

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO  
AMBIENTE – PRODEMA**

**GABRIEL EDUARDO FAVERO**

**PERSPECTIVAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA FLORESTA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA**

**RECIFE  
2017**

**GABRIEL EDUARDO FAVERO**

**PERSPECTIVAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA FLORESTA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (PRODEMA/UFPE) como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

Área de Concentração: Gestão e Políticas Ambientais

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rejane  
Magalhães de Mendonça Pimentel**

**RECIFE  
2017**

Catalogação na fonte  
Bibliotecária Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

F273p Favero, Gabriel Eduardo.

Perspectivas de restauração florestal em áreas de preservação permanente na floresta atlântica pernambucana / Gabriel Eduardo Favero. – 2017.

91 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora : Profª. Drª. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2017.

Inclui Referências e apêndices.

1. Meio ambiente. 2. Florestas. 3. Florestas – Proteção. 4. Reservas florestais. 5. Florestas tropicais – Conservação. 6. Áreas protegidas. 7. Mata atlântica. 8. Restauração florestal. I. Pimentel, Rejane Magalhães de Mendonça (Orientadora). II. Título.

363.7 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2017-165)

**GABRIEL EDUARDO FAVERO**

**PERSPECTIVAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA FLORESTA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPE como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

Aprovada em: 23/02/2017.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel (Orientadora)  
Departamento de Biologia/Botânica, UFRPE.

---

Prof. Dr. Carlos Frederico Lins e Silva Brandão (Examinador externo)  
Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, CEPAN.

---

Prof. Dr. Leônio José Alves da Silva (Examinador interno)  
Departamento de Direito CCJ/UFPE.

---

Prof. Dr. Ricardo Augusto Pessoa Braga (Examinador interno)  
Departamento de Engenharia Civil, CTG, UFPE

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Rejane Pimentel, por ter me guiado ao longo dessa jornada e à Fundação de Amparo e Tecnologia do Estado de Pernambuco por ter me proporcionado as condições materiais necessárias para que eu pudesse desenvolver essa pesquisa. Ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA). A todos os viveiristas pernambucanos, que através do seu trabalho singular fazem germinar a semente da esperança. Aos meus companheiros de luta, que aturam o meu mau humor e me ensinam coisas novas todos os dias: Izabel (minha mãe), Shirley, Fredê, Biu, Cris, Rose, Marília e, sobretudo, Jones, que tem comigo uma paciência gigantesca. Aos meus irmãos nessa vida: Iana, Diego, Gabriela, Galega, Augusto, Dani, Florzinha, Bastos, Paulino, Tina, Iuri, Camila (todas as duas) e Domingos. A todos os professores e mestres que tive na vida. Ao meu pai, em memória, por tudo o que me ensinou.

*“Toda folha de grama tem seu Anjo que se curva sobre ela  
e sussurra: Cresce, cresce.”*

O TALMUDÉ

## RESUMO

A Mata Atlântica pernambucana compreende, atualmente, 12% da sua cobertura original. Esse cenário de devastação se traduz na perda de habitats naturais e no comprometimento das funções ecossistêmicas que dão origem aos serviços ecossistêmicos. Vários estudos demostram a importância da vegetação localizada ao longo dos cursos hídricos, ou matas ciliares, para a manutenção da quantidade e da qualidade da água. Atualmente, a Lei Federal n.<sup>º</sup> 12.651/2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa) consiste no principal diploma legal que disciplina as normas de proteção da vegetação nativa no território nacional. Esta Lei estabelece a proteção das chamadas Áreas de Preservação Permanente (APPs), que incluem as zonas localizadas às margens dos cursos d'água e determina a manutenção da vegetação nativa nessas áreas ou a sua recomposição. Neste sentido, a restauração florestal se apresenta como um instrumento eficaz para a recomposição da vegetação em APPs e potencialmente geradora de benefícios ecológicos, sociais e econômicos. A presente pesquisa teve como objetivo conhecer os passivos ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs) de faixas marginais de cursos d'água naturais na região da floresta atlântica pernambucana e avaliar as oportunidades socioeconômicas para produtores de sementes e mudas nativas a partir da restauração florestal dessas áreas. Como passivo ambiental, entende-se a diferença entre a vegetação que, de acordo com a Lei Federal n.<sup>º</sup> 12.651/2012 deveria se encontrar nas APPs, em relação à vegetação existente. Foram considerados os seguintes objetivos específicos: 1) Estimar os passivos ambientais relacionados às APPs de faixas marginais de cursos de água na região de abrangência da Mata Atlântica no estado de Pernambuco; 2) Calcular a demanda potencial de mudas necessária para a adequação ambiental dessas áreas; 3) Determinar a oferta atual de sementes e mudas florestais em viveiros comerciais da região, seus aspectos socioeconômicos e a capacidade instalada desses empreendimentos. Como resultados da pesquisa foram identificados 103.415 ha de APPs em faixas marginais de cursos d'água na região de abrangência do estudo, dos quais apenas 10,7% encontram-se cobertas com vegetação nativa - o que se traduz em um passivo ambiental de 92.357 ha ao longo dos cursos hídricos da região pesquisada. Em função dos retrocessos trazidos pela Lei Federal n.<sup>º</sup> 12.651/2012, a recuperação de 28% dessa área deixou de ser obrigatória. Ainda assim serão necessárias 99.504.722

mudas de espécies nativas para a adequação ambiental das APPs ciliares da Mata Atlântica Pernambucana. Por outro lado, a quantidade de mudas nativas produzidas nos sete viveiros pesquisados foi de 435.122 unidades (considerando o ano de 2015), sendo que a soma da capacidade potencial declarada pelos entrevistados é de 1.529.746 mudas/ano. Quanto ao valor médio de comercialização, o valor praticado por cada unidade é de R\$ 2,20 ± 0,93, dependendo da espécie. A restauração de matas ciliares na região da Mata Atlântica pernambucana via cumprimento da Lei Federal n.º 12.651/2012 é fundamental para o restabelecimento de serviços ecossistêmicos relacionados à manutenção da qualidade e quantidade de água ao mesmo tempo em que se apresenta como potencial geradora de oportunidades econômicas para comerciantes de mudas nativas dessa região.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica. Restauração florestal. Áreas de Preservação Permanente. Oportunidades econômicas.

## ABSTRACT

In Pernambuco, the Atlantic Forest currently accounts for 12% of its original coverage. This scenario of devastation translates into the loss of natural habitats and the impairment of ecosystem functions that give rise to the so-called ecosystem services. Several studies have shown the importance of the vegetation along watercourses, or riparian forests, to maintain the quantity and quality of water. Currently, Federal Law no. 12.651/2012 (Law of Protection of Native Vegetation) is the main legal instrument that regulates the norms of protection of native vegetation in the national territory. This Law establishes the protection of the so-called Permanent Preservation Areas (APPs), which include the areas along the banks of the watercourses and determines the maintenance of the native vegetation in these areas or its recomposition. The forest restoration is an effective instrument for the recomposition of vegetation in APPs and it is a potential generator of ecological, social and economical benefits. This study aimed at determining the environmental liabilities in APPs of marginal ranges of natural watercourses in the Atlantic Forest region of Pernambuco and to evaluate the socioeconomic opportunities from the forest restoration of these areas for seed and native seedlings producers. The environmental liability means the difference between the vegetation that, according to Federal Law No. 12,651 / 2012, should exist in the APPs, in relation to the existing vegetation. The specific objectives were: 1) To estimate the environmental liabilities related to the APPs of marginal ranges of watercourses in the region of the Atlantic Forest in the State of Pernambuco; 2) To calculate the potential demand for seedlings necessary for the environmental suitability; 3) To determine the current supply of seeds and seedlings in commercial nurseries in the region, the socioeconomic aspects and the installed capacity of the enterprises. 104.824 ha of APPs were identified in marginal ranges of watercourses in the study's coverage region, of which only 10.7% is covered with native vegetation - which translates into an environmental liability of 92.357 ha along the watercourses. Due to the regression brought by Federal Law no. 12.651 / 2012, the restoration of 28% of this area is no longer mandatory. Still 99.504.722 seedlings of native species will be necessary for the environmental suitability of the APPs. On the other hand, the total volume of native seedlings produced in the seven nurseries was 435.122 units (considering the last 12 months), and the sum of the potential capacity declared by the interviewees is 1.529.746 seedlings a year. Considering the average value of commercialization, the value practiced by each unit is R\$ 2.20 ± 0.93, depending

on the species. The restoration of riparian forests in the region of the Atlantic Forest of Pernambuco in compliance with Federal Law no. 12.651 / 2012 is fundamental for the restoration of ecosystem services related to the maintenance of water quality and quantity while generating economic opportunities for native seed and seedlings producers from that region.

**Keywords:** Atlantic Forest. Forest restoration. Permanent Preservation Areas. Economic opportunities.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho ilustrativo da região ocupada pela zona ripária em uma perspectiva transversal.....	20
Figura 2 - Principais serviços ecossistêmicos dependentes das matas ciliares .....	22
Figura 3 - Delimitação da Área de Preservação Permanente (APP) em função da largura do curso hídrico, de acordo com art. 4º, inciso I da Lei federal 12.651/2012.	28
Figura 4 - Modelos de distribuição de mudas do grupo de recobrimento e do grupo de diversidade na área a ser restaurada .....	40
Figura 5 - Área de abrangência da pesquisa.....	45
Figura 6 - Esquema representando o método utilizado para a contabilização da vegetação em APPs de cursos hídricos em um trecho do Rio Una .....	49
Figura 7 - Passivos de APPs ciliares em Áreas de Formações Pioneiras em relação às demais fitofisionomias da região pesquisada .....	57
Figura 8 - Relação entre áreas ocupadas por imóveis rurais (ha) e o número de imóveis rurais (N) na região da Mata Atlântica Pernambucana em função dos diferentes enquadramentos em Módulos Fiscais.....	60
Figura 9 - Redução das áreas a serem restauradas, por bacia e total, considerando a nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei n.º 12.651/2012) .....	61
Figura 10 - Forma de armazenamento de sementes praticada pelos viveiristas entrevistados.....	66
Figura 11 - Saquinhos de polietileno usados pela maior parte dos viveiristas entrevistados .....	67
Figura 12 - Mudas prontas para serem expedidas, apresentando raízes expostas ..	68
Figura 13 - Tubetes de polipropileno.....	69
Figura 14 - Produção atual e capacidade potencial anual dos viveiros florestais inseridos na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Detalhamento das estimativas de geração de trabalho na cadeia da restauração florestal considerando a adequação ambiental de 6.5 Mha de áreas de RL e APP em propriedades rurais na região de abrangência da Mata Atlântica Brasileira, considerando diferentes técnicas .....	44
Tabela 2 - Áreas de Preservação Permanente (APPs) de cursos hídricos em bacias hidrográficas inseridas na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana .....	53
Tabela 3 - Presença e déficit de vegetação nativa (passivos ambientais) em Áreas de Preservação Permanente (APPs) de cursos hídricos em bacias hidrográficas inseridas na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana .....	55
Tabela 4 - Distribuição dos passivos ambientais de APPs da região da Mata Atlântica Pernambucana, por bacia hidrográfica e fitofisionomia .....	57
Tabela 5 - Número de imóveis rurais (N) por área de bacia inserida na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana e de acordo com diferentes enquadramentos em Módulos Fiscais (MF) .....	58
Tabela 6 - Distribuição da área de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana por bacia hidrográfica e em diferentes enquadramentos fiscais e categorias .....	59
Tabela 7 - Áreas a serem recuperadas em APPs de cursos hídricos, por área de bacia inserida na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana .....	60
Tabela 8 - Fonte das sementes utilizadas pelos viveiros .....	64

## LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>APP</b>	Área de Preservação Permanente
<b>CAR</b>	Cadastro Ambiental Rural
<b>CEP</b>	Centro de Endemismo Pernambuco
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional de Meio Ambiente
<b>CPRH</b>	Agência Estadual de Meio Ambiente
<b>CNPJ</b>	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
<b>GL</b>	Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos
<b>INCRA</b>	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>ITEP</b>	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
<b>MF</b>	Módulo fiscal
<b>MHA</b>	Milhões de hectares
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PRA</b>	Programa de Regularização Ambiental
<b>PREV</b>	Plano de Revegetação ou Enriquecimento da Vegetação Nativa
<b>PSA</b>	Pagamento por Serviços Ambientais
<b>RENASEM</b>	Registro Nacional de Sementes e Mudas
<b>RL</b>	Reserva Legal
<b>RTI</b>	Rede Triangular Irregular
<b>SER</b>	Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica
<b>SIG</b>	Sistema de Informações Geográficas
<b>SISNAMA</b>	Sistema Nacional do Meio Ambiente
<b>SUDENE</b>	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>20</b>
2.1	MATAS CILIARES E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS .....	20
2.2	LEGISLAÇÃO APLICADA ÀS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE..	24
2.3	RESTAURAÇÃO FLORESTAL .....	33
<b>2.3.1</b>	<b>Restauração Facilitadora.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Restauração dirigida .....</b>	<b>38</b>
2.4	PERSPECTIVAS SOCIOECONÔMICAS PARA PRODUTORES DE SEMENTES E MUDAS NATIVAS.....	40
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>45</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	45
3.2	ESTIMATIVA DOS PASSIVOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DE PERNAMBUCO, RELACIONADOS ÀS APPS DE FAIXAS MARGINAIS DE CURSOS D'ÁGUA NATURAIS .....	47
<b>3.2.1</b>	<b>Obtenção dos dados geoespaciais e delimitação dos cursos hídricos ...</b>	<b>47</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Mapeamento das faixas de APPs.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Identificação da situação de cobertura vegetal nas faixas de APPs mapeadas.....</b>	<b>49</b>
3.3	CÁLCULO DA DEMANDA POTENCIAL DE MUDAS NECESSÁRIA À ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DAS APPS CILIARES DA MATA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA .....	50
3.4	OFERTA ATUAL DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS NOS VIVEIROS COMERCIAIS.....	51
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>53</b>
4.1	ESTIMATIVA DOS PASSIVOS AMBIENTAIS NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) DE CURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA .....	53
4.2	CÁLCULO DA DEMANDA POTENCIAL DE MUDAS NATIVAS PARA A ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DE APPS DE CURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA .....	56
4.3	OFERTA ATUAL DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA EM VIVEIROS COMERCIAIS DA REGIÃO .....	63

<b>4.3.1 Caracterização geral .....</b>	<b>63</b>
<b>4.3.2 Processo de produção.....</b>	<b>63</b>
<b>4.3.3 Produção e capacidade instalada.....</b>	<b>70</b>
<b>4.3.4 Custos de produção e preço de comercialização .....</b>	<b>71</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Distribuída ao longo de quase toda a costa atlântica brasileira e na porção leste do Paraguai e nordeste da Argentina, a Mata Atlântica<sup>1</sup> é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano. Esta floresta se estende por mais de 27 graus de latitude e engloba diferentes tipos de relevo, constituindo um complexo de formações vegetais e ecossistemas associados (CÂMARA, 2003).

Estima-se que, no passado, a Mata Atlântica cobria uma área de aproximadamente 1,3 milhões de km<sup>2</sup> do território brasileiro, o equivalente a 15% de toda a extensão do país (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). Em função do processo de colonização do Brasil ter se iniciado a partir das regiões litorâneas, esta floresta vem sofrendo com uma contínua degradação ao longo de séculos.

Atualmente, a Mata Atlântica brasileira se resume a 12,5% da sua cobertura original, com apenas 163 mil km<sup>2</sup> de vegetação remanescente (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015). Apesar de intensamente degradada, a floresta atlântica ainda abriga uma das maiores concentrações de espécies por metro quadrado do planeta e, por essa razão, encontra-se entre os 33 *hotspots*<sup>2</sup> mundiais de biodiversidade (MITTERMEIER *et al.*, 2004; MYERS *et al.*, 2000; TABARELLI *et al.*, 2005).

Embora a ocupação da costa brasileira tenha ocorrido em um mesmo período, foi na região Nordeste que o processo histórico de exploração de recursos naturais gerou as consequências mais graves na paisagem costeira (SILVA; TABARELLI, 2000). No século XVI, a Mata Atlântica nordestina já havia sido bastante devastada em função da exploração da madeira que era enviada para a Europa e dos intensos ciclos econômicos da cana-de-açúcar e do gado (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996).

Nos últimos 30 anos, a derrubada da Mata Atlântica no Nordeste foi intensificada, sendo estimulada por programas nacionais que, a partir da década de 70,

<sup>1</sup> A presente pesquisa não faz distinção entre o conceito de “domínio da mata atlântica”, que se refere à região de ocorrência das diversas fitofisionomias e ecossistemas associados à mata atlântica, e o conceito de “bioma Mata Atlântica”, sendo este último, popularmente utilizado, inclusive para a classificação da vegetação brasileira pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Da mesma forma, uma revisão etimológica realizada por Straube (2005) concluiu não haver diferença entre os termos mata e floresta.

<sup>2</sup> Hotspots compreendem as regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas da Terra, abrigando mais de 60% das espécies terrestres do planeta, apesar de cobrirem apenas 1,4% da superfície do globo (MYERS *et al.*, 2000).

incentivaram a expansão de áreas agrícolas voltadas, sobretudo, para a produção de cana de açúcar (GALINDO-LEAL *et al.*, 2003). De maneira adicional, outras ações antrópicas, como o avanço não planejado das cidades, a carcinocultura em manguezais e o extrativismo animal e vegetal têm contribuído para a redução da biodiversidade dessa floresta (SIQUEIRA FILHO, 1998).

Em Pernambuco, a Mata Atlântica compreende, atualmente, 12% da sua cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015), distribuída na forma de um mosaico formado de pequenos fragmentos florestais, quase sempre menores do que 10 ha, imersos em uma matriz dominada por centros urbanos, áreas agrícolas e industriais (RIBEIRO *et al.*, 2009; TABARELLI *et al.*, 2005).

Na prática toda essa devastação tem resultado em perdas significativas de habitats naturais, comprometendo a dinâmica de funcionamento da floresta atlântica e suas funções ecossistêmicas que, em última análise, quando incorporadas à noção antropocêntrica de utilidade, dão origem aos chamados serviços ecossistêmicos (DE GROOT *et al.*, 2002; WALACE, 2007).

Neste sentido, os serviços ecossistêmicos relacionados à regulação hidrológica estão conceituados como um dos principais benefícios providos pelos remanescentes de floresta atlântica. Attanasio *et al.* (2012) destacam a importância dos serviços oferecidos pelos ecossistemas ripários, que incluem a dinâmica da zona ripária, sua vegetação (matas ciliares) e as suas interações, para a regulação do fluxo e da qualidade da água dos corpos hídricos em bacias hidrográficas. As zonas ripárias compreendem os espaços com saturação hídrica temporária ou permanente, encontrados ao longo das margens e nas cabeceiras da rede de drenagem, bem como em pontos mais elevados da vertente (AGNEW *et al.*, 2006; BISHOP *et al.*, 2008; MCKERGOW *et al.*, 2003).

Nessas zonas é possível identificar uma correlação positiva entre a presença de vegetação e manutenção dos serviços hidrológicos. As matas ciliares são fundamentais para a manutenção dos processos ecológicos que ocorrem nas zonas ripárias (LOWRANCE *et al.*, 1997; NAIMAN; DÉCAMPUS, 1997; RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000; ZAKIA *et al.*, 2006).

No intuito de minimizar os impactos decorrentes das ações antrópicas sobre os recursos necessários ao bem estar humano, vários instrumentos legais foram instituídos ao longo da história do Brasil, alguns diretamente relacionados à preservação e recuperação das matas localizadas nas margens de cursos hídricos.

Para se ter uma ideia, ainda no século XVII, a relação entre as florestas e a oferta de água, serviu de incentivo para a elaboração de leis voltadas para a proteção e a recomposição de matas ciliares (KAGEYAMA; CASTRO, 1989).

A Lei Federal n.<sup>o</sup> 12.651 de maio de 2012, também conhecida como nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa, representa atualmente o principal diploma legal que disciplina as normas de proteção e recuperação da vegetação nativa no país. Esta lei estabelece a proteção das chamadas Áreas de Preservação Permanente (APPs), uma categoria de área especialmente protegida em função da sua importância para a manutenção dos serviços ecossistêmicos fundamentais para o bem estar das populações humanas, que inclui, entre outras, as zonas localizadas às margens dos cursos hídricos.

Essa Lei determina ainda que, “Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação [...]” (BRASIL, 2012a, art. 7, §1º).

Neste sentido, a restauração florestal, quando realizada de maneira adequada, consiste em um instrumento eficaz para a recomposição da vegetação em APPs de cursos hídricos e, sobretudo, o reestabelecimento de serviços ecossistêmicos perdidos (ALVES-COSTA *et al.*, 2008). Em seu conceito mais abrangente, a restauração florestal pode ser considerada a prática de se recuperar um ecossistema florestal que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004; BRANCALION *et al.*, 2015).

Dentre as muitas técnicas de intervenção utilizadas para a restauração de uma área degradada<sup>3</sup>, são comuns a condução da regeneração natural e o plantio de espécies nativas, seja por meio do plantio de mudas ou semeadura direta das sementes no solo (BRANCALION *et al.*, 2015; MARTINS, 2015; NBL, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2012).

Geralmente, o plantio de mudas nativas é indicado para áreas que apresentam um alto grau de perturbação e baixa capacidade de regeneração natural (NBL, 2013). Na prática, uma ação de restauração florestal consiste em uma sucessão de etapas

<sup>3</sup> Considera-se como ecossistema degradado ou área degradada um ecossistema natural que sofreu ação recente ou histórica, natural ou antrópica de degradação em relação a sua condição original (SER, 2004).

que incluem a atuação de diferentes atores desde o seu planejamento, passando pela produção das mudas florestais, até a sua execução propriamente dita. Estas diversas atividades compreendem uma cadeia de processos onde diferentes atores desempenham as atividades necessárias para que a restauração aconteça (IPEA, 2014).

Ainda que a nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa tenha trazido evidentes retrocessos em relação a sua antecessora, o Código Florestal de 1965 (Lei Federal n.º 4.771/1965), relacionadas sobretudo o perdão de dívidas por desmatamentos ilegais e flexibilização das cotas de vegetação a serem recuperadas em imóveis rurais com até 4 Módulos Fiscais (MFs), uma das inovações trazidas por essa lei foi a criação de um sistema de comando e controle, cujo o principal dispositivo consiste no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e que tem como objetivo contabilizar os passivos<sup>4</sup> ambientais em imóveis rurais e monitorar a adequação dessa propriedade (BRASIL, 2012a, 2012b). O CAR é um registro público eletrônico de âmbito nacional, que passará a ser obrigatório para todos os imóveis rurais a partir de 31 de dezembro de 2017, sendo condição para a obtenção de crédito agrícola nos bancos oficiais (BRASIL, 2012a, 2016).

Essas condicionantes trazem consigo oportunidades para o incremento de vegetação nativa na floresta atlântica e para o desenvolvimento de atividades produtivas relacionadas à recuperação de áreas degradadas. De um modo geral, as demandas por sementes e mudas florestais na região da Mata Atlântica tendem a crescer expressivamente em função da operacionalização CAR, sendo que coletores de sementes e viveiristas florestais podem ser importantes atores nesse processo (SILVA et al., 2014). Neste sentido, a visão da atividade de restauração florestal dentro de uma lógica de cadeia produtiva (coletores de sementes, produtores de mudas e executores de projetos) potencialmente geradora de benefícios sociais, econômicos e ecológicos é fundamental.

Diante do cenário apresentado, a presente pesquisa tem como objetivo geral conhecer os passivos ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs) de faixas marginais de cursos d'água naturais na região da floresta atlântica Pernambucana e avaliar as oportunidades socioeconômicas para produtores de

---

<sup>4</sup> Como passivo, entende-se a diferença entre a vegetação prevista na lei e a vegetação real existente (IPEA, 2014).

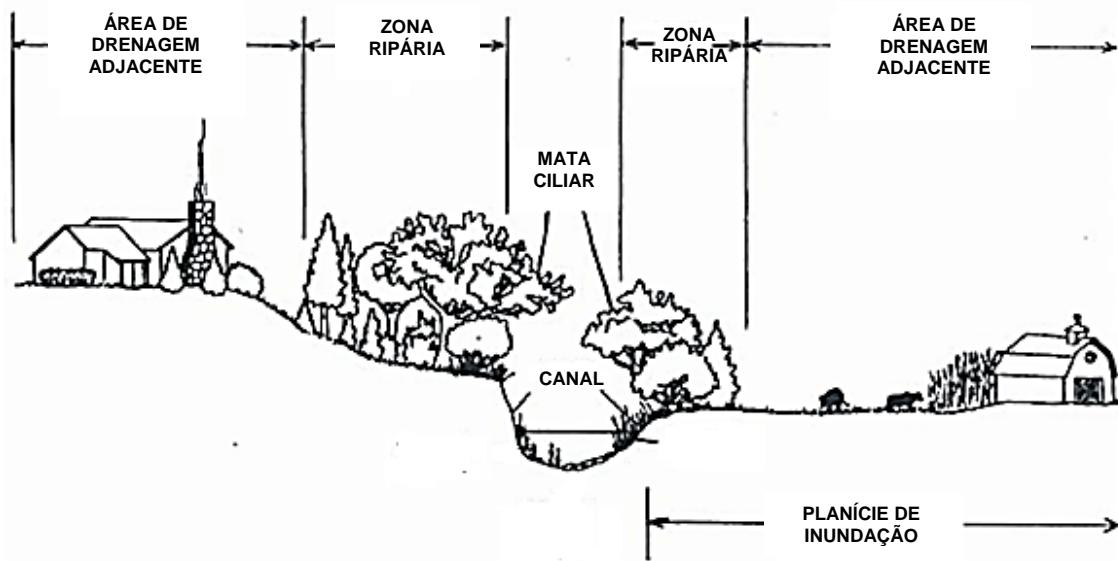
sementes e mudas nativas a partir da restauração florestal dessas áreas via cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei n.º 12.651/2012). Para tanto, foram considerados os seguintes objetivos específicos: 1) Estimar os passivos ambientais da região da Mata Atlântica do estado de Pernambuco, relacionados às APPs de faixas marginais de cursos d'água; 2) Calcular a demanda potencial de mudas necessária para a adequação ambiental dessas áreas; e, 3) Determinar a oferta atual de sementes e mudas florestais nos viveiros comerciais, seus aspectos socioeconômicos e a capacidade instalada desses empreendimentos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 MATAS CILIARES E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Zonas ripárias são áreas intimamente ligadas aos cursos hídricos, com saturação hídrica temporária ou permanente, encontradas tanto nas cabeceiras quanto ao longo das margens da rede de drenagem, e muitas vezes nos pontos mais elevados da vertente (AGNEW *et al.*, 2006; BISHOP *et al.*, 2008; MCKERGOW *et al.*, 2003). Seus limites laterais se estendem até o alcance da planície de inundação, sendo a nascente o seu limite à montante (ZAKIA *et al.*, 2006) (Figura 1).

Figura 1 - Desenho ilustrativo da região ocupada pela zona ripária em uma perspectiva transversal



FONTE: LINDNER *et al.* (2003).

Existe, na literatura científica, uma profusão de termos associados à vegetação que ocorre ao longo das zonas ripárias, dadas em função da fisionomia da paisagem nas quais se encontram inseridas.

Dependendo de suas características estruturais e da região de ocorrência, essa vegetação pode receber diferentes denominações: floresta/mata ciliar ou de galeria, veredas, mata de várzea, floresta beiradeira, vegetação ripária, dentre outras (FERREIRA *et al.*, 2004). Salvador (1987) denomina como floresta ripícola, a vegetação de porte arbóreo, localizada às margens dos cursos hídricos e que

apresentam importantes funções ecológicas e hidrológicas para a bacia hidrográfica. Mantovani (1989) se refere como florestas ripárias às formações vegetais localizadas próximas aos corpos hídricos com particularidades florísticas em decorrência das cheias recorrentes, e da variação do lençol freático. Schiavini (1997) chama de mata de galeria as florestas que formam corredores fechados (galerias) sobre os cursos de água. Agnew *et al.* (2006), Bishop *et al.* (2008) e Mckergow *et al.* (2003), definem como florestas ripárias a vegetação que ocorre ao longo das zonas ripárias.

Rodrigues (2004) denomina como matas ciliares a vegetação nativa, florestal ou não florestal, que ocorre ao longo de cursos hídricos e no entorno de nascentes, com características dependentes das condições ambientais locais, e com uma composição florística que apresenta tanto espécies adaptadas às condições mais úmidas quanto aquelas encontradas em áreas mais drenadas.

Apesar das diversas nomenclaturas e definições, do ponto de vista prático, tratando-se da legislação e de restauração, o termo mata/floresta ciliar tem sido utilizado para denominar qualquer formação florestal que ocorra às margens dos cursos hídricos, independentemente do regime de cheia do rio ou do lençol freático e do tipo de vegetação do interflúvio (MARTINS, 2014).

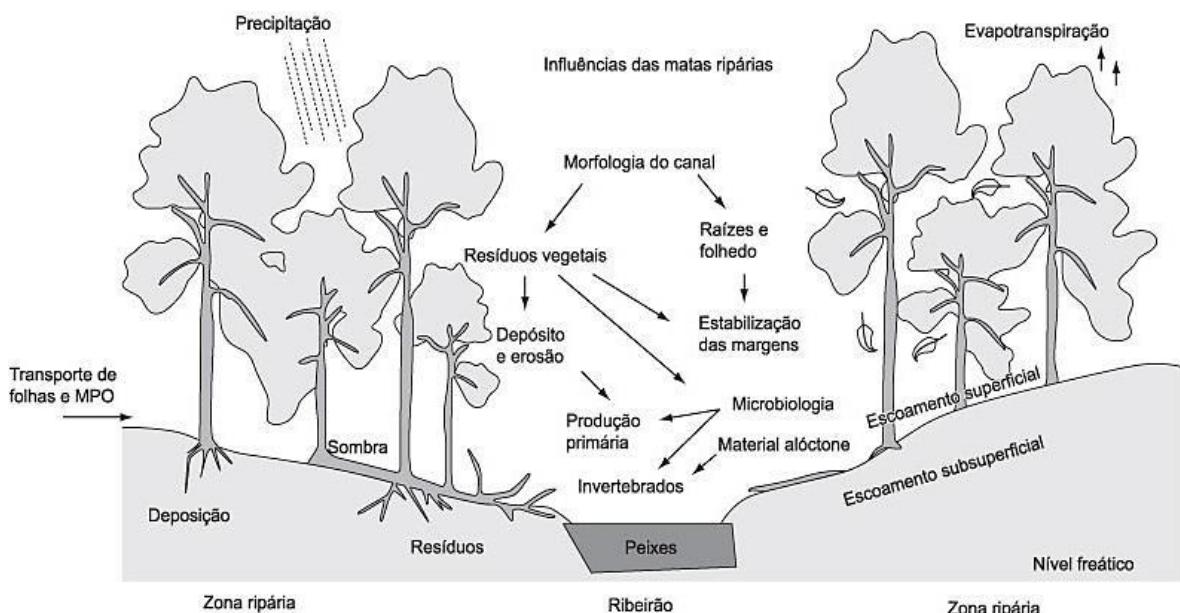
A relação entre as matas ciliares e serviços ecossistêmicos tem sido amplamente pesquisada. As matas ciliares são fundamentais para a manutenção dos processos ecológicos que ocorrem nos ecossistemas ripários (NAIMAN; DÉCamps, 1997; RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000; ZAKIA *et al.*, 2006).

Os processos ou funções ecossistêmicas podem ser definidos como as constantes e complexas interações entre os elementos bióticos e abióticos, existentes dentro de um sistema ecológico, incluindo as trocas de energia e os ciclos necessários para manutenção da vida na terra (DALY; FARLEY, 2004; ODUM, 1985). Os serviços ecossistêmicos, por sua vez, compreendem o subconjunto dos resultados dos processos ecológicos que resultam em benefícios diretos ou indiretos para as populações humanas, como a regulação climática, a purificação do ar, o provimento de água, a manutenção da fertilidade dos solos, o controle de erosões, a polinização de flores, dentre outros (ANDRADE, 2010; BOYD; BANZHAF, 2007; FISCHER *et al.*, 2008). Os serviços ecossistêmicos são divididos em quatro grandes categorias: 1) serviços de provisão; 2) serviços de regulação; 3) serviços de suporte; e, 4) serviços culturais (ANDRADE, 2010; MA, 2003; BECKER; SEEHUSEN, 2011).

Neste sentido, os serviços de regulação estão conceituados como um dos principais benefícios providos pelos remanescentes de floresta atlântica.

Attanasio *et al.* (2012), Lowrance *et al.* (1997), Naiman e Décamps (1997), Rodrigues e Leitão Filho (2000) e Zakia *et al.* (2006) enfatizam que as matas ciliares participam de processos ecológicos fundamentais, dentro das zonas ripárias, que se refletem diretamente na manutenção do fluxo e na qualidade da água dos corpos hídricos (Figura 2).

Figura 2 - Principais serviços ecossistêmicos dependentes das matas ciliares



FONTE: ZAKIA *et al.* (2006).

As matas ciliares protegem os taludes da erosão decorrente das chuvas e do escoamento superficial enquanto que nas encostas, as raízes dessa vegetação promovem a fixação dos solos sobre a camada rochosa (TSUKAMOTO; KUSAKABE, 1984). Esta vegetação ajuda a preservar os meandros dos rios, por reduzir a velocidade do escoamento e consequentemente a erosão, preservando o leito natural (FRY *et al.*, 1994).

As matas ciliares também atuam como um filtro ao reter sedimentos, nutrientes e herbicidas decorrentes de ações à montante. Por isolar o corpo hídrico das partes mais altas da micobacia, Magette *et al.* (1986) demonstraram que as matas ciliares desempenham de maneira eficaz a função de filtrar sedimentos superficiais que

normalmente seriam carregados pelas águas das chuvas para os rios, assoreando-os. Câmara (1999) demonstrou que as matas ciliares desempenham importante papel no controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, promovendo a retirada de parte dos nitratos das águas do lençol freático vindos dos campos agrícolas. Os nutrientes provenientes dos ecossistemas terrestres chegam aos cursos hídricos transportados na forma de solução por escoamento subsuperficial, ao passarem pela zona ripária parte desses nutrientes são absorvidos pelas raízes da vegetação ciliar (MUSCUTT *et al.*, 1993). Barton e Davies (1993) demostraram que, em microbacias, a vegetação ciliar também pode diminuir a concentração de herbicidas nos cursos de água quando esses produtos são utilizados.

Metzger (2010) afirma que as matas ciliares desempenham importante papel como refúgio para a biodiversidade em áreas agrícolas, e que, dependendo da sua área de abrangência, apresentam potencial como corredores ecológicos, conectando fragmentos de florestas remanescentes e possibilitando o fluxo gênico entre essas áreas. Cockle e Richardson (2003) concluíram que a manutenção da vegetação nas zonas ripárias propicia o estabelecimento de corredores ecológicos, a partir dos quais as mais diversas espécies podem transitar através da paisagem. Lowrance *et al.* (1997) demonstraram que a interceptação dos raios solares pela vegetação ciliar gera áreas sombreadas sobre o rio, contribuindo para a estabilidade térmica e oxigenação dos cursos d'água, essa vegetação também provê alimentação para fauna aquática. As florestas ripárias participam na fixação do gás carbônico a partir da fotossíntese, liberando oxigênio para a atmosfera (NOBRE, 2002; SANQUETTA, 2002).

Elmore e Beschta (1987) comprovaram que a restauração da vegetação ciliar possibilita o aumento da reserva de água em microbacias, o que contribui para a garantia da vazão durante os períodos mais secos do ano.

Para Tundisi *et al.* (2010) a restauração das matas ciliares deve ser considerada como prioridade, pois sem elas o rio se torna mais turvo, contaminado (com agrotóxicos e fertilizantes), assoreado, contendo cada vez menos peixes e sujeito a enchentes nas épocas de chuva. Isso traz vários prejuízos econômicos, como por exemplo, falta de água para irrigação ou aumento dos gastos para tratar a água, além dos sociais, como o volume de água insuficiente e de má qualidade para abastecer as populações humanas que dependem deste recurso (CHABARIBERY *et al.*, 2008).

## 2.2 LEGISLAÇÃO APLICADA ÀS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A Constituição Federal de 1988, inovadora no tratamento das questões ambientais, incumbiu ao Poder Público o dever de preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais, provendo o manejo ecológico das espécies e ecossistemas, além de proteger as florestas e demais formas de vegetação, sendo vedadas as práticas que coloquem em risco sua função ecológica ou que provoquem extinção de espécies (BRASIL, 1988, art. 225, §1º, I e VII).

Segundo o jurista Édis Milaré, “prover o manejo ecológico das espécies significa lidar com elas de modo a conservá-las e, se possível, recuperá-las” (MILARÉ, 2011). Nesse sentido, a Constituição atribuiu ao Poder Público o dever de promover, por exemplo, programas de manutenção da biodiversidade, de reflorestamento com essências nativas ou espécies exóticas, entre outros, sempre com o objetivo de manter e recompor os recursos florísticos satisfatoriamente dentro das suas características e condições naturais ou, ao menos, o mais próximo possível às suas condições originais, possibilitando que os mesmos cumpram sua função ambiental (BENJAMIN, 1999).

Nessa esteira, seguindo a orientação constitucional, foram editadas ao longo dos anos diversas leis federais voltadas à proteção ambiental e a recuperação da vegetação nativa degradada. De uma forma geral, todas as leis que dispõem sobre políticas públicas relacionadas à área ambiental, em alguma medida, almejam em seus princípios e objetivos gerais a proteção do meio ambiente e a recuperação das áreas de vegetação nativa degradadas. Essa situação pode ser verificada, por exemplo, na Lei n.º 6.938/1981 (Política Nacional de Meio Ambiente: art. 2º, VIII), Lei n.º 8.171/1991 (Política Agrícola Brasileira: art. 4º, IV; art. 5º, IV; art. 17, I; art. 19; art. 21-A e art. 26), Lei n.º 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica: art. 7º), Lei n.º 12.187/2009 (Política Nacional sobre Mudança do Clima: art. 4º, VI), Lei n.º 12.805/2013 (Política Nacional de Integração-Pecuária-Floresta: art. 1º, II e V), entre outras (BRASIL, 1981, 1991, 2006, 2009, 2013a).

Especificamente, no que tange a relação floresta e água, diversos instrumentos legais foram instituídos ao longo da história do Brasil, alguns diretamente relacionados à preservação e recuperação das matas localizadas nas margens de cursos hídricos. Para se ter uma ideia, ainda no século XVII, a constatação empírica entre essa relação, serviu de incentivo para a elaboração de leis voltadas para a proteção e a

recomposição de matas ciliares (KAGEYAMA; CASTRO, 1989). No século XIX, a necessidade de água para a população carioca resultou na desapropriação de terras às margens dos rios que abasteciam a cidade do Rio de Janeiro com o objetivo de recuperar a vegetação dessas áreas que haviam sido devastadas pelo extrativismo e pelas plantações de café (CÉZAR; OLIVEIRA, 1992; DRUMMOND, 1988; FREITAS *et al.*, 2006).

Após a proclamação da República, o 1º Código Florestal Brasileiro (Decreto Federal n.º 23.793/1934) foi o primeiro instrumento legal a considerar a proteção das florestas presentes ao longo dos cursos d'água (BORGES *et al.*, 2011). Este decreto trouxe o conceito de florestas protetoras, e assim considerava a vegetação natural que, de acordo com a sua localização, servisse conjunta ou separadamente para conservar o regime de águas, evitar erosão de terras, assegurar condições de salubridade pública, dentre outros (BRASIL, 1934). Apesar das boas intenções, o decreto não funcionou em função dos diversos conflitos de interesse e da inércia das autoridades, sobretudo, diante do fato de que as florestas protetoras precisavam ser assim declaradas, caso a caso, por meio de um decreto governamental, para que finalmente pudessem ser enquadradas ao regime de proteção e recomposição previsto na legislação daquela época (BORGES *et al.*, 2011).

Em 1965, foi publicado o 2º Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n.º 4.771/1965). A partir de então, as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação natural passaram a ser consideradas como bens de interesse comum a todos os habitantes do País, e os direitos de propriedade foram condicionados às limitações impostas por essa legislação.

Com consequência, o Código Florestal de 1965, e suas legislações acessórias<sup>5</sup>, trouxeram importantes dispositivos para disciplinar a proteção da vegetação no território nacional. A Lei Federal n.º 4.771/1965 (BRASIL, 1965) inaugurou o conceito de Reserva Legal (RL) e Área de Preservação Permanente (APP), definidos como:

Área de Preservação Permanente: área protegida [...], coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e

---

<sup>5</sup> O Código Florestal de 1965 sofreu inúmeras modificações a partir de decretos e medidas provisórias que visaram à exequibilidade de suas normativas.

assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 1965, art. 1º, § 2º, II).

Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a área de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas (BRASIL, 1965, art. 1º, § 2º, III).

Na prática, a RL representava uma cota de vegetação natural que deveria ser mantida em propriedades rurais, com tamanho variável de acordo com o domínio biogeográfico do local, que variava entre 20% do tamanho total da propriedade na Mata Atlântica, até 80% na Amazônia (BRASIL, 1965).

Por sua vez, as APPs, eram consideradas como áreas rurais ou urbanas, sobre as quais a vegetação deveria ser protegida. Esta categoria de área especialmente protegia incluía áreas na beira de cursos d'água ou nascentes, lagos e lagoas naturais, encostas com declividade superior a 45 graus, topos de morros, restingas, manguezais, veredas, áreas no entorno de reservatórios d'água artificiais, nas bordas de tabuleiro ou chapadas e nas áreas com altitudes superiores a 1.800 metros (BRAGA, 2009). Sobre as APPs de faixas marginais de cursos d'água, Attanasio *et al.* (2006) estabelecem uma relação direta entre essas áreas com as chamadas zonas ripárias.

Com o Código Florestal de 65, todas as florestas e demais formas de vegetação natural, localizadas às margens dos cursos d'água, passaram a ser consideradas como de preservação permanente. Esta Lei determinou a proteção das zonas ripárias em função da largura do curso hídrico, variando de 30 metros para rios com menos de 10 metros de largura até 500 metros para cursos de água com mais de 600 metros de largura. O Código Florestal de 1965 determinava, ainda, a recuperação da vegetação dessas áreas, caso houvesse sido suprimida (BRASIL, 1965). As restrições ao uso da terra determinadas pelo Código Florestal de 1965 foram, no entanto, historicamente descumpridas, contribuindo para o aumento do passivo ambiental às margens dos cursos de água na região da floresta atlântica. Como passivo ambiental, entende-se a diferença entre a vegetação que por Lei deveria ser preservada e/ou recuperada, em relação à vegetação remanescente (IPEA, 2014). Embora bastante protetiva, essa Lei trazia poucos mecanismos que garantissem a sua efetivação, até que no ano de 2008, com a publicação do Decreto Federal n.º 6.515/2008, surgiram

possibilidades concretas de aplicação de penalidades aos proprietários de imóveis rurais que não estivessem adequados ao Código Florestal. Esta possibilidade resultou em pressões pela flexibilização das regras e resultou na revogação do Código Florestal de 1965 e na criação de uma nova Lei (SILVA *et al.*, 2014).

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal n.<sup>º</sup> 12.651, de maio de 2012) substituiu o Código Florestal de 1965 e representa, atualmente, o principal diploma legal que disciplina as normas de proteção e conservação da vegetação nativa no país. Em suas disposições gerais, esta Lei manteve o conceito de RL e APP, porém, em suas disposições transitórias, flexibilizou as regras para a adequação ambiental de imóveis rurais que apresentam passivos ambientais nessas áreas. De acordo com SAE (2013), os retrocessos trazidos pela Lei Federal n.<sup>º</sup> 12.651/2012 reduziram em 58% o total de áreas a serem recuperadas em APPs e RLs, que passaram de 50±6 Mha (milhões de ha), para 21±0,6 Mha.

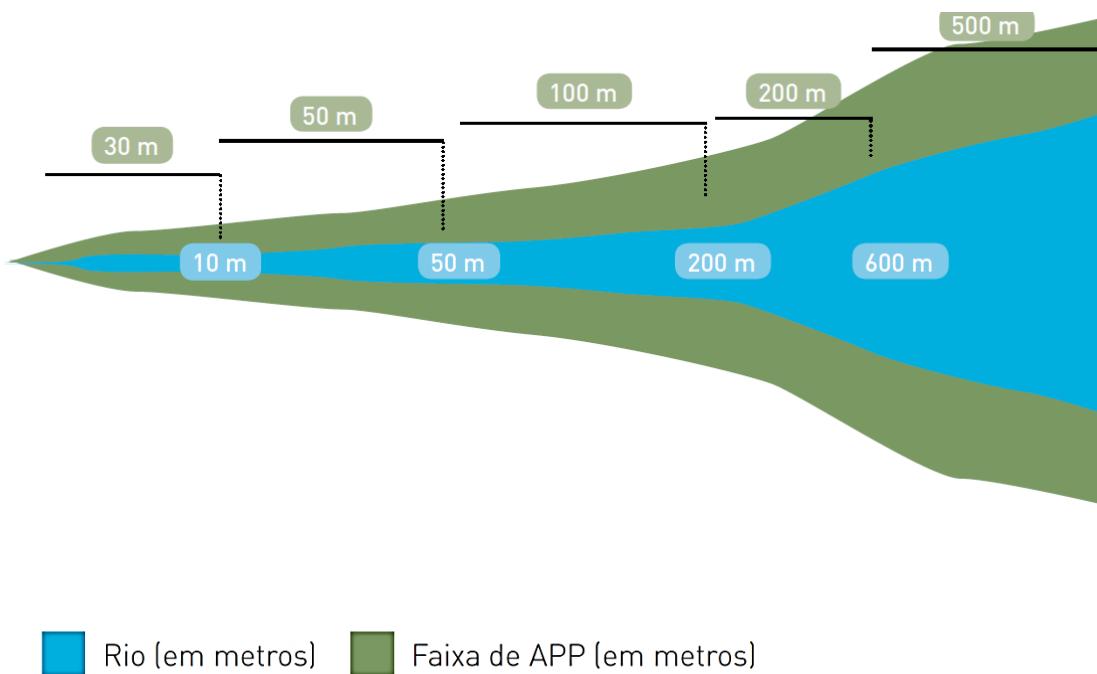
Sobre a delimitação das APPs localizadas ao longo dos cursos hídricos a Lei de Proteção da Vegetação Nativa determina:

Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei [...]:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscientos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscientos) metros (Brasil, 2012a, art. 4<sup>º</sup>, I, a-e) (Figura 3).

Figura 3 - Delimitação da Área de Preservação Permanente (APP) em função da largura do curso hídrico, de acordo com art. 4º, inciso I da Lei federal 12.651/2012.



FONTE: Iniciativa Verde (2015).

Especificamente, no que tange a recuperação de passivos em APPs de cursos hídricos, o retrocesso encontra-se evidenciado no art. 61-A da nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa. Na prática, o referido artigo possibilita que imóveis rurais com até 4 módulos fiscais<sup>6</sup> (MFs), que tenham áreas consolidadas<sup>7</sup> nas margens de cursos hídricos, sejam regularizados com a recuperação de apenas uma parte dos seus passivos em APPs ciliares.

Para estes imóveis, o artigo 61-A da Lei Federal n.º 12.651/2012 estabelece valores para a quantidade de áreas que devem ser recuperadas nas APPs, independentemente da largura do curso d'água, variando entre 5 metros, para imóveis rurais com área de até 1 MF, 8 metros para imóveis rurais com área superior a 1 até 2 MFs e de 15 metros para imóveis rurais com área superior a 2 até 4 MFs (BRASIL,

<sup>6</sup> Unidade de medida agrária usada no Brasil, instituída pela Lei n.º 6.746, de 10 de dezembro 1979. É expressa em hectares e é variável, sendo fixada em função do município.

<sup>7</sup> Área do imóvel rural com ocupação antrópica preeexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastorais, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.

2012a). No caso dos imóveis rurais com área superior a 4 MFs, a lei determina que as APPs sejam recuperadas em sua totalidade (BRASIL, 2012a).

Sobre as técnicas para a recuperação das áreas degradadas, a própria Lei Federal n.º 12.651/2012 (Brasil, 2012a) traça, de forma geral, os métodos que podem ser utilizados para fins de recomposição das APPs (independente do bioma):

A recomposição de que trata este artigo poderá ser feita, isolada ou conjuntamente, pelos seguintes métodos:

I - condução de regeneração natural de espécies nativas;

II - plantio de espécies nativas;

III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas;

IV - plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recomposta, no caso dos imóveis a que se refere o inciso V do caput do art. 3<sup>8</sup> (Brasil, 2012a, art. 61-A. § 13).

Em Pernambuco, a Instrução Normativa da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) n.º 07/2006 (PERNAMBUCO, 2006a) também prevê a obrigação de recuperação das APPs pelo proprietário (independentemente de ser ele o causador da supressão), estabelecendo ainda que essa recuperação deve se dar preferencialmente com o uso de espécies nativas:

As áreas de preservação permanente desprovidas de vegetação deverão ser recompostas pelo proprietário do imóvel e, nos casos de posse rural, por seu detentor, independentemente da identificação de quem tenha procedido a supressão da vegetação sem autorização, utilizando-se, preferencialmente, espécies nativas. Deverá ser apresentado a CPRH o Plano de Revegetação ou Enriquecimento da Vegetação Nativa (PREV), no prazo de 90 (noventa) dias, a contar da notificação da CPRH (PERNAMBUCO, 2006a, art. 17, § 4º).

A metodologia para a recuperação das APPs pode ser encontrada, de forma mais específica, na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n.º 429/2011, que procura traçar, ainda que de modo geral, os critérios mínimos que

<sup>8</sup> Art. 3º [...]: V - pequena propriedade ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei n.º 11.326, de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2012a, art. 3º, V).

devem ser observados na elaboração dos projetos de restauração florestal dessas áreas protegidas (BRASIL, 2011).

Segundo a Resolução CONAMA n.<sup>o</sup> 429/2011, a recuperação das APPs mediante a condução da regeneração natural de espécies nativas deve observar os seguintes procedimentos:

**Art. 4<sup>º</sup> [...]:**

- I - proteção, quando necessário, das espécies nativas mediante isolamento ou cercamento da área a ser recuperada, em casos especiais e tecnicamente justificados;
- II - adoção de medidas de controle e erradicação de espécies vegetais exóticas invasoras de modo a não comprometer a área em recuperação;
- III - adoção de medidas de prevenção, combate e controle do fogo;
- IV - adoção de medidas de controle da erosão, quando necessário;
- V - prevenção e controle do acesso de animais domésticos ou exóticos;
- VI - adoção de medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes.

Parágrafo único. Para os fins de indução da regeneração natural de espécies nativas também deverá ser considerado o incremento de novas plantas a partir da rebrota (BRASIL, 2011, art. 4<sup>º</sup>).

Para a restauração florestal das APPs mediante o plantio de espécies nativas, ou a partir do método conjugado do plantio com a condução da regeneração natural, a Resolução do CONAMA n.<sup>o</sup> 429/2011 estabelece que devam ser observados, no mínimo, os seguintes requisitos e procedimentos:

**Art. 5<sup>º</sup> [...]:**

- I - manutenção dos indivíduos de espécies nativas estabelecidos, plantados ou germinados, pelo tempo necessário, sendo no mínimo dois anos, mediante coroamento, controle de plantas daninhas, de formigas cortadeiras, adubação quando necessário e outras;
- II - adoção de medidas de prevenção e controle do fogo;
- III - adoção de medidas de controle e erradicação de espécies vegetais ruderais e exóticas invasoras, de modo a não comprometer a área em recuperação;
- IV - proteção, quando necessário, das espécies vegetais nativas mediante isolamento ou cercamento da área a ser recuperada, em casos especiais e tecnicamente justificados;
- V – preparo do solo e controle da erosão, quando necessário;
- VI - prevenção e controle do acesso de animais domésticos;
- VII - adoção de medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes; e
- VIII - plantio de espécies nativas conforme previsto nos §§ 1<sup>º</sup> e 2<sup>º</sup> deste artigo (BRASIL, 2011, art. 5<sup>º</sup>).

A regra geral disciplinada pela legislação ambiental federal dispõe que sempre que houver a utilização e/ou exploração da vegetação nativa em desacordo com a Lei (supressão de RL ou APP sem autorização, por exemplo), os órgãos competentes poderão exigir do infrator o cumprimento coercitivo do dever legal de recuperação, seja pela via administrativa em processo instaurado pelo órgão ambiental, seja por meio de processo judicial para reparação do dano (ação civil pública ajuizada pelo Ministério Público ou demais colegitimados), e/ou mesmo através da ação penal (BRASIL, 1998, 2006, 2008, 2012a).

Assim, em resumo, fica evidente que a legislação federal já dispõe de instrumentos suficientes para forçar o proprietário a cumprir o dever de restauração florestal quando este dá causa a algum dano à vegetação nativa. Não obstante, o fato da obrigação em si (e a execução forçada do seu cumprimento) já estar suficientemente regulamentada a nível federal, não quer dizer que, na prática, a sua implementação e monitoramento ainda não careçam de aperfeiçoamento para uma maior efetividade das restaurações.

Neste sentido, uma das inovações trazidas pelo Novo Código Florestal (Lei Federal n.º 12.651/2012) foi um conjunto de instrumentos e legislações acessórias, voltadas para a garantia da sua implementação, controle e fiscalização (inexistente no extinto Código Florestal de 1965). A Lei Federal n.º 12.651/2012 instituiu no caput do seu artigo 29º, o Cadastro Ambiental Rural (CAR): “[...] registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais [...]” com objetivo de monitorar a adequação ambiental de propriedades rurais, com vistas a garantir, dentre outras coisas, a proteção e a recuperação da vegetação em RLs e APPs (BRASIL, 2012a, 2012b). Os proprietários e posseiros rurais de todo o País terão até o dia 31 de dezembro de 2017 para aderirem ao CAR, sendo que a sua adesão consistirá em condição obrigatória para que os agricultores possam ter acesso a crédito em bancos oficiais (BRASIL, 2012b, 2016).

A partir do registro no CAR, os proprietários ou posseiros rurais que tiverem passivos ambientais em RLs e APPs deverão aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), que consiste em um planejamento de ações a serem desenvolvidos para a regularização ambiental desses passivos (BRASIL, 2012a, 2012b).

Importa dizer que, a respeito da proteção das florestas e demais formas de vegetação nativa constituir um dever legal de todos os cidadãos, e da violação dessa obrigação ensejar na responsabilização dos infratores, a verdade é que os altos

custos da restauração, a ausência de incentivos econômicos à preservação (minimamente comparáveis ao custo de oportunidade da exploração da terra para outros fins), a ineficiência dos órgãos fiscalizadores, e as intermináveis disputas judiciais, contribuem sobremaneira para continuidade do desmatamento e aumento do passivo florestal (SPAROVEK *et al.*, 2011).

Por isso mesmo, para a implantação de uma política florestal de sucesso, tornou-se imprescindível a discussão de outros mecanismos que viabilizassem a restauração das áreas irregularmente desmatadas, oferecendo aos proprietários, incentivos que fossem capazes de induzi-los a adequarem ambientalmente seus imóveis voluntariamente, sem a necessidade de judicialização das demandas.

Quando se discutiu a aprovação do Novo Código Florestal no Congresso Nacional, além de medidas de incentivo econômico à preservação (como, por exemplo, o Pagamento por Serviços Ambientais - PSA), foi tratada também a possibilidade de se conferir aos proprietários rurais o benefício do “perdão” legal às multas ambientais aplicadas em razão de supressão irregular de vegetação nativa, desde que o proprietário se comprometesse a reparar o dano (BRASIL, 2012a).

Independentemente da polêmica que o assunto ocasionou à época, o fato é que o atual Código Florestal foi aprovado, prevendo, em seu art. 59, § 5º, a possibilidade de suspensão das multas ambientais aplicadas por supressão de vegetação irregular realizadas em APPs, RLs, e em áreas de uso restrito realizadas até 22/07/2008. Para tanto, o proprietário deve: (1) inscrever o seu imóvel no Cadastro Ambiental Rural (CAR) no prazo legal; (2) informar a sua intenção em aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA); e, (3) firmar, por fim, um termo de compromisso com o órgão ambiental competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), onde se comprometa a regularizar o seu imóvel nos termos da legislação vigente. Uma vez cumpridas às obrigações estabelecidas no termo de compromisso, as multas serão consideradas convertidas em serviços de preservação, melhoria e recuperação da qualidade do meio ambiente, regularizando o uso de áreas rurais consolidadas (BRASIL, 2012a, 2012b, 2014a, 2014b).

Assim, apesar da previsão legal desse “perdão” ter sido, como dito, altamente questionada à época da aprovação do Novo Código Florestal, entende-se que tal possibilidade, aliada à consolidação das áreas rurais que até então estariam sendo exploradas irregularmente, poderá, de certa forma, impulsionar a adesão dos proprietários aos Programas de Regularização Ambiental (GARCIA, 2012).

Nessa esteira, se, de fato, essa nova “estratégia” do Código Florestal funcionar, poder-se-á promover a restauração florestal de grandes áreas sem a necessidade de judicializar a questão, ou seja, sem a necessidade de se utilizar a força coercitiva do Estado para promover a recuperação florestal da área degradada, já que, a princípio, o próprio proprietário procuraria voluntariamente adequar o seu imóvel. Essa mudança de comportamento, por conseguinte, poderá gerar uma alta demanda por ações de restauração florestal, possibilitando o alcance, com mais agilidade, de metas públicas de reflorestamento.

### 2.3 RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Iniciativas de recuperação de áreas degradadas já eram praticadas pelo homem antes mesmo de existirem conceitos ou termos específicos para definir esse tipo de ação. Estas ações eram realizadas de maneira intuitiva, com base unicamente no empirismo e sem qualquer critério científico (OLIVEIRA; ENGEL, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2009). Os registros históricos indicam que, no passado, a recuperação de áreas degradadas ocorria como alternativa para solucionar problemas gerados pelas atividades antrópicas sobre as necessidades humanas, como por exemplo, o esgotamento dos estoques de madeira e lenha ou problemas relacionados ao abastecimento de água para alguma população (KAGEYAMA; CASTRO, 1989; RODRIGUES *et al.*, 2009). Esse mesmo tipo de motivação levou à implementação das primeiras iniciativas de recuperação de áreas degradadas no Brasil, cujo marco histórico foi o reflorestamento da atual Floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro, iniciado no ano de 1862 (DRUMMOND, 1988; FREITAS *et al.*, 2006; KAGEYAMA; CASTRO, 1989).

Com o passar do tempo, pesquisadores das mais diferentes áreas do conhecimento começaram a se interessar pela recuperação de áreas degradadas, incorporando a estas atividades conhecimentos próprios da ecologia, dando origem à chamada restauração ecológica (CLEWELL; ARONSON, 2013). Em seu conceito mais recente, a Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica (SER), define esta prática como “[...] o processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SER, 2004, p7). Tendo em vista a grande amplitude de aplicação da restauração ecológica, que pode ser direcionada para qualquer ecossistema natural, o termo restauração florestal passou a ser mais

comumente utilizado para denominar as atividades da restauração ecológica que tratam de restaurar ecossistemas florestais (BRANCALION *et al.*, 2015).

Pode-se dizer que a restauração florestal é diferente das demais áreas do conhecimento que se dedicam a recuperação de áreas degradadas, em função da sua meta principal. De modo geral, quando se trata de reflorestamento, revegetação, reabilitação ou recomposição de uma área degradada, o objetivo é criar uma cobertura vegetal sem necessariamente incluir espécies nativas (RODRIGUES *et al.*, 2009). Além do mais, ainda que estas práticas possam trazer algum benefício relacionado à conservação do solo e dos recursos hídricos, elas não apresentam como meta o resgate das características de diversidade, estrutura e funcionamento (processos ecológicos), típicos do ecossistema original da área que se pretende recuperar (ARONSON, 2010; BRANCALION *et al.*, 2015). Por sua vez, a restauração florestal propõe o restabelecimento de um ecossistema nativo, semelhante ao que existia originalmente na área degradada, em toda a sua complexidade de composição, estrutura e funcionamento (BRANCALION *et al.*, 2015; ENGEL; PARROTA, 2003). Vale ressaltar, no entanto, que um ecossistema restaurado nunca será idêntico ao original, em função dos diversos eventos imprevisíveis que podem levar a uma multiplicidade de trajetórias sobre a qual a sucessão natural<sup>9</sup> pode evoluir (RODRIGUES *et al.*, 2009).

No que se relaciona a restauração ecológica com a legislação ambiental brasileira, à Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei n.º 12.651/2012) estabelece que, em regra geral, as APPs devem ser protegidas em função da sua importância para a manutenção de serviços ecossistêmicos fundamentais ao bem-estar humano, serviços esses que, por sua vez, consistem no produto das complexas interações entre os elementos bióticos com o seu meio físico que ocorrem dentro dos sistemas ecológicos (BRASIL, 2012a; DE GROOT *et al.*, 2002). A mesma Lei define ainda que, quando em situação de degradação, estas áreas devem ser recompostas com espécies nativas, seja por meio da condução da regeneração natural, do plantio de espécies nativas ou da associação dessas duas práticas (BRASIL, 2012a). Neste sentido, ainda que a referida Lei se utilize de maneira mais ampla do termo

---

<sup>9</sup> Processo de mudanças que levam à formação ou recuperação natural de uma vegetação, através de processos ecológicos nos quais diferentes comunidades se substituem ou se sucedem em um mesmo lugar com o passar do tempo (RICKLEFS, 2010).

recomposição, entende-se que, dada à finalidade à qual se impõe a proteção da vegetação ciliar nas APPs dos cursos hídricos, a restauração florestal consiste em um instrumento eficaz não apenas para a recomposição da vegetação nessas áreas, mas, sobretudo, para o reestabelecimento de serviços ecossistêmicos perdidos (ALVES-COSTA *et al.*, 2008). Além do mais, ao proporcionar o restabelecimento de processos ecológicos, a restauração florestal possibilita, com o passar do tempo, que o ecossistema em processo de restauração tenha condições de se autoperpetuar, sem a necessidade de novas intervenções ou subsídios adicionais (SER, 2004).

A restauração florestal, em seu entendimento mais contemporâneo, baseia suas técnicas na dinâmica natural dos ecossistemas e trabalha no sentido de desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica (BRANCALION *et al.*, 2015; REIS, 2014). Sendo assim, para se definir as técnicas que deverão ser adotadas para a restauração de uma área degradada, importa, primeiramente, conhecer a capacidade que a área tem de se regenerar naturalmente (esta condição também é chamada de capacidade de resiliência). A capacidade de resiliência de uma área é condicionada por diversos fatores, dentre os quais, o tempo e as formas de uso e ocupação do solo, o histórico de degradação, o tipo de vegetação, a paisagem na qual está inserida e a distância em relação a fragmentos florestais conservados (CALDATO *et al.*, 1996; ENGEL; PARROTA, 2003; KAGEYAMA; GANDARA, 2004; MARTINS, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2009).

Para Brancalion *et al.* (2015), dentre os diversos fatores econômicos, sociais e ecológicos que podem influenciar no conjunto de técnicas a serem adotadas, é o grau de resiliência da área a ser restaurada que determina a tomada de decisão para as ações de restauração florestal. Com base nessa premissa, estes mesmos autores, subdividem a restauração florestal em dois grupos: 1) Restauração facilitadora, adequada para áreas onde é possível aproveitar a regeneração natural para se iniciar o processo de restauração, e 2) Restauração dirigida, tipo de restauração empregada em situações em que a área não tem nenhum potencial de regeneração natural ou esse potencial é muito baixo.

### 2.3.1 Restauração Facilitadora

A Restauração Facilitadora é aquela na qual as ações de restauração são definidas para favorecer ou conduzir os fatores que condicionam a expressão da regeneração natural já operante na área degradada ou com potencial para se estabelecer (BRANCALION *et al.*, 2015). Neste sentido, enquanto fatores como tempo, formas de uso do solo, histórico de degradação e tipo de vegetação estão relacionados à presença e a abundância de sementes nativas dormentes no solo (banco de sementes), a conectividade com a paisagem está relacionada à chegada de propágulos vindos dos fragmentos florestais vizinhos, por meio de dispersão, até a área de interesse (fenômeno conhecido pela ecologia como chuva de sementes) (CALDATO *et al.*, 1996; ENGEL; PARROTA, 2003; KAGEYAMA; GANDARA, 2004; MARTINS, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2009). Outros fatores que influenciam o sucesso da regeneração natural dizem respeito às condições do solo, a luminosidade e a presença de espécies invasoras que possam competir com as espécies nativas regenerantes (CALDATO *et al.*, 1996; ROIZMAN, 1993; SORREANO, 2002).

Para Kageyama e Gandara (2004), nos locais onde há presença de banco de sementes e fonte de sementes próxima, não há necessidade de plantio de mudas ou semeadura artificial, sendo possível à utilização de técnicas de condução da regeneração natural como forma mais adequada para a restauração da área.

Na prática, as principais ações para o favorecimento da expressão da regeneração natural em uma área degradada consistem na instalação de cercas para o isolamento de animais forrageiros, na prevenção de incêndios e no controle de espécies-problema, tanto da flora, como gramíneas invasoras, quanto da fauna, como formigas cortadeiras (CALDATO *et al.*, 1996). Ademais, outras técnicas para a condução da regeneração natural podem ser lançadas a partir das condições observadas na área, dentre os quais: 1) A retirada dos indivíduos arbóreos exóticos, uma vez que, de modo geral, estas espécies ocupam o dossel e coibem o aproveitamento da regeneração natural que ocorre no sub-bosque e o desenvolvimento completo de uma floresta nativa com base na regeneração natural; 2) Adensamentos a partir do plantio de mudas ou semeadura de espécies nativas regionais, nos casos em que a distribuição espacial e/ou a densidade de indivíduos regenerantes de espécies nativas não são satisfatórias para que a regeneração natural resulte na formação de uma fisionomia florestal; e, 3) Enriquecimento de

espécies por meio de semeadura direta ou plantio de mudas de espécies não pioneiras, no caso de áreas inseridas em paisagens muito fragmentadas, onde a chegada de novas espécies provenientes de fragmentos florestais vizinhos se dá de forma muito lenta.

Do ponto de vista econômico a condução da regeneração natural, como método de restauração de áreas degradadas, apresenta menor custo em relação à restauração assistida, além disso, por se apoiar desde o início na resiliência do próprio ambiente, apresenta maiores chances de sucesso (ALVARENGA *et al.*, 2006).

Pinto *et al.* (2005) destacam que o aproveitamento da regeneração natural, para a restauração de matas ciliares, pode reduzir significativamente os custos por exigir menos mão-de-obra e insumos do que na operação de plantio. Logo, para que seja possível utilizar a condução da regeneração natural para a recomposição de vegetação ciliar é necessário conhecer a distância dessas áreas em relação aos remanescentes florestais, a disponibilidade de agentes dispersores, a existência de bancos de sementes e a presença/ausência de plantas competidoras e animais predadores que possam interferir no estabelecimento das plântulas.

No que diz respeito à viabilidade da condução de regeneração natural na Zona da Mata Nordestina, notadamente no estado de Pernambuco, deve-se considerar o histórico dos sucessivos ciclos da cana-de-açúcar (séculos XVI e XVII), onde milhares de hectares de floresta atlântica foram destruídos e convertidos em canaviais, permanecendo com a mesma ocupação do solo até os dias atuais (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1999; DEAN, 1996). Para Brancalion *et al.* (2015), em razão do uso intensivo do solo na paisagem regional por quase cinco séculos, a maioria das áreas na região da floresta atlântica nordestina apresenta resiliência muito baixa, nestas áreas as metodologias de restauração que se baseiam no plantio ou semeadura de árvores nativas em toda a área a ser restaurada parecem mais adequadas, já que a chegada espontânea de sementes nativas dificilmente será suficiente para desencadear a recolonização da área e o início da sua restauração.

### 2.3.2 Restauração dirigida

A Restauração Dirigida é a modalidade de restauração florestal empregada em áreas degradadas que não apresentam vegetação regenerante preexistente ou que espontaneamente possa vir a se estabelecer (BRANCALION *et al.*, 2015). Em outras palavras, a restauração dirigida reúne as técnicas indicadas para a recuperação de áreas que não apresentam um banco de sementes viável e onde grau de fragmentação da paisagem regional não oferece a possibilidade de aporte de propágulos em quantidade e qualidade (chuva de sementes), para que se possa utilizar a condução da regeneração natural como primeira técnica de intervenção na área. Nesses casos, a restauração florestal sugere a implantação de uma comunidade vegetal nativa em área total, procedimento também conhecido como plantio total (ALVES-COSTA *et al.*, 2008; BRANCALION *et al.*, 2015; KAGEYAMA; GANDARA, 2004; MARTINS, 2015; NBL, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2009).

Para Rodrigues *et al.* (2009), o grande desafio do plantio total é restabelecer uma floresta nativa que se caracterize pela alta complexidade biológica e estrutural usando um método artificial. Uma vez que cada um dos indivíduos introduzidos irá morrer um dia, a continuidade da floresta no tempo irá depender justamente do restabelecimento dos processos ecológicos que resultam na substituição gradual dos indivíduos, espécies e grupos funcionais na comunidade, bem como da recuperação da composição e da estrutura do ecossistema em processo de restauração (BRANCALION *et al.*, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2009).

Na prática, o plantio total consiste na semeadura direta de sementes ou plantio de mudas nativas regionais em toda a extensão da área que se pretende restaurar. A transposição da camada superficial de um solo rico em sementes para uma área degradada também tem sido empregada, mas oferece menos previsibilidade quanto ao sucesso do estabelecimento de uma comunidade vegetal (ALVES-COSTA *et al.*, 2008; BRANCALION *et al.*, 2015; KAGEYAMA; GANDARA, 2004; MARTINS, 2014; MARTINS, 2015; NBL, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2009).

A diversidade de espécies que deverá ser utilizada em um plantio total irá depender da expectativa, mesmo que reduzida, da chegada de propágulos fornecidos pela paisagem. Porém, quando essa possibilidade é nula, o plantio de uma elevada diversidade de espécies é necessário, pois de outro modo não seria possível induzir

o avanço da sucessão natural na área em processo de restauração (ALVES-COSTA *et al.*, 2008; NBL, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2009).

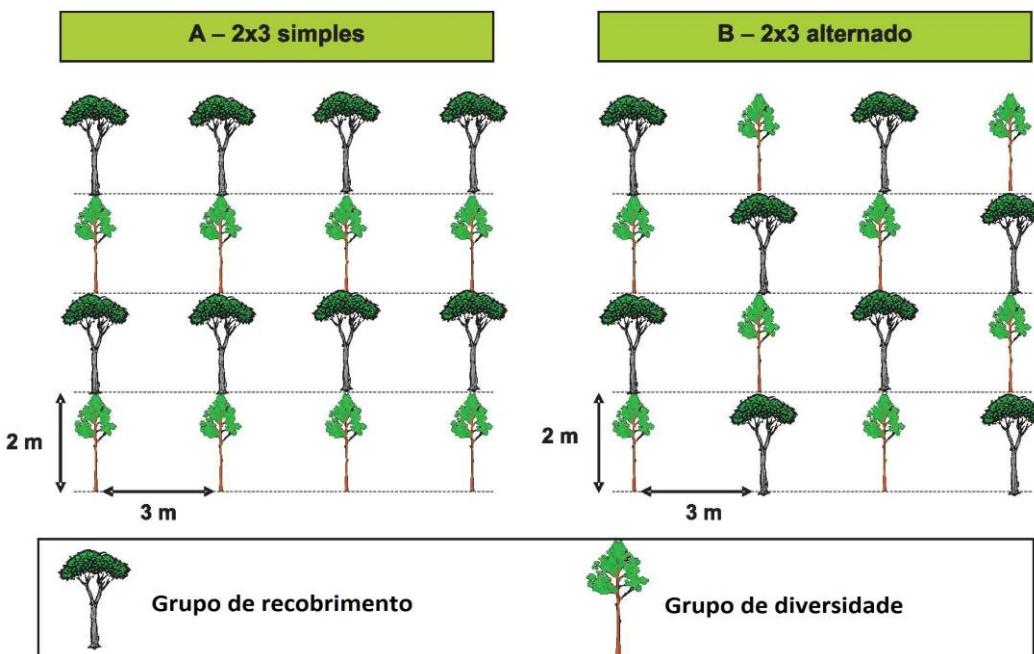
Em uma ação de plantio total, as espécies que serão implantadas costumam ser classificadas a partir de dois grupos funcionais, a saber: 1) grupo de recobrimento, e 2) um grupo de diversidade. O grupo de preenchimento é constituído de espécies que possuem rápido crescimento e grande cobertura de copa, proporcionando o rápido sombreamento da área plantada. No grupo de diversidade, incluem-se as espécies que não possuem rápido crescimento e/ou nem grande cobertura de copa, mas são fundamentais para garantir a perpetuação da área plantada. São as espécies desse grupo que irão gradualmente substituir as de preenchimento, quando estas entrarem em senescênci(a) (morte), ocupando definitivamente a área (ALVES-COSTA *et al.*, 2008; BRANCALION *et al.*, 2015; KAGEYAMA; GANDARA, 2004; NBL, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2009).

Por sua vez, a densidade de indivíduos implantados é determinada em uma análise conjunta envolvendo a expectativa de rápida ocupação da área, que estimula o uso de um grande número de mudas, e a busca por um menor custo, que, por sua vez, estimula o uso do menor número de mudas possível. Para Alves-Costa *et al.* (2008), Brancalion *et al.* (2015); Martins (2014); NBL (2013), Rodrigues *et al.* (2009), e, a densidade que melhor equaciona essa dualidade é a de 1.666 plantas/ha, resultante de um plantio com espaçamento de 2 m X 3 m ou 3 m X 2 m.

Para a região da Mata Atlântica localizada ao norte do Rio São Francisco, como forma de garantir as relações ecológicas necessárias para a continuidade do processo de sucessão natural, Alves-Costa *et al.* (2008), recomendam o plantio concomitantemente de espécies de recobrimento e de diversidade, que podem ser distribuídas paralelamente nas linhas de plantio ou de maneira alternada em uma mesma linha (Figura 4).

De acordo com Alves-Costa *et al.* (2008) e Martins (2014), quando se trata do plantio em zonas ciliares é fundamental que sejam implantadas espécies tolerantes a alagamentos periódicos ou permanentes nas zonas com interferência direta, ou seja, na área mais próxima à margem (sujeita a inundação devido à elevação periódica do rio ou ao afloramento do lençol freático).

Figura 4 - Modelos de distribuição de mudas do grupo de recobrimento e do grupo de diversidade na área a ser restaurada



FONTE: ALVES-COSTA *et al.* (2008).

#### 2.4 PERSPECTIVAS SOCIOECONÔMICAS PARA PRODUTORES DE SEMENTES E MUDAS NATIVAS

A implementação de atividades produtivas que possam gerar, ao mesmo tempo, benefícios econômicos, sociais e ecológicos devem constituir metas para o desenvolvimento sustentável (MONTEIRO *et al.*, 2010). De acordo com Nelleman e Corcoran (2010), dependendo do ecossistema restaurado, a restauração florestal pode proporcionar a geração de empregos, direta ou indiretamente relacionados com a melhoria do meio ambiente. As atividades de restauração florestal, quando analisadas sob a perspectiva de uma cadeia produtiva geradora de oportunidades e de melhorias ambientais e sociais (i.e geração de emprego e renda para os atores envolvidos), apresentam-se como motivadoras da economia e potencialmente geradoras de empregos verdes (PINTO, 2014). Segundo Rodrigues (2013):

[...] uma cadeia produtiva é uma rede de atividades de produção, comércio e serviços funcionalmente integrada, realizadas por diversas unidades interligadas como uma corrente, que abrangem desde a transformação de matérias-primas, passando pelos estágios intermediários de produção (de bens ou serviços), até a entrega do produto acabado, ao mercado (RODRIGUES, 2013, p 25).

Na prática, uma ação de restauração florestal consiste em uma sucessão de etapas que incluem a atuação de diferentes atores desde o seu planejamento, passando pela produção dos insumos florestais (coleta de sementes e produção de mudas nativas), até a sua execução propriamente dita (SILVA *et al.*, 2014). Estas diversas atividades compreendem uma cadeia de processos onde diferentes atores desempenham as atividades necessárias para que a restauração aconteça.

A restauração florestal pode constituir uma importante mola propulsora do desenvolvimento rural regional, gerando trabalho e renda para diversos profissionais. Esta atividade possui ainda a vantagem adicional de gerar um número proporcionalmente maior de empregos do que outras atividades agrícolas, em virtude da alta taxa de uso de mão de obra em praticamente todas as suas etapas, como a coleta de sementes, a produção das mudas, a implantação das ações de restauração e o seu monitoramento (BRANCALION *et al.*, 2010). Como toda a atividade econômica, a restauração florestal também movimenta a economia na forma de pagamento de impostos, geração de renda e empregos diretos e indiretos, formais e informais, que em conjunto contribuem para a maior prosperidade social e econômica da região (MEISTER; SALVIATI, 2015). Um estudo conduzido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2015), apontou o valor de R\$ 12.085 como média de custo de restauração por hectare (desvio-padrão de R\$ 3.146), a partir da análise de 14 projetos de restauração conduzidos na região da Mata Atlântica, em diferentes estados do Brasil.

Um exemplo ilustrativo do potencial da cadeia produtiva da restauração em gerar empregos foi o crescimento da produção de mudas de espécies florestais nativas no Estado de São Paulo. Entre os anos de 2003 e 2008, o número de viveiros que se dedicaram a essa atividade no estado de São Paulo cresceu de 55 para 114, e a produção anual de mudas de espécies nativas passou de 3 milhões para 33 milhões de unidades (HORBACH, 2013). Ainda no estado de São Paulo, um total de 208 viveiros produziu 42 milhões de mudas de espécies nativas no ano de 2010 (BRANCALION *et al.*, 2015). Essa quantidade de mudas equivale ao reflorestamento de aproximadamente 25.000 ha, com base em uma densidade de plantio de 1.666 indivíduos/ha (MARTINS, 2014). Isso se deveu ao desenvolvimento de políticas públicas e instrumentos legais que incentivaram e fiscalizaram a adequação ambiental de propriedades rurais no estado de São Paulo (BRANCALION *et al.*, 2015).

Atualmente, o principal diploma legal que disciplina as normas de proteção e recuperação da vegetação nativa no meio rural é a Lei Federal n.<sup>º</sup> 12.651/2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa). Qualquer utilização ou exploração da vegetação que viole as regras dessa Lei poderá dar ensejo à obrigação de recuperar os danos causados, logo, de restauração florestal (BRASIL, 2012a). Ainda que, por um lado, essa Lei tenha representado um retrocesso para as estratégias de restauração, a partir da flexibilização das regras para a adequação ambiental de propriedades rurais com menos de 4 módulos fiscais. Um dos méritos dessa Lei foi a criação de um conjunto de instrumentos para monitorar o seu cumprimento, o que não existia no Código Florestal anterior. A Lei Federal n.<sup>º</sup> 12.651/2012 instituiu em seu art. 29 o Cadastro Ambiental Rural (CAR), definido por um: “[...] registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais [...]” (BRASIL, 2012a, art. 29, caput), com o objetivo de monitorar a adequação ambiental de propriedades rurais, com vistas a garantir, dentre outras coisas, a proteção e a recuperação da vegetação em áreas de Reserva Legal (RL) e em Áreas de Preservação Permanente (APP) (BRASIL, 2012a, 2012b). Os proprietários e posseiros rurais de todo o País terão até o dia 31 de dezembro de 2017 para aderirem ao CAR, sedo que a sua adesão consistirá em condição obrigatória para os que agricultores possam ter acesso a crédito em bancos oficiais (BRASIL, 2012b, 2016).

A partir do registro no CAR, os proprietários ou posseiros rurais que tiverem passivos ambientais em áreas de RLs e APPs deverão aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), que consiste em um planejamento de ações a serem desenvolvidas para a regularização ambiental desses passivos (BRASIL, 2012a, 2012b). Estima-se que, no Brasil, os passivos ambientais em áreas de RL e APP em propriedades rurais somem aproximadamente 21 milhões de ha (Mha), dos quais 6,5 Mha encontram-se na região de abrangência da Mata Atlântica (SOARES-FILHO, 2014).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2014), espera-se um crescimento no número de postos de trabalho relacionados à restauração florestal na região da Mata Atlântica, já que o cumprimento da adequação ambiental de propriedades rurais passará a ser monitorado. Brancalion *et al.* (2015) apresentaram valores relacionados à quantidade de postos de trabalho gerados a partir da produção de sementes e mudas e da execução de diferentes modalidades de restauração. Com base nessas informações, é possível realizar uma projeção a

partir da qual a adequação ambiental das propriedades rurais, localizadas na região de abrangência da Mata Atlântica brasileira, apresenta o potencial para gerar cerca de 3 milhões de postos de trabalho (Tabela 1).

Vale ressaltar, que a aplicação de técnicas que consideram a condução da regeneração natural só é possível em locais que apresentam um banco de sementes no solo e fragmentos florestais próximos, que possam funcionar como fonte de sementes por dispersão natural até a área de interesse (MAGNAGO *et al.*, 2012). Por sua vez, o plantio de espécies nativas deverá ser conduzido nos locais em que existem poucos remanescentes ou ativos florestais que possam servir como fonte de sementes (KAGEYAMA; GANDARA, 2004). O plantio de mudas será mais recorrente na Mata Atlântica, onde restam menos de 13% de remanescentes florestais (RIBEIRO *et al.*, 2009). De um modo geral, as demandas por sementes e mudas florestais na região da Mata Atlântica tendem a crescer expressivamente em função da operacionalização do CAR, sendo que coletores de sementes e viveiristas florestais poderão desempenhar um papel chave no fornecimento de insumos para a restauração (SILVA *et al.*, 2014). Diante dessas perspectivas, há muita expectativa de que a restauração florestal venha a se tornar um dos casos mais bem-sucedidos de geração de trabalho e renda com foco na sustentabilidade, o que tem sido chamado na literatura de empregos verdes (BRANCALION *et al.*, 2015).

Tabela 1 - Detalhamento das estimativas de geração de trabalho na cadeia da restauração florestal considerando a adequação ambiental de 6.5 Mha de áreas de RL e APP em propriedades rurais na região de abrangência da Mata Atlântica Brasileira, considerando diferentes técnicas

MÉTODO DE RESTAURAÇÃO	DETALHAMENTO	USO DE MÃO DE OBRA	QUANTIFICAÇÃO	Nº DE POSTOS DE TRABALHO
<b>Execução da Restauração</b>				
Plantio Total	Considerando o plantio de 1.666 mudas/ha e manutenção por dois anos	0,5 horas . homem/ha	3.250.000 (50% dos passivos)	1.625.000
Condução da regeneração natural, enriquecimento e adensamento	Considerando o plantio de 800 indivíduos/ha em meio à regeneração natural e nos espaços não ocupados por ela e manutenção por dois anos	0,5 horas . homem/há	975.000 (15% dos passivos)	487.500
Condução de regeneração natural e enriquecimento	Considerando o plantio de 400 indivíduos/ha em meio à regeneração natural e manutenção por dois anos dos indivíduos plantados e regenerantes	0,11 horas . homem/há	975.000 (15% dos passivos)	107.250
Apenas condução da regeneração natural	Considerando manutenção de dois anos da regeneração natural	0,06 horas . homem/ha	650.000 (10% dos passivos)	39.000
Abandono da área	Considerando que apenas o isolamento da área será suficiente para promover a restauração	0 horas . homem/ha	650.000 (10% dos passivos)	-
Total Parcial				2.258.750
<b>Produção de Insumos</b>				
Produção de Mudas	Considera-se que são necessárias, cerca de 30 pessoas para produzir um milhão de mudas, em viveiros não tecnificados	30 pessoas/1 milhão de mudas	6.584.500.000	197.535
Produção de Sementes	Considera-se cerca de três pessoas para produzir sementes em quantidade e diversidade suficiente para produzir um milhão de mudas	3 pessoas / sementes para 1 milhão de mudas	Sementes para 6.584.500.000 mudas	19.754
Elaboração, acompanhamento e monitoramento de projetos	A cada mil postos de trabalho gerados com as ações de restauração e produção de sementes e mudas, outros 200 postos de trabalho sejam gerados para profissionais qualificados	200 profissionais qualificados/1 000 postos de trabalho	-	495.208
Total Geral				2.971.246

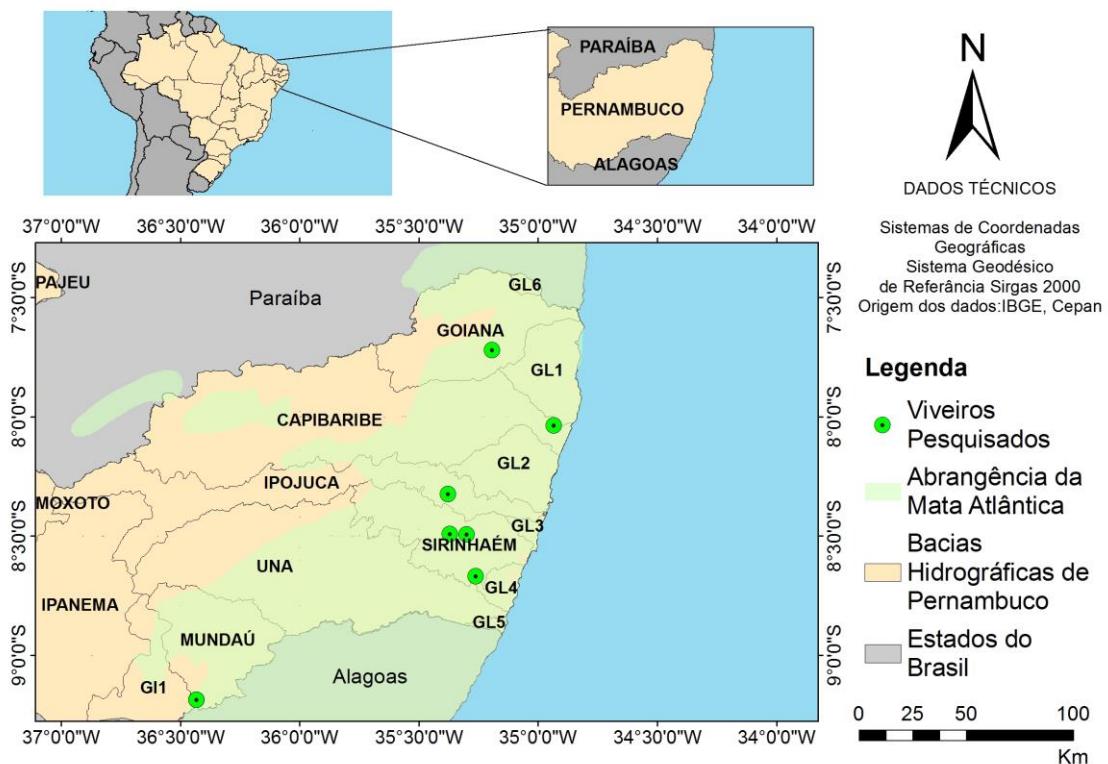
FONTE: Adaptado de Brancalion *et al.* (2015).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na região de abrangência da Mata Atlântica no estado de Pernambuco, definida a partir do Mapa da Área de Aplicação da Lei Federal n.º 11.428 de 22 de dezembro de 2006, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 2006; IBGE, 2012) (Figura 5).

Figura 5 - Área de abrangência da pesquisa



Legenda: Mapa mostrando a área de abrangência da Mata Atlântica no Estado de Pernambuco (região de abrangência da pesquisa), bacias hidrográficas e a localização dos viveiros florestais pesquisados.

FONTE: Elaborado pelo autor (2016).

Esta região comprehende uma área de aproximadamente 1,8 Mha, distribuídos por 104 municípios (BRASIL, 2006; SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015) ao longo de 13 bacias hidrográficas, das quais 6 inteiramente inseridas (GL1, GL2, GL3, GL4, GL5 e GL6) e 7 parcialmente inseridas (Capibaribe, GI1, Goiana, Ipojuca, Mundaú, Sirinhaém e Una) nesta região (PERNAMBUCO, 2012). Esta área corresponde à

extensão do território pernambucano que originalmente era coberto pela floresta atlântica (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996; IBGE, 2012).

Atualmente, os remanescentes de vegetação nativa da floresta atlântica pernambucana somam pouco mais de 200 mil ha (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015), compondo parte de uma paisagem fortemente antropizada, constituída por um mosaico de pequenos fragmentos florestais, quase sempre menores do que 10 ha, imersos em uma matriz dominada por centros urbanos, áreas agrícolas e industriais, e diferentes características sociais, econômicas e ecológicas (RIBEIRO *et al.*, 2009; TABARELLI *et al.*, 2005).

A área de estudo ocupa a porção central do Centro de Endemismo Pernambuco (CEP), que compreende as florestas costeiras situadas ao norte do rio São Francisco, ou seja, entre os estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. O CEP caracteriza-se por possuir várias espécies endêmicas, mais de 50% das espécies de aves (RODA, 2003) e por pelo menos 8% da flora de plantas vasculares que ocorrem em toda a região da Mata Atlântica (UCHOA NETO; TABARELLI, 2002).

Os remanescentes de floresta atlântica no estado de Pernambuco se distribuem em florestas de terras baixas (com menos de 100m de altitude), submontanas (entre 100-600m de altitude) e montanas (mais de 600m de altitude), inseridas nos 5 tipos fitofisionômicos: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Áreas de Formações Pioneiras (que abrigam a vegetação das restingas e dos manguezais) e Área de Tensão Ecológica (onde coexistem os diferentes tipos de vegetação) (UCHOA NETO; TABARELLI, 2002).

A região apresenta precipitações médias anuais que variam entre 700 a 850mm em pontos localizados no agreste do estado e 2.200 a 2.350mm em áreas localizadas na região metropolitana do Recife (PERNAMBUCO, 2006b). Embora a área de estudo represente 17,8% do território pernambucano, a região abriga 7.024.430 habitantes, mais de 2/3 da população do estado, e apresenta um perfil socioeconômico bastante heterogêneo, composto por municípios com alta atividade urbana e industrial e outros essencialmente agrícolas e rurais (IBGE, 2010). No ano de 2013, essa região foi responsável por 85,41% do Produto Interno Bruto (PIB) do estado, valor representado, sobretudo, pelo PIB dos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes, R\$46,4 bilhões de reais e 11,9 bilhões de reais, respectivamente (PERNAMBUCO, 2013).

### 3.2 ESTIMATIVA DOS PASSIVOS AMBIENTAIS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA DO ESTADO DE PERNAMBUCO, RELACIONADOS ÀS APPS DE FAIXAS MARGINAIS DE CURSOS D'ÁGUA NATURAIS

A estimativa dos passivos ambientais das faixas marginais de cursos de água foi realizada em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), por meio de imagens de satélite, mapeamentos pré-existentes e técnicas de fotointerpretação, adotando-se como padrão o sistema de referência geográfico SIRGAS 2000. Todo o processamento dos dados espaciais foi realizado no módulo ArcMap do software *ArqGIS v.10.4* (Licença de uso - Estudante).

O uso de ferramentas de SIG é uma tecnologia que abrange cada vez mais projetos ambientais, sendo um agente facilitador na tomada de decisão (TALITA *et al.*, 2010). Para Prado *et al.* (2007), o uso de imagens de sensoriamento remoto tem se mostrado uma ferramenta eficiente e de fundamental importância para análise do cumprimento da legislação ambiental em diversas escalas de paisagem. Para Soares-Filho *et al.* (2014), mesmo que, em alguns casos, se verifique uma carência de dados geoespaciais de maior qualidade, relacionados às situações ambientais, este fato não impede que sejam realizadas estimativas do balanço do passivo/ativo florestal com um nível baixo de incerteza.

A estimativa dos passivos ambientais na área de estudo foi realizada em três etapas: 1) Obtenção dos dados geoespaciais e delimitação dos cursos de água; 2) Medição da largura dos cursos e delimitação das faixas de APPs; e, 3) Identificação da situação de cobertura vegetal nas faixas de APPs delimitadas. O procedimento realizado é semelhante ao utilizado por Prado *et. al.* (2007), em um estudo que demonstrou a eficiência do uso de imagens de sensoriamento remoto na análise do cumprimento da legislação ambiental em propriedades rurais no estado de São Paulo.

#### 3.2.1 Obtenção dos dados geoespaciais e delimitação dos cursos hídricos

O primeiro passo consistiu na obtenção da rede hidrográfica do estado de Pernambuco na forma de vetores em arquivo *shapefile* publicado no ano de 2012 pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) (PERNAMBUCO, 2012). Este material consiste em cartas topográficas elaboradas na escala de 1:100.000 pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), entre os anos 70 e

80, posteriormente digitalizadas e atualizadas a partir de imagens *Landsat-TM5* capturadas entre os anos de 1994 e 1999 e projetadas no sistema geográfico SIRGAS 2000.

A partir do material citado, foram extraídos, por trechos das bacias hidrográficas inseridas na área de abrangência do estudo, os vetores relacionados aos rios principais e seus afluentes em margem dupla (na forma de polígonos) e o restante da rede hidrográfica, no formato de linhas. Junto com os vetores extraídos, foram exportados os seus metadados, relacionados ao nome do corpo hídrico, a ordem, a natureza do regime hídrico entre outros.

No intuito de adequar o material à realidade atual, todos os polígonos extraídos foram corrigidos e ajustados a partir de fotointerpretação (*reshape*), utilizando-se imagens *Landsat-TM8*, órbita 214, ponto: 066, dos dias 15/05/2015 e 31/05/2015, com resolução espacial de 30 metros. Durante a verificação visual também foram utilizadas imagens de QUICKBIRD, dos dias 24/09/2009, 24/11/2009 e 02/09/2015 para correção dos trechos com a presença nuvens. Para o ajuste dos vetores no formato de linha, foram utilizadas imagens de radar interferométrico da missão *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução espacial de 1 arcsec ou aproximadamente 30 metros. Esta imagem possibilitou a elaboração de uma Rede Triangular Irregular (RTI) permitindo a visualização dos canais de drenagem, indicando onde se encontram os cursos de água da paisagem (CARVALHO; LATRUBESSE, 2004; MONDARDO, 2007). Foi realizada uma sobreposição dos vetores no formato de linhas sobre o RTI para o ajuste dessas feições.

### **3.2.2 Mapeamento das faixas de APPs**

Após o ajuste vetorial do leito dos rios principais, os polígonos resultantes foram alocados no módulo *ArcMap* do software *ArqGIS v.10.4*, para que os diferentes trechos dos rios pudessem ser classificados de acordo com a sua largura. A partir dessa classificação foi possível atribuir os valores dos *buffers* (área de influência), correspondentes às faixas marginais dos cursos de água, definidas como APPs no inciso I, do art. 4º, da Lei Federal n.º 12.651/2012 (BRASIL, 2012a). O ajuste dos polígonos, realizado na etapa anterior, permitiu a identificação de trechos com largura igual ou maior do que 10 metros. Para o restante da rede de drenagem, uma vez que os vetores no formato de linha não possibilitam a medição da largura dos cursos

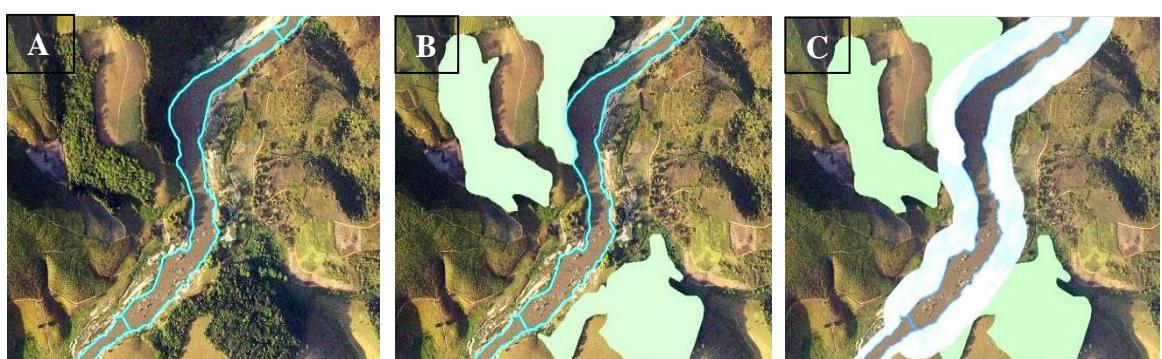
hídricos, adotou-se como padrão o valor de 30 metros para a projeção dos respectivos *buffers*, sendo este o valor mínimo para APPs de cursos hídricos definidos no inciso I, art. 4º, da Lei Federal n.º 12.651/2012 (BRASIL, 2012a).

### **3.2.3 Identificação da situação de cobertura vegetal nas faixas de APPs mapeadas**

A partir do mapeamento das faixas de APPs, realizado na etapa anterior, foi identificada a situação da cobertura vegetal dessas áreas. Para tanto, o mapa das áreas de APPs foi sobreposto ao Mapa dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (escala de 1:50.000), produzido entre os anos de 2013 e 2014 pela Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no âmbito da décima edição do "Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica", publicado no ano de 2015 (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015). A partir dessa sobreposição, foi possível determinar a ocorrência de vegetação nativa dentro das áreas mapeadas como APPs. A diferença entre as áreas florestadas e não florestadas, dentro das faixas de APP, resultou na estimativa do passivo ambiental relacionado às faixas marginais de cursos de água, na região da Mata Atlântica Pernambucana, incluindo rios principais e o restante dos cursos d'água permanentes, que compõem a rede drenagem da região. A

Figura 6 representa o método utilizado para a contabilização da vegetação em APPs de cursos hídricos.

Figura 6 - Esquema representando o método utilizado para a contabilização da vegetação em APPs de cursos hídricos em um trecho do Rio Una



Legenda: (A) representa o ajuste dos vetores relacionados às margens do curso hídrico e secção dos trechos em função da largura; (B) Remanescentes de Mata Atlântica na forma de polígonos; e (C) Intersecção entre a APP e os remanescentes de vegetação nativa. FONTE: Elaborado pelo autor (2016).

### 3.3 CÁLCULO DA DEMANDA POTENCIAL DE MUDAS NECESSÁRIA À ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DAS APPS CILIARES DA MATA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA

Em razão da ausência de dados georreferenciados, sobre a estrutura fundiária do estado de Pernambuco, optou-se por um modelo matemático para quantificar a área ocupada pelos imóveis rurais em 4 categorias fiscais ( $\leq 1$  MF,  $>1 \leq 2$  MFs,  $>2 \leq 4$ ,  $>4$ ), considerando apenas a área de abrangência do estudo.

Esta medida foi necessária para que o cálculo da quantidade de mudas pudesse considerar as disposições contidas nos parágrafos 1º, 2º e 3º do artigo 61-A da Lei Federal 12.651/2012. Estas disposições transitórias possibilitam que imóveis rurais com área inferior ou igual a 4 MFs sejam regularizados com a restauração de apenas uma parte dos seus passivos em APPs ciliares.

A partir do Censo Agropecuário 2006, foi obtida a distribuição da área (ha) ocupada pelos imóveis rurais, em função do tamanho (ha) dessas propriedades. O valor do módulo fiscal correspondente a cada município foi obtido a partir do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) – Índices Básicos do ano 2013 (IBGE, 2006; INCRA, 2013).

A escala de intervalos do Censo Agropecuário de 2006 foi convertida em uma escala aritmética de números inteiros de mesma unidade de área (Quadro 1).

Quadro 1 - Relação estabelecida entre a escala do Censo 2006 e a nova escala

Escala do Censo Agro. (ha)	$0 < 0,1$	$\geq 0,1 < 0,2$	$\geq 0,2 < 0,5$	$\geq 0,5 < 1,0$	$\geq 1 < 2$	$\geq 2 < 3$	$\geq 3 < 4$	$\geq 4 < 5$	$\geq 5 < 10$	De 10 a menos de 20 ha										...			
Nova escala linear (ha)	1				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	...

Os valores correspondentes a cada intervalo na escala do Censo foram convertidos para a nova escala admitindo-se uma distribuição proporcional desses valores entre a quantidade de intervalos da nova escala equivalente à escala do Censo. Uma vez que o valor do MF de um município consiste em um número inteiro dado em hectare, a quantidade de área (ha) ocupada por imóveis rurais com tamanho

até 1 MF, em um município, foi calculada como o somatório dos valores compreendidos 1 e o valor corresponde ao módulo fiscal desse município.

Com base nas proporções das áreas ocupadas por imóveis rurais em função das 4 categorias fiscais, foi projetada a quantidade de áreas a serem restauradas.

Para o cálculo de mudas necessárias para a restauração dos valores encontrados, foram utilizadas as referências disponíveis em bases de dados científicas como *Scopus*, *ScienceDirect*, *Portal Capes* e em manuais técnicos que indicam a quantidade de indivíduos por área (mudas/ha), necessários para a restauração em plantio total de áreas degradadas e com baixa capacidade de resiliência na Mata Atlântica (BRANCALION *et al.*, 2015; CASTRO, 2012; ALVES-COSTA *et al.*, 2008; MARTINS, 2015; NBL, 2013; RODRIGUES, 2009).

### 3.4 OFERTA ATUAL DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS NOS VIVEIROS COMERCIAIS

Para o levantamento de dados sobre a oferta de sementes e mudas florestais na região de abrangência do estudo, foram entrevistados atores responsáveis por viveiros comerciais que apresentam como principal atividade a produção e comercialização de sementes e ou mudas de espécies florestais nativas da Mata Atlântica. Como critérios para a inclusão na pesquisa foram considerados apenas os viveiros com Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) e com Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem).

Os viveiros foram localizados a partir de informações obtidas através de leituras bibliográficas (ALVES-COSTA *et al.*, 2008; FARIA, 2010), consultas em sites de prefeituras e organizações não-governamentais (ONGs) e ainda por indicações fornecidas pelos próprios entrevistados. Com a finalidade de criar um banco de dados que fomentasse a pesquisa, foi desenvolvido e aplicado um questionário semiestruturado ao responsável pelo viveiro (Apêndice 1), com questões relacionadas aos aspectos socioeconômicos do empreendimento para a obtenção das seguintes informações: 1) Quantidade da produção atual; 2) Capacidade potencial de produção; 3) Preço por muda/semente vendida; e, 4) Técnicas empregadas na produção. Tendo em vista a obtenção de informações mais detalhadas sobre a dinâmica de funcionamento do viveiro, foram feitas perguntas não estruturadas (informais), em que questões abertas foram formuladas paralelamente à aplicação dos questionários.

Para tanto, utilizou-se uma caderneta de campo para a anotação de informações complementares.

Ao todo foram entrevistados 7 viveiros comerciais, distribuídos na região de abrangência da Mata Atlântica no Estado de Pernambuco. Em um levantamento realizado por Faria (2010), foram identificados 54 viveiros florestais em toda a região do Centro de Endemismo Pernambuco (CEP), sendo 19 no estado de Pernambuco, dentre os quais 4 viveiros públicos, 9 comerciais, 3 pertencentes a iniciativa privada, porém não comerciais, e 3 do terceiro setor.

Os resultados e conclusões desta etapa do trabalho foram baseados na confiabilidade das informações fornecidas pelos entrevistados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ESTIMATIVA DOS PASSIVOS AMBIENTAIS NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) DE CURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA

A partir das análises geoespaciais foram contabilizados 103.415 ha de áreas de preservação permanente (APPs) em faixas marginais de cursos d’água naturais, na região de abrangência da floresta atlântica pernambucana. As APPs foram delimitadas de acordo com inciso I, art. 4º da Lei Federal n.º 12.651/2012, e correspondem a uma área equivalente a 5,8% dos quase 1,8 milhões de ha definidos como a área de cobertura original da Mata Atlântica no estado de Pernambuco (Tabela 2) (BRASIL, 2012a, 2006; IBGE, 2012).

Tabela 2 - Áreas de Preservação Permanente (APPs) de cursos hídricos em bacias hidrográficas inseridas na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana

Bacia Hidrográfica	Área da Bacia (ha)	Área da bacia na Região de abrangência da Mata Atlântica <sup>1</sup> (ha)	(%)	Áreas de APPs em Mata Atlântica <sup>2</sup>	
				(ha)	(%) <sup>3</sup>
Capibaribe	758.983	339.015	44,7	19.045	5,6
GI1	139.476	30.710	22,0	1.076	3,5
GL1	117.381	117.381	100	7.974	6,8
GL2	116.119	116.119	100	10.412	9,0
GL3	12.859	12.859	100	1.158	9,1
GL4	29.825	29.825	100	3.929	13,2
GL5	6.936	6.936	100	554	8,1
GL6	8.925	8.925	100	491	5,5
Goiana	285.717	197.574	69,2	10.323	5,2
Ipojuca	346.567	106.739	30,8	7.826	7,3
Mundaú	215.997	184.643	85,5	6.222	3,4
Sirinhaém	207.543	202.458	97,5	14.727	7,3
Una	627.402	433.562	69,1	19.678	4,5
<b>TOTAL</b>	<b>2.873.731</b>	<b>1.786.748</b>	<b>62,2</b>	<b>103.415</b>	<b>5,8</b>

<sup>1</sup>Lei da Mata Atlântica (Lei Federal n.º 11.428/2006); <sup>2</sup> Lei de Proteção da Vegetação Nativa (inciso I, art. 4º, Lei Federal n.º 12.651/2012). <sup>3</sup>Proporção da área ocupada em relação à Área da bacia na Região de abrangência da Mata Atlântica.

Espera-se que a quantidade de APPs de cursos hídricos em uma determinada região varie de acordo com a extensão da sua malha hidrográfica e da largura dos seus cursos d’água. Ainda assim, para fins de comparação, estudos similares

realizados em outras regiões do país, dentro do domínio da Mata Atlântica, encontraram valores proporcionalmente similares ao achado no estado de Pernambuco.

Seguindo os mesmos critérios de análise empregados na presente pesquisa, Campos e Matias (2012) estimam que as APPs de cursos hídricos correspondam a 7,3% do território do estado de São Paulo inserido na Mata atlântica. Um estudo similar, conduzido no estado Espírito Santo, concluiu que APPs de cursos hídricos compreendem 9,7% daquele estado (COUTINHO *et al.*, 2013). Uma estimativa realizada na bacia hidrográfica do rio Jacaré, no estado do Rio de Janeiro, indicou que APPs de cursos hídricos ocupam, proporcionalmente, 5,2% de toda a área da bacia (GIRÃO *et al.*, 2014). Não foram identificados estudos que permitissem comparar os valores relativos à extensão ocupada por APPs, encontrados pela presente pesquisa, com outros estados do Nordeste que também possuem áreas inseridas no domínio da Mata atlântica.

Para Becker e Seehusen (2011), de modo geral, a proporção de áreas enquadradas como APPs indica que a proteção desses espaços mobiliza uma quantidade relativamente pequena de terras, dada à sua importância para a manutenção da quantidade e qualidade dos recursos hídricos em uma região. Além disso, Cavalcanti (1997) afirma que vários estudos demonstram que os benefícios econômicos globais, resultantes dos serviços ecossistêmicos das zonas ripárias, justificam o custo de oportunidade de se preservar essas áreas.

Seguindo a linha dessa intrínseca relação entre floresta e água, diversos estudos têm demonstrado que as matas ciliares promovem à fixação das ribanceiras dos rios, a estabilidade térmica dos cursos d'água, a alimentação para peixes e outros componentes da fauna aquática, a redução do carreamento de sedimentos para o sistema aquático, o controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, a retirada de parte dos nitratos das águas do lençol freático vindos dos campos agrícolas e, dependendo da sua faixa de abrangência, servem ainda como refúgio para fauna e como potenciais corredores para a conexão entre fragmentos florestais dentro de uma paisagem (BURKHARD *et al.*, 2010; CÂMARA, 1999; CARVALHO *et al.*, 2000; FERRIER *et al.*, 2001; LIMA; ZAKIA, 2006; MERTEN; MINELLA, 2002; METZGER, 2010).

Quanto ao estado de conservação das APPs ciliares, a presente pesquisa identificou que apenas 10,7% dessas áreas apresentam-se cobertas por vegetação

nativa, incluindo matas secundárias em estágios médio e avançado de regeneração, formações pioneiras e vegetação natural não florestal (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015) (Tabela 3).

Tabela 3 - Presença e déficit de vegetação nativa (passivos ambientais) em Áreas de Preservação Permanente (APPs) de cursos hídricos em bacias hidrográficas inseridas na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana

Bacia Hidrográfica	Áreas de APPs em Mata Atlântica (ha)	Vegetação nativa de M. A. (cobertura) em APPs*	Passivos em APPs** (ha)
Capibaribe	19.045	1.440	7,6
GI1	1.076	22	2
GL1	7.974	3.312	41,5
GL2	10.412	1.129	10,8
GL3	1.158	83	7,2
GL4	3.929	1.042	26,5
GL5	554	83	15
GL6	491	69	14
Goiana	10.323	1.167	11,3
Ipojuca	7.826	432	5,5
Mundaú	6.222	329	5,3
Sirinhaém	14.727	826	5,6
Una	19.678	1.124	5,7
<b>TOTAL</b>	<b>103.415</b>	<b>11.058</b>	<b>10,7</b>
			<b>92.357</b>

\*Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015);

\*\*Diferença entre as APPs em relação à vegetação de fato existente, de acordo com a Lei Federal n.º 12.651/2012.

A baixa quantidade de vegetação nativa nas APPs pesquisadas se traduz em um passivo ambiental de 92.357 ha (89,3%) ao longo dos cursos hídricos na região de abrangência da floresta atlântica pernambucana. Um estudo realizado por PACTO (2009) quantificou em 92.095 ha as áreas potenciais para restauração em APPs de cursos hídricos na mesma região, com base no extinto Código Florestal de 1965 (Lei Federal n.º 4.771/1965), que na prática apresentava as mesmas regras para a delimitação de APPs vigentes na atual Lei de Proteção da Vegetação Nativa (inciso I, art. 4º, Lei Federal n.º 12.651/2012) (BRASIL, 1965, 2012a).

De acordo com Silva *et al.* (2014), a histórica exploração desordenada da terra e a negligência por parte dos órgãos ambientais responsáveis pela fiscalização de desmatamentos irregulares podem explicar os expressivos passivos ambientais relacionados às matas ciliares na região da Mata Atlântica nordestina.

O cenário de devastação identificado pelo presente estudo coloca em questão a sustentabilidade dos recursos hídricos na região.

Para Estavillo *et al.* (2013), bacias hidrográficas que possuem mais de 70% das suas matas ciliares comprometidas apresentam uma redução na disponibilidade e na qualidade da água em seus cursos hídricos, em função da perda dos serviços ecossistêmicos associados a essa vegetação. Tomando-se a bacia hidrográfica como unidade de análise, a GL1 é a única bacia que apresenta valores de cobertura vegetal em APPs dentro dos parâmetros citados por Estavillo *et al.* (2013) (41,5%). Esta condição deve-se ao fato de que esta bacia possui pouco mais da metade das suas áreas inseridas em unidades de conservação, que protegem extensas áreas de matas nativas, sobretudo associadas às áreas de formações pioneiras, o que reforça a importância das unidades de conservação como parte das estratégias para a manutenção de serviços ecossistêmicos.

Diante do cenário encontrado pra as demais bacias, pode-se dizer que a restauração das matas ciliares na região da Mata Atlântica pernambucana deve ser considerada como prioridade. Para Tundisi *et al.* (2010), a baixa quantidade de cobertura vegetal em zonas ripárias compromete diretamente as funções ecossistêmicas associadas a esses espaços tornando os rios mais turvos, contaminados (com agrotóxicos e fertilizantes), assoreados, contendo cada vez menos peixes e sujeitos a enchentes nas épocas de chuva. Isso traz vários prejuízos econômicos, como por exemplo, falta de água para irrigação ou aumento dos gastos para tratar a água, além dos sociais, como o volume de água insuficiente e de má qualidade para abastecer as populações humanas que dependem deste recurso (CHABARIBERY *et al.*, 2008).

#### 4.2 CÁLCULO DA DEMANDA POTENCIAL DE MUDAS NATIVAS PARA A ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DE APPS DE CURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA PERNAMBUCANA

A partir do levantamento dos passivos ambientais nas APPs dos cursos hídricos da Mata Atlântica pernambucana, foi possível calcular a quantidade de mudas necessárias para a adequação ambiental dessas áreas.

Para o cálculo da quantidade de mudas não foram considerados os passivos contabilizados em áreas de formações pioneiras, uma vez que a restauração dos ecossistemas típicos dessa fitofisionomia, manguezais e restingas, exige técnicas essencialmente associadas à reintegração desses sistemas ecológicos à dinâmica

das áreas costeiras onde se localizam - o que não possibilita a determinação de um padrão de densidade de mudas para ações de plantio nessas áreas (MENEZES *et al.*, 2005).

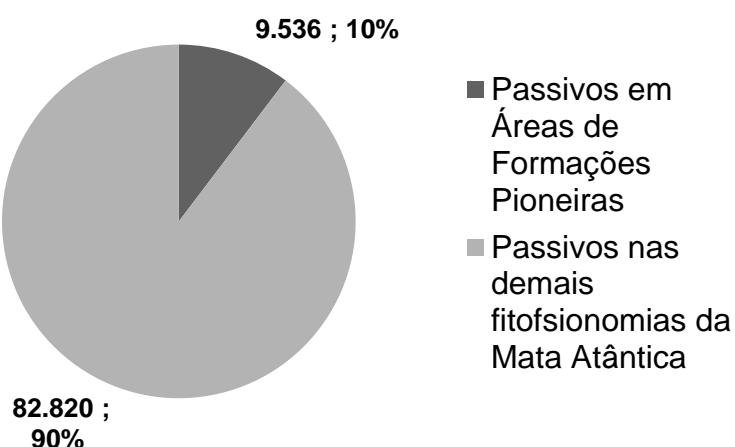
Do total de APPs pesquisadas, 12.823 ha encontram-se em áreas de formações pioneiros. Estas APPs apresentam, proporcionalmente, a maior cobertura vegetal (26%) e a menor quantidade de passivos ambientais, 9.536 ha (10%), em relação às encontradas em outras fitofisionomias da região estudada (Tabela 4) e (Figura 97).

Tabela 4 - Distribuição dos passivos ambientais de APPs da região da Mata Atlântica Pernambucana, por bacia hidrográfica e fitofisionomia

Bacia	Passivos em APPs em função dos tipos fitofisionômicos*				Total
	Formações Pioneiras	F. Ombrófila Densa	F. Ombrófila Aberta	F. Estacional Semidecidual	
Capibaribe	1.172	690	3.369	12.374	17.605
GI1	-	-	-	1.054	1.054
GL1	3.526	490	647	-	4.662
GL2	2.444	6.232	443	164	9.283
GL3	961	114	-	-	1.075
GL4	-	2.887	-	-	2.887
GL5	-	471	-	-	471
GL6	-	80	256	86	422
Goiana	215	1.199	4.155	3.586	9.155
Ipojuca	708	3.572	926	2.189	7.395
Mundaú	-	-	-	5.893	5.893
Sirinhaém	510	9.778	1.808	1.804	13.901
Una	-	6.162	5.684	6.708	18.554
<b>Total</b>	<b>9.536</b>	<b>31.675</b>	<b>17.288</b>	<b>33.857</b>	<b>92.357</b>

\*Calculados com base no Mapa de Vegetação do Brasil 2004 (IBGE, 2004).

Figura 7. Passivos de APPs ciliares em Áreas de Formações Pioneiras em relação às demais fitofisionomias da região pesquisada



Em razão da ausência de dados georreferenciados sobre a estrutura fundiária do estado de Pernambuco, foi realizada uma modelagem da distribuição das áreas ocupadas por imóveis rurais na região estudada, tendo como base os dados do Censo Agropecuário do ano de 2006 produzidos pelo IBGE e do Sistema Nacional de cadastro Rural – Índices Básicos 2013 publicados pelo INCRA (IBGE, 2006; INCRA, 2013).

Esta medida foi fundamental para que o cálculo da quantidade de mudas necessárias à adequação das matas ciliares da região estudada pudesse considerar as disposições do Art. 61-A da nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal n.º 12.651/2012), que possibilita que imóveis rurais com área inferior ou igual a quatro módulos fiscais (MFs) sejam regularizados com a recuperação de apenas uma parte dos seus passivos em APPs ciliares.

Os resultados obtidos indicam que dos 83.886 imóveis rurais existentes na região de abrangência da Mata Atlântica pernambucana, 81.883 (98%) consistem em propriedades com área inferior ou igual a 4 Módulos Fiscais (MFs) e apenas 2.003 (2%) são imóveis com área superior a 4 MFs (Tabela 5).

Tabela 5 - Número de imóveis rurais (N) por área de bacia inserida na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana e de acordo com diferentes enquadramentos em Módulos Fiscais (MF)

Bacia	Total de imóveis (N)	Número de Imóveis Rurais						
		≤ 1 MF		>1 ≤ 2 MFs		>2 ≤ 4 MFs		> 4 MFs
		(N)	(%)	(N)	(%)	(N)	(%)	(N)
Capibaribe	18.663	17.280	92,6	625	3,4	376	2,0	382
GI1	1.882	1.760	93,5	66	3,5	31	1,6	24
GL1	2.453	2.289	93	98	4	28	1	38
GL2	4.271	3.424	80	496	12	193	5	159
GL3	235	208	88,3	19	8,0	5	2,1	4
GL4	819	743	91	21	3	12	1	43
GL5	160	150	93,9	3	1,7	1	0,9	6
GL6	139	122	88	3	2	3	2	11
Goiana	6.013	5.564	93	161	3	101	2	186
Ipojuca	4.978	4.518	91	207	4	99	2	154
Mundaú	11.345	10.660	94	351	3	167	1	167
Sirinhaém	8.297	7.094	85	656	8	291	4	257
Uma	24.631	22.662	92	935	4	462	2	573
Total	83.886	76.474	91,2	3.640	4,3	1.769	2,1	2.003
								2,4

FONTE: Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2006); Sistema Nacional de cadastro Rural – Índices Básicos 2013 (INCRA, 2013).

Por outro lado, quando a variável considerada é a quantidade de áreas ocupadas por imóveis rurais, estas propriedades ocupam 947.721 ha ou 53% dos 1.786.748 ha

que correspondem à região da floresta atlântica pernambucana, enquanto que as áreas não contabilizadas como imóveis rurais pelo Censo Agropecuário de 2006 representam 839.027 ha (47%) da área estudada (Tabela 6).

Tabela 6 - Distribuição da área de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana por bacia hidrográfica e em diferentes enquadramentos fiscais e categorias

Bacia	Área da Bacia em M.A.	Imóveis Rurais						Outras Áreas*		
		≤ 1 MF (ha)	(%)	>1 ≤ 2 MFs (ha)	(%)	>2 ≤ 4 MFs (ha)	(%)	> 4 MFs (ha)	(%)	(ha)
Capibaribe	339.015	50.484	15	13.796	4	15.036	4,4	81.455	24	178.243
GI1	30.710	8.453	27,5	2.971	9,7	2.663	8,7	6.359	20,7	10.266
GL1	117.381	6.252	5,3	1.093	0,9	698	0,6	2.045	1,7	107.293
GL2	116.119	9.300	8	4.471	3,85	3.155	2,7	23.011	20	76.182
GL3	12.859	949	7	247	1,92	162	1,3	1.401	11	10.101
GL4	29.825	3.282	11	379	1,27	392	1,3	10.930	37	14.841
GL5	6.936	268	4	38	0,55	30	0,4	576	8	6.024
GL6	8.925	199	2	58	0,65	99	1,1	3.191	36	5.379
Goiana	197.574	12.261	6	3.393	1,72	3.934	2,0	37.263	19	140.723
Ipojuca	106.739	15.641	15	4.573	4,28	3.757	3,5	30.106	28	52.662
Mundaú	184.643	82.213	44,5	18.193	9,9	20.239	11,0	54.441	29,5	9.557
Sirinhaém	202.458	27.850	14	10.507	5,19	9.972	4,9	53.129	26	101.000
Uma	433.562	86.144	20	23.110	5,33	21.836	5,0	175.717	41	126.757
<b>Total</b>	<b>1.786.748</b>	<b>303.295</b>	<b>17,0</b>	<b>82.829</b>	<b>4,6</b>	<b>81.972</b>	<b>4,6</b>	<b>479.624</b>	<b>26,8</b>	<b>839.027</b>
										<b>47,0</b>

\*Diferença entre a área da bacia inserida na região de abrangência da Mata Atlântica e as áreas contabilizadas como imóveis rurais dentro dessa região pelo Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2006); \*\*Incluem áreas urbanas, UCs e outras áreas não categorizadas como imóveis rurais.

FONTE: Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2006); Sistema Nacional de Cadastro Rural – Índices Básicos 2013 (INCRA, 2013).

Do total das áreas compreendidas em imóveis rurais, 303.295 ha (32%) então inseridos em propriedades de até 1 MF, 82.829 ha (8,7%) pertencem a imóveis entre 1 até 2 MFs e 81.972 ha (8,6%) estão distribuídos em propriedades acima de 2 até 4 MFs. As poucas propriedades com área superior a 4 MFs concentram sozinhas 479.624 ha, o equivalente a 50,6% de toda a zona rural da região pesquisas (Figura 8).

Para Dean (1996), as relações históricas de uso e ocupação da terra, sobretudo relacionadas à produção de cana de açúcar em grandes extensões, geraram grande concentração fundiária que persistem até hoje na forma de uma distribuição desigual de terras na região.

Uma vez obtidos os valores proporcionais, relativos à distribuição da área de abrangência da pesquisa, em função das diferentes categorias e enquadramentos fiscais, foram projetadas as áreas a serem recuperadas em APPs de cursos hídricos

para essa região, considerando o disposto no artigo 61-A da Lei Federal 12.651/2012. Estas áreas somam ao todo 59.727 ha (Tabela 7).

Figura 8 - Relação entre áreas ocupadas por imóveis rurais (ha) e o número de imóveis rurais (N) na região da Mata Atlântica Pernambucana em função dos diferentes enquadramentos em Módulos Fiscais

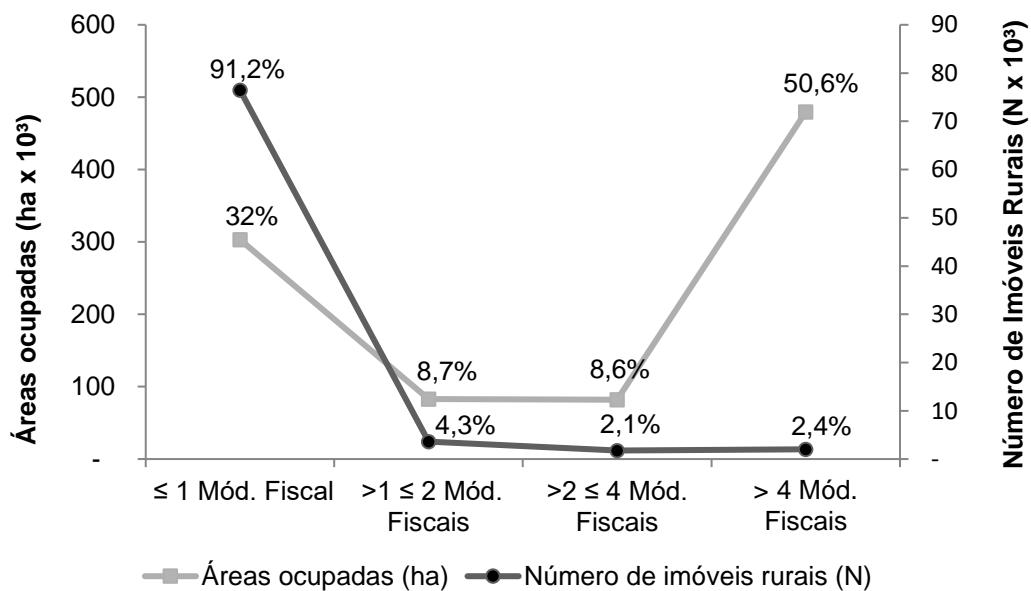


Tabela 7 - Áreas a serem recuperadas em APPs de cursos hídricos, por área de bacia inserida na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana

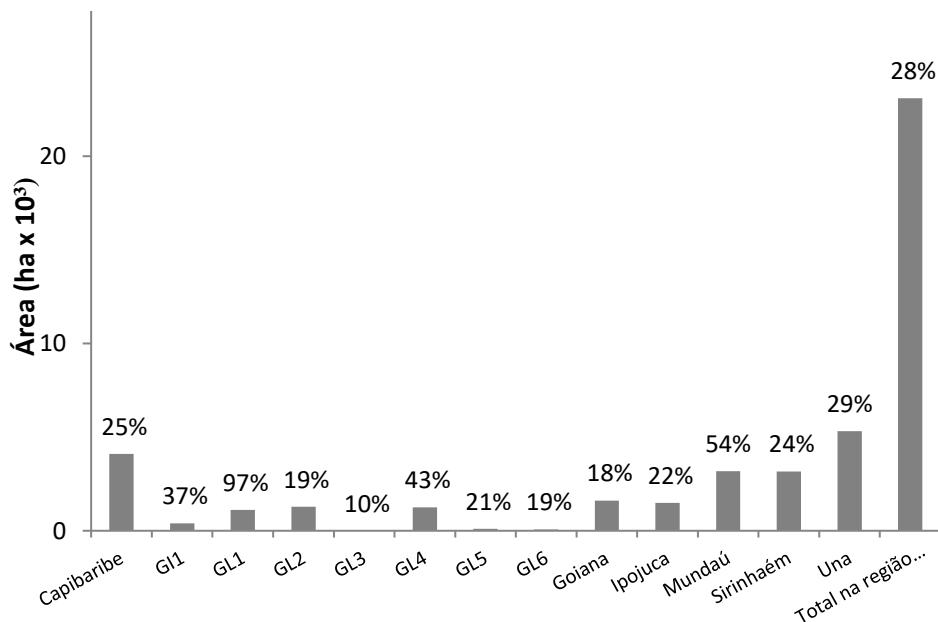
Bacia	Passivos em APPs*	Áreas a serem recuperadas em APPs *					Total	
		Imóveis rurais				Outras áreas		
		≤ 1 MF	> 1 ≤ 2 MFs	> 2 ≤ 4 MFs	> 4 MFs			
Capibaribe	16.433	392	29	350	3.625	7.932	12.328	
GI1	1.054	48	9	46	214	345	662	
GL1	1.136	10	-	3	0	18	32	
GL2	6.838	83	-	84	1.248	4.132	5.546	
GL3	114	1	-	1	12	88	102	
GL4	2.887	37	-	13	676	918	1.644	
GL5	471	3	-	1	32	338	374	
GL6	422	2	-	2	126	213	344	
Goiana	8.940	89	1	85	1.497	5.654	7.327	
Ipojuca	6.687	157	2	113	1.794	3.137	5.202	
Mundaú	5.893	438	15	323	1.641	288	2.705	
Sirinhaém	13.390	295	8	316	3.312	6.297	10.228	
Una	18.554	589	37	447	7.064	5.096	13.233	
<b>TOTAL</b>	<b>82.820</b>	<b>2.144</b>	<b>101</b>	<b>1.785</b>	<b>21.242</b>	<b>34.455</b>	<b>59.727</b>	

LEGENDA: Dados segundo o artigo 61-A da Lei n.º 12.651/2012, excetuando-se áreas em formações pioneiras.\*Exceto em áreas de formações pioneiras; \*\*De acordo com o artigo 61-A da Lei Federal n.º 12.651/2012.

O valor encontrado representa mais que o dobro dos 21.098 ha estimados por SAE (2013), como déficit de vegetação em APPs na mesma região de estudo. Vale ressaltar que o valor apresentado pelo autor inclui os passivos em áreas de formações pioneiras. Esta diferença pode ser explicada pela metodologia utilizada por esse autor, onde o grau de certeza foi diretamente proporcional ao número de propriedades rurais e não à área dessas propriedades - o que sinaliza que o método empregado por SAE (2013) pode não ser adequado para regiões que apresentam grande concentração fundiária.

As áreas a serem recuperadas representam 72% dos passivos ambientais delimitados a partir do inciso I, art. 4º, da Lei Federal nº 12.651/2012. A relação entre passivos em APPs de cursos hídricos e as áreas a serem recuperadas indicam que, com o novo código florestal, desobriga a restauração de 23.094 ha de áreas em APPs de cursos hídricos na Mata Atlântica pernambucana, o equivalente a 28% dos passivos encontrados nessas áreas (Figura 9).

Figura 9 - Redução das áreas a serem restauradas, por bacia e total, considerando a nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei n.º 12.651/2012)



LEGENDA: Os valores em percentagem representam a proporção de áreas que deixarão de ser restauradas em relação ao passivo ambiental da bacia por bacia e por último em relação a toda a área de abrangência da pesquisa.

Um estudo publicado por Soares-Filho *et al.* (2014) na revista *Science* estimou que em função do artigo 61-A da Lei 12.651/2010, 4,9 milhões de ha deixarão de ser restaurados em APPs ciliares na floresta atlântica brasileira.

Esta flexibilização trazida pela nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa, também chamada de recuperação em “escadinha”, além de diminuir o saldo final de áreas a serem restauradas, traz notáveis prejuízos ecológicos, uma vez que, de acordo com Metzger (2010), faixas de matas ciliares com larguras inferiores a 30 metros apresentam baixa capacidade de prover serviços ecossistêmicos e conectividade estrutural, ao longo da paisagem.

Como forma de conter os impactos da Nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa sobre os serviços ecossistêmicos associados às zonas ripárias, o estado de Pernambuco poderia, a partir da atualização da sua Política Florestal, determinar que as cotas a serem restauradas em APPs ciliares fossem as mesmas do antigo Código Florestal de 1965, independentemente do tamanho do imóvel rural.

Para a adequação dos passivos ambientais, excetuando-se as áreas de predomínio de formações pioneiras, serão necessárias 99.504.722 mudas, tendo como referência ações de restauração do tipo plantio total, que consideram o plantio de 1.666 indivíduos por ha. Para Alves-Costa *et al.* (2008), Brancalion *et al.* (2015); Martins (2014); NBL (2013), Rodrigues *et al.* (2009) a densidade de indivíduos implantados é determinada em uma análise conjunta envolvendo a expectativa de rápida ocupação da área, que estimula o uso de um grande número de mudas, e a busca por um menor custo, que, por sua vez, estimula o uso do menor número de mudas possível sendo que a densidade que melhor equaciona essa dualidade é a de 1.666 plantas/ha, resultante de um plantio com espaçamento de 2 m X 3 m ou 3 m X 2 m.

A revisão de literatura mostrou ser pouco viável o cálculo do volume de sementes para ações de restauração de plantio total a partir da técnica de semeadura direta. A eficiência de uso de sementes neste tipo de intervenção é extremamente variável em função das espécies utilizadas.

## 4.3 OFERTA ATUAL DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA EM VIVEIROS COMERCIAIS DA REGIÃO

### 4.3.1 Caracterização geral

Ao todo foram entrevistados 7 viveiros comerciais, distribuídos na região de abrangência da Mata Atlântica no Estado de Pernambuco, sendo (1) em Recife, (1) em Primavera, (1) em Nazaré da Mata, (2) em Ribeirão, (1) em Lagoa do Ouro e (1) em Rio Formoso. A pesquisa nos viveiros se deu a partir de entrevistas realizadas com os responsáveis pela produção, apoiadas por um questionário semiestruturado, entre os meses de março e julho de 2016. A capacidade instalada dos viveiros, a oferta de mudas, o custo de produção e os preços de comercialização referem-se ao ano de 2015<sup>10</sup>.

Todos os 7 viveiros pesquisados comercializam mudas nativas de Mata Atlântica para ações de restauração florestal, destes, apenas 3 declararam que parte da sua produção também é destinada a atividades relacionadas à arborização urbana.

Durante as entrevistas, foram levantadas algumas informações sobre as técnicas de produção adotadas pelos viveiristas. De acordo com Santarelli, (2000), as tecnologias empregadas no cultivo de mudas nativas influenciam diretamente na compreensão dos resultados da produção, os custos de produção e o preço de comercialização - objetos de interesse da presente pesquisa.

### 4.3.2 Processo de produção

#### a) Procedência das Sementes

Foi constatado que todos os produtores entrevistados coletam as suas próprias sementes ou utilizam as sementes coletadas por funcionários do próprio viveiro. Nenhum dos viveiros obtém suas sementes através de fornecedores terceirizados. A maior parte dos viveiros (N= 5; 71%), pratica a coleta de sementes a partir de árvores

---

<sup>10</sup> Janeiro a dezembro de 2015.

isoladas na paisagem. A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos com relação à procedência das sementes utilizadas pelos viveiristas.

Tabela 8 - Fonte das sementes utilizadas pelos viveiros

<b>Fonte das sementes</b>	<b>Local da Coleta</b>	<b>Número de Viveiros</b>	<b>%</b>
Autóctone	Fragments florestais próximos	2	29
Alóctone	Parques, praças, calçadas	1	14
Ambas	Fragments florestais, praças, parques, calçadas	4	57

LEGENDA: Autóctone (dentro da mata), Alóctone (fora da mata).

A procedência das sementes, ou seja, o local da coleta é um fator de extrema importância, principalmente quando seu uso é voltado para a restauração florestal. Santarelli (2000) recomenda que as coletas dos frutos sejam realizadas em áreas de matas nativas, contínuas ou fragmentadas (desde que a área em questão não seja unidade de conservação de proteção integral), devendo haver a escolha de árvores matrizes em grande número, para garantir a variabilidade genética e a qualidade dos lotes. Nestes casos, é aconselhado que a coleta de sementes seja feita próxima dos locais onde as ações de reflorestamento serão implantadas (HIGA; SILVA, 2006), pois se pressupõe que estes indivíduos devem apresentar maior tolerância às condições locais e se adaptar melhor às condições das áreas degradadas (BARBOSA; MARTINS, 2003).

Para Macedo (1993), a produção de mudas a partir de sementes coletadas de um grande número de árvores matrizes não significa, necessariamente, um aumento no custo de produção. Esta prática facilita o planejamento da coleta, garante a disponibilidade de sementes por um maior período de tempo, aumenta a variabilidade genética dos lotes e diminui a taxa de mortalidade das mudas no pós-plantio.

Para Corvello (1983), a baixa quantidade de fragmentos florestais bem conservados dificulta a coleta de sementes com diversidade florística e genética, principalmente de espécies menos frequentes, o que pode ser amenizado pela troca de sementes entre viveiros da mesma região fitogeográfica. Dentre os entrevistados, apenas 3 (43%) declararam praticar permutas de sementes com outros viveiros.

Constatou-se que alguns viveiros utilizam paralelamente à coleta de sementes, a técnica de transferência de plântulas, ou seja, o transplante de indivíduos que germinam em determinado local para as instalações do viveiro. A transferência de plântulas foi citada como uma técnica vantajosa, que complementa a produção de mudas por sementes e elimina etapas trabalhosas – muitas vezes caras e desconhecidas. De acordo Corvello (1983) e Nave (2005) o transplante de plântulas também eleva a diversidade de espécies disponíveis nos viveiros, uma vez que pode ser empregado na produção de espécies cuja coleta de sementes seja de extrema dificuldade em função da baixa produção natural ou para espécies de difícil germinação.

#### b) Tratamento de sementes

O tratamento das sementes após a coleta e o conhecimento sobre o tempo e técnica de germinação podem ser cruciais para a produção de mudas e influenciar diretamente os custos a ela associados. Os principais fatores ambientais que influenciam a germinação de sementes são a temperatura, (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988), a umidade do substrato, luz e oxigênio (EIRA *et al.*, 1993; MAYER, 1986). Porém, mesmo com condições ideais para estes parâmetros, um grupo específico de sementes, denominadas dormentes, não germina. Nestes casos é necessário um tratamento especial, denominado escarificação, para quebra da dormência e viabilização da germinação (ALVES *et al.*, 2008; EIRA *et al.*, 1993). Na natureza, esse processo de escarificação envolve a participação e a interação de microrganismos e temperaturas alternadas, além da atividade de animais predadores (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988).

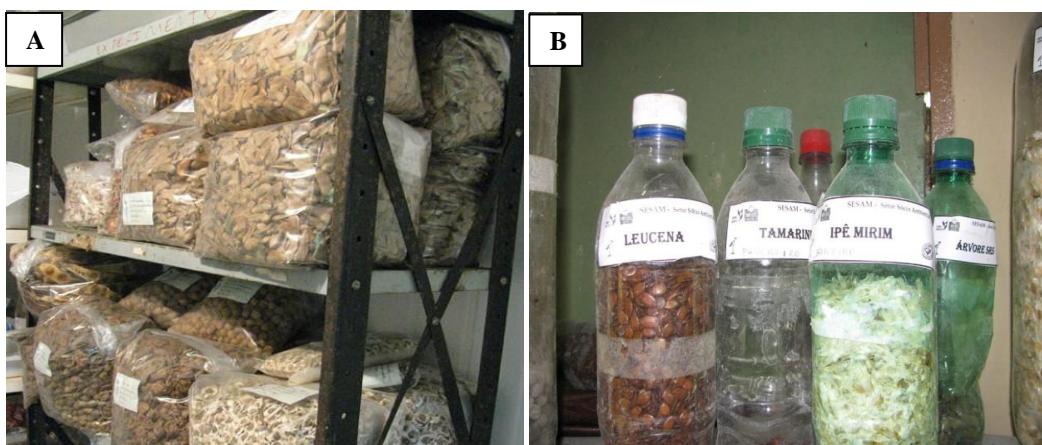
Entre os produtores entrevistados, 6 (86%) disseram utilizar algum tipo de superação da dormência de sementes. As operações citadas por esses viveiristas foram: a imersão em água quente (choque térmico); a imersão em água à temperatura ambiente, por 12 ou 24 horas e a escarificação mecânica (com o uso de uma lixa) - após a lavagem do fruto em água corrente (para retirada da polpa) e posterior secagem.

Não se observou nenhum tipo de quebra de dormência através de escarificação química (imersão em ácido sulfúrico concentrado) nos viveiros visitados.

Em relação à estocagem das sementes, é necessário observar fatores que influenciam na manutenção do poder germinativo das sementes, tais como o ponto de maturação dos frutos, embalagem utilizada para o armazenamento, temperatura e umidade relativa do ar, além do tipo de semente (SANTARELLI, 2000).

Entre os viveiros pesquisados, nos casos onde as sementes não são imediatamente semeadas (em função da época do ano ou programação da produção de mudas), as mesmas passam por período de secagem ao ar livre e são armazenadas em recipientes plásticos em sala à temperatura ambiente ou câmara fria (Figura 10). Aqueles viveiristas que não possuem câmara fria utilizam-se de geladeiras convencionais para a estocagem das sementes.

Figura 10 - Forma de armazenamento de sementes praticada pelos viveiristas entrevistados



LEGENDA: (A) Armazenamento em sacolas plásticas em câmara fria; (B) Armazenamento em garrafas PET em temperatura ambiente.

Fonte: O autor (2016).

### c) Recipientes

De acordo com Macedo (1993), a escolha do tipo de recipiente a ser utilizado se dá, geralmente, em função do seu custo de aquisição, das vantagens na operação (durabilidade, possibilidade de reaproveitamento, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e transporte) e de suas características para a formação de mudas de boa qualidade.

Atualmente, o saco plástico (sacola de polietileno) é ainda o tipo de recipiente mais utilizado na produção de mudas (CARNEIRO, 1995; GOMES *et al.*, 1990; SANTARELLI, 2000; ZANI FILHO *et al.*, 1989), fato confirmado neste trabalho.

Dentre os viveiros visitados, 5 (71%) utilizam sacolas de polietileno (Figura 11). O seu uso foi generalizado por muitos anos devido seu fácil manuseio e custo acessível, porém o fácil enovelamento do sistema radicular, peso excessivo das mudas para transporte e distribuição no campo são alguns de seus inconvenientes (CAMPINHOS JR.; IKEMORI, 1982). Segundo Parviainen (1981) o enovelamento de raízes no fundo dos recipientes pode comprometer seriamente o crescimento das plantas após o plantio definitivo no campo, uma vez que as deformações das raízes persistem mesmo após a retirada dos recipientes, podendo aumentar a mortalidade das plantas no pós-plantio e os custos dos produtores com a reposição desses indivíduos.

Figura 11 - Saquinhos de polietileno usados pela maior parte dos viveiristas entrevistados



Fonte: O autor (2016).

Em muitos dos viveiros visitados foi observado o enraizamento das mudas nos canteiros, no caso daquelas acondicionadas em sacos plásticos. Isso pode acarretar a perda de mudas no momento da retirada destas para o plantio, como também maiores chances de morte após o plantio, devido ao estresse do “arrancamento” (Figura 12). A cobertura do terreno com pedriscos e lona plástica, onde as mudas serão colocadas, evita o enraizamento no solo (ALVES-COSTA *et al.*, 2008).

Figura 12 - Mudas prontas para serem expedidas, apresentando raízes expostas



Fonte: O autor (2016).

Os tubetes (tubos cônicos de polipropileno) constituem um recipiente alternativo para a produção de mudas (Figura 13). Este tipo de recipiente vem, aos poucos, substituindo as sacolas plásticas (GOMES *et al.*, 1990; SANTARELLI, 2000; SIMÕES, 1987). Entre os viveiros pesquisados, apenas 2 (29%) utilizam tubetes para a produção das mudas. O investimento inicial para a utilização desse tipo de recipiente é considerado alto, por outro lado, os tubetes reduzem significativamente o custo final da muda, devido ao fácil manuseio, a possibilidade de reutilização, a menor quantidade de substrato exigida, a maior produção de mudas por unidade de área e o melhor direcionamento radicular (CAMPINHOS JR; IKEMORI, 1982; GALVÃO, 2002; GONÇALVES *et al.*, 2000; STAPE *et al.*, 1987).

Figura 13 - Tubetes de polipropileno



Fonte: O autor (2016).

#### d) Capacitação

Objetivando a produção de mudas com qualidade, faz-se necessário o treinamento dos funcionários para a coleta de sementes e para a produção de mudas. Devido à grande diversidade dos frutos, a existência de diferentes técnicas para a extração das sementes é ampla (ALVES-COSTA *et al.*, 2008). Além da obtenção de sementes de maneira correta, seu preparo, semeadura e irrigação são fatores essenciais para se maximizar a produtividade do viveiro. Especial atenção deve ser dada quando existem expedições de coleta em árvores altas através da escalada, onde apenas profissionais capacitados devem exercê-la (NOGUEIRA; MEDEIROS, 2007). Dos viveiros visitados, apenas 2 produtores (29%) participaram de algum curso de capacitação. Os demais nunca fizeram um curso e afirmam conhecer a metodologia de produção de mudas através do conhecimento empírico.

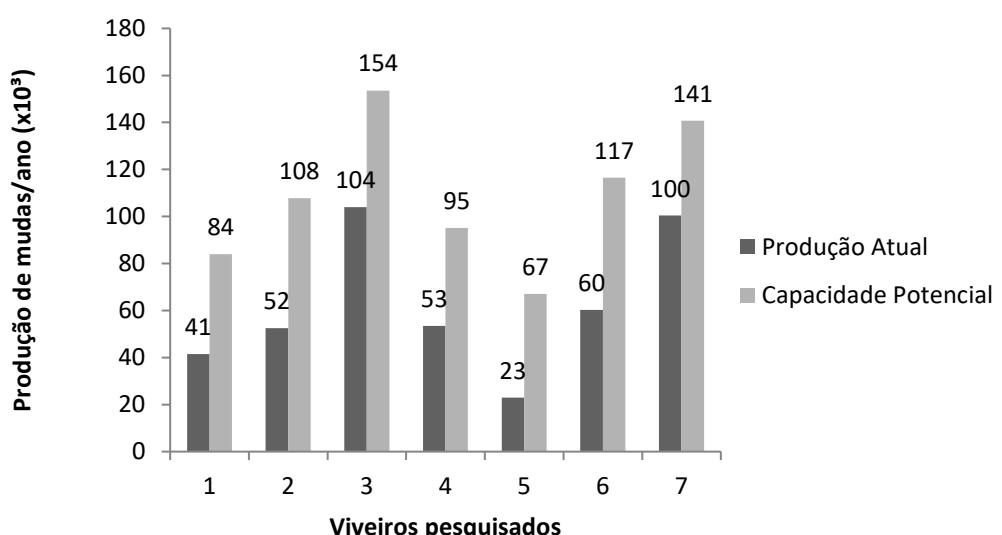
Um curso de capacitação, em geral, abrange itens como: técnicas de coleta, beneficiamento, superação de dormência, armazenamento de sementes, produção e manutenção de mudas e plantio das espécies (YAMZOE; BOAS, 2003). A falta destas

informações básicas pode ocasionar uma baixa eficiência nos viveiros, aumentando assim os custos para a produção das mudas (ATTANASIO *et al.*, 2006).

#### **4.3.3 Produção e capacidade instalada**

A capacidade instalada dos viveiros e a oferta atual de mudas foram calculadas com base na produção do ano de 2015. A soma total de mudas nativas destinadas à comercialização pelos viveiros pesquisados foi de 435.122 unidades. Porém os mesmos afirmaram possuir área física e disponibilidade de sementes suficientes para uma maior capacidade de produção. A soma da capacidade instalada declarada pelos entrevistados é de 1.529.746, o que evidencia que a produção atual representa pouco menos de um terço da capacidade de produção desses empreendimentos (Figura 14). Alguns dos viveiristas entrevistados alegam ser a falta de demanda um dos motivos para a subutilização da capacidade instalada de seus viveiros. Esta falta de demanda estaria associada, sobretudo, ao longo período decorrido entre a publicação da nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal nº 12.651/2012) e o prazo para a inscrição dos imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR) - 31 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2016). Na prática, os proprietários de imóveis rurais só serão obrigados a recuperar os passivos das suas propriedades após a inscrição no CAR e adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) (BRASIL, 2012a).

Figura 14 - Produção atual e capacidade potencial anual dos viveiros florestais inseridos na região de abrangência da Mata Atlântica Pernambucana



LEGENDA: O eixo das ordenadas apresentam números em milhares de mudas.

Nenhum dos empreendimentos pesquisados comercializa sementes, sendo que toda a produção desse insumo é utilizada para a produção de mudas nos próprios viveiros.

Tendo como base a estimativa dos passivos ambientais nas APPs de cursos hídricos da região da Mata Atlântica pernambucana - gerada pelo presente trabalho - seriam necessários 65 anos para se produzir a quantidade de mudas suficientes para regularização ambiental dessas áreas, considerando a capacidade de produção instalada, declarada pelos 7 viveiros pesquisados.

Vale ressaltar que, embora não tenham sido alvo desta pesquisa, os viveiros florestais pertencentes às usinas de cana-de-açúcar ou administrados por organizações não governamentais (ONGs), localizados na mesma região de estudo, tiveram a sua capacidade de produção instalada aferida em 456.000 mudas/ano de acordo com Sabine (2009). Optou-se por não incluir esses viveiros no presente estudo, uma vez que estes empreendimentos não apresentam a produção de mudas nativas da Mata atlântica como atividade principal.

#### **4.3.4 Custos de produção e preço de comercialização**

Os custos de produção, ou seja, o valor gasto para se produzir uma muda de espécie florestal nativa varia bastante de acordo com o sistema de produção adotado, recipientes utilizados, tempo de permanência da muda no viveiro e quantidade de mudas produzidas (SANTARELLI, 2000).

Uma grande dificuldade encontrada durante a aplicação dos questionários foi a falta de repasse de algumas informações importantes, relacionadas ao curso de produção das mudas. Dos 7 viveiros entrevistados, 3 não souberam informar o custo necessário para se produzir uma muda, de forma parecida, 5 não souberam precisar o valor do investimento realizado no viveiro para o ano pesquisado.

Dos 4 viveiros que souberam informar o valor gasto com a produção das mudas, a média obtida com o custo de produção foi de  $0,70 \pm 0,38$  (desvio padrão). Este valor se apresenta bastante elevado, quando comparado aos encontrados em viveiros localizados nos estados do sudeste, onde o custo unitário é próximo aos R\$ 0,20, (BRANCALION *et al.*, 2015). Apenas um dos entrevistados alegou ter custos de produção próximos ao valor citado.

O elevado custo de produção apresentado pelos viveiristas pode estar associado à ausência de conhecimentos técnicos que possibilitem uma maior eficiência dentro das diferentes etapas produtivas. Em relação aos investimentos realizados anualmente nos viveiros, apenas 2 souberam responder, os valores declarados foram de 45 mil R\$/ano e 38 mil R\$/ano. Esta falta de informação sugere negligência por parte da maioria dos produtores, uma vez que não há preocupação no levantamento e armazenamento de dados tão relevantes.

Quanto ao valor médio de comercialização, o valor praticado por cada unidade de muda é de R\$ 2,20 ± 0,93, a depender da espécie. Esse valor encontrado é expressivo, sobretudo quando comparado com as escalas de preços de viveiros em outros estados, como em São Paulo, onde o preço médio adotado para a comercialização de uma muda é de R\$ 0,50 (BRANCALION *et al.*, 2015).

Se efetivada, a nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal nº 12.612/2012) poderá aportar o equivalente a R\$ 218.910.388 (± 92.5E+6) em recursos para a cadeia da restauração florestal, considerando apenas a comercialização das mudas necessárias à adequação das APPs de cursos hídricos na região da floresta atlântica pernambucana, considerado os preços atuais.

Por sua vez, a produção de uma elevada quantidade de mudas exigirá a tecnificação dos viveiros para que estes empreendimentos possam atingir maiores escalas de produção. Se isso acontecer, é provável que, em longo prazo, o valor final de comercialização da muda seja reduzido para um valor próximo aquele praticado no estado de São Paulo. Ainda assim, considerando que a partir da implementação do CAR a adequação dos passivos ambientais em APPs passará a ser monitorada, abre-se a perspectiva para a consolidação de uma cadeia produtiva da restauração em Pernambuco, capaz de gerar benefícios econômicos, sociais e ecológicos.

Ademais disso, importa dizer que, a respeito da proteção das florestas e demais formas de vegetação nativa constituir um dever legal de todos os cidadãos, e da violação dessa obrigação ensejar na responsabilização dos infratores, a verdade é que os altos custos da restauração e a ausência de incentivos econômicos à preservação (minimamente comparáveis ao custo de oportunidade da exploração da terra para outros fins), em nada contribuem para incentivar os proprietários de terras a buscarem a adequação de seus passivos ambientais em APPs (GARCIA, 2012).

Por isso mesmo, para a implantação de uma política florestal de sucesso, torna-se imprescindível a discussão de outros mecanismos que viabilizem a restauração

das áreas irregularmente desmatadas, oferecendo aos proprietários de imóveis rurais, incentivos que sejam capazes de induzi-los a adequarem ambientalmente seus imóveis voluntariamente, sem a necessidade de judicialização das demandas.

Neste sentido o Brasil peca por ainda não ter aprovado uma norma geral que disponha sobre o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), trazendo as diretrizes gerais necessárias à uniformização dos programas de pagamentos elaborados pelos Estados. A ausência desta Lei muitas vezes causa insegurança jurídica e acaba desestimulando a adesão a programas de restauração que poderiam integrar modelos de PSA. As diversas proposições existentes - apensadas ao Projeto de Lei n.º 792/2007, que dispõe sobre a definição de serviços ambientais - se arrastam há anos no Congresso Nacional (BRASIL, 2007).

Apesar de ser uma norma mais programática, que não traz, a princípio, nenhuma eficácia imediata, a Lei Federal n.º 12.854/2013 reconhece a necessidade de se estabelecer, de forma mais direcionada, instrumentos que viabilizem, na prática, o incremento das ações de restauração florestal no Brasil (BRASIL, 2013b). Esta Lei dispõe sobre o fomento e incentivo de ações que promovam a recuperação florestal e a implantação de sistemas agroflorestais em áreas rurais desapropriadas e em áreas degradadas.

Segundo essa norma, o Governo Federal deverá incentivar e fomentar, dentro dos programas e políticas públicas ambientais já existentes, ações de recuperação florestal e implantação de sistemas agroflorestais em áreas de assentamento rural desapropriadas pelo Poder Público ou em áreas degradadas que estejam em posse de agricultores familiares assentados, em especial, de comunidades quilombolas e indígenas.

Em outras palavras, essa Lei disciplina que os programas e políticas ambientais federais voltados à reforma agrária e regularização fundiária, tanto os já existentes como os vindouros, deverão ser pensados, elaborados e revistos de forma a estimular, cada vez mais, as ações voltadas à recuperação florestal. O art. 4º desta lei dispõe ainda que as ações de recuperação florestal e a implantação de sistemas agroflorestais poderão ser financiadas com recursos de fundos nacionais como o de Mudança do Clima, o da Amazônia, o do Meio Ambiente e o de Desenvolvimento Florestal, além de outras fontes provenientes de acordos bilaterais ou multilaterais, de acordos decorrentes de ajustes, contratos de gestão e convênios celebrados com

órgãos e entidades da Administração Pública federal, estadual ou municipal, de doações e, ainda, de verbas do orçamento da União ou privadas (BRASIL, 2013b).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se efetivada, a nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa e seus mecanismos de comando e controle permitirão o registro dos passivos ambientais em propriedades rurais e o monitoramento da recuperação desses dessas áreas, gerando uma grande demanda por ações de restauração florestal.

Diante disso, abre-se a possibilidade de se consolidar, em Pernambuco, um mercado associado à restauração florestal, gerador de benefícios ecológicos, no qual produtores de sementes e mudas nativas terão um papel fundamental. A importância dos viveiros florestais não está apenas no seu caráter ambiental. Representa, também, reflexos econômicos e de inclusão social, uma vez que esta atividade necessita de mão-de-obra, com consequente geração de empregos. Atualmente, este setor encontra-se apoiado em tecnologias de produção bastante precárias, que por sua vez se refletem em um elevado preço desse insumo.

O cenário encontrado indica a necessidade de se investir em capacitação e estrutura para que os viveiros florestais possam ampliar a produção e baratear os custos com a produção de mudas. Além disso, urge a necessidade de se colocar em prática mecanismos que possibilitem rendimentos econômicos a partir de florestas nativas, minimamente comparáveis ao custo de oportunidade da terra, para que estratégias de atuação para a conservação através do plantio de mudas possam ser concretizadas.

## REFERÊNCIAS

- AGNEW, L. J.; LYON, S.; GÉRARD-MARCHANT, P.; COLLINS, V. B.; LEMBO, A. J.; STEENHUIS, T. S.; WALTER, M. T. Identifying hydrologically sensitive areas: bridging the gap between science and application. **Environmental Management**, v. 78, p. 63-76, 2006.
- ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A.; PEREIRA, I. M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. **Rev. Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 360-372, 2006.
- ALVES-COSTA, C. P.; LÔBO, D.; BRANCALION, P. H. S.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S.; SANTOS, A. M. M.; RODRIGUES, R. R.; TABARELLI, M. **Implementando reflorestamentos com alta diversidade na Zona da Mata nordestina**: guia prático. Recife: J. Luiz Vasconcelos, 2008.
- ANDRADE, Daniel Caixeta. **Modelagem e Valoração de Serviços Ecossistêmicos**: Uma contribuição da Economia Ecológica. 2010. 269 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- ARONSON, J. O que pode e deveria ser legalizado na restauração ecológica? **Rev. árvore**, v. 34, p. 451- 454, 2010.
- ATTANASIO, Cláudia Mira et al. **Método para a identificação da zona ripária**: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP), 2006.
- ATTANASIO, Cláudia Mira et al. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia**, v. 71, n. 4, p. 493-501, 2012.
- BARBOSA, L.M.; MARTINS, S.E. **Diversificando o reflorestamento no estado de São Paulo: espécies disponíveis por região e ecossistema**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2003.
- BARTON, J. L.; DAVIES, P. E. Buffer strips and streamwater contamination by atrazine and pyrethroids aerially applied to Eucalyptus nitens plantations. **Australian Forestry**, v. 56, p. 201-210, 1993.
- BECKER, Fátima Guedes; SEEHUSEN, Susan Edda. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011.
- BENJAMIN, Antonio Herman de Vasconcellos. Introdução ao Direito Ambiental brasileiro. **Rev. de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 4, n. 14, p. 48-82, 1999.

BISHOP, K.; BUFFAN, I.; ERLANDSSON, M.; FOLSTER, J.; LAUDON, H.; SEIBERT, J.; TEMNERUD, J. *Acqua Incognita:the unknown headwaters. Hydrological Processes*, v. 22, p. 1239-1242, 2008.

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Iniciativa BNDES Mata Atlântica**. Brasília, 2015.

BORGES, Luís Antônio Coimbra *et al.* Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, 2011.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem service? The need for standardized enviromental accouting units. **Elsevier**, 2007.

BRAGA, Ricardo. **Instrumentos para a gestão ambiental e de recursos hídricos**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2009.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Rev. Árvore**, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.

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

BRASIL. Decreto Federal n.º 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o código florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 1934.

BRASIL. Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Instituiu o novo Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 1965.

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 1981.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Lei n.º 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 1991.

BRASIL. Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 1998.

BRASIL. Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2006.

BRASIL. Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Projeto de Lei n.º 792, de 2007. Dispõe sobre a definição de serviços ambientais e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2007.

BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2008.

BRASIL. Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - IBAMA. Resolução CONAMA n.º 429, de 28 de fevereiro de 2011 . Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2011.

BRASIL. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2012a.

BRASIL. Decreto n.º 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2012b.

BRASIL. Lei n.º 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2012c.

BRASIL. Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei n.º 8.171, de 17 de janeiro de 1991. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2013a.

BRASIL. Lei n.º 12.854, de 26 de agosto de 2013. Fomenta e incentiva ações que promovam a recuperação florestal e a implantação de sistemas agroflorestais em áreas rurais desapropriadas e em áreas degradadas, nos casos que especifica. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2013b.

BRASIL. Decreto n.º 8.235, de 5 de maio de 2014. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto n.º 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2014a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n.º 2, de 06 de maio de 2014. Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural- CAR. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2014b.

BRASIL. Lei n.º 13.335, de 14 de Setembro de 2016. Altera a Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, para dispor sobre a extensão dos prazos de inscrição no Cadastro Ambiental Rural e adesão ao Programa de Regularização Ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2016.

BURKHARD, B.; PETROSILLO, I.; COSTANZA, R. Ecosystem services – bridging ecology, economy and social sciences. **Ecological Complexity**, v. 7, p. 257-259, 2010.

CALDATO, Silvana Lucia *et al.* Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, v. 6, n. 1, p. 27-38, 1996.

CÂMARA, C. D. **Efeitos do Corte Raso de Eucalipto Sobre o Balanço Hídrico e a Ciclagem de Nutrientes em uma Microbacia Experimental**. 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CÂMARA, I. G. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: C. Galindo Leal; I. G. Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. **Center for Applied Biodiversity Science and Island Press**, Washington, D.C., p. 31-42, 2003.

CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica**: uma rede pela floresta. Brasília: RMA, 2006.

CAMPINHOS JR., E. ; IKEMORI, Y.K. Implantação de nova técnica na produção de essências florestais. São Paulo: **Silvicultura**, v. 8, n. 28, mai., 1982.

CAMPOS, Francisco Ferreira de; MATIAS, Lindon Fonseca. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e sua situação de uso e ocupação. **Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 309-319, 2012.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v. 23, n.º 5, p. 618-622, 2000.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciências, tecnologia e produção. 3 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988.

CARVALHO, T. M.; LATRUBESSE, E.M. O uso de modelos digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da bacia hidrográfica do Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 5, n. 1, p. 85-93, 2004.

CASTRO, D. (Org.). Práticas para restauração da mata ciliar. Porto Alegre: Catarse. Coletivo de Comunicação, 2012.

CAVALCANTI, Clóvis (org.). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas.** São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 436 p., 1997.

CÉZAR, P. B.; OLIVEIRA,R. R. **A Floresta da Tijuca e a cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p. 1172, 1992.

CHABARIBERY, Denyse *et al.* Recuperação de matas ciliares: sistemas de formação de floresta nativa em propriedades familiares. **Informações Econômicas**, v. 38, n. 6, p. 07-20, 2008.

CLEWELL, A. F.; ARONSON, J. (eds.). **Ecological restoration:** principles, values, and structure of an emerging profession. 2 ed. Washington, D.C.: Island Press, 2013.

COCKLE, K. L.; RICHARDSON, J. S. Do riparian buffer strips mitigate the impacts of clearcutting on small mammals? **Biological Conservation**. v. 113, p. 133 – 140, 2003.

COIMBRA-FILHO, A. F.; CÂMARA, I. G. **Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil.** Rio de Janeiro: FBCN, 1996.

CORVELLO, W. B. V. **Utilização de mudas da regeneração natural em reflorestamentos com espécies nativas.** 1983. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

COUTINHO, Luciano Melo *et al.* Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo - ES. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 425-434, 2013.

DALY, H. E.; FARLEY, J. Ecological Economics: principles and applications. **Island Press**, Boston, 2004.

DE GROOT, R.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. A typology for the classification, discription and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Elsevier**, 2002.

DEAN, Warren. **A ferro e fogo**: a historia e a devastacao da Mata Atlântica. 1 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DRUMMOND, J. A. O jardim dentro da máquina: breve história ambiental da Floresta da Tijuca. **Estudos Históricos**, v. 1, p. 278-294, 1988.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong., Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.177-181, 1993.

ELMORE, W.; BESCHTA, R. L. Riparian áreas: perceptions in management. **Rangelands**, Denver, v. 9, n. 6, p. 260-265, 1987.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fepaf, 2003.

ESTAVILLO, Candelaria; PARDINI, Renata; DA ROCHA, Pedro Luís Bernardo. Forest loss and the biodiversity threshold: an evaluation considering species habitat requirements and the use of matrix habitats. **PloS one**, v. 8, n. 12, p., 2013.

FARIA, G. M. **Diversidade de espécies nos viveiros florestais do Centro de Endemismo Pernambuco e suas implicações ecológicas**. 2010. 34 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

FERREIRA, Daniel Assumpção Costa; DIAS, Herly Carlos Teixeira. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 617- 623, 2004.

FERRIER, R. C., EDWARDS, A. C., HIRST, D., *et al.* Water Quality of Scottish Rivers: Spatial and Temporal Trends. **The Science of the Total Environment**, v. 265, p. 327-342, 2001.

FISCHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Elsevier**, 2008.

FREITAS, S. R.; NEVES, C. L.; CHERNICHARO, P. Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in Atlantic forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 4, 2006.

FRY, J. F.; STEINER, F. R.; GREEN, D. M. Riparian evaluation and site assessment in Arizona. **Landscape and Urban Planning**. Amsterdam, v. 28, p. 179 – 199, 1994.

GALINDO-LEAL, C; JACOBSEN, T. R.; LANGHAMMER. P. F.; Olivier, S. State of the hotspots: the dynamics of biodiversity loss. In: C. Galindo-Leal; I.G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. P. 12-23. **Center for Applied Biodiversity Science e Island Press**, Washington, D.C., 2003.

GALVÃO, A.P.M.; MEDEIROS, A. C. S. **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002.

GARCIA, Yara Manfrin. O código florestal brasileiro e suas alterações no Congresso nacional. **Geografia em Atos** (Online), v. 1, n. 12, 2012.

GIRÃO, Raphael; FERNANDES, Pedro José. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente e identificação de conflitos legais de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Jacaré**. Rio de Janeiro, 2014.

GOMES, J. M; COUTO, L.; BORGES, R. C. G. et al. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de Ipê, Copaiba e Angico Vermelho. **Árvore**. Viçosa. v.15, n. 1, p. 35-42. 1990.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M; BENEDETTI, V. (eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p 309-350.  
HIGA, A. R.; SILVA, L. D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. 266p.

HORBACH, Micheli Angélica. **Restauração florestal em São Paulo**: diagnóstico de projetos e estudo de caso de produtores de sementes. 2013. 150 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Vegetação do Brasil 2004**. Brasil, 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

IBGE – Instituto Nacional de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006.** Brasil, 2006. Disponível em:  
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>  
 Acesso em: fev/2016

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Brasil, 2010. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/1QH>. Acesso em: 03 fev. 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa da Área de Aplicação da Lei n.º 11.428 de 2006.** 2 ed., 2012. Disponível em:  
[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas\\_doc6.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/mapas_doc6.shtml).  
 Acesso em: 04 fev. 2016.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Sistema de Cadastro Rural (SCRN) – Índices básicos de 2013.** Brasil 2013. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/tabela-modulo-fiscal> Acesso em: fev/2016.

INICIATIVA VERDE - Sustentabilidade: **Adequação e Legislação Ambiental no meio Rural.** 2 ed., São Paulo, SP. Disponível em: [www.iniciativaverde.org.br](http://www.iniciativaverde.org.br).  
 Acesso em: 04 fev. 2016.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Gargalos da Regulamentação da Produção e Comercialização de Sementes e Mudas Florestais Nativas no Brasil.** Relatório Técnico. Brasília, 2014.

KAGEYAMA, P.; CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantação de espécies arbóreas nativas. **IPET**, Piracicaba, v. 42, p. 83-93, 1989.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, p. 249-269, 2004.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. O papel do ecossistema ripário. In: LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. (orgs.). **As florestas plantadas e a água:** Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: RiMa, p. 77-87, 2006.

LINDNER, Elfride Anrain; SILVEIRA, N. F. Q. **A legislação ambiental e as áreas ripárias.** I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias–Alfredo Wagner–SC, p. 49, 2003.

LOWRANCE, R.; ALTIER, L.S.; NEWBOLD, J.D.; SCHNABEL, R.R.; GROFFMAN, P.M.; DENVER, J.M.; CORRELL, D.L.; GILLIAN, J.W.; ROBINSON, J.L.; BRINSFIELD, R.B.; STAVER, K.W.; LUCAS, W.; TODD, A.H. Water quality functions

of riparian forest buffers in Chesapeake Bay watersheds. **Environmental Management**, v. 21, p. 687-712, 1997.

MA, Millennium Assessment. **Ecosystems and Human Well-being: A Framework for assessment**. Island Press. Washington, 2003.

MACEDO, A. C. **Produção de mudas em viveiros florestais**: espécies nativas. São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

MAGETTE, W. et al. Vegetated filter strips for nonpoint source pollution control. **ASAE Paper**, n. 86, p. 2024, 1986.

MAGNAGO, L. F. S.; MARTINS, S. V.; VENKKE, T. S.; IVANAUSKAS, N. M. Os processos e estágios sucessionais da mata atlântica como referência para a restauração florestal. In: MARTINS, S.V. (ed): **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: UFV, p. 69-100, 2012.

MANTOVANI, W. Conceituação e fatores condicionantes. In: **Simpósio sobre Mata Ciliar** (1989: São Paulo) Campinas: Fundação Cargill, Anais, p.11-19, 1989.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de Matas Ciliares**. Minas Gerais: Aprenda Fácil Editora, 2014.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2 ed. Minas Gerais: UFV, 2015.

MAYER, A. M. How do seeds sense their environment? Some biochemical aspects of the sensing of water potential, light and temperature. **Israel Journal of Botany**, v.35, n.3, p.16, 1986.

McKERGOW, L. A.; WEAVER, D. M.; PROSSER, I. P.; GRAYSON, R. B.; REED, A. E. G. Before and after riparian management: sediment and nutrient exports from a small agricultural catchment, Western Australia. **J. Hydrology**, Amsterdam, v. 270, p. 253-272, 2003.

MEISTER, Kyle; SALVIATI, Victor. O investimento privado e a restauração da Mata Atlântica no Brasil. **Revista de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 2, n. 2, 2015.

MENEZES, Gisela Vianna et al. Recuperação de manguezais: um estudo de caso na Baixada Santista de São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 9, n. 1, p. 67-74, 2005.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v. 3, n.º 4, p. 33-38, 2002.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 92-99, 2010.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário. 7 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011.

MITTERMEIER, R. A.; P. R. GIL; M. HOFFMANN; J. PILGRIM; J. BROOKS; C. G. MIITERMEIER; J. LAMOURUX; G. A. B. FONSECA. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. **Cemex**, Washington, D.C., 2004.

MONDARDO M. L. **Uma proposta prática para a representação de uma bacia hidrográfica através de um modelo digital do terreno (MDT)**. Caminhos de Geografia: Uberlândia, v. 8, n. 21, p. 1 – 7, 2007.

MONTEIRO, Maria Inês; CORRÊA FILHO, Heleno Rodrigues; SIQUEIRA, Carlos Eduardo. Green Jobs, green economy: ampliando as possibilidades de desenvolvimento sustentável. In: Vilarta R, Gutierrez GL, Monteiro MI (orgs.). **Qualidade de vida**: evolução dos conceitos e práticas no século XXI. Campinas: Ipes Editorial, p. 169-206, 2010.

MUSCUTT, A. D.; HARRIS, G. L.; BAILEY, S. W. DAVIES, D. B. Buffer zones to improve water quality: a review of their potential use in UK agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 45, p. 59-77, 1993.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Philadelphia, v.403, p. 858–863, 2000.

NAIMAN, R. J.; DÉCamps, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review Ecological System**, v. 28, p. 621-658, 1997.

NAVE, A.G. Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP. 2005. 230 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

NBL, Engenharia Ambiental Ltda e The Nature Conservancy (TNC). 2013. **Manual de Restauração Florestal**: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. Belém, PA, 128p. Disponível em: <<http://www.nature.org/media/brasil/manual-de-restauracao-florestal.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2016.

NELLEMAN, C.; CORCORAN, E. Dead Planet, Living Planet, Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development: A Rapid Response Assessment. Arendal: **United Nations Environment Programme**, 112 p, 2010.

NOBRE, C. A. Amazônia e o carbono atmosférico. **Scientific American**, Brasil, São Paulo, v. 6, p. 36 – 39, 2002.

NOGUEIRA, A.C.; MEDEIROS, A.C.S. **Coleta de sementes florestais nativas**. Colombo: Embrapa florestas, circular técnica, 2007  
ODUM, Eugene Pleasants. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 434 p, 1985.

OLIVEIRA, Renata Evangelista de; ENGEL, Vera Lex. A restauração ecológica em destaque: um retrato dos últimos vinte e oito anos de publicações na área. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 303-315, 2011.

PACTO, Pacto pela restauração da Mata Atlântica. **Método utilizado para o Mapeamento das áreas potenciais de restauração na Mata Atlântica**. São Paulo, 2009.

PARVIAINEN, J. **O desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e local de plantio**. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. Anais. Curitiba: FUPEF, v.2, p.111-130. 1981.

PERNAMBUCO, Companhia Pernambucana de Meio Ambiente. Instrução Normativa CPRH n.º 7 de 2006. Disciplina os procedimentos da CPRH referentes à aprovação da localização da Reserva Legal em propriedades e posses rurais; à autorização para supressão de vegetação e intervenção em Áreas de Preservação Permanente e à autorização para o desenvolvimento das atividades florestais no Estado de Pernambuco. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Recife, PE, 2006a.

PERNAMBUCO, Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA). **Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco**. Recife: SECTMA, 104 p., 2006b.

PERNAMBUCO, Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Unidade de Geoinformação (ITEP/UGEO). **Hidrografia do estado de Pernambuco em base digital 1:100.000**, 2012. Disponível em: <<http://sigcabure.cprh.pe.gov.br/>>. Acesso em: 04 fev. 2015.

PERNAMBUCO, Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM). Participação do produto interno bruto (PIB) dos municípios no PIB do Estado. 2013. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; DAVIDE, A. C. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes

da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 775-793, 2005.

PINTO, S. R. et al. Governing and delivering a biome-wide restoration initiative: The case of Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. **Forests**, v. 5, n. 9, p. 2212-2229, 2014.

PRADO F. A.; BOIN M. N.; MENEGUETTE A. A. C. Uso de imagens de sensoriamento remoto na análise do cumprimento da legislação ambiental. **Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, p. 4151-4158. Florianópolis, Brasil, 21-26, abr. 2007.

REIS, A. Nucleacao: concepcao biocentrica para a restauracao ecologica. Fonte: **Ciência florestal**, v. 24, p. 509, 2014.

RIBEIRO, M. C. et al. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141–1153, 2009.

RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, XXIV, 546 p, 2010.

RODA, S. A. **Aves do Centro de Endemismo Pernambuco**: composição, biogeografia e conservação. 2003. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.

RODRIGUES, R. R. Florestas ciliares? uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, p. 91- 100, 2004.

RODRIGUES, Jean-Paul. **The Geography of Transport Systems** (2013), New York: **Routledge**, p. 25, 2013.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF, 2009.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. L. (eds.). **Matas ciliares**: conversação e recuperação. São Paulo: USP, p. 91-99, 2000.

ROIZMAN, L. G. **Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de florestas secundárias em São Paulo, SP**. 1993. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

SABINE.G. Diagnóstico Socioeconômico dos Viveiros de Mudas Florestais do Centro de Endemismo Pernambuco.. Recife, 2009. 30 folhas:Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Pernambuco.CCB. Ciências ambientais, 2009.

SAE, Secretaria para Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Impacto da revisão do código florestal:** como viabilizar o grande desafio adiante?. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.sae.gov.br/documentos/artigos/>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

SALVADOR, J. L. G. Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios. **CESP Série Divulgação e Informação**, São Paulo, n.105, p.1-29, 1987.

SANQUETTA, C. R. (org.). **As florestas e o carbono**. 1 ed. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2002.

SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas para Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. (eds.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP, cap. 15, p. 313 – 318, 2000.

SANTOS P. L.; FERREIRA R. A.; DE ARAGÃO A. G.; AMARAL L. A. OLIVEIRA A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, Minas Gerais, v. 36, n. 2, p. 237-245, 2012.

SCHIAVINI, I. Environmental characterization and groups of species inf gallery forests. In: **International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions with Special reference to Gallery Forests** (1996: Brasília) Brasília: UNB Proceedings, p.107-113, 1997.

SER, Society for Ecological Restoration International. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. Washington, 2004. Disponível em: <<http://www.ser.org/docs/default-document-library/ser-primer-portuguese.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

SILVA, Ana Paula Moreira *et al.* **Desafios da Cadeia de Restauração Florestal para a Implementação da Lei n.º 12.651/2012 no Brasil**. IPEA, 2014.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, Philadelphia, v.404, p. 72-74, 2000.

SIMÕES, J.W. **A problemática de produção de mudas em essências florestais**. Série técnica IPEF. Piracicaba: ESALQ/USP, v. 4, n.13, p 1-29, dez 1987.

SIQUEIRA FILHO, J. A. **Biologia reprodutiva de espécies de Bromeliaceae em um fragmento de floresta Atlântica.** 1998. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

SOARES-FILHO, Britaldo *et al.* Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.

SORREANO, M. C. M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades.** 2002. 145 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 2013-2014 – Relatório Final.** Márcia Makiro Hirota (coord.). São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2015.

SPAROVEK, Gerd *et al.* A revisão do Código Florestal brasileiro. Novos Estudos-CEBRAP, n. 89, p. 111-135, 2011. SWIOKLO, M.T. Legislação florestal: evolução e avaliação. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6, 1990, Campos do Jordão, SP. **Anais...** Campos do Jordão, p.55-58. 1990.

STAPE, J.L.; BALLONI, E.A.; BACAXIXI, L. **Sistema de produção de mudas da Ripasa.** In: Encontro Técnico Florestal, v. 3, Montes Claros, 1987.

STRAUBE F. C. Mata ou Floresta? **Atualidades Ornitológicas**, n. 128, p. 2, 2005.

TABARELLI, M. *et al.* Desafios e oportunidades para conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megabiodiversidade**, v.1, n. 1, p. 132 – 138, 2005.

TALITA F. F. S.; FILHO-JOEL F. C.; FRANCISCO P. R. M.; JÚNIOR-BRAGA J. M. Sistema de informações geográficas (SIG) para a gestão ambiental de bacias hidrográficas. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. **Anais...** p. 001 – 004, Recife, PE, 2010.

TSUKAMOTO, Y.; KUSAKABE, O. Vegetative influences on debris slide occurrences on steep slopes in Japan. Proc. Sump. Effects of Forest Land Use on Erosion and Slope Stability. **Environment and Policy Institute**, Honolulu, Hawaii. 1984.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos/Potencial impacts of changes in the Forest Law in relation to water resources. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67, 2010.

UCHOA NETO, C. A. M.; TABARELLI, M. **Diagnóstico e estratégia de conservação do Centro de Endemismo Pernambuco.** Recife, Relatório CEPAN, 2003. 68 p. Disponível em: <[www.cepan.org.br](http://www.cepan.org.br)>. Acesso em: 17 jul. 2015.

ZAKIA, M. J. B.; FERRAZ, F. F. B.; RIGHETTO, A. M.; LIMA, W. P. Delimitação da Zona Ripária em uma microbacia. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M.J.B. (orgs.). **As florestas plantadas e a água.** São Carlos: RiMa, p. 89-106, 2006.

ZANI FILHO, J.; BALLONI, E.A.; STAPE, J.L. **Viveiro de mudas florestais – análise de um sistema operacional atual e perspectivas futuras.** São Paulo: IPEF, 1989.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

Roteiro do questionário semiestruturado utilizado no desenvolvimento do trabalho.

Nome do viveiro:	
Município:	UF:
Coordenadas:	
Razão Social:	
Nome do entrevistado:	
Função:	
Telefone:	E-mail:
Formação profissional do entrevistado:	
Tempo de funcionamento do viveiro:	
Dimensões:	
Investimento anual no viveiro (R\$):	
Custo por muda (R\$):	
Lucro: ( ) sim ( ) não	R\$:
Quantidade de funcionários:	
Formação dos funcionários:	
Quantidade de funcionários no viveiro:	
Capacidade instalada:	
Capacidade potencial:	
Preço por muda vendida:	
Compradores:	
Finalidade da muda:	
Fonte das sementes:	
Coletor: ( ) Terceirizado ( ) Funcionários	
Metodologia para tratamento das sementes:	