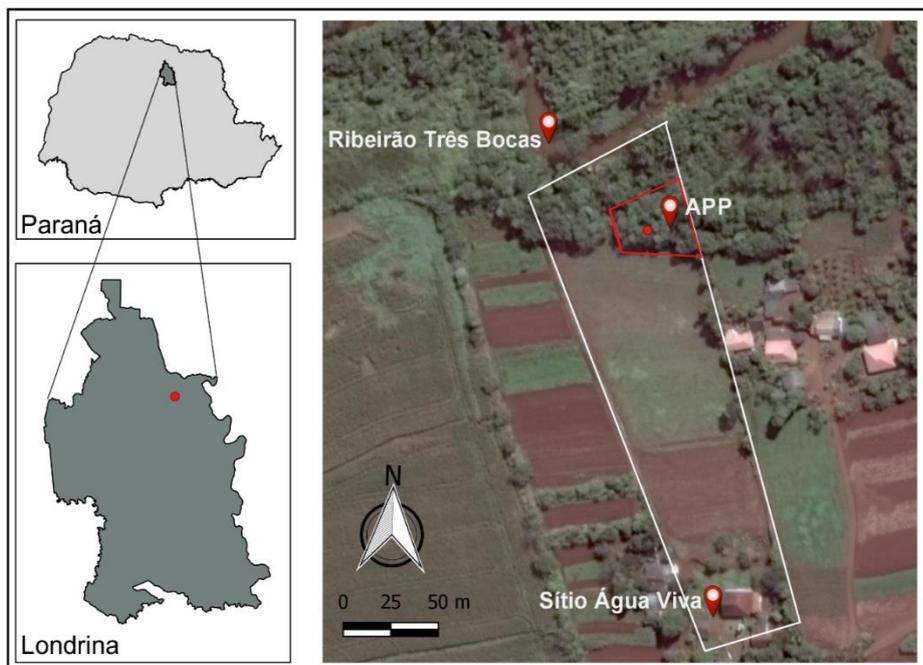
5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A aplicação do Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica (SÃO PAULO, 2015), bem como a coleta do banco de sementes foram realizadas no Sítio Água Viva, uma propriedade rural na região de Londrina. O Sítio Água Viva foi uma das propriedades contempladas pelo Programa de Recuperação de Vegetação Ciliar e Reserva Legal em Londrina – PR, coordenado pela Promotoria de Defesa do Meio Ambiente de Londrina, o qual proporcionou o fornecimento de mudas para plantio em Áreas de Preservação, entre 2009 e 2010 (JODAS, 2010).

O sítio localiza-se na porção inferior da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas (YOSHIURA, 2006), junto à margem direita do Ribeirão Três Bocas (Figura 3), e seu acesso se dá por meio da rodovia João Alves da Rocha Loures. A propriedade tem cerca de 2,0 hectares e a faixa de APP na qual os estudos foram realizados ocupa aproximadamente 0,0945 hectares (945 m²) e fica adjacente a uma vasta área de solo agricultável (Figura 4) que atualmente está inutilizada pelo proprietário.

Figura 3 – Localização do Sítio Água Viva e do trecho de APP estudada, no município de Londrina.



Fonte: autoria própria.

Notas:

A área do Sítio Água Viva está delimitada pela linha branca;

O trecho da APP em restauração estudada está delimitada pela linha vermelha.

Figura 4 – Fronteira da APP em restauração com a área de cultivo, no sítio Água Viva



Fonte: autoria própria.

Ainda, a APP é delimitada por um aceiro e por uma cerca de arame farpado (Figura 5), sendo essa colocada com a finalidade de isolar a área de antigos plantios do acesso às capivaras, conforme informado pelo proprietário.

Figura 5 – Aceiro de isolamento da APP em restauração da área agricultável.



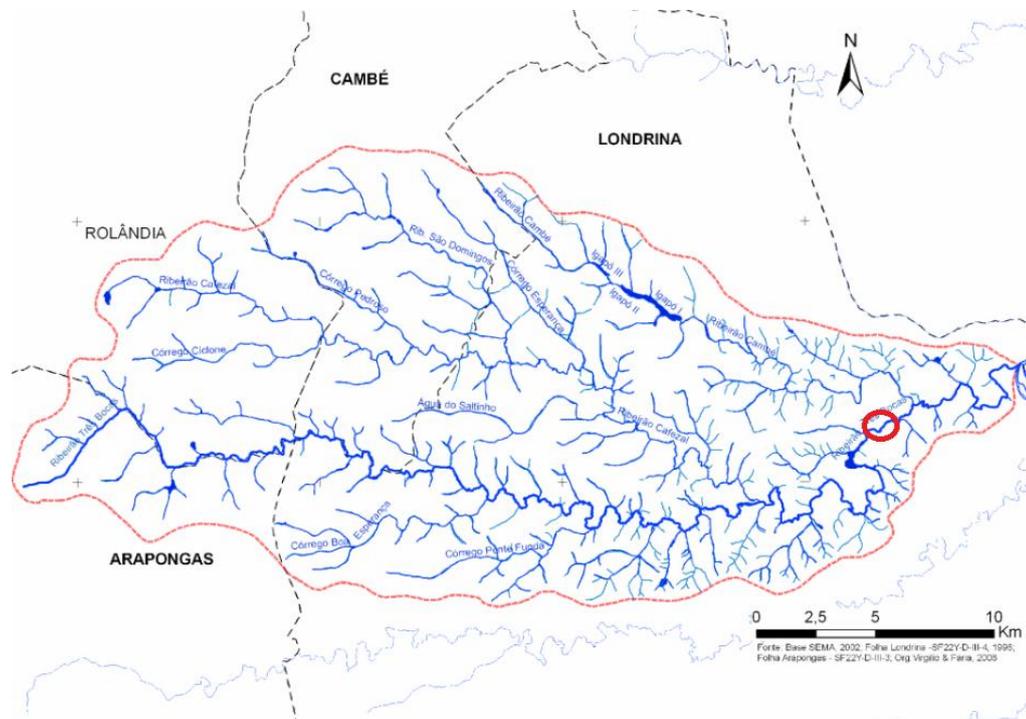
Fonte: autoria própria.

Quatro anos após o plantio de restauração, Luiz (2015) constatou que a área apresentava alta densidade de plantas, com baixa mortalidade e/ou reposição de

mudas mortas. A densidade elevada (4.012,3 indivíduos por hectare) foi consequência do menor espaçamento utilizado para o plantio, seguindo as linhas preparadas para o plantio convencional das culturas anuais. Além disso, Luiz (2015) constatou a presença de 40 espécies arbóreas na área e também identificou que 50% das plantas amostradas caracterizam-se por ser pioneiras, ou seja, plantas de rápido crescimento e que proporcionaram 201,8% de cobertura de copa (medida com sobreposição de copas sobre a trena), conforme metodologia sugerida por Durigan (2011).

Segundo o Plano de Manejo do Parque Daisaku Ikeda (BRITO et al., 2005, p. 73), a vegetação original dominante na Bacia do Ribeirão Três Bocas (Figura 6) é a Florestal Estacional Semidecidual, atualmente bem desmatada devido às diversas formas de uso e ocupação do solo. A cultura agrícola e pastagem ocupam o maior percentual de ocupação do solo na Bacia do Ribeirão Três Bocas, com um total de 72,8% da área. Conseqüentemente, a cobertura arbórea é a menos representativa e corresponde a 7% da cobertura da bacia, sendo caracterizada por pequenos fragmentos de mata ciliar (BRITO et al., 2005, p. 85).

Figura 6 – Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Três Bocas.



Fonte: Adaptado de Faria (2011)

Nota: Círculo em vermelho indica a região em que o Sítio Água Viva está localizado dentro da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas.

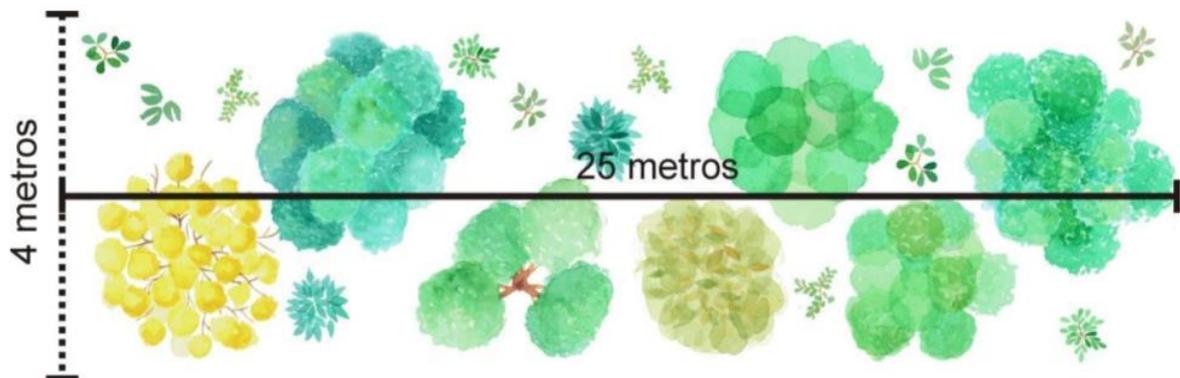
5.2 APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA ÁREA

Os seguintes indicadores foram analisados na propriedade, segundo a Portaria CBRN 01/2015 (SÃO PAULO, 2015): Cobertura de solo com vegetação nativa; Densidade de indivíduos nativos regenerantes; Número de espécies nativas regenerantes (SÃO PAULO, 2015).

5.2.1 Amostragem

Para a avaliação dos indicadores, foram delimitados três transectos, T1, T2 e T3 com 23, 20 e 20 metros de comprimento, respectivamente, e quatro metros de largura. A Portaria CBRN 01/2015 (SÃO PAULO, 2015) estabelece que as linhas centrais devem ter 25 metros de comprimento (Figura 7), porém, não foi possível atingir o recomendado. Isso porque a propriedade possui lagoas artificiais para criação de peixes (inutilizadas atualmente), reduzindo a faixa de mata e impossibilitando alcançar a extensão recomendada (Figura 8).

Figura 7 – Transecto (e linha amostral ao centro) de acordo com a Portaria CBRN 01/2015.



Fonte: São Paulo (2015).

Os transectos foram dispostos no sentido longitudinal (Figura 9) ao longo da área para amostragem de indivíduos com altura (H) maior que 50 centímetros e com Circunferência à Altura do Peito (CAP) menor que 15 centímetros ou inexistente, conforme recomendação da Portaria CBRN 01/2015 (SÃO PAULO, 2015).

Figura 8 – Lagoas artificiais localizadas entre o corpo d'água e a mata ciliar



Fonte: autoria própria

Figura 9 – Disposição das linhas amostrais para estabelecimento de transectos de 2m de largura para amostragem de regenerantes.

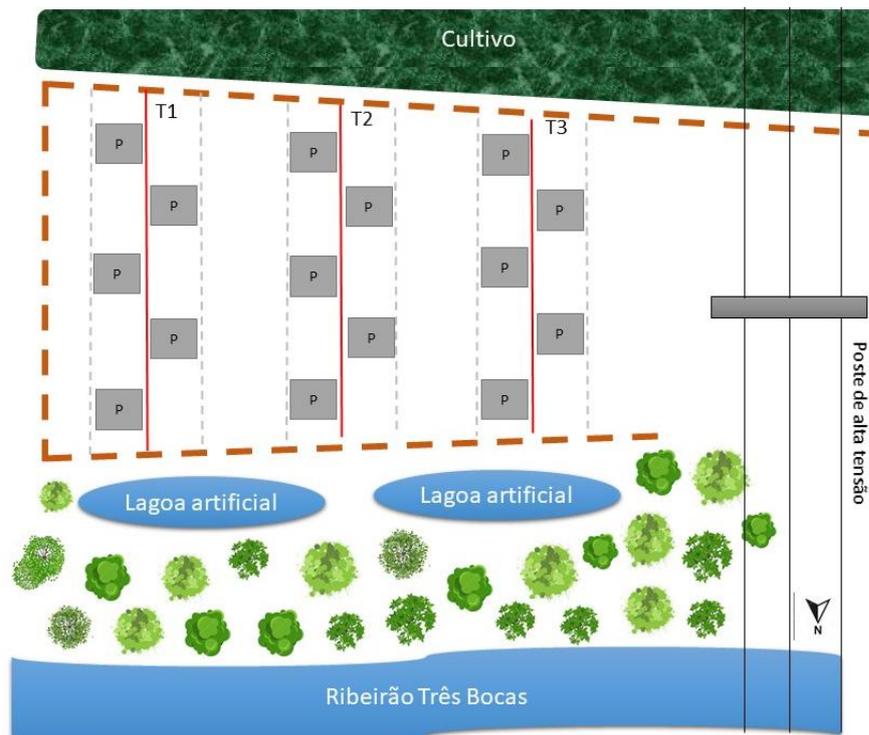


Fonte: autoria própria

Nota: Cada transecto foi constituído por 2 faixas de 2m.

Adicionalmente, foram dispostas dentro de cada transecto, cinco parcelas de 4m^2 ($2\text{m} \times 2\text{m}$) para amostragem das plantas menores que 50 centímetros, conforme sugerido por Rodrigues et al. (2009) e ilustrado na Figura 10. A disposição das cinco parcelas foi decidida em campo, de acordo com escolha prévia e aleatória da sua posição de início junto à trena

Figura 10 – Desenho esquemático, sem escala, representando a distribuição dos transectos e das parcelas (em cinza) para monitoramento na APP.



Fonte: autoria própria.

Notas: T1, T2 e T3 são os transectos, com a linha amostral em vermelho ao centro. P: parcelas de 4m². A linha pontilhada representa a cerca que divide a área da APP estudada do cultivo e das lagoas artificiais.

5.2.2 Indicador: Cobertura de solo com vegetação nativa

A determinação do percentual de cobertura do solo com vegetação (cobertura de copas) foi feita de acordo com o Protocolo (SÃO PAULO, 2015). Para isso, ao longo da linha central de cada transecto (T1, T2 e T3) foi medida a extensão sobre a qual havia a projeção de ramos e folhas, estabelecendo-se o percentual em relação ao comprimento total da linha (CP), de acordo com a Equação 1.

$$CP (\%) = \left(\frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{L} \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

CP: cobertura em cada linha.

T_n: trecho da linha coberto por vegetação nativa.

L: comprimento de cada linha amostral.

Assim, o valor do indicador Cobertura de Solo com Vegetação Nativa (IC) foi determinado em porcentagem, por meio da cobertura média considerando os 3 transectos. O valor do indicador IC é calculado conforme Equação 2 (SÃO PAULO, 2015).

$$IC (\%) = \left(\frac{CP_1 + CP_2 + \dots + CP_n}{N} \right) \quad (2)$$

Onde:

IC: indicador de cobertura em cada linha.

CP_n: cobertura da linha do trecho n.

N: número total de transectos.

5.2.3 Indicador: Densidade de indivíduos regenerantes

A densidade de indivíduos regenerantes estabelece a quantidade de plantas nativas regenerantes de espécies lenhosas (trepadeiras, arbustivas ou arbóreas) por hectare (SÃO PAULO, 2015). Segundo a Portaria CBRN 01/2015 (SÃO PAULO, 2015), devem ser contabilizados todos os indivíduos nativos constantes nos transectos e, então, converter para indivíduos por hectare (ind/ha). Sendo assim, o valor do indicador é representado pela média dos transectos, seguindo a Equação 3.

$$ID (\text{ind. médio/ha}) = \left(\frac{D_1 + D_2 + \dots + D_n}{N} \right) \quad (3)$$

Onde:

ID: indicador de densidade.

D_n: densidade no transecto n (T1, T2 e T3).

N: número total de transectos.

5.2.4 Indicador: Número de espécies nativas regenerantes

Este indicador refere-se à quantidade de espécies nativas regenerantes presente em cada linha (SÃO PAULO, 2015). A Portaria CBRN 01/2015 (SÃO PAULO,

2015) enfatiza que não devem ser contabilizados os indivíduos de uma mesma espécie mais de uma vez na mesma unidade de monitoramento, mesmo que ele ocorra em outras parcelas. Sendo assim, o indicador resulta em uma única lista com as espécies nativas constantes na área amostrada (nesse caso, a APP da propriedade Sítio Água Viva).

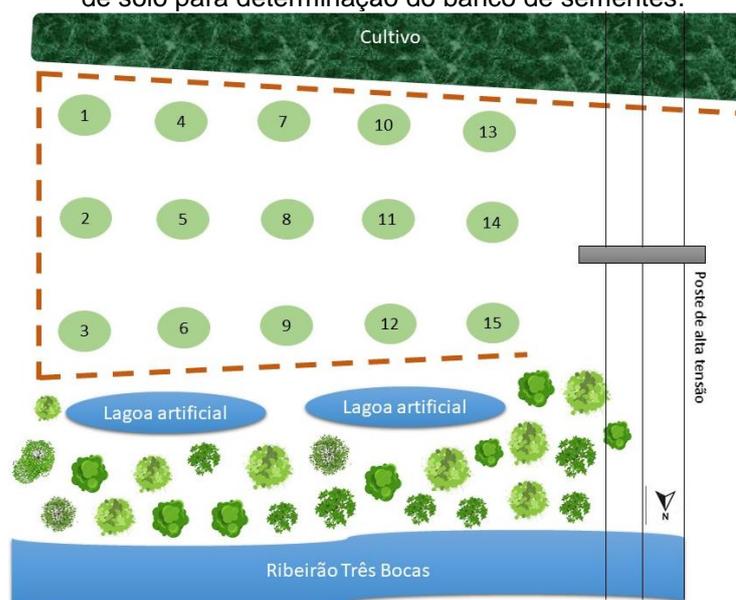
O reconhecimento das espécies em campo foi feito de acordo com o conhecimento técnico da Profa. Dr^a. Patrícia C. Lobo Faria.

O reconhecimento das formas de vida das plantas lenhosas foi feito de acordo com Lorenzi (2006) e Gonçalves e Lorenzi (2007) considerando as espécies como arbóreas, arbustivas, trepadeiras ou arbustivo-arbóreas.

5.3 BANCO DE SEMENTES

A coleta do banco de sementes foi realizada em quinze pontos distribuídos sistematicamente em 3 linhas paralelas à margem do Ribeirão Três Bocas (Figura 11), em dois dias distintos. No primeiro dia (20/04), foram coletadas as amostras dos pontos 1 ao 9, e no segundo dia (05/05) dos pontos 10 ao 15. Em cada ponto foram coletadas duas amostras de solo, que foram reunidas, totalizando 15 amostras compostas.

Figura 11 – Desenho esquemático sem escala da distribuição de pontos para a coleta das amostras de solo para determinação do banco de sementes.



Fonte: autoria própria.

Notas: Os círculos em verde representam o modo de disposição dos pontos de coleta de solo e serapilheira para o banco de sementes.

O método de caracterização do banco de sementes utilizado foi o de germinação (THOMPSON; GRIME, 1979; POIANI; JOHNSON, 1988 apud BROWN, 1991; BUHLER e MAXWELL, 1993). A técnica consiste na extração das amostras de solo e serapilheira, seguida de sua manutenção em casa de vegetação por aproximadamente 4 meses (BROWN, 1991).

Para a coleta de solo foi utilizado como gabarito um recipiente plástico de dimensões 0,15m x 0,12m, e a profundidade coletada foi de 0,03m (0,54 L) de solo coletado em cada amostra (Figura 12A) e área total de 0,54m². Após a coleta, realizada com auxílio de instrumentos de jardinagem, as amostras foram colocadas em sacos plásticos (Figura 12B) e transportadas para a Casa de Vegetação (Estufa) do Departamento Acadêmico de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina.

Figura 12 – Coleta do banco de sementes em campo.



Fonte: autoria própria

Nota:

(A) Gabarito usado para delimitação da área.

(B) Acondicionamento da amostra coletada por ponto.

Na estufa, as amostras de solo foram dispostas em bandejas plásticas de dimensões 0,26m x 0,40m (Figura 13).

Figura 13 – Amostras do banco de sementes dispostas na Casa de Vegetação da UTFPR.



Fonte: autoria própria

Duas amostras de solo do mesmo ponto foram colocadas na mesma bandeja, totalizando uma bandeja por ponto (15 amostras compostas). As bandejas foram previamente forradas com tecido TNT a fim de evitar escoamento do solo e, acima do TNT foi colocada uma camada de areia com o intuito de fornecer maior camada de substrato de fixação para as raízes das plantas ao longo do seu desenvolvimento. As bandejas receberam rega duas vezes ao dia, mediante controle eletrônico de irrigação, e regas complementares, quando possível e necessário.

O período de monitoramento da germinação das sementes presentes no banco de sementes foi de 130 dias para as amostras da primeira coleta (dos pontos 1 ao 9), e 115 dias para as amostras da segunda coleta (pontos 10 ao 15).

O acompanhamento da germinação foi realizado a cada 30 dias com contagem das plântulas germinadas. Ao final do monitoramento as plantas foram removidas e identificadas utilizando bibliografia específica (LORENZI 2006, LORENZI, 2008), além dos conhecimentos técnicos da professora Dr^a. Patrícia Carneiro Lobo Faria. O reconhecimento das formas de vida foi feito de acordo com Lorenzi (2006) e Gonçalves e Lorenzi (2007)

Posteriormente à contagem e determinação das plantas, algumas plantas não identificadas e representantes das lenhosas identificadas no banco de sementes foram transplantadas para sacos de mudas para facilitar seu desenvolvimento e possibilitar uma melhor identificação (Figura 14).

Figura 14 – Plântulas replantadas em sacos de mudas objetivando confirmar identificação.



Fonte: autoria própria

5.4 ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON E EQUABILIDADE DE PIELOU

Foram calculados também o Índice de diversidade de Shannon e o Índice de equabilidade de Pielou pelo programa R (R version 3.4.2 (2017-09-28), Copyright (C) 2017 The R Foundation for Statistical Computing), com o intuito de melhor caracterizar a estrutura das comunidades em estudo. O Índice de Shannon (H') segue a Equação 4, e a equabilidade de Pielou segue a Equação 5 (MAGURRAN, 1988, p. 35).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i) \quad (4)$$

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} = \frac{H'}{\ln(S)} \quad (5)$$

Onde:

S: número de espécies

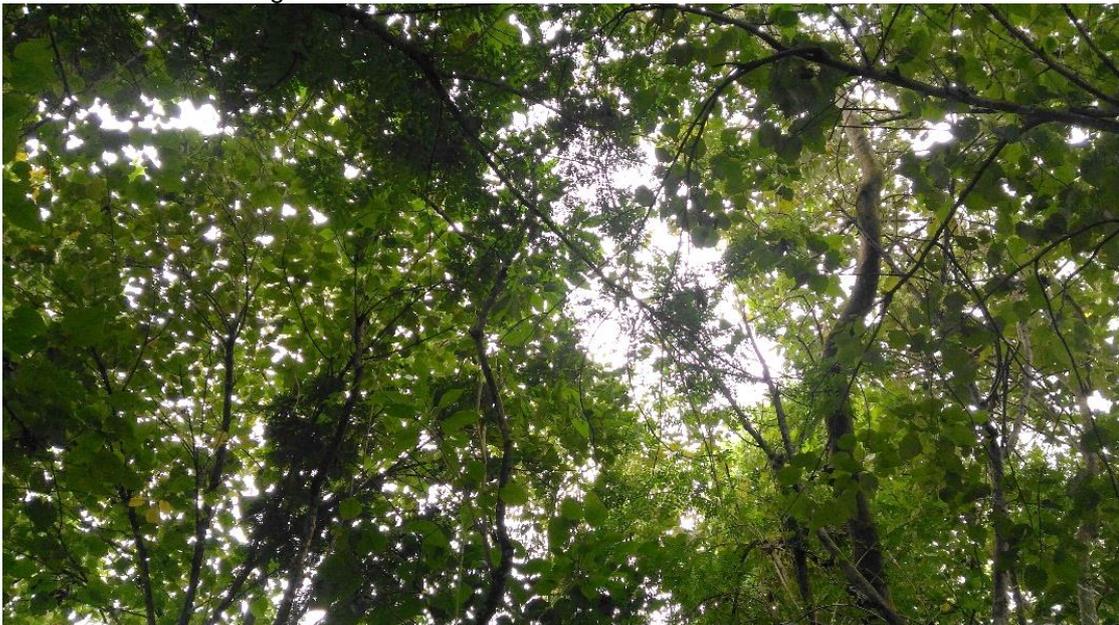
p_i : proporção de espécies i , estimada como n_i/N , onde n_i é o número de indivíduos da espécie i , e N é o número total de indivíduos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 COBERTURA DO SOLO POR VEGETAÇÃO NATIVA

O trecho da APP em restauração apresentou valor de 100% de cobertura do solo por vegetação nativa (cobertura de copas) nos três transectos dispostos na área. Em alguns pontos era possível detectar pequenas aberturas no dossel, decorrentes da decíduidade de folhas (Figura 15), o que poderia induzir ao erro em considerar como ponto sem cobertura de copa. Contudo, a Portaria CBRN 01/2015 (SÃO PAULO, 2015) observa que, mesmo não havendo presença de folhas, a medição da cobertura de copa deve incluir a extensão da linha coberta pela projeção dos troncos e galhos das árvores decíduas, para florestas estacionais.

Figura 15 - Aberturas do dossel encontradas na área



Fonte: autoria própria

Segundo a Resolução SMA nº 32/2014 (SÃO PAULO, 2014), valores para cobertura de copas considerados adequados estão acima de 80% para áreas de 5 a 10 anos. O sucesso do estabelecimento de um dossel fechado já fora detectado nesse mesmo trecho por Luiz (2015) que, adotando método semelhante, porém considerando a sobreposição das copas sobre a linha, a cobertura foi estimada em 201,8% após 4 anos do plantio. Melo e Durigan (2007) também obtiveram valores de cobertura de copas acima de 100% para áreas de reflorestamento com idade maior

que 3 anos em matas ciliares no Estado de São Paulo. Por modelagem, Durigan et al. (2016) estabeleceram que em matas ciliares com idade de 7 anos de restauração, espera-se que a cobertura de copas apresente valores médios de 86,8%.

6.2 DENSIDADE DE INDIVÍDUOS REGENERANTES

Nos transectos T1, T2 e T3 foram amostrados 115, 99 e 80 indivíduos lenhosos, respectivamente, totalizando 294 indivíduos com $H > 50$ cm e $CAP < 15$ cm no total. No entanto, a Portaria nº 01/2015 (SÃO PAULO, 2015), recomenda que apenas espécies arbóreas e arbustivas, excluindo assim as trepadeiras, sejam amostradas, distinção que inicialmente não fora seguida neste trabalho. Excluindo-se as trepadeiras foram amostrados nos T1, T2 e T3, respectivamente, 91, 96 e 72 indivíduos, representando uma densidade média de 10.297,1 ind./ha.

Além disso, nas cinco parcelas de 4m² cada, dispostas em cada transecto, todos os indivíduos com $H < 50$ cm apresentaram abundância de 59, 35 e 52 indivíduos para T1, T2 e T3, respectivamente (Tabela 3), representando uma média de 24.333 ind./ha.

Tabela 3 – Valores de abundância e densidade de regenerantes em 3 transectos (T1, T2 e T3) para indivíduos com $H > 50$ cm e $H < 50$ cm.

Transecto	Valores referentes aos indivíduos amostrados nos três transectos. ($H > 50$ cm e $CAP < 15$ cm)		Valores referentes aos indivíduos amostrados nas cinco parcelas de cada transecto. ($H < 50$ cm)	
	Abundância (ind.)	Densidade (ind./ha)	Abundância (ind.)	Densidade \pm DP ¹ (ind./ha)
T1	91	9.891,3	59	29.500 \pm 12.673,8
T2	96	12.000	35	17.500 \pm 5.590,2
T3	78	9.000	52	26.000 \pm 13.986,6

Fonte: autoria própria

Nota:

¹DP: desvio padrão entre as 5 parcelas de 4m² em cada transecto.

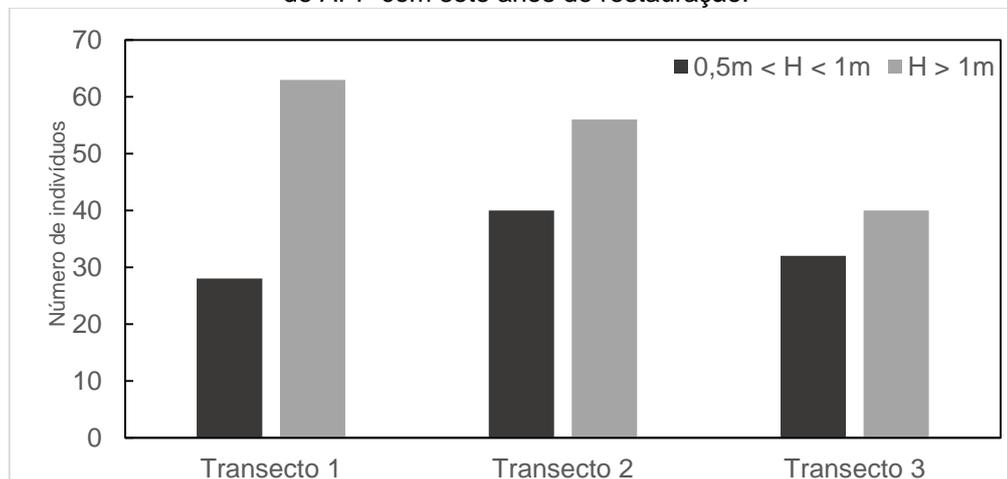
H: altura.

Conforme Resolução SMA nº 32/2014 (SÃO PAULO, 2014), o valor do indicador “densidade de indivíduos regenerantes” deve variar de 1.000 ind./ha para áreas com 5 anos, a 2.000 ind./ha para áreas com 10 anos. Com isso, A APP estudada, após 7 anos de restauração, apresentou valores bem acima do considerado adequado pela Resolução. A alta densidade encontrada pode ser consequência do menor espaçamento utilizado para o plantio (Luiz, 2015) que, conseqüentemente, resultou em uma maior densidade de indivíduos na área, maior sombreamento e, com

isso, favorecendo a chegada de sementes e proporcionando condições menos adversas para o crescimento e sobrevivência das espécies tolerantes à sombra. Esse elevado sombreamento da área em restauração, desde o início (LUIZ 2015) também reduziu a invasão da área por espécies superabundantes, favorecendo um ambiente mais propício para a germinação e crescimento de sementes para lá dispersas. Adicionalmente, para os indivíduos de menor tamanho (com $H < 50$ cm), os altos valores de densidade reforçam o potencial de restauração da área, uma vez que indicam que continua havendo a entrada de regenerantes na APP. Já, a redução nas densidades de uma faixa de altura para outra indica os resultados de maior mortalidade nas menores classes de tamanho, visto que essas são mais susceptíveis aos fatores de mortalidade como ataque de patógenos, danos por queda de galhos, herbívoros e falta de luz (WATKINSON, 1997, p.370).

Os indivíduos amostrados com $H > 50$ cm também foram separados em maiores ou menores que 1 metro. Constatou-se um predomínio de regenerantes maiores que 1 metro, principalmente no T1, onde estes representaram mais que o dobro dos menores que 1m (Figura 16).

Figura 16 – Distribuição de altura (H) das plantas regenerantes amostradas nos 3 transectos na área de APP com sete anos de restauração.



Fonte: autoria própria

Nota: H: altura

Alguns indivíduos amostrados se sobressaíram quanto à altura. Um indivíduo do gênero *Solanum* apresentou 2,5m e dois indivíduos do gênero *Cordia* apresentaram 3 e 4m de altura. Esses valores contribuem para que a estratificação da floresta encontre-se adequada, visto que o dossel é fechado e há regenerantes no sub-bosque bem estabelecidos.

6.3 RIQUEZA DE INDIVÍDUOS NATIVOS REGENERANTES

Em relação ao número de espécies nativas regenerantes, as 294 plantas amostradas foram reconhecidas em 49 espécies lenhosas (incluindo morfoespécies), distribuídas em 14 famílias e 2 categorias artificiais: Indeterminadas e Agrupadas (Tabela 4). Excluindo-se 10 espécies de trepadeiras lenhosas, deve-se considerar o valor de 39 espécies para esse indicador. Na Tabela 4, na categoria Indeterminadas encontram-se os indivíduos que não foram enquadrados em nenhuma família botânica. Na categoria “Agrupadas” alguns indivíduos que apresentaram características muito similares, principalmente quanto ao aspecto das folhas, foram reunidos com o intuito de evitar superestimar a quantidade de morfoespécies.

O valor de riqueza se encontra bem acima do considerado adequado, de acordo a Resolução SMA nº 32/2014 (SÃO PAULO, 2014), que estabelece valores de 10 a 20 espécies (para 5 e 10 anos, respectivamente) para esse indicador.

A dificuldade em identificar as plantas de pequeno tamanho, adicionados ao fato de que a maioria não apresentava características específicas para classificação (como flores e frutos) resultou em um elevado número de indivíduos sem identificação taxonômica. No total, 50 indivíduos em 25 morfoespécies foram classificados como indeterminados, e 6 indivíduos em duas morfoespécies foram agrupados por apresentarem características muito similares, de difícil distinção no campo (Tabela 4).

As quatro famílias com maior abundância de indivíduos foram: Solanaceae, Sapindaceae, Anacardiaceae, e Lauraceae, representando 60,9% dos indivíduos amostrados. A família Solanaceae foi a mais representativa com as espécies *Cestrum* sp e *Solanum* sp, com 96 e 13 indivíduos, respectivamente, totalizando 106 indivíduos dessa família. Em seguida, as espécies da família Sapindaceae: *Serjania* sp e *Allophylus* sp apresentaram 10 e 19 indivíduos, respectivamente (com 29 no total). A espécie *Schinus terebinthifolius*, comumente conhecida como Aroeira, da família Anacardiaceae, apresentou 21 indivíduos. Por fim, a família Lauraceae apresentou 20 indivíduos de uma morfoespécie.

Em relação à riqueza de espécies, as famílias Euphorbiaceae e Fabaceae com 8 e 10 indivíduos, respectivamente, apresentaram as maiores quantidades de morfoespécies amostradas, ambas com 4.

Tabela 4 – Relação das espécies e morfoespécies amostradas e sua forma de vida em uma APP, sete anos após o plantio total para restauração.

Família/Espécie	Transecto 1		Transecto 2		Transecto 3		AB ¹	Forma de vida
	0,5<H<1	H>1	0,5<H<1	H>1	0,5<H<1	H>1		
Anacardiaceae								
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	2	5	3	5	2	4	21	Arbórea
Boraginaceae								
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	-	-	-	2	-	-	2	Arbórea
Euphorbiaceae								
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	1	2	-	-	-	-	3	Arbórea
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	-	1	1	-	-	-	2	Arbórea
Euphorbiaceae 1	-	2	-	-	-	1	3	Trepadeira
Fabaceae								
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	-	1	-	3	-	1	5	Arbórea
<i>Acacia plumosa</i> Martius ex Colla	-	-	-	3	-	-	3	Arbustiva
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	-	1	-	-	-	-	1	Arbórea
Fabaceae 1	-	-	-	-	-	1	1	Arbórea
Lauraceae								
Lauraceae 1	6	2	1	1	10	-	20	Arbórea
Meliaceae								
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	-	2	-	-	-	2	4	Arbórea
Moraceae								
<i>Maclura</i> sp	1	4	-	-	1	-	6	Arbórea
Myrtaceae								
<i>Psidium guajava</i> L.	-	-	-	-	1	-	1	Arbórea
<i>Eugenia uniflora</i> L.	4	-	1	1	1	2	9	Arbórea
Piperaceae								
<i>Piper</i> sp	-	-	2	2	1	-	5	Arbustiva
Poaceae								
Poaceae 1	1	-	-	1	-	2	4	Bambu
Rubiaceae								
<i>Rudgea</i> sp	-	-	1	-	-	-	1	Arbustiva
Sapindaceae								
<i>Serjania</i> sp	-	6	1	-	1	2	10	Trepadeira
<i>Allophylus</i> sp	3	2	9	2	3	-	19	Arbórea
Smilacaceae								
<i>Smilax</i> sp	4	-	1	-	2	2	9	Trepadeira
Solanaceae								
<i>Cestrum</i> sp	2	23	13	34	7	17	96	Arbustiva
<i>Solanum</i> sp	2	5	3	-	-	3	13	Arbustiva/Arbórea
Indeterminadas								
Indet 1	-	2	-	-	-	-	2	Trepadeira

(Continua)

Tabela 4 – Relação das espécies amostradas e sua forma de vida em uma APP, sete anos após o plantio total para restauração.

(Continuação)

Familia/Espécie	Transecto 1		Transecto 2		Transecto 3		AB ¹	Forma de vida
	0,5<H<1	H>1	0,5<H<1	H>1	0,5<H<1	H>1		
Indet 2	-	-	-	1	-	-	1	Trepadeira
Indet 3	-	2	-	-	-	-	2	Trepadeira
Indet 4	-	3	-	-	-	-	3	Trepadeira
Indet 5	-	3	-	-	-	-	3	Trepadeira
Indet 6	-	1	-	-	-	-	1	Trepadeira
Indet 7	-	1	-	-	-	-	1	Trepadeira
Indet 8	-	1	-	-	1	-	2	Arbustiva/Arbórea
Indet 9	-	3	-	-	1	4	8	Arbustiva/Arbórea
Indet 10	-	1	-	-	-	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 11	1	-	-	-	-	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 12	-	1	-	-	-	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 13	1	-	-	-	-	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 14	-	-	-	-	1	-	1	Arbórea
Indet 15	-	1	-	1	1	-	3	Arbustiva/Arbórea
Indet 16	-	-	-	-	-	1	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 17	-	-	-	-	1	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 18	-	-	1	-	-	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 19	-	-	1	-	-	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 20	-	-	2	-	-	-	2	Arbustiva/Arbórea
Indet 21	1	2	1	-	-	-	4	Arbustiva
Indet 22	-	-	1	-	-	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 23	-	4	-	-	-	-	4	Arbustiva
Indet 24	-	-	-	-	1	-	1	Arbustiva/Arbórea
Indet 25	3	-	-	-	-	-	3	Arbustiva/Arbórea
Agrupadas								
Agrupadas 1	-	-	-	1	-	2	3	Arbustiva/Arbórea
Agrupadas 2	-	2	-	-	-	1	3	Arbustiva/Arbórea
Total (por altura)	32	83	42	57	35	45	294	
Total (por transecto)	115		99		80			
Riqueza (no de ssp)	34		23		25			

Fonte: autoria própria.

Nota:

1AB: abundância.

Das 39 espécies (incluindo as morfoespécies) encontradas como regenerantes naturais, 9 (22,5%) foram utilizadas no plantio total, dentre as 40 reconhecidas por Luiz (2015). São elas: *Schinus terebinthifolius* (pioneira), *Cordia trichotoma* (secundária inicial), *Alchornea sidifolia* (pioneira), *Poecilante parviflora* (secundária inicial e tardia), *Lonchocarpus muehlbergianus* (secundária inicial/tardia), *Maclura* sp (secundária inicial), *Eugenia uniflora* (secundária inicial/tardia/climácica), *Allophylus* sp (não categorizada) e *Solanum* sp (pioneira).

Uma provável explicação para a ausência de regenerantes das outras espécies utilizadas no plantio é que, como a área possui alta cobertura de copas e a maioria das espécies utilizadas para o plantio foram pioneiras (LUIZ, 2015), a baixa incidência de luz tornou-se um fator limitante, restringindo a germinação das que necessitam de alta iluminação para germinação e crescimento, como as pioneiras. Segundo Viani et al. (2010), estudos demonstram que valores altos de cobertura de copa estão relacionados com a densidade e riqueza da regeneração natural, pois o sombreamento do solo é fundamental para estabelecimento das espécies nativas no sub-bosque. Quando o sombreamento é baixo, o crescimento de herbáceas e gramíneas é favorecido, sendo prejudicial para riqueza de espécies no estrato regenerante. Outra possibilidade para a falta de regenerantes das demais espécies é que essas ainda não tenham atingido a maturidade e se reproduzido no local, durante esses 7 anos.

A amostragem dos regenerantes apontou 10 morfoespécies caracterizadas como trepadeiras, incluindo as espécies *Serjania* sp com 10 indivíduos, *Smilax* sp com 9 e Euphorbiaceae1 com 3. As demais trepadeiras foram classificadas como indeterminadas. Apenas 6 morfoespécies foram classificadas como arbustivas, porém, devido à alta abundância de *Cestrum* sp, essa classe apresentou a maior abundância de indivíduos, com 113 no total. A forma de vida arbórea foi reconhecida para 13 espécies, com 93 indivíduos (Figura 17). Cabe ressaltar que a predominância de indivíduos arbustivos, além da presença de trepadeiras na amostragem são indicadores de que a área apresenta potencial para chegada de regenerantes, uma vez que espécies com essas formas de vida não foram utilizadas no plantio.

Figura 17 – Formas de vida de regenerantes lenhosos amostrados no monitoramento de APP sete anos após restauração por plantio total.



Fonte: autoria própria.

Foi observada a presença mais abundante de herbáceas durante amostragem do T3 (Figura 18), porém essas plantas não foram contadas nem identificadas, uma vez que a amostragem levava em consideração somente as plantas lenhosas. No entanto, merece destaque o fato de que as gramíneas não se destacaram como cobertura do solo, em nenhuma parcela, indicando, também, o bom estado da área.

Figura 18 – Herbáceas encontradas em parcelas do transecto 3 durante amostragem na APP em restauração há 7 anos.



Fonte: autoria própria

6.3.1 Índice de Diversidade de Shannon e Equabilidade de Pielou

O maior número de espécies regenerantes foi encontrado no transecto 1, que juntamente com a maior equabilidade, gerou o maior índice de diversidade de Shannon (Tabela 5), enquanto os menores valores observados para o transecto 2 decorrem da menor riqueza e grande dominância de *Cestrum* sp.

Tabela 5 – Índice de diversidade de Shannon e Equabilidade de Pielou para a APP amostrada

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Área Total
Abundância (N)	115	99	80	294
Riqueza de espécies (S)	34	23	25	49
Diversidade de Shannon (H')	3,05	2,12	2,62	2,90
Equabilidade de Pielou (E)	0,78	0,54	0,67	0,74

Fonte: autoria própria

O Índice de diversidade de Shannon para o estrato dos regenerantes na propriedade em estudo apresentou valor de 2,90 um pouco abaixo do valor

encontrado para o componente arbóreo (plantio = 3,28), por Luiz (2015). No entanto, esse valor reforça que a regeneração natural ocorre de maneira bastante satisfatória na área em restauração.

6.4 MONITORAMENTO DO BANCO DE SEMENTES EM CASA DE VEGETAÇÃO

6.4.1 Abundância e densidade de sementes

A variação na quantidade de plântulas encontradas por bandeja ao longo dos 120 dias em que as amostras de solo permaneceram na Casa de Vegetação da UTFPR-Londrina encontra-se na Tabela 6. Ao final de 30 dias, 902 sementes haviam germinado. No entanto, observou-se uma diminuição na quantidade de indivíduos entre as contagens subsequentes, devido a eventos pontuais de falhas no sistema de irrigação, ocasionando mortalidade de algumas plantas (Tabela 6, Figura 19).

Em contrapartida à mortalidade ocorrida durante o processo, o aumento do número de indivíduos em três bandejas (B02, B06 e B10) indica que também houve germinação neste período e, portanto, os valores apresentados representam os valores mínimos quantificados.

Tabela 6 – Variação de abundância de plântulas decorrentes da germinação a partir de amostras do banco de sementes de APP em restauração há 07 anos, mantidas em casa de vegetação.

Número de indivíduos por bandeja			
Bandeja	1ª Contagem (30 dias)	2ª Contagem (60 dias)	3ª Contagem (120 dias)
B01	77	53	34
B02	65	67	56
B03	68	53	59
B04	63	59	57
B05	63	23	13
B06	38	47	42
B07	49	18	25
B08	73	47	28
B09	55	30	28
B10	30	36	35
B11	48	48	53
B12	74	68	81
B13	78	67	70
B14	76	74	41
B15	45	42	53
Total	902	732	675

Fonte: autoria própria

Figura 19 – Bandeja B08 após o evento de falha de irrigação durante um final de semana.



Fonte: autoria própria.

Nota: É possível perceber pela foto que as plantas encontram-se murchas. Foto tirada com 39 dias após a coleta.

Em relação à densidade, a máxima encontrada foi na primeira contagem com 30 dias de experimento, de 1.670,37 sementes germinadas/m² ± 408,23 (Tabela 7). A densidade nos outros tempos de contagem não será apresentada por falta de precisão, pois, como houve diminuição na quantidade de indivíduos durante as contagens, não há precisão quanto à germinação de outras sementes após os 30 dias.

Tabela 7 – Abundância e densidade das sementes germinadas nos primeiros 30 dias em que as bandejas permaneceram na Casa de Vegetação.

Bandeja	Abundância (Nº de sementes germinadas.)	Densidade (Sementes germinadas/m ²)
B01	77	2.138,89
B02	65	1.805,56
B03	68	1.888,89
B04	63	1.750,00
B05	63	1.750,00
B06	38	1.055,56
B07	49	1.361,11
B08	73	2.027,78
B09	55	1.527,78
B10	30	833,33
B11	48	1.333,33
B12	74	2.055,56
B13	78	2.166,67
B14	76	2.111,11
B15	45	1.250,00
Total	902	1.670,37 ± 408,23

Fonte: autoria própria

Diversos estudos mostram que no primeiro mês de observação ocorre um pico de germinação devido à exposição à luz e temperatura favoráveis, onde as sementes dormentes encontram um ambiente propício para germinação (THOMPSON; GRIME, 1979; ARAÚJO et al., 2001). Nessa contagem, as plântulas se apresentavam pequenas e abundantes.

A densidade encontrada assemelha-se com a obtida por Bonfante (2014), em um estudo sobre potencial de regeneração natural por meio de banco de sementes e de transposição de banco de sementes e serapilheira como metodologia complementar de restauração na região do Ribeirão Três Bocas. A autora amostrou densidade de 1.551,59 sementes/m², com 90 dias de experimento, em uma área em estado inicial de restauração por plantio total há 3,5 anos. Araújo et al. (2001) compararam o banco de sementes de florestas com 6, 17 e 30 anos, sendo que a maior densidade encontrada foi na floresta sucessional de 6 anos de restauração, com 2.848 sementes/m². Para uma região de Mata Atlântica em um fragmento de floresta em estágio médio de regeneração, Pietre et al. (2007) encontraram uma densidade de 948,64 sementes/m².

Estudos apontam que as densidades de sementes em florestas de estágios iniciais de sucessão são maiores do que em florestas de estágios avançados e maduras (VIEIRA, 1996; ARAÚJO, et al., 2001; PIETRE et al., 2007), pois há maior quantidade de pioneiras, e essas árvores produzem e dispersam maior quantidade de sementes em um curto período de tempo (GARWOOD, 1989). A densidade média em áreas de estágio avançado de sucessão é 384 sementes/m², segundo Garwood (1989).

6.4.2 Riqueza de espécies encontradas no banco de sementes

Dentre os 675 indivíduos presentes na última contagem, 32 foram categorizados como indeterminados e incluídos em 18 morfoespécies, sendo que os indivíduos restantes foram classificados em 36 espécies, pertencentes a 16 famílias, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Abundância, densidade e frequência de espécies e morfoespécies amostradas no banco de sementes da APP em restauração há sete anos, por plantio total.

Família/Espécie	Forma de vida	AB1	Densidade (ind/m ²)	Frequência (%)
Amaranthaceae				
<i>Amaranthus</i> spp	Herbácea	12	22,2	33,3
<i>Alternanthera</i> sp	Herbácea	7	13,0	20,0
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Subarbusto	3	5,6	20,0
Anacardiaceae				
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Arbórea	1	1,9	6,7
Asteraceae				
<i>Gnaphalium</i> sp 1	Herbácea	182	337,0	100,0
<i>Gnaphalium</i> sp 2	Herbácea	11	20,4	26,7
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Herbácea	4	7,4	20,0
<i>Bidens</i> sp	Herbácea	1	1,9	6,7
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	Herbácea	3	5,6	20,0
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Herbácea	45	83,3	80,0
Asteraceae 1	Herbácea	1	1,9	6,7
Asteraceae 2	Herbácea	3	5,6	6,7
Asteraceae 3	Herbácea	6	11,1	26,7
Asteraceae 4	Herbácea	2	3,7	13,3
Asteraceae 5	Herbácea	2	3,7	13,3
Asteraceae 6	Herbácea	2	3,7	13,3
Asteraceae 7	Herbácea	1	1,9	6,7
Asteraceae 8	Herbácea	2	3,7	13,3
Cannabaceae				
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbórea	17	31,5	26,7
Cecropiaceae				
<i>Cecropia</i> sp	Arbórea	16	29,6	40,0
Commelinaceae				
Commelinaceae 1	Herbácea	6	11,1	26,7
Convolvulaceae				
Convolvulaceae 1	Trepadeira	4	7,4	20,0
Cyperaceae				
<i>Cyperus</i> sp	Herbácea	71	131,5	80,0
Euphorbiaceae				
<i>Chamaesyce</i> sp	Herbácea	27	50,0	40,0
<i>Croton</i> sp	Arbórea	14	25,9	26,7
Lamiaceae				
Lamiaceae 1	Herbácea	11	20,4	46,7
Meliaceae				
<i>Melia azedarach</i> L.	Arbórea*	12	22,2	6,7
Phyllanthaceae				
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Herbácea/Subarbusto	4	7,4	13,3
Plantaginaceae				
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	Herbácea	15	27,8	26,7
Poaceae				
Poaceae 1	Herbácea	28	51,9	40,0
Poaceae 2	Herbácea	3	5,6	13,3
Poaceae 3	Herbácea	25	46,3	13,3

(Continua)

Tabela 8 – Abundância, densidade e frequência de espécies e morfoespécies amostradas no banco de sementes da APP em restauração há sete anos, por plantio total.

(Continuação)

Familia	Forma de vida	AB1	Densidade (ind/m ²)	Frequência (%)
Rubiaceae				
<i>Spermacoce</i> sp	Herbácea	13	24,1	40,0
Solanaceae				
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Herbácea	75	138,9	93,3
<i>Solanum</i> sp	Arbustivo/arbórea	13	24,1	46,7
Solanaceae 1	Arbustivo/arbórea	1	1,9	6,7
Indeterminadas				
Indet 1	-	1	1,9	6,7
Indet 2	-	1	1,9	6,7
Indet 3	-	1	1,9	6,7
Indet 4	-	2	3,7	6,7
Indet 5	-	1	1,9	6,7
Indet 6	-	1	1,9	6,7
Indet 7	-	2	3,7	13,3
Indet 8	-	2	3,7	6,7
Indet 9	-	1	1,9	6,7
Indet 10	-	1	1,9	6,7
Indet 11	-	4	7,4	13,3
Indet 12	-	1	1,9	6,7
Indet 13	-	3	5,6	6,7
Indet 14	-	1	1,9	6,7
Indet 15	-	1	1,9	6,7
Indet 16	-	1	1,9	6,7
Indet 17	-	7	13,0	40,0
Indet 18	-	1	1,0	6,7

Fonte: autoria própria

Notas:

1 AB: Abundância

*: exótica invasora

A grande maioria de espécies caracterizadas classifica-se como herbáceas. Segundo Baider et al. (1999), a composição de um banco de sementes de florestas tropicais é, basicamente, de pioneiras herbáceas e arbustivo-arbóreas de ciclo de vida curto. As herbáceas pioneiras não são constituintes de florestas maduras, mas estão presentes no banco de sementes no estado de dormência. Sua ocorrência é comum em áreas fragmentadas susceptíveis às ações antrópicas (KESTRING-KLEIN, 2011), o que facilita sua dispersão.

Em relação às herbáceas, a espécie mais abundante foi *Gnaphalium* sp 1 (Figura 20A), pertencente à família Asteraceae, com 182 indivíduos amostrados, presentes em 100% das amostras. Além disso, essa família apresentou a maior riqueza de espécies. Em seguida, a mais abundante foi a espécie *Solanum*

americanum (Figura 20B), com 75 indivíduos amostrados e 93,3% de frequência. Em terceiro a espécie *Cyperus* sp (Figura 20C), com 71 indivíduos amostrados e 80% de frequência.

As plantas das famílias Asteraceae e Solanaceae também foram as mais abundantes registradas por Gasparino et al. (2006), Neto et al. (2010), Kestring-Klein (2011), Calegari et al. (2013) e Lopes (2014). Segundo Neto et al. (2010), essas famílias são comumente encontradas em banco de sementes de florestas em estágios iniciais de sucessão.

Figura 20 – Herbáceas mais abundantes encontradas no banco de sementes na APP em restauração há sete anos, por plantio total.

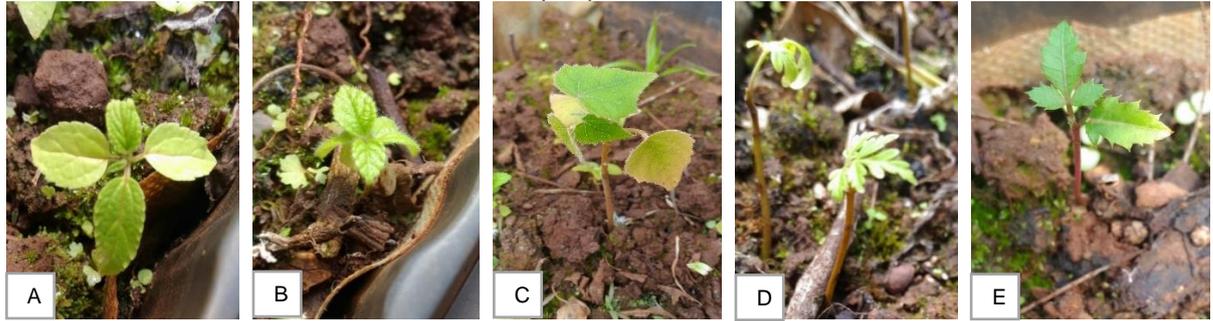


Fonte: autoria própria.

Em relação às arbóreas, foram identificadas as espécies *Trema micrantha* (Figura 21A), com 17 indivíduos amostrados, *Cecropia* sp (Figura 21B), 16 indivíduos amostrados, *Croton* sp (Figura 21C) com 14 indivíduos amostrados, *Melia azedarach* (Figura 21D), com 12 indivíduos amostrados e *Schinus terebinthifolius* (Figura 21E), com apenas 1 indivíduo amostrado. A densidade de espécies arbóreas no banco de sementes foi de 111,1 sementes germinadas/m².

As espécies arbóreas *Trema micrantha*, *Croton* sp, *Cecropia* sp e *Schinus terebinthifolius* também estão presentes na relação de espécies utilizadas para plantio na APP em estudo, analisada por Luiz (2015).

Figura 21 – Espécies arbóreas encontradas no banco de sementes da APP em restauração há sete anos, por plantio total.



Fonte: autoria própria

Notas:

- (A) *Trema micrantha*;
- (B) *Cecropia* sp;
- (C) *Croton* sp;
- (D) *Melia azedarach*;
- (E) *Schinus terebinthifolius*.

As espécies *Trema micrantha* e *Cecropia* sp também foram encontradas por Gasparino (2006) em um estudo de quantificação de banco de sementes em área de mata ciliar, sendo pioneiras arbóreas típicas de bancos de sementes (BAIDER et al., 1999, BONFANTE, 2014, ARAÚJO et al., 2001). Ambas espécies caracterizam-se como pioneiras típicas nas áreas de Floresta Atlântica. Apresentam, dentre suas características, desenvolvimento em grandes clareiras, bordas e fragmentos florestais e assim, alta tolerância à luz, são de pequeno porte (menores que 10 metros) e possuem um ciclo de vida curto, variando entre 10 a 20 anos (ALMEIDA, 2016, p. 51).

Melia azedarach foi a única espécie arbórea exótica encontrada no banco de sementes. Como ela não foi detectada por Luiz (2015) no plantio realizado na área, sua presença decorre do seu uso na propriedade vizinha (observação pessoal). No entanto, sua presença em APP às margens do Ribeirão Três Bocas foi detectada por Bonfante (2014), que identificou alta densidade dessa espécie exótica em seu estudo sobre transposição de banco de sementes de uma área fonte (Parque Ecológico Daisaku Ikeda) para uma área de APP em restauração.

A densidade e composição das sementes presentes no banco também pode ter sido influenciada pelas consequências das chuvas no início de 2016, que, segundo relatos do proprietário do Sítio Água Viva, fizeram com que o ribeirão Três Bocas extravasasse, inundando toda área de APP. De fato, Rodrigues e Shepherd (2004) afirmam que a elevação do nível da água em um rio ocasiona remoção ou soterramento do banco de sementes, influenciando a dinâmica dessa comunidade e afetando os padrões de diversidade. Desse modo, no período pós-enchente as

espécies pioneiras vão ser predominantes no banco, devido à sua rápida dispersão, e o banco será principalmente composto pelas espécies recém dispersas (SILVA et al., 2012, p. 39).

6 CONCLUSÃO

Por meio do monitoramento da APP pela aplicação do protocolo juntamente com a análise do banco de sementes, foi possível concluir que:

- No geral, o protocolo de monitoramento de projetos de restauração ecológica é de fácil aplicação. Os indicadores estabelecidos pela Portaria fornecem um panorama da situação da área em restauração, e, assim, são uma forma de orientar ações que devem ser tomadas a fim de atingir o objetivo pré-estabelecido. Houve, contudo, dificuldades na distinção entre as espécies amostradas, uma vez que as plantas consideradas regenerantes são de pequeno tamanho e muitas vezes pouco desenvolvidas para uma contagem precisa do número de espécies, independente da sua identificação, visto que requer boa experiência de campo ou taxonômica;

- Os valores dos três indicadores amostrados sugerem situação adequada da área em restauração. A estratificação do dossel fechado acarreta em cobertura máxima de copas. A alta densidade de indivíduos nativos regenerantes pode ser uma consequência do menor espaçamento utilizado no plantio, ocasionando maior quantidade de mudas e, assim, de regenerantes. Em relação ao número de espécies nativas regenerantes, observou-se a presença de trepadeiras e arbustos. Esses, por sua vez, não foram utilizados no plantio e indicam bom potencial de chegada de regenerantes na área;

- A área de cultivo adjunta à APP influenciou na quantidade de herbáceas presentes no banco de sementes, porém em nenhum momento foi notada a presença de espécies superabundantes que atrapalhassem o processo de restauração da área;

- Dentre as arbóreas presentes no banco de sementes, foram encontradas as pioneiras que se reproduzem precocemente, como *Cecropia* sp, *Trema micrantha*, *Croton* sp e *Schinus terebinthifolius*. Ainda, a pequena área do gabarito utilizada para amostragem (menor do que 1m²) pode ter influenciado na falta de sementes germinadas de outras espécies arbóreas presentes no plantio, assim como, ainda, a idade reprodutiva não ter sido atingida para muitas delas, reduzindo sua probabilidade de ocorrência por dispersão, para pequenas áreas

- Aconselha-se a realização de estudos futuros na área, próximos à fase final do ciclo de vidas das pioneiras (entre 10 à 15 anos) com o intuito de analisar se o

desenvolvimento da estratificação florestal continua adequado, de forma que o crescimento dos regenerantes venha a substituir as pioneiras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Danilo Sette de **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3 ed. rev e amp. Ilhéus: EDITUS, 2016. 200p.

ALVES, Luciana F; METZGER, Jean Paul. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 6, n. 2, ago 2006.

ARAÚJO, M. M. et al. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamã, Amazônia Oriental. **Scientia Florestalis**, [S.l.], n. 59, p. 115-130, jun. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). **Impactos das alterações no código florestal**. Câmara Técnica de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. São Paulo, mai. 2012. 58p.

BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MONTAVANI, W. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). **Revista Brasil Biologia**, [S.l.], v. 59, n. 2, p. 319-328, 1999.

BARBOSA, L. M. Histórico das Políticas Públicas para a restauração de áreas degradadas no Estado de São Paulo. In: In: UEHARA, Thiago Hector Kanashiro; GANDARA, Flávio Bertin (Orgs) **Cadernos da Mata ciliar: monitoramento de áreas em recuperação**. São Paulo: Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, n. 4, 2011, p. 6-10.

BONFANTE, M. C. **Contribuição do banco de sementes para restauração de APP às margens do Ribeirão Três Bocas, Londrina, PR**. 2014. 76f. Monografia (Graduação) – Curso superior em Bacharelado de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

BRANCALION, P. H. S.; LIMA, L. R.; RODRIGUES, R. R. Restauração ecológica como estratégia de resgate e conservação da biodiversidade em paisagens antrópicas tropicais. In: PERES, C. A. et al. (Orgs). **Conservação da Biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**, Curitiba: UFPR, 2010, cap. 26, p. 565-587.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 431p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispões sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012a.

BRASIL. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispões sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2012b

BRASIL. Decreto nº 9.257, de 29 de dezembro de 2017. Prorroga o prazo de inscrição ao Cadastro Ambiental Rural – CAR. **Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 dez. 2017.**

BRITO, C. M. et al. **Plano de manejo parque Daisaku Ikeda**. 2005. Disponível em: <
http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=253&Itemid=201> Acesso em: 21 mai. 2017.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Iowa: Brown Company Publishers, 1984. Disponível em <
http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB_ECOLOGIA/Lagunas_Costeras_files/General_Ecology.pdf> Acesso em 05 de nov. 2017.

BROWN, Doug. Estimating the Composition of a Forest Seed Bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany**, Toronto, v. 70, p. 1603-1612, nov.1991.

BUHLER, D. D.; MAXWELL, B. D. Seed Separation and Enumeration from Soil Using K₂CO₃ Centrifugation and Image Analyses. **Weed Science**, v. 41, p. 298-302, 1993.

CALEGARI, L. et al. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 871-880, 2013.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, Champaign, n. 1, p. 3-10, mar. 2001.

DURIGAN, Giselda. Uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. In: UEHARA, Thiago Hector Kanashiro; GANDARA, Flávio Bertin (Orgs) **Cadernos da Mata ciliar: monitoramento de áreas em recuperação**. São Paulo: Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, n. 4, 2011, p. 11-13.

DURIGAN, G.; SUGANUMA, M. S.; MELO, A. C. G de. Valores esperados para atributos de florestas ripárias em restauração em diferentes idades. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 110, p. 463-474, jun. 2016.

ENGEL, Vera Lex; PARROTTA, John A.; Definindo a Restauração Ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al (Orgs). **Restauração Ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Editora FEPAF, 2003, cap 1, p. 3-22.

FARIA, Gislaine Garcia de. As leis de zoneamento de uso e ocupação do solo: instrumento para a efetiva gestão compartilhada dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 3, p. 650-664, 2011.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ (FAEP). **O Novo Código Florestal**. Curitiba, ano I, 2012, 92p.

FERRETI, A. R. Fundamentos Ecológicos para o Planejamento da Restauração Florestal. In: GALVÃO, A. P.M.; MEDEIROS, A. C. de S. (eds). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2002. P. 21-26.

GARWOOD, Nancy C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989. p. 149-204

GASPARINO, D. et al. Quantificação de banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 1-9, 2006.

GUEDES, Fatima Becker; SEEHUSEN, Susan Edda. Introdução. In: GUEDES, Fatima Becker; SEEHUSEN, Susan Edda (Orgs). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011, p. 12.

HARPER, John L. **Population Biology of Plants**. New York: Academic Press, 1977, 892p.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Comunicado nº 02, de 27 de julho de 2017**. SICAR Paraná. Disponível em http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Car/COMUNICADO_2SICAR_2707.pdf> Acessado em 15 mai. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População do Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>> Acesso em: 19 mai. 2017a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Área territorial brasileira**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm> Acesso em: 19 mai. 2017b.

ISERNHAGEN, I. et al. Fase 4: Abandono da cópia de um modelo de floresta madura e foco na restauração dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução de uma floresta (fase atual). In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I (Orgs). **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009, cap. 1, p. 11-78.

ISERNHAGEN, I. et al. Diagnóstico ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I (Orgs). **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica. 2009, cap. 2, p. 87-.127.

JODAS, N. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como ferramenta efetiva à aplicabilidade do Código Florestal Brasileiro: uma proposta combativa ao projeto de lei n. 1879/99. Relatos da experiência pioneira de PSA no município de Londrina – PR. **Revista de Direito Público**, Londrina, v. 5, n. 3, p. 66-80, 2010.

KAGEYAMA, P, Y. et al. **Restauração de Mata ciliar: manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias**. Rio de Janeiro: Semads, fev. 2002, 104p.

KESTRING-KLEIN, D. **Ecologia do banco de sementes de um trecho de floresta estacional semidecidual e germinação de sementes de *Petrophorum dubium* (Spreng) Taubert (Forbaceae: Caesalpinioidea) em diferentes condições de alagamento**. 2011. 110f. Tese (Doutorado). Ciências Biológicas (Botânica). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2006.

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

LUIZ, J. S da. **Caracterização de Apps em três propriedades rurais às margens do ribeirão três bocas, Londrina, Paraná, que passaram por restauração há 04 anos.** 2015. 54 f. Monografia (Graduação) Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

MAGURRAN, Anne E. **Ecological diversity and its measurement.** New Jersey: Princeton University Press, 1988, 179p.

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

METZGER, Jean Paul. O Código Florestal tem base científica? **Natureza e Conservação**, São Paulo, v. 8, n. 1, 2010.

MORAES, L. F. D; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração Florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 437-451, jun. 2010.

NAVE, A. G. et al. (Coords). **Manual de Restauração Ecológica: técnicos e produtores rurais no extremo sul da Bahia.** [S.l.]: Bioflora Tecnologia de Restauração, out. 2015, 59p.

NETO, A. M. et al. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de passagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1035-1043, 2010.

PARANÁ. Resolução Conjunta nº 007/2015. Dispões sobre procedimentos operacionais do SISTEMA DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL (SISCAR) no âmbito do Programa de Regularização Ambiental no Estado do Paraná. **Diário Oficial da União**, Curitiba, PR, 27 jan. 2016.

PIETRE, D. S. et al. Densidade do banco de sementes do solo e da chuva de sementes em um fragmento de Floresta Atlântica situada no Parque Municipal de Goiapaba-açu, Fundão, ES. **Natureza on line**, Fundão, ES, v. 5, n. 1, p. 30-36, 2007.

POESTER, G. C. et al. **Práticas para Restauração da Mata Ciliar.** Porto Alegre: Catarse, 2012, 60p.

REIS, A. et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação com base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 28-36, abr. 2003.

REIS-DUARE, Rose Mary; GALVÃO-BUENO, Mário Sérgio. Fundamentos ecológicos aplicados à recuperação de áreas degradadas para conservação da biodiversidade. In BARBOSA, LUIZ MAURO (Coord). **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006, p. 31-42.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F de (Eds). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. Rio de Janeiro: EDUSP, 2004, cap. 6.2.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs). **Pacto pela restauração da mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009, 256p.

RODRIGUES, R. R. et al. (Coord). Protocolo de monitoramento para programas e projetos de restauração florestal. **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica**, 2013, 62p.

RODRIGUES, M. A.; ORTIZ, P. R. T. Elaboração de Projetos em Restauração Ecológica: aspectos técnicos e legais. In: VI SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2015, p. 40-46.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução nº 32, de 3 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre a restauração ecológica no Estado de São Paulo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, São Paulo, SP, 5 abr. 2014. p. 36-37.

SÃO PAULO (Estado). Coordenadoria da Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN). Portaria CBRN 01/2015. Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. Seção I, 125(11), 2015.

SEEHUSEN, Susan Edda; PREM, Ingrid. Por que pagamentos por Serviços Ambientais?: Pagamentos por serviços ambientais. In: GUEDES, Fatima Becker; SEEHUSEN, Susan. Edda (Orgs). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011, Cap. 1, p. 34.

SILVA, A. C da. et al. **Florestas inundáveis: ecologia, florística e adaptações das espécies**. Lavras: Editora UFLA, 2012, 170p.

SILVA, A. P. M.; MARQUES, H. R.; SAMBUICHI, R. H. R. (Orgs). Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para implementação da nova lei. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**. Rio de Janeiro, 2016, 359p.

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, abr. 2014.

SOCIETY OF ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL (SERI). Fundamentos da Restauração Ecológica. **Science & Policy Working Group**. Tradução: Efraim Rodrigues, versão 2, out. 2004.

SERVIÇO NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS (SNIF). **Bens e Serviços que a Floresta Fornece**. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/bens-e-servicos-que-a-floresta-fornece> > Acesso em: 19 mai. 2017.

SPAROVEK, G. et al. A Revisão do Código Florestal Brasileiro. **Novos Estudos**, CEBRAP, p. 111-135, mar. 2011.

TEIXEIRA, J.C.; BRASIL, T.; GUEDES, S (Ed.). Código Florestal. **Revista Em Discussão!**, Brasília, DF: Secretaria Jornal do Senado, n. 9, 2011, 84p.

THOMPSON, K.; GRIME, J. P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habits. **Journal of Ecology**, v. 67, n. 3, 839-921, nov. 1979.

UEHARA, Thiago Hector Kanashiro; GANDARA, Flávio Bertin. (Orgs.). **Cadernos da Mata Ciliar: monitoramento de áreas em recuperação**. São Paulo: Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, n. 4, 2011, 68p.

VIANI, R. A. G.; DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010.

VIEIRA, I. C. G. **Forest succession after shifting cultivation in eastern Amazonia**. 1996, 176 f. Tese (Doutorado). University of Stirling. Scotland, 1996.

WATKINSON, A. R. Plant population dynamics. In: Crawley, M. J. **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Science Ltd. 1997, Cap. 12, pag. 370.

WUNDER, SVEN. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. **Conservation Biology**, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 48-58, fev. 2007.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **The Journal of Ecology**, [S.l.], v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.

YOSHIURA, Wilson. **Análise Ambiental Preliminar da Porção Inferior da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Três Bocas em Londrina – PR**. 2006, 77 f. Monografia (Bacharel em Geografia). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2006.

APÊNDICE A – Espécies identificadas no monitoramento da APP durante aplicação do protocolo, sete anos após restauração por plantio total



Schinus terebinthifolius



Cordia trichotoma



Sebastiania brasiliensis



Alchornea sidifolia



Euphorbiaceae 1



Poecilante parviflora



Acacia plumosa



*Lonchocarpus
muehlbergianus*



Fabaceae 1



Lauracea 1



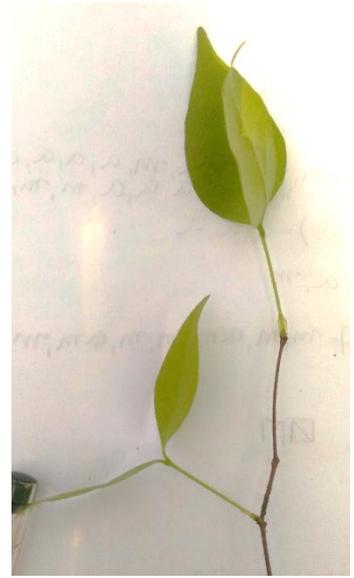
Guarea guidonia



Maclura sp



Psidium guajava



Eugenia uniflora



Piper sp



Poaceae 1



Rudgea sp



Serjania sp



Allophylus sp



Smilax sp



Cestrum sp



Solanum sp

APÊNDICE B – Desenvolvimento do banco de sementes ao longo dos 120 dias em casa de vegetação

	Início do experimento	Final do experimento
Bandeja 01		
Bandeja 02		
Bandeja 03		

	Início do experimento	Final do experimento
Bandeja 04		
Bandeja 05		
Bandeja 06		

	Início do experimento	Final do experimento
Bandeja 07		
Bandeja 08		
Bandeja 09		

	Início do experimento	Final do experimento
Bandeja 10		
Bandeja 11		
Bandeja 12		

	Início do experimento	Final do experimento
Bandeja 13		
Bandeja 14		
Bandeja 15		

APÊNDICE C – Espécies identificadas no banco de sementes da APP em restauração há sete anos, por plantio total



Amaranthus spp



Alternanthera sp



Alternanthera tenella



Schinus terebinthifolius



Gnaphalium sp 1



Gnaphalium sp 2



Galinsoga parviflora



Bidens sp



Eclipta alba



Conyza canadensis



Asteraceae sp 1



Asteraceae sp 3



Asteraceae sp 4



Asteraceae sp 5



Asteraceae sp 6



Asteraceae sp 7



Asteraceae sp 8



Trema micrantha



Cecropia sp



Commelinaceae 1



Convolvulaceae 1



Cyperus sp



Chamaesyce sp



Croton sp



Lamiaceae 1



Melia azedarach



Phyllanthus tenellus



Poaceae 1



Poaceae 2



Poaceae 3



Solanum americanum



Solanum sp