

AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE
RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS FLORESTAIS
PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL

ROAM - PE





Avaliação das Oportunidades de Restauração de Paisagens Florestais para o Estado de Pernambuco, Brasil - ROAM - PE

Recife, 2018

Copyright © by Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan)
Todos os direitos reservados.

Realização

UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA - UICN - Brasil

Execução

CENTRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS DO NORDESTE (Cepan)

Organização

Gabriel Eduardo Favero - Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan)

Joaquim José de Freitas Neto - Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan)

Severino Rodrigo Ribeiro Pinto - Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan)

Revisão

Vinícius de Araújo Klier União Internacional para Conservação da Natureza (UICN)

Autores

Gabriel Eduardo Favero Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan)

Joaquim José de Freitas Neto Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan)

Severino Rodrigo Ribeiro Pinto Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan)

Carlos Eduardo Menezes Silva Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)

Daniel Silva Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS)

Larissa Christina Lopes Lima Universidade de Brasília (UNB)

Liza Rolim Baggio Vicente & Maciel Advogados

Laura Lícia de Mendonça Vicente Vicente & Maciel Advogados

Apoio

Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado de Pernambuco - SEMAS/PE

Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco – CPRH

Capa e diagramação: Carolina Valois

Impressão: Gráfica e Editora Liceu

C397a

Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste

Avaliação das oportunidades de restauração de paisagens florestais para o Estado de Pernambuco, Brasil : (ROAM-PE) / Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste ; União Internacional para a Conservação da Natureza - Brasil ; organizadores: Severino Rodrigo Ribeiro Pinto, Joaquim José de Freitas Neto, Gabriel Eduardo Favero. – Recife : CEPAN, 2018.
112p. : il.

Inclui referências.
Inclui apêndices.

1. PAISAGENS FLORESTAIS – PERNAMBUCO – PRESERVAÇÃO. 2. ECOLOGIA FLORESTAL – PERNAMBUCO – AVALIAÇÃO. 3. BACIAS HIDROGRÁFICAS – PERNAMBUCO – PRESERVAÇÃO. 4. ECOLOGIA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS – PERNAMBUCO – AVALIAÇÃO. 5. ECOSISTEMAS – PERNAMBUCO. 6. SOLOS – USO – PERNAMBUCO – ESTUDO DE CASOS. 7. PAISAGENS FLORESTAIS – PERNAMBUCO – RESTAURAÇÃO – ASPECTOS ECONÔMICOS. 8. PASSIVOS (CONTABILIDADE). 9. MEIO AMBIENTE – PERNAMBUCO – PRESERVAÇÃO. I. União Internacional para a Conservação da Natureza. II. Pinto, Severino Rodrigo Ribeiro. III. Freitas Neto, Joaquim José de. IV. Favero, Gabriel Eduardo. V. Título.

CDU 630
CDD 634.92

PeR – BPE 18-290

ISBN: 978-85-64352-06-3

PREFÁCIO

A aplicação do ROAM (Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração) em Pernambuco teve como referência o Protocolo de Intenções, firmado entre a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (Semas), a Associação IUCN Brasil (União Internacional para Conservação da Natureza) e o Cepan (Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste), em novembro de 2015. O protocolo diz respeito à conjugação de esforços para a proposição de um Plano Estratégico de Restauração Florestal para Pernambuco, com foco na implementação do Código Florestal, no incremento da cobertura florestal e no fortalecimento da economia verde de base florestal, com inclusão social.

Resultado da aplicação da Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração para Pernambuco, o documento se apresenta como referência para se construir estratégias e políticas públicas para a restauração florestal no Estado, definindo prioridades frente aos compromissos assumidos tanto no âmbito do Cadastro Ambiental Rural como globalmente.

O conteúdo do documento expõe de maneira útil e inteligente um conjunto de dados que versam, desde a indicação dos passivos ambientais no Estado, até a explicação dos custos e das oportunidades para a restauração desses passivos. O método utilizado para se chegar ao resultado final desse Relatório levou em conta a aplicação da inteligência espacial, os dados socioeconômicos do Estado, a análise da legislação vigente e das políticas públicas ambientais e o conceito de ecologia da paisagem aplicado a restauração florestal.

Pelos dados apresentados no Relatório, o estado de Pernambuco possui hoje um passivo ambiental que pode ser um dos principais condutores para o ganho de escala das ações de restauração florestal. Será necessário uma atuação firme do Governo do Estado, compartilhada com a sociedade, para regulamentar mecanismos de incentivo econômico à adequação ambiental de imóveis rurais, construir uma agenda que priorize beneficiar quem possui os excedentes florestais em suas propriedades e permitir sua comercialização sob a forma de Cotas de Reserva Ambiental; bem como, implementar a política de pagamento por serviços ambientais, na qual os proprietários possam ser beneficiados pela provisão desses serviços ecossistêmicos essenciais à sociedade.

Portanto, consideramos de suma importância este tipo de publicação que incide diretamente na construção de políticas públicas, estimulando ações integradas em um terreno fértil para articulações e engajamento político, potencializando ações já existentes e promovendo novas oportunidades de restauração florestal no Estado.

CARLOS ANDRÉ VANDERLEI DE VASCONCELOS CAVALCANTI
Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado de Pernambuco.

APRESENTAÇÃO

Este documento consiste em uma compilação dos resultados obtidos a partir da aplicação da Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM) para o estado de Pernambuco. O conteúdo disposto é o resultado das atividades realizadas durante os 14 meses de vigência do projeto.

O trabalho teve início em abril de 2016, inicialmente em formato piloto na bacia hidrográfica do rio Una. Até o presente momento foram geradas informações para todo o estado relacionadas às áreas prioritárias para a restauração e situação de uso e ocupação da terra, análises dos custos e benefícios das ações de restauração sugeridas. Os ecossistemas incluídos na análise foram a Caatinga e a Floresta Atlântica. As principais diretrizes geradas com a aplicação do ROAM-PE estão correlacionadas com encaminhamentos para a implementação do Código Florestal no estado.

SUMÁRIO

CAPITULO 1 – QUANTIFICAÇÃO DE PASSIVOS E CENÁRIO DO ESTADO DE PER- NAMBUCO PARA RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS FLORESTAIS	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	9
2.1 Localização	9
2.2 Clima	10
2.3 Relevo	12
2.4 Cobertura Vegetal	13
2.5 Instrumentos Legais e Políticas convergentes com a RPF	15
3. RESULTADOS	23
3.1 Diretrizes de restauração florestal	23
3.1.1 Síntese das diretrizes de restauração para cada uma das áreas indicadas pelo estudo	23
3.1.2 Aspectos legais	24
3.1.3 Aspectos Ecológicos	27
3.2 Zoneamento e quantificação de áreas indicadas para a restauração	32
3.2.1 Síntese da quantificação de áreas indicadas para a restauração	32
3.2.2 Uso e ocupação – considerações gerais	34
3.2.3 Áreas de Preservação Permanente	36
3.2.4 Zoneamento de áreas para a demarcação de RLs com potencial para favorecer a conectividade estrutural na paisagem	41
3.2.5 Áreas susceptíveis à desertificação	44
3.3 Cenários nas principais bacias hidrográficas do estado de Pernambuco	45
3.4 Oportunidades de restauração nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco.....	48
4. SUBSÍDIOS PARA ANÁLISES DE CUSTOS E BENEFÍCIOS	50
4.1 Considerações gerais	50
4.2 Restauração Ecológica e Serviços Ambientais	52
4.3 Custos e benefícios econômicos da restauração ecológica	55
CAPITULO 2 – AVALIAÇÃO E MODELAGEM ECONÔMICA DA RESTAURAÇÃO NO ESTADO DE PERNAMBUCO	59
1. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS	60
1.1. Custos da restauração	61
1.1.1. Custos por métodos de restauração	61
1.2. Custos de oportunidade da terra	61
1.2.1. Estimativa da receita líquida ponderada das atividades agropecuárias	62
1.2.2. Definição do preço da terra	63

1.3. Modelagem dos benefícios	64
1.3.1. Carbono sequestrado	64
1.3.2. Modelo de taxa de entrega de sedimentos (SDR)	65
2. RESULTADOS	66
2.1 Característica fundiária do estado e passivos florestais	66
2.2 Estimativa dos custos de restauração	67
2.2.1 Custos de intervenção da restauração, por hectare e em larga escala ...	67
2.2.2 Custos de oportunidade da terra	68
2.3 Benefícios da restauração: valoração dos serviços ecossistêmicos	70
2.3.1 Carbono	70
2.3.2 Retenção de sedimentos	70
2.3.3 Produção de água	72
2.3.4 Sistemas Agroflorestais na Caatinga	72
2.4 Mecanismos de financiamento para restauração e compensação	74
2.4.1 Crédito Rural	74
2.4.2 Fundos de investimento e green bonds	75
2.4.3 FNDF, BNDES e outros	75
2.5 Alocação de recursos financeiros e Instrumentos econômicos para restauração em Pernambuco	75
CAPITULO 3 – CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E PRÓXIMOS PASSOS	83
1. CONCLUSÕES	84
1.1 Passivos do estado de Pernambuco	84
1.2 Alocação de recursos para restauração no estado de Pernambuco	85
2. RECOMENDAÇÕES	85
2.1 O que a execução da ROAM/PE nos diz sobre os gargalos para o ganho de escala em restauração florestal?	85
3. PRÓXIMOS PASSOS A SEREM TOMADOS PARA O GANHO DE ESCALA DAS ATIVIDADES DE RESTAURAÇÃO E REDUÇÃO DOS PASSIVOS AMBIENTAIS	87
REFERÊNCIAS	89

CAPITULO 1

QUANTIFICAÇÃO DE PASSIVOS E CENÁRIO DO ESTADO DE PERNAMBUCO PARA RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS FLORESTAIS



1. INTRODUÇÃO

A Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração - ROAM é uma abordagem desenvolvida pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) em parceria com o *World Resources Institute* (WRI), que permite identificar oportunidades, articular atores chave, analisar dados e subsidiar a restauração de paisagens florestais (RPF) conciliando o aumento da cobertura florestal com a geração de benefícios ambientais, sociais e econômicos à comunidade.

A ROAM tem como objetivo apoiar o desenvolvimento de estratégias e programas de restauração florestal em nível nacional ou subnacional, permitindo que os países e estados definam e assumam compromissos alinhados com aqueles relacionados às necessidades locais ou assumidos globalmente – como, por exemplo, o Desafio de Bonn, que consiste na restauração de 150 milhões de hectares de áreas degradadas e desmatadas em todo o mundo até 2020. Em termos gerais, a ROAM pode contribuir com:

- Insumo para a tomada de decisões quanto ao melhor aproveitamento do solo e da paisagem;
- Apoio político à Restauração de Paisagens Florestais;
- Fornecimento de informações para estratégias subnacionais e nacionais de RPF, REDD+, adaptação às mudanças climáticas e biodiversidade, entre outras, e para a integração de esforços entre tais estratégias;
- Otimização de recursos em programas de RPF;
- Engajamento dos principais formadores de políticas públicas e tomadores de decisão de diversos setores, bem como de outros grupos interessados na gestão de paisagens;
- Visão compartilhada e integrada das oportunidades de RPF e do valor de paisagens multifuncionais.

A ROAM propõe uma combinação de engajamento de grupos de interesse (“melhor conhecimento”) com a análise de dados disponíveis (“melhor ciência”) para identificar e investigar oportunidades de RPF. Na prática, essa metodologia propõe um zoneamento de áreas potenciais para a restauração de paisagens florestais, a partir das prioridades locais, e o planejamento para ações de restauração nessas áreas - considerando técnicas e custos de intervenção, bem como uma estimativa dos benefícios ecológicos, sociais e econômicos à comunidade.

A aplicação da ROAM requer, em geral, três etapas de trabalho: (1) preparação e planejamento; (2) coleta e análise de dados; e (3) resultados e recomendações.

A aplicação da ROAM em Pernambuco teve como objetivo contribuir para

a efetivação do **Protocolo de Intenções**, firmado entre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (SEMAS-PE), a Associação UICN BRASIL e o Cegan, no dia 30/11/2015 na cidade do Recife, durante o II Seminário sobre Restauração Ecológica. O protocolo diz respeito à conjugação de esforços para a proposição de um Plano Estratégico de Restauração Florestal para o estado de Pernambuco, com foco na implementação do Código Florestal, no incremento da cobertura florestal e no fortalecimento da economia verde de base florestal.

O Protocolo assinado compartilha objetivos comuns com a Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM):

- Identificar as áreas prioritárias para a restauração no estado;
- Relacionar os tipos de intervenções de restauração mais adequados e viáveis para as áreas avaliadas, bem como determinar os custos e benefícios de cada tipo de intervenção de restauração proposto;
- Analisar opções de investimento e financiamento para a restauração;
- Criar um ambiente de articulação e engajamento político para promover novas oportunidades de RPF e potencializar ações já existentes.

A aplicação da ROAM em escalas subnacionais compreende parte de uma iniciativa maior, de âmbito nacional, liderada pela IUCN Brasil como parte de uma estratégia para fomento de iniciativas de restauração florestal em diferentes regiões do Brasil. Esta metodologia vem sendo aplicada, concomitantemente, em outros estados do país a exemplo de Santa Catarina, Pará, Espírito Santo, São Paulo, além do Distrito Federal.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização

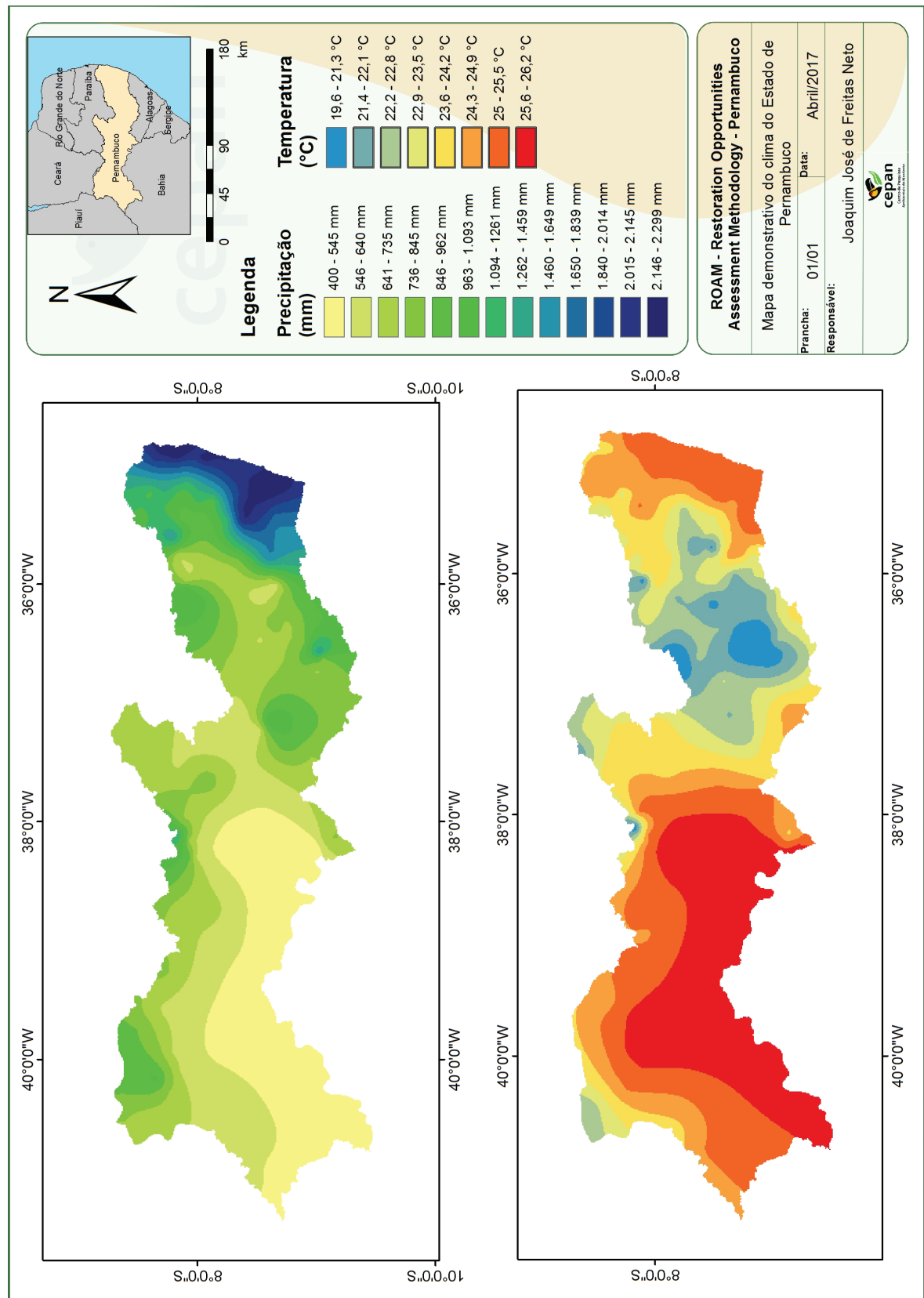
O estado de Pernambuco é uma das 27 unidades federativas do Brasil, estando localizado na região Nordeste, e limitado pelos estados da Paraíba (a norte), Ceará (a Noroeste), Alagoas (Sudeste), Bahia (Sul) e Piauí (Oeste), tendo toda sua costa leste banhada pelo Oceano Atlântico.

2.2 Clima

O clima do estado de Pernambuco é influenciado por fatores naturais (localização geográfica, altitude etc.) e fatores externos como a circulação geral da atmosfera. No Agreste (região de transição entre o Sertão e a Zona da Mata), predomina o clima tropical semiárido e sub-úmido, as chuvas concentram-se principalmente nos meses de março/junho e abril/julho. Na Zona da Mata e Litoral, o clima predominante é o tropical sub-úmido e úmido, onde o principal período chuvoso ocorre nos meses de março a agosto. Os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas no estado são: 1) Zona de Convergência Intertropical (março a maio), 2) Vórtices Ciclônico em Ar Superior (novembro a fevereiro), 3) Cavado e Instabilidades de Frentes Frias (praticamente o ano todo), 4) Ondas de Leste (maio a julho) e 6) Sistemas de Brisa (praticamente o ano todo).

No geral, as temperaturas médias anuais variam entre 20°e 26°C (Figura 1). A insolação média anual varia entre 2.200 a 2.800 horas de brilho solar. As taxas de evapotranspiração potencial média anual é bastante elevada, ultrapassando os valores médios anuais de precipitações, principalmente no setor semiárido. Os totais anuais de chuva variam de leste para oeste cujos valores oscilam entre 400 mm (Sertão) e 2000 mm (Zona da Mata).

Figura 1. Padrões de temperatura e precipitação no estado de Pernambuco.



Existem praticamente três regimes pluviométricos diferenciados, os quais fazem as diferenças climáticas nas mesorregiões do Sertão, Agreste e Zona da Mata. No geral, o estado de Pernambuco é afetado por secas severas quando existe a atuação do fenômeno El Niño (aquecimento acima do normal nas águas superficiais do oceano Pacífico Equatorial) ou Dipolo do Atlântico desfavorável (águas relativamente aquecidas no oceano Atlântico Norte e águas relativamente frias no oceano Atlântico Sul). Em 1993 houve a atuação destes dois fenômenos e em 1998 foi observado o El Niño mais forte do século, ocasionando redução pluviométrica de até 70% no Sertão pernambucano (SOUZA, 1999).

Entretanto, a variabilidade no clima ocorre também em decorrência de outros fenômenos, como é o caso, da La Niña (resfriamento das águas superficiais no oceano Pacífico Equatorial) que de acordo com a sua intensidade moderada a forte provoca aumento significativo nas chuvas do Nordeste do Brasil, e quando se apresenta com intensidade fraca, a influência do oceano Pacífico é praticamente “neutra”, conforme descrição de SOUZA (1999), em relação ao ano de 1999.

2.3 Relevo

O estado de Pernambuco possui uma grande diversidade de relevo e meio físico, tendo essas variações um grande impacto de sua variabilidade climática ao longo de sua extensão, podendo ser segmentada em (EMBRAPA, 2000):

- Faixa sedimentar costeira;
- Maciço da Borborema;
- Depressão do São Francisco;
- Bacias do Jatobá, Mirandiba, São José do Belmonte, Fátima, Betânia e Araripe.

A faixa costeira é constituída por formações quaternárias que formam a baixada litorânea, com a presença de formações fluviais, marinhas e flúvio-marinhas. Compreende ainda a localização do grupo Barreiras, onde se constituem os tabuleiros costeiros, com relevo variando de plano a suave ondulado.

Na área conhecida como Maciço da Borborema, se situa um bloco contínuo, proveniente de um processo de arqueamento ocorrido no Cretáceo Superior e Terciário. Abrigando diversas vertentes, é um delimitador da rede hidrográfica litorânea e serve de curso médio para os principais corpos hídricos do Estado (EMBRAPA, 2000).

No interior do estado estão formações de origem pré-cambriana, predominando as superfícies de pediplanos com relevo de plano a suave ondulado, com a presença de inselbergs, frutos de soerguimentos de pacotes rochosos mais resistentes à erosão diferencial do que as camadas de seu entorno.

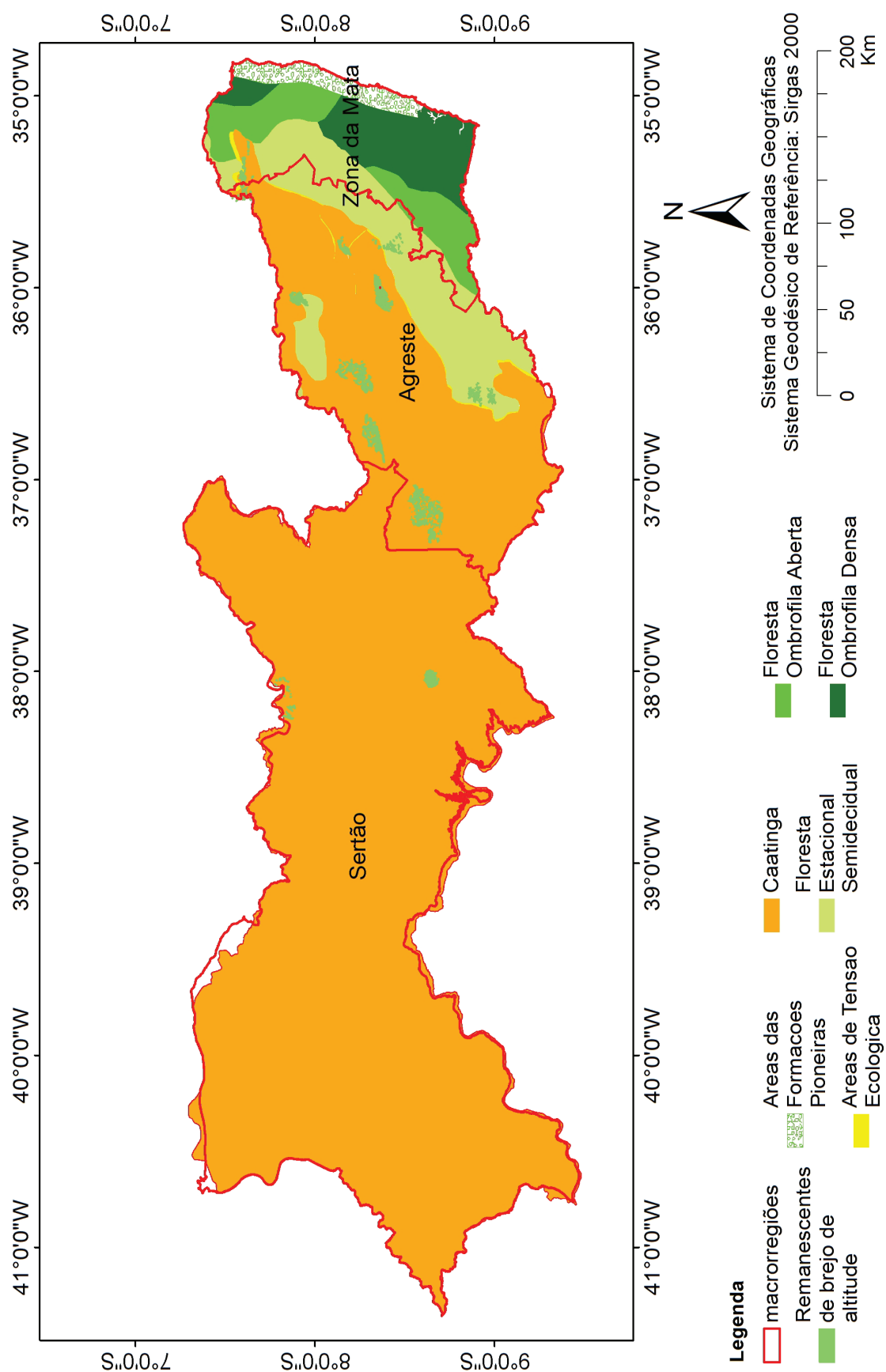
Há ainda as bacias sedimentares do interior do estado, compostas de sedimentos do silúrio/devoniano, com destaque para a bacia do Araripe, representada pela chapada do Araripe, um divisor de águas entre as bacias do rio São Francisco, Jaguaribe e Parnaíba (EMBRAPA, 2000).

2.4 Cobertura Vegetal

Na porção ocidental do estado de Pernambuco estão localizadas as áreas que abrangem as regiões Agreste e Sertão do estado. No Agreste, é característica a qualidade de região de transição entre os biomas Mata Atlântica e Caatinga, havendo a ocorrência de vegetação característica de áreas de tensão ecológica. Na área do Sertão se observa a ocorrência do tipo de cobertura vegetal característica do semiárido, caatinga hipoxerófila e hiperxerófila (Savana Estépica ou Estepe), representada por espécies xerófilas, algumas com espinhos, decíduas e grande presença de Cactáceas e Bromeliáceas.

Na porção oriental do estado se localiza a Zona da Mata, apresentando vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa e Aberta e a Floresta Estacional Semidecidual, hoje já bastante degradada pela ação do homem para atender a exploração da cultura da cana-de-açúcar. Na área litorânea, predomina a vegetação formada por mangues e restingas (Figura 2) (PERNAMBUCO, 2006).

Figura 2. Classes de vegetação no estado de Pernambuco.



Atualmente, supõe-se que alguns poucos remanescentes dão indicação dessa vegetação primária, ocorrendo, em geral, matas secundárias de extensão e estágios sucessionais diversos, distribuídos de forma esparsa por toda área do Litoral Sul de Pernambuco. Localizam-se, via de regra, nos topos e encostas dos morros do Cristalino e de algumas colinas das Formações Cabo, Ipojuca, Algoduais e Barreiras (PERNAMBUCO, 2001).

Outros dois tipos vegetacionais associados à Mata Atlântica são as restingas, constituída pela vegetação peculiar, as quais, outrora ocupava a faixa de solos arenosos dos Terraços Marinhos, paralelos à costa e encontra-se atualmente restrita, a trechos reduzidos dos mesmos e, os mangues, que se apresentam relativamente conservados e estão situados em extensas faixas marginais dos trechos terminais dos principais rios da área. Ocupam terrenos baixos e argilosos, sujeitos ao fluxo constante das marés (PERNAMBUCO, 2001).

Há ainda a ocorrência de áreas de topografia e pluviosidade diferenciadas, denominadas Brejos de Altitude. A combinação entre relevo e exposição ao fluxo predominante de ventos propicia a diminuição das temperaturas e o aumento das chuvas, além da condensação do vapor diretamente na superfície dos vegetais, que funciona como uma precipitação oculta, como apontou Melo (1988), que mesmo não sendo registrada pelos pluviômetros, contribui com o aporte de água no solo ao longo do ano. De acordo com Andrade e Lins (2001), os brejos de altitude e exposição são considerados áreas de exceção no Agreste e no Sertão por uma conjuntura de fatores, não só os de ordem climática, pois apresentam vegetação do tipo mata serrana e os solos são mais profundos e mais aptos ao desenvolvimento das lavouras, o que reflete sobre os tipos de organizações socioeconômicas destas áreas. Durante muito tempo os brejos de altitude e exposição foram considerados os celeiros de produção agrícola do Agreste e do Sertão.

2.5 Instrumentos Legais e Políticas convergentes com a RPF

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 re-

florestamento 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.

Nessa esteira, seguindo a orientação constitucional, foram editadas ao longo dos anos diversas leis federais voltadas a proteção ambiental e a recuperação das áreas degradadas de vegetação nativa. 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 degradadas de vegetação nativa. 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; BRASIL, 1991; BRASIL, 2006; BRASIL, 2009; BRASIL, 2013).

Entretanto, a Lei que merece destaque por ser uma das mais importantes, senão a mais importante no que tange à gestão de paisagens florestais é a Lei federal que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, mais conhecida como Lei de Proteção da Vegetação Nativa ou Novo Código Florestal (Lei Federal n.º 12.651, de 25 de maio de 2012) (BRASIL, 2012a).

O texto dessa Lei procura, de certa forma, reafirmar o compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa para o bem-estar das gerações presentes e futuras, apontando o seu papel fundamental tanto para o crescimento econômico, como para a sustentabilidade das atividades agropecuárias, destacando-se, por conseguinte, a necessidade de criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa (BRASIL, 2012a, art. 1º-A). Reconhecendo a imprescindível função que as florestas e as demais formas de vegetação desempenham, o Novo Código Florestal as classifica como bens de interesse comum a todos os habitantes do país, devendo os direitos de propriedade ser exercido com as limitações impostas pela legislação (BRASIL, 2012a, art. 2º).

A obrigação de preservação e recuperação de áreas protegidas fica bem evidenciada no Novo Código Florestal, principalmente, quando este trata das áreas de Reserva Legal (RLs) (BRASIL, 2012a, art. 12) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) (BRASIL, 2012a, art. 4º):

Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012a, art. 3º, III) e Área de Preservação Permanente (APP): área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012a, art. 3º, II).

As Reservas Legais representam uma cota de vegetação natural que deve ser mantida em propriedades rurais, com tamanho variável de acordo com o domínio biogeográfico do local, podendo variar entre 20% do tamanho total da propriedade na Mata Atlântica, até 80% na Amazônia Legal (BRASIL, 2012a, art. 12).

Já as áreas de preservação permanente são consideradas como áreas rurais ou urbanas, sobre as quais a vegetação deve ser protegida ou recomposta. Dentro desta classificação, estão as áreas localizadas na margem de cursos d'água ou nascentes, lagos e lagoas naturais, em encostas com declividade superior a 45 graus, nas restingas, nos manguezais, nas veredas, nas áreas no entorno de reservatórios d'água artificiais, nas bordas de tabuleiro ou chapadas e nas áreas com altitudes superiores a 1.800 metros (BRASIL, 2012a, art. 4º).

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).

Assim, em resumo, fica evidente que a legislação federal já dispõe de instrumentos suficientes para incentivar 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 em 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 em seu art. 29, o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é o “[...] registro público de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais [...]” (BRASIL, 2012a), 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; BRASIL, 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; BRASIL, 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; BRASIL, 2012b).

Demais 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, a ausência de incentivos econômicos a 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.

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.

Além disso, 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; BRASIL, 2012b; BRASIL, 2014a; BRASIL, 2014b).

Assim, apesar da previsão legal desse “perdão” ter sido, como dito, altamente questionada a 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, geraria uma alta demanda por ações de restauração florestal, possibilitando o alcance, com mais agilidade, de metas públicas de reflorestamento.

No que se refere à legislação estadual, segundo a Constituição Federal (art. 24), compete à União legislar sobre normas gerais em matéria ambiental, cabendo aos Estados suplementar tais normas de acordo com as suas peculiaridades. Apenas no caso de inexistir lei federal sobre determinada matéria é que poderão os Estados exercer a competência legislativa plena, sendo certo que, na superveniência da norma federal, a lei estadual terá a sua eficácia suspensa no que lhe for contrário.

Em Pernambuco, a Lei da Política Florestal foi editada em 1995 (Lei nº. 11.206/1995), suplementando, portanto, na época, o antigo Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/1965).

À semelhança do que previa a antiga codificação florestal, a Política Florestal de Pernambuco, ressaltando a importância da proteção e recuperação das florestas (art. 3º, V), estabeleceu que, em caso de “constatação de degradação de florestas e solos em decorrência da exploração mineral e outros tipos de atividades, o agente da degradação é obrigado a recuperar o ambiente através da execução de projetos de florestamento ou reflorestamento” (art. 12).

Não obstante, é certo que, com a entrada em vigor do novo Código Florestal brasileiro – Lei nº 12.651/2012 –, muitos instrumentos e mecanismos neste previstos não estão contemplados pela norma estadual, a exemplo daqueles que conferem incentivos (suspensão de multas e consolidação de áreas rurais) aos proprietários rurais para que estes, voluntariamente, façam adesão a programas de regularização ambiental, no intuito de restaurar as áreas irregularmente desmatadas sem a necessidade de judicialização de demandas.

Além da Lei Federal de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012) e a Lei da Política Florestal do estado de Pernambuco (Lei nº. 11.206/1995), existem diversas políticas e instrumentos legais, em âmbito nacional, estadual e municipal,

que estabelecem metas, prioridades, convergentes com proposta de RPF no Estado. Grande parte desses instrumentos está voltada para a garantia do provimento e da manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais ao bem estar humano, relacionados, sobretudo, à oferta e qualidade de recursos hídricos, regulação do clima, conservação da biodiversidade e manutenção dos recursos edáficos (solos).

Considerando que o desmatamento é um dos principais gargalos da política ambiental brasileira, o Governo Federal buscou, através de diversas normas esparsas, instituir medidas para estimular as ações de reflorestamento. Apontaremos a seguir apenas algumas delas, (todas as normas consultadas estão compiladas no apêndice 3):

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) - Lei nº 12.187/2009 -, que visa, entre outros objetivos, a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático e a redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes (art. 4º), estabeleceu o compromisso nacional voluntário de implantar ações de mitigação das emissões de GEE, com vistas a reduzir as emissões brasileiras projetadas até 2020 (art. 12). Entre essas ações estão a redução de 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal, em relação à média verificada entre os anos de 1996 a 2005; a redução de 40% dos índices anuais de desmatamento no bioma Cerrado, em relação à média verificada entre os anos de 1999 a 2008; **a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas**; ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares; expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares, entre outros.

A assunção deste compromisso, ainda que voluntário, pelo Brasil, deve orientar as políticas brasileiras no sentido de promover e incentivar ações de recuperação florestal, para que seja possível o alcance das metas estabelecidas. Essa norma, portanto, ainda que em linhas gerais, reforça a necessidade de investimento na cadeia de restauração, e deverá, assim, necessariamente, orientar as políticas ambientais nacionais, estaduais e municipais.

A Lei nº 12.805/2013, que dispõe sobre a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, tem entre seus objetivos os de: “mitigar o desmatamento provocado pela conversão de áreas de vegetação nativa em áreas de pastagens ou de lavouras” e “promover a recuperação de áreas de pastagens degradadas por meio de sistemas produtivos sustentáveis, principalmente da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta-ILPF” (art. 1º).

No âmbito desta Política, compete ao Poder Público difundir a necessidade de racionalização do uso dos recursos naturais nas atividades agropecuárias e florestais, por meio da capacitação de técnicos, produtores rurais, agentes do poder público, agentes creditícios e outros, além de estimular a mudança de uso das

terras de pastagens convencionais em pastagens arborizadas, para a produção pecuária em condições ambientalmente adequadas (art. 3º, VIII e X).

A Lei da Política Agrícola isenta do pagamento do Imposto Territorial Rural (ITR) as APPs, a RL e as áreas da propriedade rural de interesse ecológico para a proteção dos ecossistemas (art. 104), o que poderia também ser considerado como um incentivo à manutenção, conservação e recuperação dessas áreas.

A Lei nº 12.897/2013, que autoriza o Poder Executivo federal a instituir a Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Anater), inclui entre as atribuições desse órgão, a promoção de programas de assistência técnica e extensão rural, com vistas à inovação tecnológica e à apropriação de conhecimentos científicos de natureza técnica, econômica, ambiental e social (art. 1º, § 2º, I), o que poderia ser utilizado para a difusão de técnicas de restauração florestal, visando também a melhoria da produtividade agrícola.

Outro caso é o da Lei Federal nº 12.854/2013, que 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 ainda dispõe 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”.

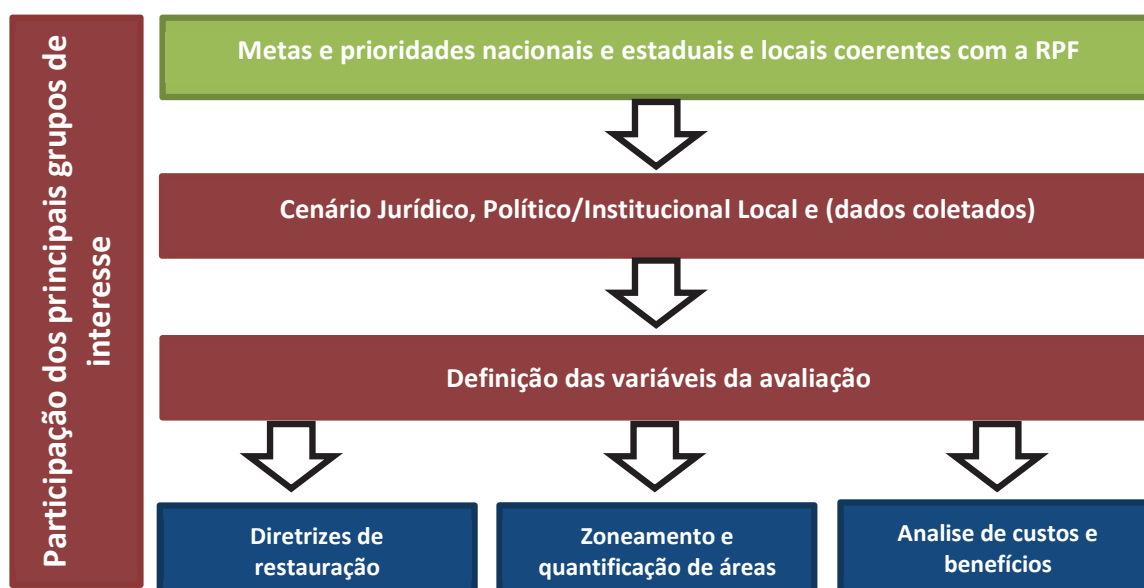
Apesar de ser uma norma mais programática, que não traz, a princípio, nenhuma eficácia imediata, há de se louvar a medida, que reconhece a necessidade de estabelecimento, de forma mais direcionada, de instrumentos que viabilizem, na prática, o incremento das ações de restauração florestal no Brasil.

Enfim, existe uma infinidade de normas federais que trazem as bases necessárias para o estímulo às ações de reflorestamento no Brasil. Algumas, é óbvio, poderiam acelerar a adesão voluntária aos programas com tais fins, como é o caso, por exemplo, de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. A nosso ver, o Brasil peca por ainda não ter aprovado uma norma geral que disponha sobre 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 integram modelos de PSA. As diversas proposições existentes - apensadas ao Projeto de Lei nº 792/2007 - se arrastam há anos no Congresso Nacional.

Percebe-se, assim, que o arcabouço legislativo federal já traz diversas disposições que incentivam a implementação de ações e programas voltados à recuperação de áreas degradadas e à restauração florestal. O mais urgente, a nosso ver, seria a efetiva implantação da legislação já em vigor, principalmente da nova Lei Florestal.

Diante disso, a consolidação dos critérios de análise prioritários para as ações de RPF no estado de Pernambuco levou em consideração o alinhamento entre metas identificadas em instrumentos políticos já existentes e prioridades locais, expressas pelos diferentes grupos de interesse envolvidos no desenvolvimento da avaliação, durante uma oficina realizada na Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado (SEMAS) (Figura 3; Quadro 1).

Figura 3. Fluxograma representando critérios de análise prioritários para a avaliação de oportunidades de restauração no estado de Pernambuco.



Quadro 1. Variáveis escolhidas para a avaliação.

OBJETIVOS LOCAIS ASSOCIADOS À RPF	ASPECTOS LEGAIS E POLÍTICOS	ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO	DIRETRIZES DE RESTAURAÇÃO	CUSTO/BENEFÍCIOS/ OPORTUNIDADES DE FINANCIAMENTO
ÁGUA CLIMA BIODIVERSIDADE SOLO RENDA	DISPOSITIVOS LEGAIS DE DELIMITAÇÃO DE ÁREAS ESPECIALMENTE PROTEGIDAS E OUTRAS ÁREAS DE INTERESSE PARA A RPF; DIRETRIZES TÉCNICAS, PARA AS AÇÕES DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS MEDIANTE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, PREVISTAS EM INSTRUMENTOS LEGAIS E INFRALEGAIS; DISPOSITIVOS LEGAIS QUE POSSAM FOMENTAR, DE FORMA DIRETA OU INDIRETA, AÇÕES DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL;	FAIXAS MARGINAIS DE CURSOS D'ÁGUA NATURAIS PERENES E INTERMITENTES (APP) ÁREAS EM ALTITUDE SUPERIOR A 1.800 METROS (APP) ENCOSTAS OU PARTE DESTAS COM DECLIVIDADE SUPERIOR A 45° (APP) 20% DA PROPRIEDADE RURAL (ÁREA DE RESERVA LEGAL) ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA PROMOÇÃO DE CONECTIVIDADE NA PAISAGEM - LOCALIZADAS EM ÁREAS DE CONCENTRAÇÃO DE PEQUENAS ÁREAS FLORESTADAS ; ZONAS SUJEITAS A DESERTIFICAÇÃO	CONDUÇÃO DE REGENERAÇÃO NATURAL (RESTAURAÇÃO PASSIVA) PLANTIO EM ÁREA TOTAL (RESTAURAÇÃO ASSISTIDA) SISTEMAS AGROFLORESTAIS (RESTAURAÇÃO COM FINS ECONÔMICOS)	CUSTOS PARA A RESTAURAÇÃO DAS ÁREAS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA O MERCADO PRODUTOR DE INSUMOS FLORESTAIS POTENCIAL DE BENEFÍCIOS ECONÔMICOS - DECORRENTES DAS INTERVENÇÕES QUE POSSIBILITEM USO ECONÔMICO PROVIMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS FINANCIAMENTO PÚBLICO FINANCIAMENTO PRIVADO

3. RESULTADOS

3.1 Diretrizes de restauração florestal

3.1.1 Síntese das diretrizes de restauração para cada uma das áreas indicadas pelo estudo

Durante o estudo, baseado nos dados coletados, foram definidas áreas a serem indicadas para restauração visando, tanto sanar passivos ambientais decorrentes da não adequação à legislação vigente, quanto promover a conectividade estrutural das paisagens florestais e estimular a conservação em áreas definidas como prioritárias a este fim. Dessa forma, no quadro 2 estão definidas as principais diretrizes de restauração florestal indicadas para cada uma dessas áreas.

Quadro 2. Síntese das diretrizes de restauração indicadas pelos participantes da avaliação para cada uma das áreas indicadas.

Áreas prioritárias mapeadas	Dispositivos	Diretriz de restauração				
		Regeneração natural de espécies nativas	Regeneração natural de espécies nativas + Plantio de mudas de espécies nativas	Plantio de mudas de espécies nativas em área total	Plantio intercalado de mudas de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo nativas ou exóticas*	Plantio intercalado de mudas de espécies nativas + exóticas ou frutíferas em Sistema Agroflorestal*
Faixas marginais de cursos d'água naturais perenes e intermitentes (APP)	Art. 4º da Lei sobre a proteção da vegetação nativa - Lei Federal n.º 12.651/12	●	●	●	●	
Áreas em altitude superior a 1.800 metros (APP)		●	●	●	●	
Encostas ou partes destas com declividade superior a 45° (APP)		●	●	●	●	
Zoneamento de áreas para a demarcação de RLs (considerando conectividade estrutural na paisagem)	Art. 12º, III e art. 14º da Lei sobre a proteção da vegetação nativa (Lei Federal n.º 12.651/12). Art. 27º, Art. 28º da Política florestal do estado de Pernambuco (Lei Estadual n.º 11.206/1995)	●	●	●	●	●
Áreas susceptíveis a desertificação	Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Art. 10º da Política estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca (lei nº 14.091/10)	●	●	●	●	●
Áreas prioritárias para a conservação	Ministério do meio Ambiente	●	●	●	●	●

* Plantio intercalado de nativas + exóticas lenhosas e frutíferas (mín. 50% de nativas)

3.1.2 Aspectos legais

Do ponto de vista legal, as regras que disciplinam as metodologias de recuperação florestal se encontram bastante dispersas nas inúmeras normas que disciplinam a proteção florestal no Brasil, sobretudo nos atos normativos expedidos pelos órgãos responsáveis pela gestão florestal. Não obstante, após a análise da legislação relativa ao tema, entende-se que algumas podem ser apontadas como centrais para as ações de restauração.

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 áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente (APPs), estas últimas incluem, dentre outras, as faixas marginais de cursos d'água naturais, as áreas em altitude superior a 1.800 metros e de encostas ou parte destas com declividade superior a 45°. As regras gerais para a execução das ações de recuperação das APPs (art. 61-A, §13, I a IV) e áreas de RL (art. 66) encontram-se resumidas a seguir (Figuras 4 e 5).

Figura 4. Métodos de recomposição de APPs previstos nos atuais instrumentos Legais.

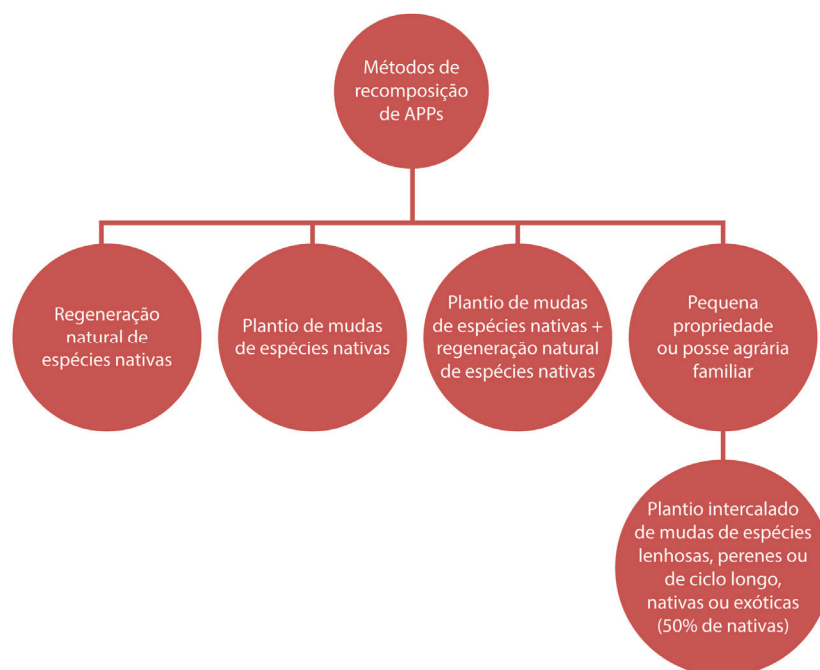
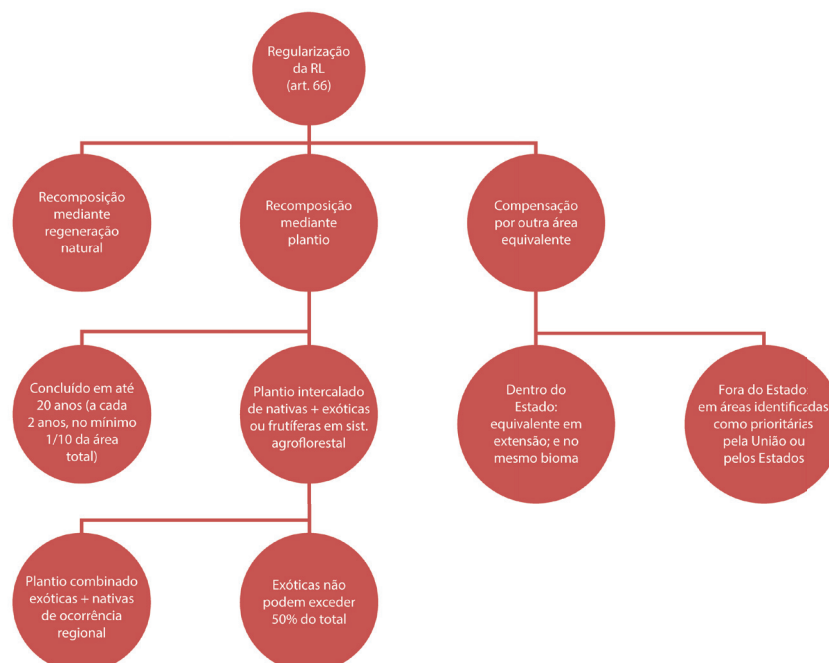


Figura 5. Métodos para a regularização de RLs previstos nos atuais instrumentos legais.



Em Pernambuco, a Instrução Normativa CPRH n.º 07/2006 (PERNAMBUCO, 2006) 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, 2006, art. 17, § 4º).

A metodologia para a recuperação das APPs pode ser encontrada, de forma mais específica, na Resolução CONAMA n.º 429/2011, que procura traçar, ainda que de modo geral, os critérios mínimos que devem ser observados na elaboração dos projetos de restauração florestal dessas áreas protegidas (CONAMA, 2011).

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

Art. 4º [...]:

- 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 (CONAMA, 2011, art. 4º).

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.º 429/2011 estabelece que devam ser observados, no mínimo, os seguintes requisitos e procedimentos:

Art. 5º [...]:

- I - manutenção dos indivíduos de espécies nativas estabelecidos, plantados ou germinados, pelo tempo necessário, sendo no mínimo dois anos, mediante coroa-mento, 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 §§ 1º e 2º deste artigo (CONAMA, 2011, art. 5º).

Ainda em termos de normas orientadoras para a elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas, a IN IBAMA nº 04/2011, a primeira no âmbito federal a tratar exclusivamente do tema, constitui uma importante fonte de diretrizes e procedimentos para guiar a realização e a execução ações de restauração. Entre outros parâmetros, disciplina esta norma o seguinte:

Art. 6º. Quando for proposta a implantação direta de espécies vegetais, seja por mudas, sementes ou outras formas de propágulo, deverão ser utilizadas espécies nativas da região na qual estará inserido o projeto de recuperação, incluindo-se, também, aquelas espécies ameaçadas de extinção, as quais deverão ser destacadas no projeto.

Art. 7º. Para os casos de plantio de mudas, na definição do número de espécies vegetais nativas e do número de indivíduos por hectare a ser utilizado na recuperação das áreas degradadas ou alteradas, deverão ser considerados trabalhos, pesquisas publicadas, informações técnicas, atos normativos disponíveis, respeitando-se as especificidades e particularidades de cada região, visando identificar a maior diversidade possível de espécies florestais e demais formas de vegetação nativa, buscando-se, com isso, obter maior compatibilidade com a fitofisionomia local.

Art. 8º. As espécies vegetais utilizadas deverão ser listadas e identificadas por família, nome científico e respectivo nome vulgar. Parágrafo único. Na definição das espécies vegetais nativas a serem empregadas na recuperação das áreas degradadas ou alteradas, deverá ser dada atenção especial àquelas espécies adaptadas às condições locais e àquelas com síndrome de dispersão zoocórica.

3.1.3 Aspectos Ecológicos

Restaurar pode significar recriar comunidades biológicas viáveis, com características de estrutura previamente definidas (comunidades alvo) e que são parte de ecossistemas com padrões de funcionamento, também, previamente definidos (ecossistemas alvo) (URBANSKA *et al.* 2000, ENGEL & PARROTA 2003). No caso das florestas tropicais extremamente fragmentadas, a restauração pode ser idealizada

na escala local (*i.e.*, sítio abandonado), de paisagem (*i.e.*, arquipélago de fragmentos florestais e suas matrizes), ou de região (*i.e.*, unidades biogeográficas ou conjuntos de paisagens). Este conceito de restauração não implica em restabelecer as comunidades e/ou os ecossistemas originais e, sim, atingir padrões definidos em função de objetivos, cenários biológicos e possibilidades materiais (Parker *et al.*, 2000). Em várias regiões tropicais, a restauração ecológica representa uma ação essencial para ampliar a quantidade e a qualidade dos habitats, o número e o tamanho das populações das espécies ameaçadas de extinção e, desta forma, evitar o empobrecimento drástico destas biotas (TABARELLI & GASCON, 2005) e restabelecer serviços ambientais perdidos.

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; CALEGARIO, 1993; ENGEL; PARROTA, 2003; KAGEYAMA; GANDARA, 2004; MARTINS, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 1995).

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.

I. 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; CALEGARIO, 1993; ENGEL; PARROTA, 2003; KAGEYAMA; GANDARA, 2004; MARTINS, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 1995). 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; CALEGARIO, 1993; ROIZMAN, 1993; SORREANO, 2002; SILVA *et al.*, 1995).

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 a 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; CALEGARIO, 1993).

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 coíbem 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 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 é necessário conhecer a dis-

tância 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.

II. 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).

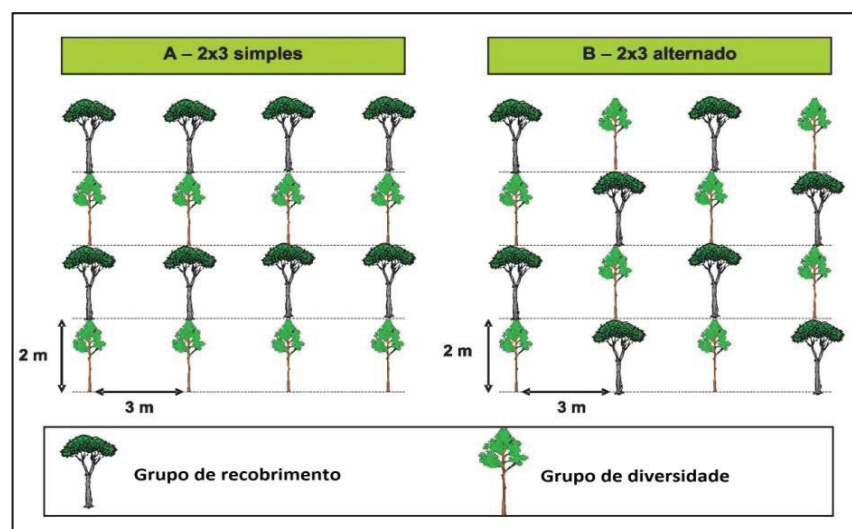
A diversidade de espécies que deverá ser utilizada em um plantio total irá depender da expectativa, mesmo que reduzida, da chegada de propágulos fornecidos pela paisagem. Porém, quando essa possibilidade é nula, o plantio de uma elevada diversidade de espécies é necessário, pois de outro modo não seria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

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 6).

Figura 6. 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).

III. Restauração com Sistemas Agroflorestais

Os sistemas agroflorestais (SAF) são entendidos como um sistema de uso da terra onde espécies lenhosas e perenes como árvores, arbustos e palmeiras são deliberadamente utilizados nas mesmas unidades de área com culturas agrícolas e/ou animais em um determinado arranjo espacial/temporal. Esse conceito dado pelo *International Center of Research in Agroforestry* (ICRAF) engloba uma série de práticas que englobam desde os mais simples, que constituem consórcios agroflorestais – consórcios de espécies agrícolas com arbóreas sem a preocupação da dinâmica de sucessão ecológica e biodiversidade – para os mais complexos, que constituem ecossistemas agroflorestais, tendo uma diversidade de espécies e dinâmica similar às florestas naturais (AMADOR, 2003).

Não diferente dos modelos de restauração já citados, nos modelos de restauração com SAF, são selecionadas técnicas através da elaboração de um diagnóstico prévio, sempre acompanhado de uma análise de cenário acerca do contexto de paisagem e social que a propriedade se enquadra. Os diagnósticos requerem uma análise mais profunda para sua implantação, uma vez que seus beneficiários diretos terão como principal atrativo à adoção dessa atividade a obtenção de benesses provenientes à produção e comercialização de alimentos.

Busca-se com a restauração utilizando-se SAF, a conciliação entre prestação de serviços ambientais básicos, como no caso das áreas de preservação permanente em margens de corpos hídricos, onde é possível, com um incremento em renda e produção de alimentos. Em locais onde a segurança alimentar ainda é ameaçada e o cenário fundiário permita a utilização dentro dos parâmetros legais dessas técnicas, é prioritário se planejar sua utilização.

3.2 Zoneamento e quantificação de áreas indicadas para a restauração

3.2.1 Síntese da quantificação de áreas indicadas para a restauração

A restauração das áreas mapeadas como indicadas demandaria a conversão de 3.452.722 ha das áreas atualmente ocupadas com atividades agropecuárias, em florestas nativas e sistemas agroflorestais. Este montante representa 35,28% de toda a área da mapeada e 61% das áreas ocupadas com agricultura e pecuária, identificadas a partir do mapeamento de uso e ocupação da terra do estado de Pernambuco (mostrado adiante).

O Quadro 3 apresenta a quantidade de áreas indicadas para ações de RPF em Pernambuco, em função da diretriz de restauração adequada para cada tipo de área. Do total de áreas indicadas para a restauração, recomenda-se que 569.814 ha sejam reflorestados com culturas em sistemas agroflorestais e 154.998 ha sejam restaurados unicamente com espécies nativas.

Quadro 3. Síntese da quantificação de áreas indicadas para a restauração.

Áreas prioritárias mapeadas	Dispositivos	Quantidade de área prioritária (ha) por diretriz de restauração					TOTAL	
		Regeneração natural de espécies nativas	Regeneração natural de espécies nativas + Plantio de mudas de espécies nativas	Plantio de mudas de espécies nativas em área total	Plantio intercalado de mudas de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo nativas ou exóticas*	Plantio intercalado de mudas de espécies nativas + exóticas ou frutíferas em Sistema Agroflorestal*	(ha)	(%)
Faixas marginais de cursos d'água naturais perenes e intermitentes (APP)	Art. 4º da Lei sobre a proteção da vegetação nativa - Lei Federal n.º 12.651/12 Art. 9º da Política florestal do estado de Pernambuco (Lei Estadual n.º 11.206/1995)	-	127.363	154.998	-	-	282.360	8,2
Áreas em altitude superior a 1.800 metros (APP)		-	-	-	-	-	-	-
Encostas ou parte destas com declividade superior a 45° (APP)		-	-	-	-	-	-	-
Zoneamento de áreas para a demarcação de RLs (considerando conectividade estrutural na paisagem)	Art. 12º, III e art. 14º da Lei sobre a proteção da vegetação nativa (Lei Federal n.º 12.651/12) Art. 27º, Art. 28º da Política florestal do estado de Pernambuco (Lei Estadual n.º 11.206/1995)	-	-	-	-	569.814	569.814	16,5
Áreas susceptíveis a desertificação	Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Art. 10º da Política estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca (lei nº 14.091/10)	-	-	-	-	944.937	944.937	27,4
Áreas prioritárias para a conservação	Ministério do meio Ambiente	-	-	-	-	1.655.611	1.655.611	48,0
Total		0	127.363	154.998	0	3.170.362	3.452.722	100,0
*Regeneração/ Plantio intercalado de nativas + exóticas lenhosas e frutíferas (mín. 50% de nativas)								

3.2.2 Uso e ocupação – considerações gerais

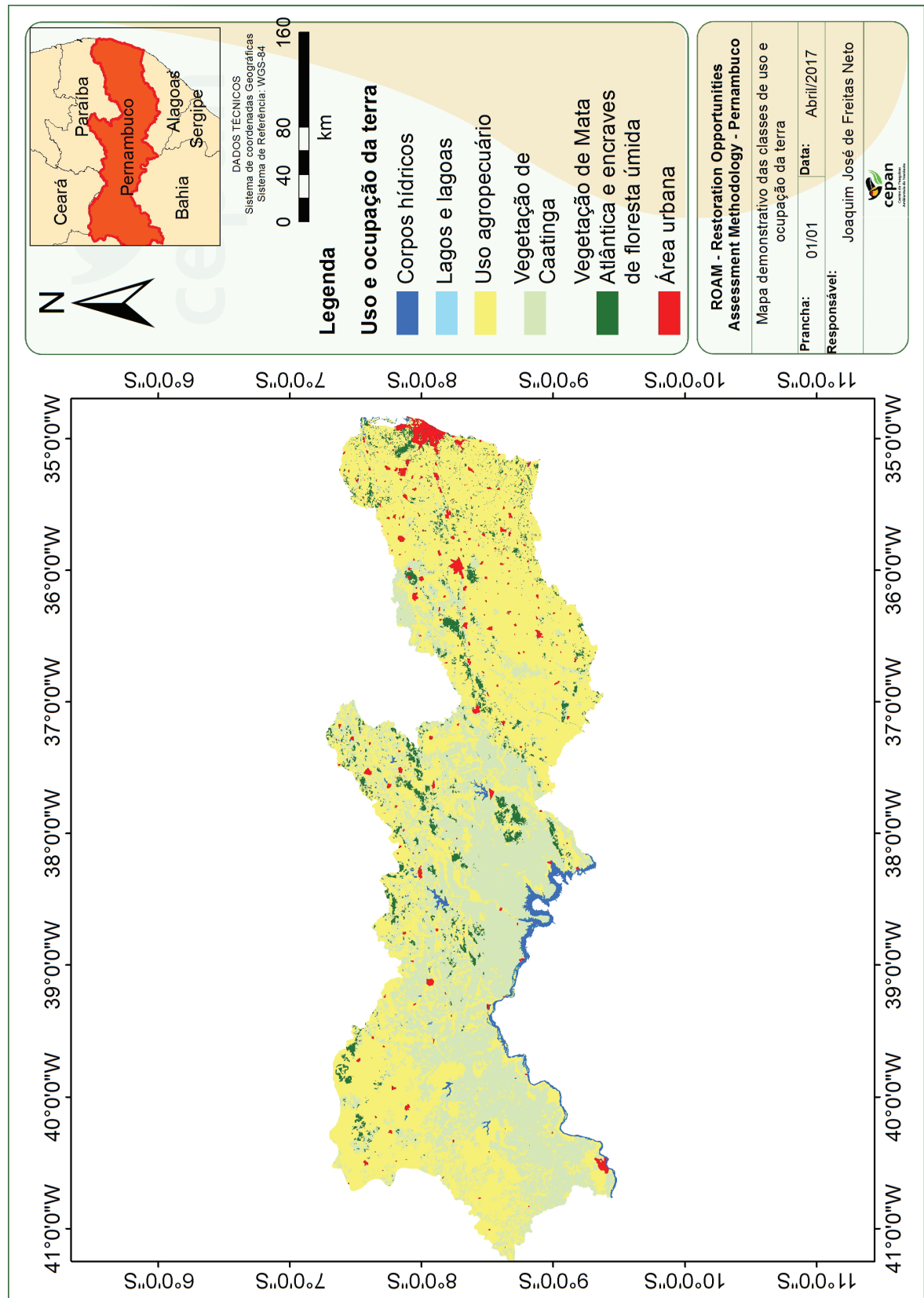
A partir do mapa de uso e ocupação do solo, foram identificados 3.520.301 ha de vegetação nativa remanescente, sendo 371.799 ha identificados de Mata Atlântica e 3.148.502¹ de remanescentes de Caatinga (Figura 7). As atividades agropecuárias representam o tipo de uso com maior ocupação de áreas no estado, 5.381.949 ha (Tabela 1).

Tabela 1. Uso/ocupação da terra no Estado de Pernambuco.

Tipo de uso/ocupação	Total	
	(ha)	%
Área urbana	173.588	1,90%
Corpos hídricos	55.943	0,61%
Lagos e lagoas	739	0,01%
Uso agropecuário	5.381.949	58,93%
Vegetação de Caatinga	3.148.502	34,48%
Vegetação de Mata Atlântica	371.799	4,07%
Total Geral	9.132.520	100,00%

¹ O levantamento de Uso e Ocupação da Terra foi adaptado dos dados presentes em SOARES-FILHO (2013) disponível em: https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/artigo-codigo-florestal_britaldo_soares_sae_2013pdf.pdf. Neste levantamento, há indícios de um superdimensionamento da área de remanescentes de caatinga, no entanto, era o dado mais aplicável existente para a área.

Figura 7. Uso e ocupação da terra do Estado de Pernambuco.



3.2.3 Áreas de Preservação Permanente

Áreas de preservação permanente são consideradas pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa como áreas rurais ou urbanas, sobre as quais a vegetação deve ser protegida ou recomposta. Dentro desta classificação estão às áreas localizadas na margem de cursos d'água ou nascentes, lagos e lagoas naturais, em encostas com declividade superior a 45 graus, nas restingas, nos manguezais, nas veredas, nas áreas no entorno de reservatórios d'água artificiais, nas bordas de tabuleiro ou chapadas e nas áreas com altitudes superiores a 1.800 metros (BRASIL, 2012a, art. 4º). Estas áreas desempenham a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012a, art. 3º, II).

Os mapas de altitude e declividade, produzidos no âmbito do projeto, indicam que o estado de Pernambuco não apresenta extensões significativas de áreas com declividade acima de 45 graus ou em altitudes superiores a 1.800 metros (Figuras 8 e 9).

Figura 8. Altitudes do Estado de Pernambuco.

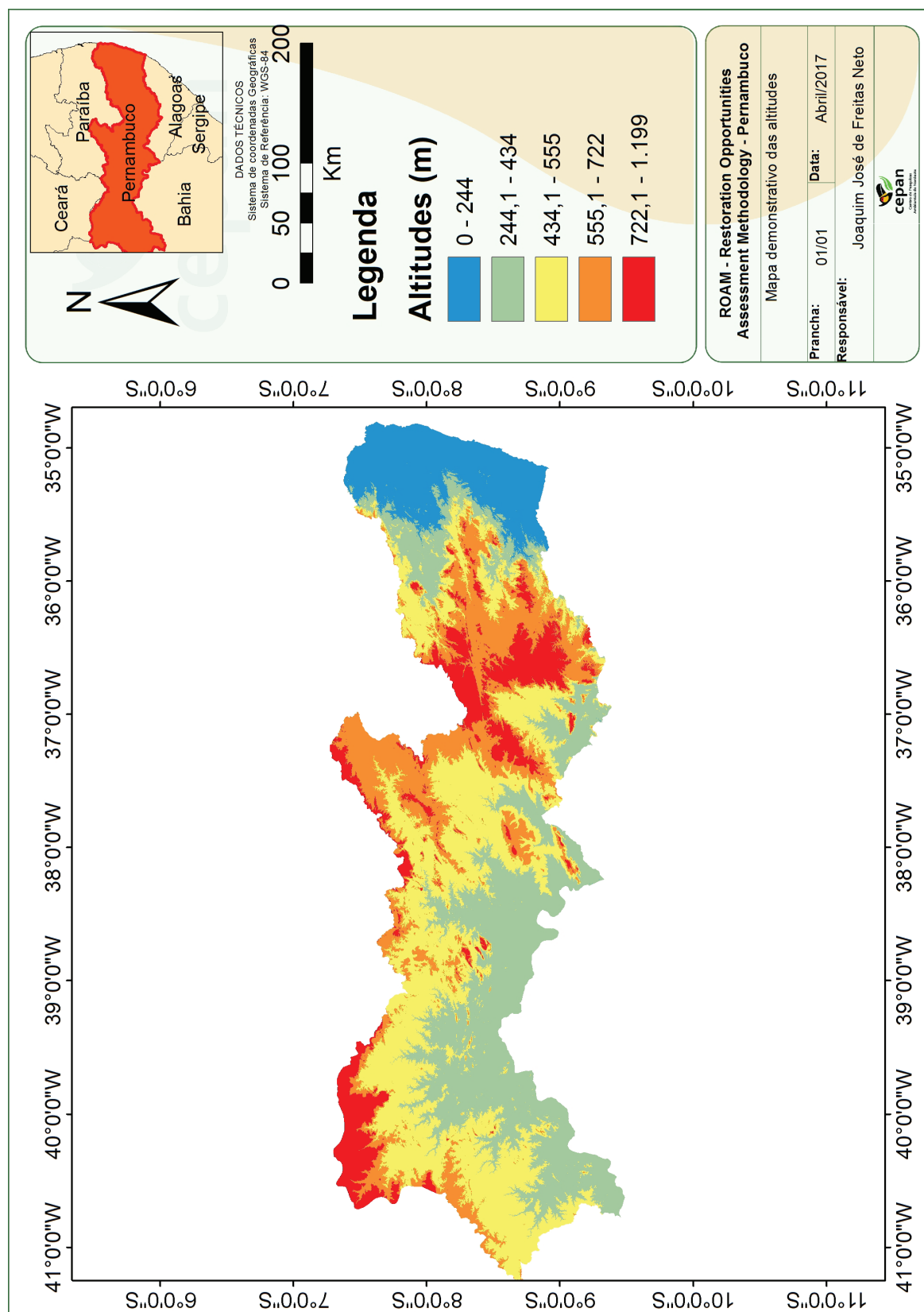
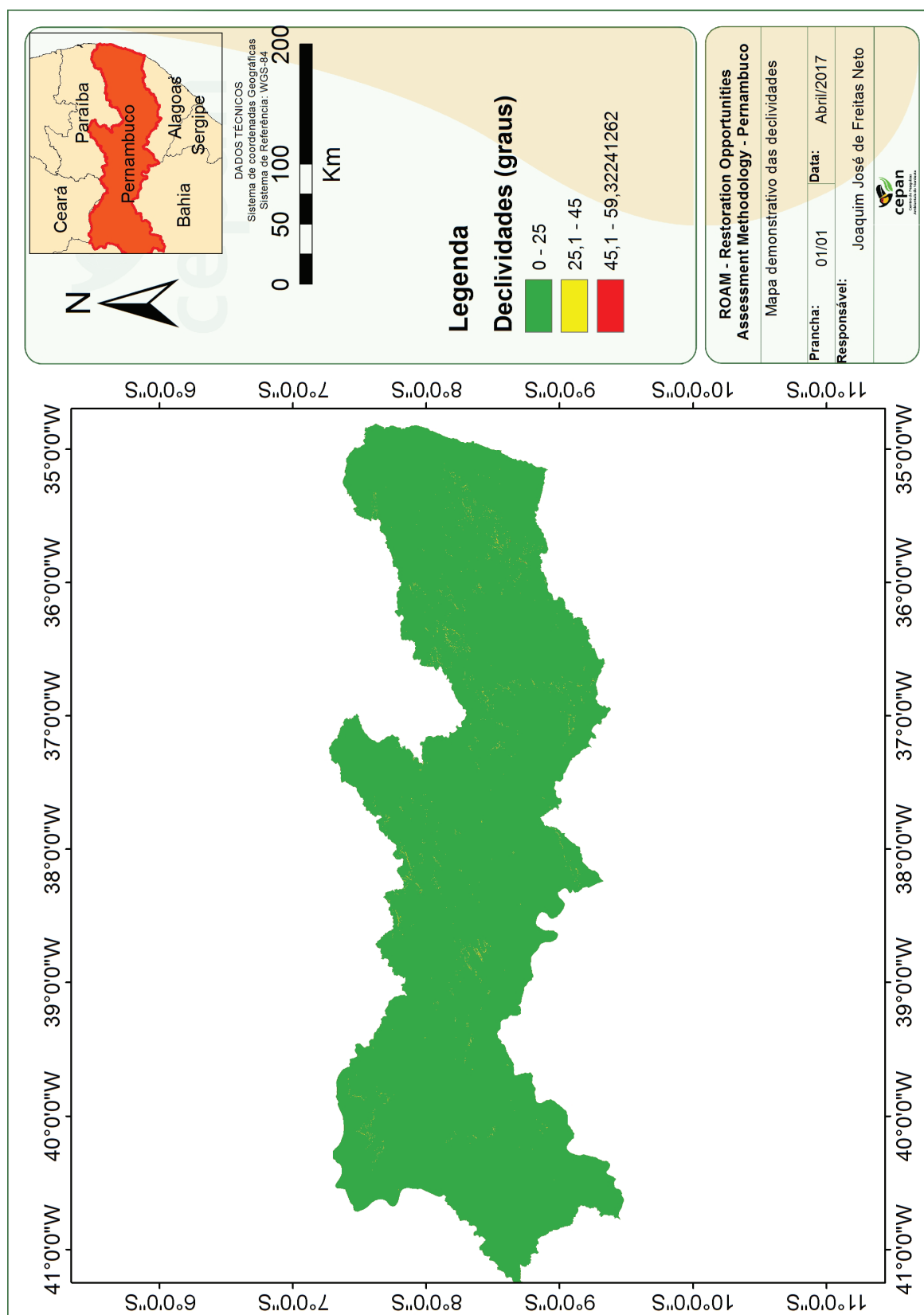


Figura 9. Declividades do Estado de Pernambuco.



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

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 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (Brasil, 2012a, art. 4º, I, a-e).

Para delimitação das APPs de cursos hídricos, além da regra geral, foram modelados os quantitativos ditados pelas disposições transitórias do Art. 61-A, relacionadas aos imóveis rurais que possuem áreas consolidadas em APPs (BRASIL, 2012a). Para isso, utilizou-se dados do Censo Agropecuário 2006, onde foi obtida a distribuição da área (ha) ocupada pelos imóveis rurais, em função do tamanho (ha) dessas propriedades. A distribuição por módulos fiscais dos imóveis do estado foi obtido a partir do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) – Índices Básicos do ano 2013 (IBGE, 2006; INCRA, 2013). É importante frisar que os dados gerados por essa análise não são especializáveis, por se tratar de uma distribuição normal dos passivos computados no estado pela quantidade hectares ocupados por cada módulo rural, realizado unicamente através de tabelas.

A inclusão dessas variáveis de forma espacializada na delimitação das APPs, no âmbito da avaliação, exigiria um conjunto de dados georreferenciados sobre aspectos fundiários, considerando o tamanho dos imóveis rurais e os seus respectivos históricos de supressão de vegetação – não disponíveis atualmente no estado de Pernambuco. Além disso, imóveis rurais enquadrados no referido artigo poderão, em alguns casos, manter suas APPs de cursos hídricos em extensão inferior a 30 metros². Do ponto de vista ecológico e dos princípios convergentes com os objetivos da RPF, diversos estudos demonstram que matas ciliares com larguras das faixas abaixo de 30 metros apresentam pouca ou nenhuma capacidade de promover a manutenção de serviços ecossistêmicos ou conectividade estrutural, ao longo da paisagem (METZGER, 2010).

² Na prática o Art. 61-A autoriza a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em APPs de cursos d'água, desde que estas atividades tenham sido estabelecidas antes de 22 de julho de 2008. Nestes casos, o artigo 61-A estabelece um regime diferenciado para a contabilização das APPs: Para imóveis rurais com área de até 1 módulo fiscal (MF), a recomposição das respectivas faixas marginais deverá ser de 5 (cinco) metros. Para os imóveis rurais com área superior a 1 MF até 2 MFs, as faixas marginais re-

As APPs localizadas ao longo dos cursos hídricos compreendem **444.959 ha** distribuídos ao longo de todo o estado. O mapeamento de uso e ocupação do solo aponta que do total de APPs de cursos hídricos, **apenas 33,5 %** estão cobertos com vegetação nativa e, pelo menos, **271.276 ha** deverão ser restaurados – considerando apenas a conversão de APPs ocupadas com atividades agropecuárias em florestas nativas (Tabela 2). Deste montante **126.990 ha** apresentam potencial para a restauração por meio de indução de regeneração natural – considerando a presença de, pelo menos, um fragmento florestal conservado dentro de um raio de 600 metros.

Tabela 2. Situação de uso e ocupação das APPs de margens hídricas no Estado de Pernambuco.

Tipo de uso/ocupação	Total	
	(ha)	(%)
Área urbana	11.230	2,52%
Corpos hídricos	13.190	2,96%
Lagos e lagoas	216	0,05%
Uso agropecuário	271.276	60,97%
Vegetação de Caatinga	136.651	30,71%
Vegetação de Mata Atlântica	12.396	2,79%
Total Geral	444.959	100,00%

Levando-se em consideração as disposições dadas pelo artigo 61-a da lei federal 12.651/2012, para áreas de preservação permanente de cursos hídricos, é possível verificar que a obrigação de restaurar áreas que compõem o passivo estadual demonstrado utilizando-se a regra geral cairia em aproximadamente 26,3%, tendo como número final 199.821 hectares, estando a maior parte (54,7%) localizados nas propriedades acima de 4 módulos fiscais (Tabela 3).

cupradas deverão ser de 8 (oito) metros. Para os imóveis rurais com área superior a 2 MFs até 4 MFs as faixas marginais deverão ser recompostas em 15 (quinze) metros. Destaca-se que para imóveis com até 4 módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em APPs, as faixas de recomposição obrigatória são delimitadas a partir da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água. Para os imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em APPs de cursos hídricos, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais conforme determinação do PRA, observado o mínimo de 20 (vinte) e o máximo de 100 (cem) metros, contados da borda da calha do leito regular.

Tabela 3. Enquadramento dos passivos dos imóveis rurais de acordo com a quantidade de módulos fiscais no Estado de Pernambuco.

Enquadramento (em MFs)	Nº de Imóveis*	Área ocupada pelo imóvel (ha)*	APPs a serem restauradas**	
			(ha)	(%)
≤ 1 Mód. Fiscal	159.188	1.888.784	25.941	13,0
>1 ≤ 2 Mód. Fiscais	16.867	1.002.848	24.477	12,2
>2 ≤ 4 Mód. Fiscais	8.770	989.256	40.003	20,0
> 4 Mód. Fiscais	7.090	2.454.713	109.400	54,7
Total Geral	191.915	6.335.600	199.821	100,0

*SNCR, Apuração Especial realizada em 31/12/2014. **Artigo 61-A da Lei Federal n.º 12.651/2012.

3.2.4 Zoneamento de áreas para a demarcação de RLs com potencial para favorecer a conectividade estrutural na paisagem

Dentre os dispositivos previstos na legislação ambiental, a Reserva Legal (RL) apresenta-se como um elemento estratégico para ações de RPF. Este instrumento encontra-se definido no art. 3º, III da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal n.º 12.651/12):

Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012a, art. 3º, III).

A Reserva Legal aparece descrita com os mesmos termos no Art. 7º, XII da Política florestal do estado de Pernambuco (Lei Estadual n.º 11.206/1995). Na prática, as RLs constituem uma cota de vegetação natural que deve ser mantida em propriedades rurais, com tamanho variável, de acordo com o domínio biogeográfico do local e do tamanho total da propriedade - podendo variar entre 80% na Amazônia legal e 20% nos demais biomas (BRASIL, 2012a, art. 12º, PERNAMBUCO, 1995, art. 27º). A legislação ambiental prevê ainda que a localização da área de Reserva Legal no imóvel rural deverá levar em consideração a formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com Áreas de Preservação Permanente, com Unidades de Conservação ou com outras áreas legalmente protegidas (BRASIL 2012a, art. 14º, III; PERNAMBUCO, 1995, art. 28º).

Neste sentido, a equipe da avaliação decidiu pela elaboração de um mapa de áreas para a demarcação de RLs, por meio de uma estimativa de densidade Kernel (EDK), considerando como principal variável a concentração de fragmentos flo-

restais presentes na paisagem em função da distância entre esses remanescentes. Esta abordagem possibilitou a identificação de mosaicos de fragmentos florestais isolados entre si, sobre os quais a restauração poderá favorecer a conectividade entre esses remanescentes. As áreas com *estimador Kernel (K)* ≥ 4.208 foram identificadas como estratégicas para a promoção de conectividade estrutural na paisagem (Figura 10).

Além disso, a delimitação das áreas potenciais para demarcação de RLs considerou ainda que as áreas identificadas também apresentassem trechos de interseção com APPs de cursos hídricos - de maneira que o conjunto espacialmente definido dessas áreas sugerisse uma lógica de continuidade ao longo paisagem.

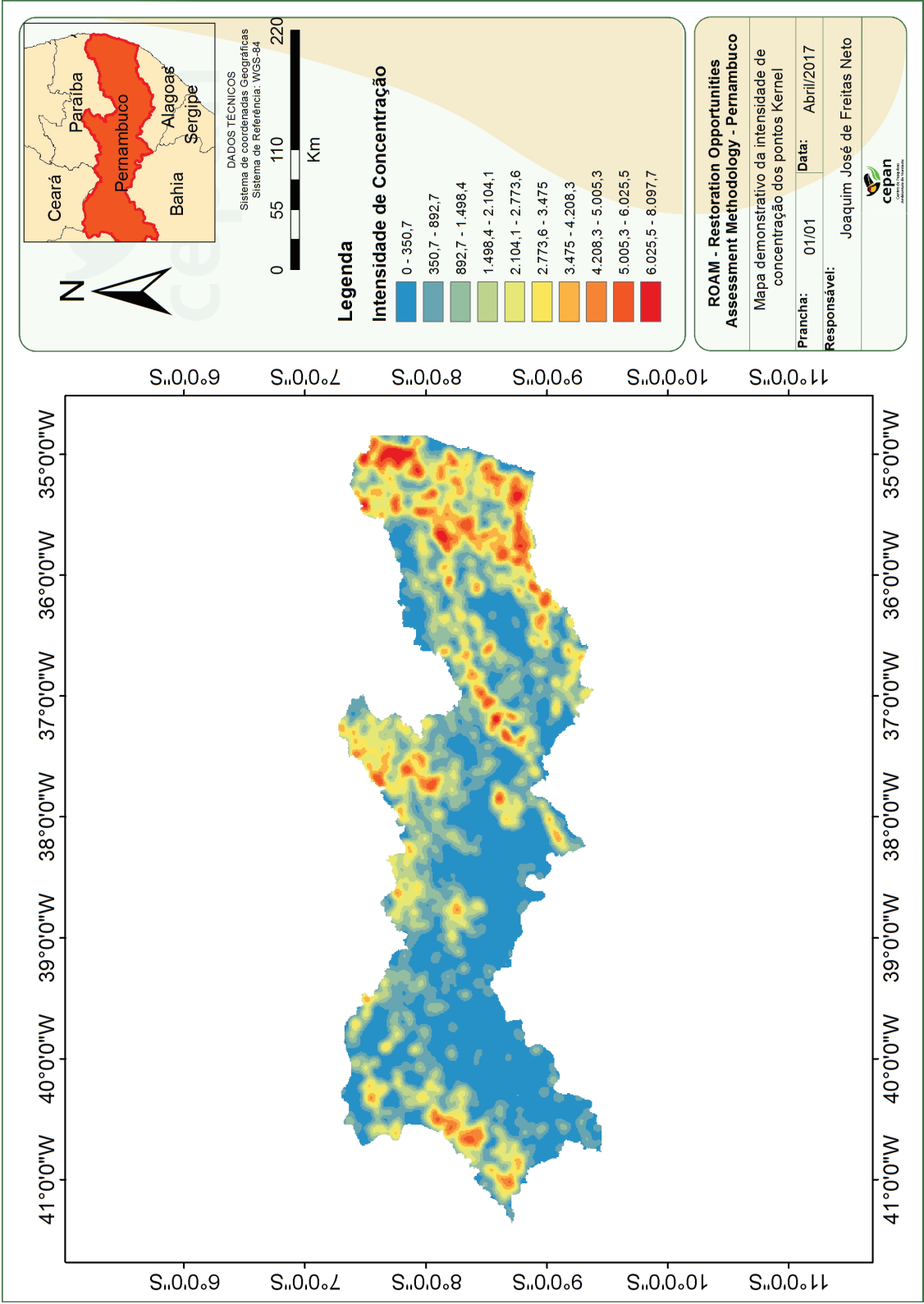
As áreas com valores de $K \geq 4.208$ somam, ao todo, 841.079 ha - dos quais 254.334 ha compreendem fragmentos florestais distribuídos na forma de um mosaico ao longo do estado e 574.573ha encontram-se ocupados com atividades agropecuárias. Por sua vez, 387.404 ha compreendem áreas localizadas no raio de até 600 metros de distância de fragmentos florestais, o que favorece a adoção de metodologias de restauração que visam à condução da regeneração natural das áreas (tabela 4).

Tabela 4. Situações de uso/ocupação nas áreas potenciais para demarcação de RLs no Estado de Pernambuco.

Tipo de uso/ocupação	Total	
	(ha)*	(%)
Área urbana	13.966	1,64%
Corpos hídricos	2.961	0,35%
Lagos e lagoas	1	0,00%
Uso agropecuário	574.573	67,41%
Vegetação de Caatinga	147.253	17,28%
Vegetação de Mata Atlântica	113.572	13,32%
Total Geral	852.327	100,00%

* Os valores apresentados não contabilizam áreas com intersecções entre outras categorias de análise.

Figura 10. Mapa demonstrativo da Estimativa de Densidade Kernel (EDK) utilizado para o zoneamento de áreas para a demarcação de RLs com potencial para favorecer a conectividade estrutural na paisagem.



3.2.5 Áreas susceptíveis à desertificação

Desde 1997 o Brasil é signatário da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD). De acordo com este Tratado, desertificação é a degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas. A degradação da terra compreende a degradação dos solos, dos recursos hídricos e da vegetação. Em dezembro de 2004, o Brasil cumpriu com um dos compromissos básicos dos Países-Partes da UNCCD: a elaboração do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PANBrasil).

Nessa esteira, no ano de 2010, o estado de Pernambuco publicou a Política Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (lei nº 14.091/10)

Um avanço considerável decorrente da criação de programas federais e estaduais de combate à desertificação foi a delimitação das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil (ASD). O critério estabelecido para delimitação dessas áreas foi o Índice de Aridez (THORNTHWAITE, 1941), o qual é dado pela razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial (ET). De acordo com esse índice, quando a razão estiver entre 0,05 e 0,20, o clima é considerado árido; na faixa entre 0,21 e 0,50, o clima é caracterizado como semiárido; quando estiver entre 0,51 e 0,65, considerasse subúmido seco e; por fim, acima desse valor, subúmido úmido ou úmido.

O estado de Pernambuco apresenta uma área de 2.308.595 ha susceptível à desertificação, segundo o mapeamento ASD (Tabela 5). Deste total, 939.823 ha encontram-se ocupados com atividades agropecuárias. A equipe da avaliação considerou como prioritária a restauração dessas áreas ainda que a partir de práticas produtivas sustentáveis.

Tabela 5. Situação de uso/ocupação das áreas susceptíveis à desertificação no Estado de Pernambuco.

Tipo de uso/ocupação	Total	
	(ha)*	(%)
Área urbana	30.887	1,34%
Corpos hídricos	17.625	0,76%
Lagos e lagoas	255	0,01%
Uso agropecuário	939.823	40,71%
Vegetação de Caatinga	1.210.071	52,42%
Vegetação de Mata Atlântica	109.935	4,76%
Total Geral	2.308.595	100,00%

* Os valores apresentados não contabilizam áreas com intersecções entre outras categorias de análise.

3.3 Cenários nas principais bacias hidrográficas do estado de Pernambuco

Ainda no âmbito da geração de dados para a elaboração da ROAM/PE, foi realizada a espacialização dos resultados gerais discutidos acima, em cada uma das 27 bacias hidrográficas do estado de Pernambuco, visando demonstrar um cenário mais local em cada uma. A seguir, serão discutidos os principais resultados alcançados com essa análise.

Para o tratamento dos dados, foi utilizado o arquivo vetorial com a delimitação das bacias hidrográficas de Pernambuco, disponibilizado no Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (EMBRAPA, 2001). Dessa forma, foram realizadas separações e contabilizações dos passivos em diversas temáticas para cada uma das bacias hidrográficas do estado (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Uso e ocupação do solo no Estado de Pernambuco, por bacia hidrográfica.

Bacia Hidrográfica	Tipo de uso/ocupação						
	Área urbana	Corpos hídricos	Lagos e lagoas	Uso agropecuário	Vegetação de Caatinga	Vegetação de Mata Atlântica e encaves de floresta úmida	Total Geral
Brigida	7.222	3.926	78	934.692	370.470	29.534	1.345.922
Capibaribe	41.827	2.045		481.899	186.573	40.743	753.087
Garças	518	2.323	16	198.947	207.668		409.470
GI1	1.137		11	121.030	7.513	5.960	135.651
GI2	34			15.349	261		15.643
GI3	1.104	6.832	15	34.759	183.477	6.421	232.607
GI4	858	3.439	13	6.764	120.136	223	131.433
GI5	769	1.844		19.726	48.107	159	70.605
GI6	107	735		15.018	67.820		83.680
GI7	254	2.938	92	36.278	80.964		120.526
GI8	8.133	1.966	286	55.653	68.527		134.564
GI9			1	8.909	927	1.334	11.171
GI1	18.680	2.622		46.662	7.790	18.793	94.548
GI2	13.876	1.477		79.743	4.283	5.619	104.999
GI3	224	33		7.461	214	348	8.279
GI4	0			12.362	384	1.912	14.659
GI5	49			4.081	99	1.281	5.510
GI6	224			7.498	842	277	8.840
Goiana	8.794	2.804		235.408	20.048	17.383	284.436
Ipanema	5.115	1.051	11	511.683	73.383	30.129	621.373
Ipojuca	20.048	133		264.937	40.054	20.348	345.520
Moxotó	9.023	6.303	92	376.105	426.795	56.988	875.306
Mundau	4.728		0	193.844	11.365	4.542	214.479
Pajeú	14.740	12.710	1	679.624	855.936	96.063	1.659.074
Pontal	802	124	123	292.872	306.605	17	600.542
Serinhaem	2.446	1.372		182.873	8.451	8.108	203.250
Terra Nova	279	66		10.351	12.282	204	23.181
Una	12.596	1.202	1	547.422	37.528	25.413	624.163
Total Geral	173.588	55.943	739	5.381.949	3.148.502	371.799	9.132.520

Tabela 7. Uso e ocupação do solo para as APPs hídras de cada bacia hidrográfica de Pernambuco.

Rótulos de Linha	Área urbana	Corpos hídricos	Lagos e lagoas	Uso agropecuário	Vegetação de Caatinga	Vegetação de Mata Atlântica e encaves de floresta úmida	Total Geral
Brigida	319	394	8	27.374	8.354	137	36.587
Capibaribe	2.579	0		22.281	5.199	1.313	31.372
Garças	31	219	1	8.385	5.816		14.451
GI1	63		0	4.639	242	168	5.111
GI2	3			787	14		804
GI3	347	2.028	7	7.479	13.973	146	23.980
GI4	238	1.884	3	1.778	8.156	45	12.104
GI5	140	1.375		1.904	1.833	3	5.255
GI6	5	619		1.059	2.308		3.991
GI7	49	2.695	108	3.478	2.301		8.631
GI8	516	1.687	46	4.314	3.035		9.596
GI1	1.005	493		1.887	492	803	4.680
GI2	1.277	0		7.062	322	448	9.110
GI3	11			667	16	19	713
GI4				1.028	19	159	1.206
GI5	4			318	3	112	437
GI6	5			427	42	13	486
Goiana	374	0		11.728	968	747	13.817
Ipanema	224	0	7	23.794	2.375	886	27.285
Ipojuca	997	7		11.715	1.114	633	14.466
Moxotó	546	392	27	20.282	15.192	1.015	37.455
Mundau	95			6.707	400	157	7.358
Pajeú	1.206	1.200	1	42.650	40.441	3.943	89.442
Pontal	31	131	8	13.984	10.159	3	24.316
Serinhaem	240	0		13.500	396	516	14.652
Terra Nova	279	66		10.351	12.282	204	23.181
Una	647	0		21.698	1.199	928	24.471
Total Geral	11.230	13.190	216	271.276	136.651	12.396	444.959

*Para algumas bacias, em razão de sua drenagem ser pequena em relação à escala dos mapeamentos utilizados, não foi possível computar a área dos corpos hídricos, que se apresentam unicamente como linhas (sem a nuance de área)

A tabela 6 mostra em todas as bacias os usos de solo inventariados, com um destaque para a bacia do rio Pajeú, onde foi possível verificar a presença de 951.999 hectares de áreas florestadas.

As APPs localizadas ao longo dos cursos hídricos compreendem **444.959 ha** distribuídos ao longo de todo o estado. É possível verificar através da tabela 7 que, a bacia do rio Pajeú se apresenta com o maior número absoluto de APPs florestadas, tendo 44.384 hectares entre encaves de florestas úmidas e vegetação de Caatinga. Vale ressaltar a observação realizada anteriormente acerca do sobredimensionamento dos remanescentes de caatinga, por conta das bases de dados utilizadas.

Inversamente, a bacia que apresentou menor cobertura florestal dentre as inventariadas foi a que reúne o Grupo de Pequenos Rios Interiores (GI-2), com apenas 14 hectares de floresta nas APPs.

É possível verificar que várias bacias, o valor de áreas em uso agropecuário apresentou-se menor do que a quantidade de vegetação presente, como é o caso das bacias GI-3, GI-4, GI-6 e bacia do rio Terra Nova, o montante de áreas em uso agropecuário se mostrou inferior à quantidade de áreas florestadas, sobretudo em Caatinga. Nesse sentido, cabe atribuir esse fator também ao sobredimensionamento de remanescentes de Caatinga nos dados utilizados.

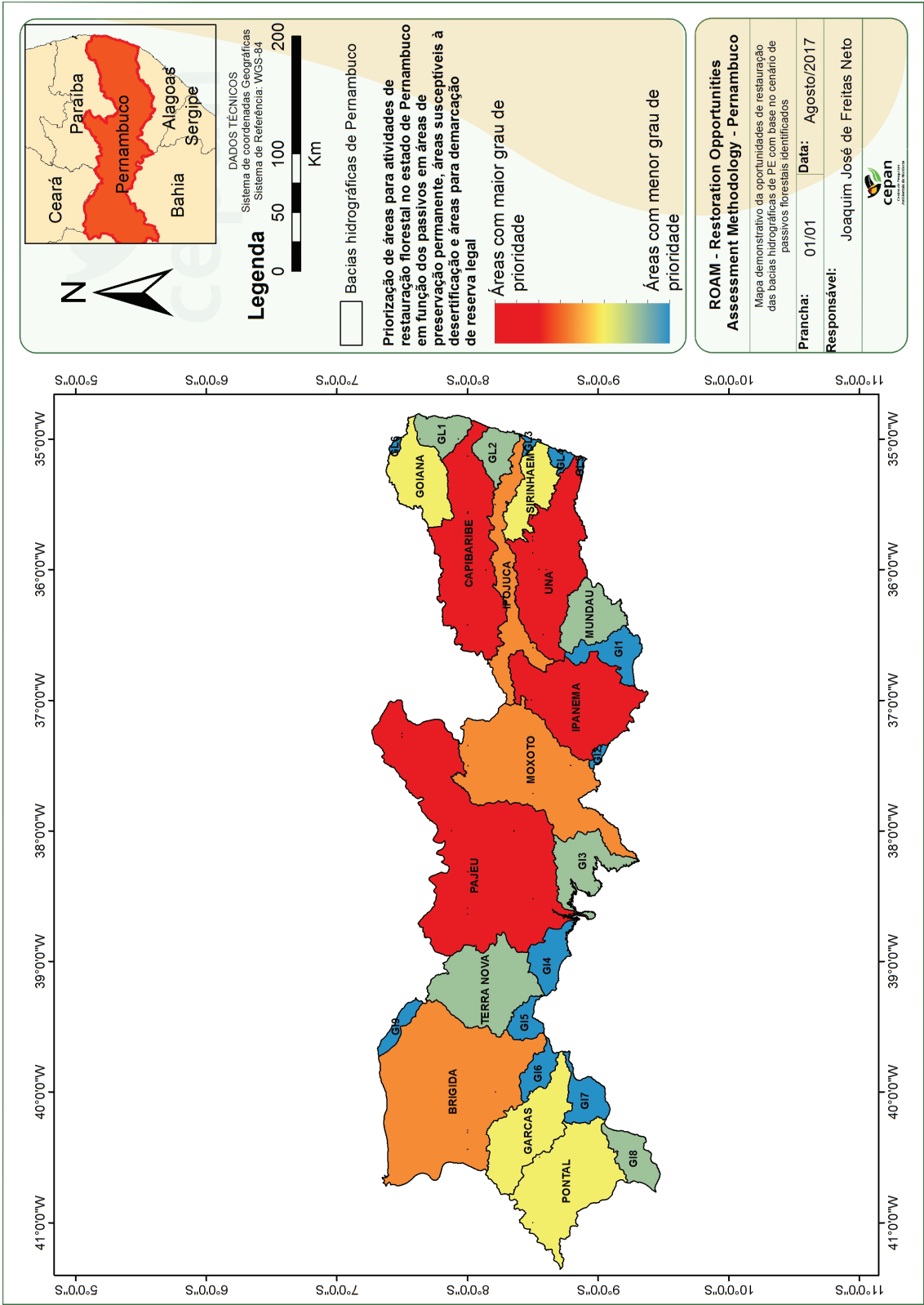
Informações mais específicas sobre cada bacia hidrográfica podem ser consultadas nos apêndices no final deste documento.

3.4 Oportunidades de restauração nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco

Com base nas informações dos passivos de área de preservação permanente, nas áreas zoneadas para a demarcação de reservas legais com potencial de favorecer a conectividade estrutural da paisagem e nas áreas susceptíveis à desertificação no estado de Pernambuco, foi elaborado um mapa visando definir o grau de prioridade de execução de ações de restauração (Figura 11).

A priorização foi feita em função as três variáveis citadas, estabelecendo-se uma matriz de quantificação de cada uma delas no interior das bacias hidrográficas. Os dados de passivos e usos do solo utilizados para a realização dos cálculos podem ser encontrados nos apêndices D, E e F.

Figura 11. Priorização de áreas para atividades de restauração florestal nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco em função dos passivos em áreas de preservação permanente, áreas suscetíveis à desertificação e áreas para demarcação de reserva legal



No mapa, as áreas com as tonalidades mais próximas do vermelho representam as áreas identificadas como sendo de maior prioridade para ações de restauração de paisagens florestais. Nessas áreas é ocorrente a identificação de uma parte expressiva dos passivos florestais do estado de Pernambuco em termos de áreas de preservação permanente, bem como a existência de sobreposições com áreas susceptíveis à desertificação no estado e/ou com as áreas identificadas para demarcação de RLs. Dessa forma, evidencia-se também uma maior oportunidade de intervenções de RPF nessas áreas.

No mapa, as áreas das bacias do Pajeú, Capibaribe, Ipanema e Una ficam evidenciadas como sendo as de maior grau de prioridade. A bacia do Pajeú apresenta um passivo de áreas de preservação permanente da ordem de 42.649,79 hectares, tendo ainda 205.366 hectares de áreas passíveis de restauração no interior de áreas susceptíveis à desertificação e 37.643 hectares passíveis de restauração em áreas identificadas como potenciais para demarcação de reservas legais.

A bacia do rio Capibaribe apresentou um passivo de APP da ordem de 22.281 hectares, tendo 122.197 hectares passíveis de restauração em áreas susceptíveis à desertificação e 61.241 hectares passíveis de restauração em áreas identificadas como potenciais para demarcação de RL.

Já na bacia do rio Ipanema, os passivos de APP foram de 23.793,64 hectares, seguidos de 160.938,56 hectares passíveis de restauração em áreas susceptíveis à desertificação e 20.917 hectares passíveis de restauração em áreas potenciais para demarcação de reservas legais.

Na bacia do rio Una, o cenário de passivos se apresenta da ordem de 21.697 hectares em APP, 16.897,98 hectares passíveis de restauração em áreas susceptíveis à desertificação e 118.928 hectares passíveis de restauração em áreas potenciais para demarcação de RL.

Dessa forma, as quatro bacias hidrográficas indicadas como sendo de maior grau de prioridade, somam **110.421,43** hectares para restauração apenas em áreas de APP, sendo esse montante **24,8%** do passivo em áreas de preservação permanente no estado. Representam ainda **28%** (**238.729** hectares) das áreas potenciais para demarcação de reservas legais e **21,9%** (**505.399,54** hectares) das áreas susceptíveis à desertificação no estado.

4. SUBSÍDIOS PARA ANÁLISES DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

4.1 Considerações gerais

No espaço de uma única vida humana, a sociedade encontra-se confrontada com um complexo de *trade-offs* entre algumas de suas atividades mais importantes

e ideais. As tendências recentes levantam questões perturbadoras sobre o grau em que as pessoas de hoje podem estar vivendo à custa de seus descendentes. E, na escala local, os *trade-offs* entre atividades concorrentes, e entre interesses individuais e sociais, estão ficando cada vez mais evidentes. Em praticamente qualquer comunidade, a alocação de terra ou água para suas necessidades envolve frequentemente um jogo de soma zero, como se observa na perda generalizada de terras agrícolas e água para fins urbanos e industriais. Assim, as restrições às atividades humanas tipicamente se manifestam mais tangencialmente não como limites absolutos a uma determinada atividade, mas sim como *trade-offs*, cuja resolução está repleta de considerações práticas e éticas cada vez mais difíceis (DAILY, 1997).

Um *trade-off* com o qual a sociedade tem se deparado cada vez mais, está relacionado a expansão de atividades agrícolas, e os consequentes benefícios que produz, e as externalidades geradas durante o processo, com destaque a modificação de paisagens naturais, sendo a agricultura o maior vetor de alterações em habitats (SODHI & EHRLICH, 2010).

Em muitos casos e durante muito tempo, a opção pelos benefícios (sobretudo privados) da expansão agropecuária foi evidente, uma vez que se desconsideravam os benefícios que os ecossistemas em seu pleno funcionamento geram para a sociedade. Esses benefícios hoje conhecidos como serviços ecossistêmicos (ou ambientais) têm o seu valor cada vez mais evidenciado em um planeta que passa por uma nova era, devido as modificações causadas pelo homem na superfície do planeta. Seres humanos têm transformado os ecossistemas mais rápida e extensamente nos últimos 50 anos do que em qualquer outro período de tempo comparável da história humana. Essa transformação tem sido explicada, em grande parte, pela necessidade de atendimento a demandas crescentes de alimento, água doce, madeira, fibra e combustíveis (MEA, 2005).

Estas alterações no planeta estão incluindo os processos geológicos globais de longo prazo, a um ritmo crescente. Qualquer reconhecimento formal de uma época antropocênica nos tempos geológicos avalia que os seres humanos mudaram suficientemente o sistema terrestre para produzir uma assinatura estratigráfica em sedimentos e gelo que é distinta da época holocênica. Propostas para marcar o início do Antropoceno incluem um “antropoceno precoce”, começando com a propagação da agricultura e desmatamento (WATERS *et al.*, 2016).

Ainda assim, a Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas – FAO, considera que os agricultores são os gestores essenciais de recursos naturais deste planeta. Eles dependem de um amplo conjunto de serviços ecossistêmicos ao mesmo tempo em que suas ações podem beneficiar ou degradar os ecossistemas provedores desses serviços (FAO, 2008). Essa é uma afirmação cada vez mais compreensível, uma vez que as modificações no ambiente urbano são mais abruptas e

de difícil reversão. Por sua vez, o ambiente rural guarda ainda elementos dos diferentes ecossistemas terrestres em seu estado menos modificados. E mesmo as paisagens modificadas para o desempenho de diferentes atividades produtivas apresentam condições mais factíveis de serem restauradas a um nível que possam gerar benefícios a sociedade, na forma da provisão de serviços ambientais.

Já entendido nas seções anteriores os aspectos ecológicos, espaciais e legais das ações de restauração ecológica. O que esta seção pretende é destacar os benefícios econômicos que tornam vantajosas a adoção da estratégia ROAM.

4.2 Restauração Ecológica e Serviços Ambientais

Os serviços ecossistêmicos são as condições e os processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies que os constituem sustentam a vida humana. Mantêm a biodiversidade e a produção de bens do ecossistema. Além da produção de bens, os serviços ecossistêmicos são funções de suporte vital, tais como limpeza, reciclagem e renovação, além de conferirem muitos benefícios estéticos e culturais intangíveis (DAILY, 1997). Já os serviços ambientais, podem ser considerados como englobando tanto os serviços ecossistêmicos, quanto aqueles serviços providos por ecossistemas manejados ativamente pelo homem (MURADIAN et al., 2010).

Sendo o processo de restauração, uma forma de intervenção humana no ambiente, trataremos aqui de apontar os benefícios econômicos advindos dessas modificações como sendo serviços ambientais. Além de romper a escalada de desmatamento e degradação florestal, a restauração de terras em todo o mundo traria incontáveis benefícios para os povos e o planeta (MORAES, 2016).

Dentre benefícios ofertados aos seres humanos em forma direta ou indireta fornecidos pela restauração ecológica, pode-se incluir (TOGNETTI et al. (2002); SMITH, (2007):

- a) Provisão de água doce, por usos para consumo doméstico, agrícola e industrial e por usos que não implicam em consumo (geração de energia hidroelétrica, refrigeração e navegação),

- b) Regulação de fluxos e filtração de partículas como por exemplo, na manutenção da qualidade da água armazenada nos solos e planícies inundáveis, que pode estabilizar as vazões durante o período de chuvas e secas, controlar a erosão e a sedimentação, controlar os níveis dos aquíferos que podem levar salinidade à superfície, e manter o equilíbrio dos habitats ripários, e outros habitats de vida silvestre importantes.

- c) Serviços culturais referentes a usos para recreação e turismo;

- d) Serviços de apoio, como seguro contra efeitos causados por mudanças

nas condições climáticas, manutenção de fluxos e regimes de distúrbios naturais, isto é, mantendo a capacidade de recuperação do ecossistema, cujos limiares são geralmente incertos.

Em particular, as plantações de árvores são capazes de remover grandes quantidades de dióxido de carbono da atmosfera e, enquanto este dióxido de carbono permanece armazenado dentro da biomassa (no local ou como produtos de madeira), pode contribuir substancialmente para a mitigação das alterações climáticas. A introdução recente dos mercados de carbono em muitos países abre oportunidades para os proprietários de terra obterem rendimento de árvores crescentes e também contribuem para a redução das emissões de dióxido de carbono. Grandes áreas de terras desmatadas poderiam proporcionar oportunidades substanciais para o restabelecimento de árvores (a seguir “reflorestamento”) e o sequestro de carbono (SUMMERS *et al.*, 2015). Além disso, o setor de uso da terra representa quase 25% do total de emissões globais. Demonstrando que através da ampliação e ganho de escala, de práticas como a melhoria da utilização e gestão do solo, a agricultura com baixas emissões, além da restauração dos ecossistemas, poderiam gerar benefícios significativos de adaptação às mudanças climáticas (UNCCD, 2015).

No Brasil, muitas causas passadas e presentes induziram o surgimento de áreas degradadas. Todas elas resultaram na dramática destruição de habitats necessários à manutenção da fauna e da flora, além da redução no fornecimento de alguns serviços ecossistêmicos. Porém, ainda mais dramáticas são as perdas de vidas provocadas por cheias, deslizamentos ou grandes desmoronamentos, que na maioria das vezes foram favorecidas pela degradação do ambiente local. Outras perdas menos evidentes também acabam ocorrendo, entre as quais a do potencial de matérias-primas da biodiversidade que foi destruído (BRANCALION *et al.*, 2015), e esta ainda que pouco percebida pode levar a perdas econômicas consideráveis.

Desta forma, ainda que estejam evidenciados os benefícios potenciais, e os danos reais provenientes da degradação, os *trade-offs* anteriormente citados surgem e devem ser enfrentados quando se pergunta por que restaurar? Por que a sociedade deve investir parte de seus esforços e recursos limitados que poderiam ser destinados para áreas como saúde e educação, na restauração de ecossistemas degradados? Por que produtores rurais e empresas deveriam buscar reparar o passivo ambiental de anos e anos de uso e ocupação desordenados do solo? Por que o Brasil, país com quase dois terços de seu território cobertos ainda por florestas nativas, deve e precisa se tornar líder mundial na restauração de florestas tropicais para o bem da população e do planeta? (BRANCALION *et al.*, 2015).

Uma resposta para algumas dessas questões pode estar ligada aos conceitos de infraestrutura verde e adaptação baseada em ecossistemas (*Ecosystem-based*

Adaptation - EbA). O EbA é uma abordagem entre um conjunto de outros que podem ser usados para aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade das comunidades humanas e sistemas naturais. Em resposta aos impactos das alterações climáticas globais, a maioria dos países (e os doadores, investidores e instituições financeiras que os financiam) centraram-se em opções de infra-estruturas “duras” ou “cinzas”, tais como barreiras, diques e aterros para as defesas costeiras e o controle das inundações; e novos reservatórios e instalações de irrigação para lidar com a escassez de água. Estas opções podem ser dispendiosas para construir e manter, e geralmente não levam em conta os benefícios das abordagens baseadas em ecossistemas (IUCN, 2015).

Outra resposta pode ser justificada com base no que mostram os dados do Índice Planeta Vivo (*Living Planet Index*) que apresenta uma perda de 38% das populações de diferentes espécies terrestres desde 1970 com um declínio anual médio de 1.1 por cento. O declínio observado nas populações de espécies está inextricavelmente ligado ao estado de ecossistemas e habitats que sustentam as espécies do nosso planeta. A destruição de habitats representa um risco não apenas para as plantas e animais selvagens, mas também para os seres humanos. Estes habitats são vitais para a nossa sobrevivência, bem-estar e prosperidade. O estoque de recursos naturais renováveis e não-renováveis (por exemplo, plantas, animais, ar, água, solos, minerais) pode ser descrito como “capital natural”. O capital natural proporciona um fluxo de benefícios para as pessoas tanto localmente como globalmente (WWF, 2016).

Se torna cada vez mais claro a importância de conservar e recuperar esse capital natural. E tanto economistas quanto ecólogos, concordam que qualquer investimento para ampliar a base (econômica e ecológica) da qual a vida depende melhorará o bem-estar econômico e ecológico e a resiliência social. O desafio, no entanto, é que, embora o princípio do investimento de capital possa ser universalmente aplicado, o objeto do investimento não é o mesmo. Os economistas concentram-se predominantemente no capital manufaturado e os ecólogos focalizam no capital natural. Além disso, há um problema de escala a superar, tanto no tempo quanto no espaço. Atualmente, os impactos futuros e distantes sobre o capital natural são descontados contra os ganhos econômicos atuais e proximais para as pessoas (ARONSON *et al.*, 2007). Essa situação faz com que na maioria das vezes o investimento em capital manufaturado, ainda que ao custo da degradação do capital natural em altos níveis, pareça mais vantajoso.

Assim é importante destacar que a restauração do capital natural é qualquer atividade que integre o investimento e a reposição de estoques de capital natural para melhorar os fluxos de bens e serviços do ecossistema, ao mesmo tempo em que melhora todos os aspectos do bem-estar humano. Em comum com a restauração

ecológica, a restauração do capital natural visa melhorar a saúde, integridade e auto-sustentabilidade dos ecossistemas para todos os organismos vivos. No entanto, a restauração do capital natural centra-se na definição e na maximização do valor e do esforço da restauração ecológica em benefício dos seres humanos, integrando-a assim no pensamento e na ação quotidianos e promovendo a saúde e a integridade do ecossistema. Porém, para integrar a restauração ecológica na economia, também é necessário mostrar como os seres humanos se beneficiarão diretamente dele e como a interação entre os sistemas econômico e ecológico poderia ser melhorada através da restauração do capital natural (ARONSON *et al.*, 2007).

4.3 Custos e benefícios econômicos da restauração ecológica

Como já citado anteriormente, é lugar comum, o fato de que um programa de restauração ecológica pode trazer múltiplos benefícios para a sociedade, indo muito além da simples recuperação da paisagem. Esses benefícios por si só, já seriam suficientes para justificar tal programa. Ainda assim é da maior importância a quantificação acurada dos seus custos e benefícios (KISHINAMI *et al.*, 2016).

Isso porque existe uma incerteza significativa em torno da viabilidade econômica do uso da terra para fins de restauração. Sendo uma das maiores fontes dessa incerteza os custos do estabelecimento de plantações florestais. Estes custos de reflorestamento variam de país para país devido às diferenças de mão-de-obra e materiais entre as diferentes jurisdições e economias. As estimativas de custos de implantação variam consideravelmente também dentro de um mesmo país (SUMMERS *et al.*, 2015), especialmente um país com as dimensões do Brasil, e com a sua variedade de biomas e ecossistemas. Ainda que incertezas existam, dado o panorama ambiental global, ações precisam ser tomadas. No caso do Brasil, estimativas demonstram que com a mudança do código florestal, o passivo de áreas a serem restauradas diminuiu de cerca de 50 para 21 milhões de hectares, dos quais 16 milhões seriam referentes às áreas de Reserva Legal (SOARES-FILHO *et al.*, 2014). Ou seja, ainda que legalmente o passivo ambiental tenha sido reduzido, e mesmo considerando apenas os aspectos legais como indutores da necessidade de implantação de um programa de restauração ecológica. Ainda sim há uma necessidade grande de implementação de um programa para recuperar áreas degradadas no país.

Além dos aspectos legais nacionais, o Brasil é signatário do acordo do Clima e, portanto, necessita dar sua contribuição. Desta forma, o governo brasileiro publicou no seu INDC (*Intended Nationally Determined Contribution Towards Achieving the Objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change*), as suas estratégias para contribuir com o esforço global de enfrenta-

mento as mudanças climáticas. Nesse documento, entre as estratégias de enfrentamento as mudanças climáticas apresentadas, o Brasil se propõe a restaurar 12 milhões de hectares até 2030 (BRASIL, 2015). Dessa forma retornamos as questões anteriormente apresentadas para saber qual será o custo desta iniciativa nacional? E quais seriam os benefícios desta empreitada? (mensurados de uma maneira que se possa claramente comparar com os custos)

Após o anúncio da meta brasileira, foram estimados os custos para implantação de um programa dessa magnitude, sendo necessário um investimento entre R\$ 31 bilhões e R\$ 52 bilhões. Isso significa investimentos anuais entre R\$ 2,2 bilhões e R\$ 3,7 bilhões por ano durante 14 anos, a depender do cenário escolhido (KISHINAMI *et al.*, 2016)³. Outra pesquisa demonstra que, quando considerado o custo de oportunidade da terra, para se atingir 100% dos déficits de Reserva Legal no país, seriam precisos montantes entre R\$ 165 bilhões a R\$ 196 bilhões para cerca de 18,8 milhões de hectares. (YOUNG *et al.*, 2016).

De fato, a restauração ecológica pode ser realmente complexa e cara, e uma ação rápida para prevenir, parar ou reverter a degradação é mais eficiente do que esperar para agir até que o grau de degradação seja mais grave. No entanto, a restauração ecológica também pode obter benefícios significativos para além das suas metas de conservação imediatas. Estes benefícios podem estar relacionados, por exemplo, a adaptação e mitigação da mudança climática, a renovação e sobrevivência cultural e bem-estar socioeconômico, e em alguns casos pode trazer benefícios econômicos diretos. A evidência sugere que, se esses benefícios são levados em conta, uma restauração adequada e bem planejada pode ter altos níveis de custo-benefício em termos de retorno sobre o investimento (KEENLEYSIDE *et al.*, 2014).

Dentre os benefícios diretos de um programa de restauração ecológica pode-se elencar as oportunidades de geração de emprego e renda, sobretudo para a população do meio rural e que ainda subsistem dos recursos florestais. Essa 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 de mudas, a implantação de ações de restauração, a manutenção das áreas, e a exploração de produtos florestais. Uma dimensão desses benefícios diretos é apresentada pelo Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, que estima que serão gerados mais de 6 milhões de postos de trabalho diretos para o cumprimento de sua meta de restaurar 15 milhões de hectares até 2050 (BRANCALION *et al.*, 2015).

3 Esta pesquisa partiu do Código Florestal para estimar as áreas de Reserva Legal a recuperar, o custo por hectare da restauração, os valores para a execução de práticas de manejo florestal e os benefícios resultantes da recuperação, considerados diferentes modelos de recuperação na Amazônia e na Mata Atlântica, contemplando desde a regeneração natural até sistemas agroflorestais.

Além da renda gerada pelo envolvimento de trabalhadores na cadeia da restauração, também pode haver a provisão de renda ao proprietário rural por intermédio do uso de modelos de restauração com fins econômicos, voltados para a geração de serviços ambientais (água, carbono, polinização etc.) e produtos florestais madeireiros e não madeireiros (BRANCALION *et al.*, 2015). A possibilidade de utilizar o PSA como uma política governamental vem atraindo a atenção de diversos setores da sociedade, inclusive do Congresso Nacional, onde tramitam diversos projetos de lei que intentam disciplinar a matéria, muitos dos quais atribuindo ao Estado a cobrança e o pagamento por serviços ambientais (YOUNG *et al.*, 2016).

Uma Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais seria, em última análise, um mecanismo de intervenção no domínio econômico, construído deliberadamente para alterar o custo de oportunidade relativo dos serviços ambientais frente às outras destinações possíveis dos ativos envolvidos (YOUNG *et al.*, 2016). Essa proposta enfatiza, que os experimentos brasileiros seguem a ideia de PSA como subsídio governamental. Assim, em nossos esquemas de pagamentos por serviços ambientais, a autoridade pública paga os produtores rurais que aceitam prestar a provisão do serviço ambiental (NOGUEIRA, 2015; SILVA *et al.*, 2016).

O custo de uma política dessa natureza foi estimado entre aproximadamente R\$ 3,3 e R\$ 10,5 bilhões anuais. Cifra essa correspondente ao pagamento do PSA, calculado pelo custo de oportunidade da terra. Ou seja, esse seria o custo de conservar terras privadas florestadas que sofrem ameaça de desmatamento no período 2016-2030. Em se tratando de restauração seriam necessários R\$ 5 bilhões/ano para restaurar entre 0,9 milhão e 1,9 milhão de hectares (YOUNG *et al.*, 2016). Importante ressaltar que esquemas de PSA, enquanto subsídios públicos, têm seus resultados sensíveis a falhas ou a limitações da ação e do orçamento governamentais (SILVA *et al.*, 2016). Ainda assim observa-se que, independente da origem do pagador ou do modelo de PSA, esse tipo de arranjo pode gerar um fluxo de renda considerável para a cadeia da restauração ecológica.

Além disso, existem outros benefícios em termos de serviços ambientais que um programa de restauração de larga escala geraria. Com um financiamento anual de R\$ 1 bilhão poderia ser evitada a erosão de 3,7 até 118 milhões de toneladas de solo por ano. A quantidade de carbono florestal (CO₂) que seria conservado nesses casos iria de 2,4 bilhões de toneladas a 3,7 bilhões de toneladas, respectivamente (YOUNG *et al.*, 2016). Estes valores calculados para desmatamento evitado servem apenas de referência para a dimensão do benefício, sobretudo por considerarem apenas florestas maduras e não considerarem o potencial das áreas de restauração. Estimativas recentes demonstra que o Brasil tem, um potencial de armazenamento de carbono em florestas secundárias (jovens e médias) da ordem de 6,04 Gigatoneladas de carbono – GtC (CHAZDON *et al.*, 2016). Ou seja, além dos

benefícios da restauração, em termos de serviços ambientais estarem ainda subestimados, a possibilidade de utilizar a regeneração natural leva a uma redução de custos considerável. Isso porque a regeneração natural das florestas é amplamente considerada como um mecanismo eficaz de baixo custo para o sequestro de carbono, particularmente em regiões tropicais.

Felizmente em parte considerável do país, a restauração de áreas com fronteira agrícola recente poderá ser realizada de maneira passiva ou assistida, ou seja, sem demandar intervenções onerosas de restauração, tais como o plantio de mudas. Isso porque a maior parte dessas áreas está inserida em paisagens com maior cobertura de remanescentes naturais (alta resiliência de paisagem), por serem objeto de degradação mais recente e por normalmente estarem ocupadas com atividades agrícolas menos tecnificadas, permitindo a coexistência da prática agrícola com propágulos de espécies nativas no solo (alta resiliência local) (BRANCALION *et al.*, 2015).

Ainda assim por suas dimensões, um plano de recuperação de 12 milhões de hectares – cerca de 120 mil km², praticamente o tamanho da Inglaterra – deverá ser inserido no contexto maior da gestão do uso do solo nacional, dialogando com os sistemas de proteção ambiental e com o amplo espectro de atores do agronegócio. Sua implantação aceleraria o desenvolvimento de uma economia de base florestal competitiva, estimulando o aprimoramento dos conhecimentos técnicos e científicos sobre os ecossistemas naturais. Sua implantação consolidaria uma moderna indústria de recuperação florestal no país. A floresta recuperada será fonte, ainda, de atividades econômicas, por meio das cadeias produtivas dos seus produtos movimentando dezenas de bilhões de dólares nas próximas décadas (KISHINAMI *et al.*, 2016).

Dessa forma, a estratégia da ROAM em Pernambuco, desenvolvida pelo CEPAN/IUCN, busca entender toda a complexidade ecológica, legal e econômica para propor uma estratégia de restauração da paisagem que busque maximizar os benefícios dessa atividade, de maneira a incorporá-la nas atividades econômicas da região.

CAPITULO 2

AVALIAÇÃO E MODELAGEM ECONÔMICA DA RESTAURAÇÃO NO ESTADO DE PERNAMBUCO



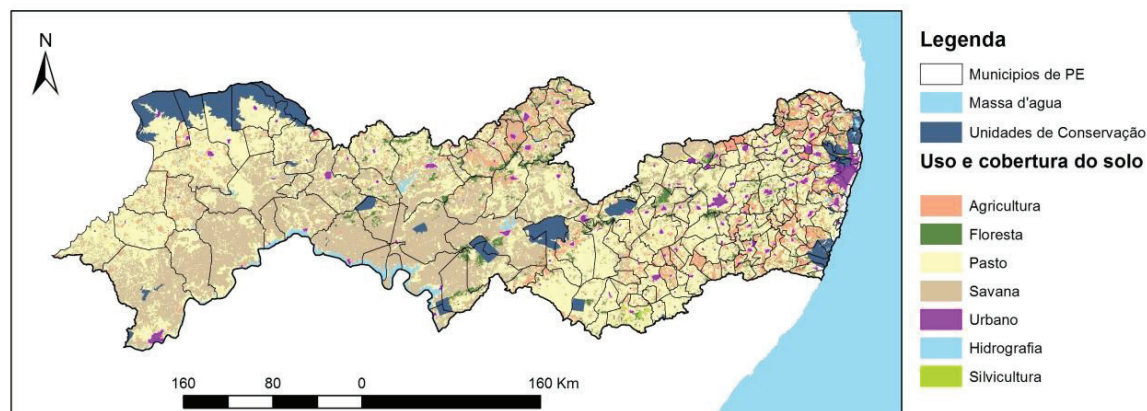
1. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

O estado de Pernambuco está localizado na região nordeste do Brasil e abriga dois biomas em seu território, Caatinga a oeste e a Mata Atlântica no litoral. Com área total de 9,8 milhões de hectares, teve forte ocupação da cana-de-açúcar desde os primórdios do Brasil como colônia europeia. Todavia, atualmente a pastagem ocupa maior parte do território de vegetação nativa desmatado, especialmente no interior do estado, na região de influência do bioma Caatinga.

A partir do levantamento de uso e cobertura do solo de SOARES-FILHO (2016) (Figura 1), o arquivo vetorial contendo a malha hidrográfica do Estado de Pernambuco, cedido pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) e dados do Cadastro Ambiental Rural - CAR (SFB, s.d.) e Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, foi possível estimar o passivo florestal em áreas ripárias, ou Áreas de Preservação Permanente (APPs) no estado de Pernambuco. O tamanho das áreas ripárias a serem restauradas seguiu a regra do Novo Código Florestal, o qual varia de 5 a 30 metros em função do tamanho do imóvel rural em que se encontra a área a ser restaurada e o tamanho do módulo fiscal do município. Para a área do estado passível de ser cadastrada, mas não coberta pelo CAR, foi projetada a distribuição fundiária com base nos dados do censo agropecuário do IBGE e utilizando um método geoestatístico de simulação gaussiana. A estimativa de Reserva Legal (RL) é subestimada para o bioma da Caatinga no estado, pois foi possível detectar fortes limitações no mapeamento de conversão de vegetação nativa em savana. Ademais, a estimativa de passivo em Reserva Legal tem um desafio: (i) não sabemos a alocação exata da RL na propriedade, podendo ou não estar sobreposta a APP já contabilizada, ou mesmo em outra propriedade, de acordo com a legislação atual; (ii) estimativas de RL não removem a obrigatoriedade de se recompor as APPs.

Por fim, é válido ressaltar que, na falta de dados mais concretos acerca da quantidade do passivo que será compensado em outras propriedades com excedente de RL, consideramos nos cálculos a restauração de vegetação nativa da área total de passivo dos imóveis rurais.

Figura 1. Mapa de uso do solo considerado nas estimativas de passivo de APP e RL a serem restauradas.



Fonte: SOARES-FILHO (2016).

1.1. Custos da restauração

1.1.1. Custos por métodos de restauração

O levantamento de custos em diferentes métodos de restauração foi feito a partir dos dados do Instituto Escolhas, na plataforma online <quantoefloresta.escolhas.org> e considera a receita de manejo florestal de seis cenários (Tabela 1). Os modelos do Instituto Escolhas consideram uma variedade de 148 espécies para Mata Atlântica e 61 espécies para a Caatinga. Apesar de a plataforma considerar 35 anos de horizonte temporal, nos utilizamos apenas 20 anos para este trabalho, pois é o mesmo período previsto pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012) para adequação ambiental. A taxa de desconto foi de 8% a.a.

Tabela 1. Métodos de restauração levantados pelo Instituto Escolhas para a Caatinga e Mata Atlântica.

Método de restauração	Prevê receita
Restauração passiva	Não
Condução + Enriquecimento	Não
Adensamento + Enriquecimento	Sim
Plantio de sementes	Sim
Plantio de mudas	Sim
Plantio de mudas com 25% Eucalipto	Sim
Plantio de mudas com 50% Eucalipto	Sim
Sistemas Agroflorestais (SAFs)	Sim

1.2. Custos de oportunidade da terra

Definimos como custo de oportunidade a receita ou ganho não realizado com o uso do solo devido à escolha de restaurar, ou seja, as perdas para a economia agropecuária. Dessa forma, quanto maior o custo de oportunidade, maior o

impacto econômico ao substituir uma determinada atividade agropecuária pela restauração. A avaliação do custo de oportunidade em áreas destinadas à restauração considera a receita líquida agropecuária que será perdida nessas áreas no longo prazo. Esse valor é expresso pelo preço da terra ou pelo VPL de cada atividade rural. Devido à imprecisão e às inconsistências dos dados disponíveis, neste trabalho foram utilizados uma média entre o valor da terra e a receita líquida média das culturas agrícolas. O uso do valor médio entre a receita líquida e o preço da terra permite diminuir incertezas e viés das informações, normalizando os dados. Também foram removidos os valores improváveis de ocorrer (*outliers*) através do cálculo de z-scores – todo valor acima de 3,5 no z-score foi considerado um *outlier*.

A avaliação de custo de oportunidade considera o uso do solo em APPs para o estado inteiro, mas para as áreas de RL utilizamos uma média ponderada dos valores de acordo com o uso do solo em todo o estado. Isto porque não sabemos ao certo aonde ocorrerá a restauração ou compensação para adequação ambiental, visto que está é uma decisão do detentor da terra.

1.2.1. Estimativa da receita líquida ponderada das atividades agropecuárias

Para as estimativas de receita líquida ponderada das culturas agropecuárias (em R\$/ha), foram utilizados os dados municipais de valor da produção do IBGE (s.d. b; s.d. c) e os de custos da Conab (2015) e Embrapa (s.d.). Como os dados de custo são estaduais e não municipais, utilizou-se o custo médio nos estados do Nordeste (em R\$/Kg/ha) e multiplicamos pelo rendimento médio das culturas, em Kg/ha (IBGE, s.d b; s.d c). Todas as informações de preço e custo são de 2015 ou foram atualizadas para 2015 pelo IGP-M.

Abaixo, a representação matemática de como foi calculada a receita líquida ponderada das áreas agrícolas em cada município.

$$\sum_{n=1}^n R_{c,m} = \left[\left(\frac{v_{c,m}}{a_{c,m}} \right) - (C_c \cdot r_{c,m}) \right] \cdot \left(\frac{a_{c,m}}{a_{t,m}} \right)$$

Onde:

$R_{c,m}$ = receita líquida ponderada de uma cultura c em um município m (R\$/ha);

$v_{c,m}$ = Valor total da produção (R\$) de uma cultura c em um município m, segundo o IBGE (s.d b; s.d c);

$a_{c,m}$ = Área de plantio (ha) de uma cultura c em um município m, segundo o IBGE (s.d b; s.d c);

C_c = Custos de produção (R\$/kg) de uma cultura c, segundo a Conab (2015) e Embrapa (s.d.);

$r_{c,m}$ = Rendimento da produção (Kg/ha) de uma cultura c em um município

m, segundo o IBGE (s.d b; s.d c);

$a_{t,m}$ = Área total de plantio (ha) das culturas agrícolas em um município m, segundo o IBGE (s.d b; s.d c).

Não foram encontradas informações de custo de produção para sete culturas permanentes e temporárias, as quais somaram 0,7% da área plantada no estado em 2015 (abacate, mamão, urucum, batata inglesa, fava, fumo e mamona). Em virtude da baixa representatividade na área de plantio, consideramos que não houve prejuízo ao desconsiderarmos tais culturas no cálculo de receita líquida do uso agrícola da terra.

Para o cálculo da receita líquida nas áreas de pastagem, foram somadas as receitas estimadas de produção de leite e abate de gado nos municípios. Para estimar a receita do abate ponderou-se o abate estadual (Kg convertido para arroba) pela participação percentual desses municípios no rebanho estadual, depois multiplicamos pelo preço da arroba no ano de 2015 (Cepea, s.d.) e dividimos pela área de pastagem dos municípios (SOARES-FILHO, 2016). Para estimar a receita da pecuária leiteira consideramos o seguinte cálculo em cada município:

$$R_m = \frac{\left[\left(\frac{v_m}{q_m} \right) - C \right] \cdot q_m}{a_m}$$

Onde:

R_m = receita líquida da pecuária leiteira em um município m (R\$/ha);

v_m = Valor total da produção (R\$) da pecuária leiteira em um município m, segundo o IBGE (s.d b; s.d c);

a_m = Área total de pastagem (ha) em um município m, segundo o SOARES-FILHO (2016);

C = Custos de produção (R\$/litro) do leite, que na média entre os valores da Conab (2015), estimamos em R\$ 1,25;

q_m = Produção total (litros) de leite em um município m, segundo o IBGE (s.d b; s.d c).

1.2.2. Definição do preço da terra

Os preços de terra (R\$/hectare) utilizados são do levantamento periódico do Agrianual (Agrianual, 2016). Os preços de terra variam em função do município e uso/cobertura do solo.

1.3. Modelagem dos benefícios

Para estimar os benefícios da restauração, valoramos alguns serviços ecossistêmicos através do uso do software de modelagem InVEST (TALLIS *et al*, 2013.). O grupo de trabalho da ROAM em Pernambuco definiu três importantes serviços como foco: carbono sequestrado da restauração, produção de água e retenção/exportação de sedimentos nas bacias hidrográficas do estado. Abaixo as informações necessárias para rodar cada modelo.

Tabela 2. Dados requeridos nos modelos do INVEST.

Modelo	Informações	Fonte
Produção de água	Modelo digital de elevação (DEM)	SRTM 30m V3
	Restrição de profundidade das raízes	Calculo a partir dos dados da FAO (2012)
	Precipitação	INMET (s.d.)
	Plant Available Water Content (PAWC)	Calculo a partir dos dados da FAO (2012)
	Evapotranspiração media anual	INMET (s.d.)
	Uso e cobertura do solo	SOARES-FILHO (2016), UFMG.
	Limite das bacias hidrográficas	IBGE
	Tabela biofísica	Preenchimento dos autores
Modelo de taxa de entrega de sedimentos	Modelo de elevação digital (DEM)	SRTM 30m V3
	Índice de erosividade da chuva	Calculado com dados do INMET
	Erodibilidade do solo (fator K)	Calculo a partir dos dados da FAO (2012)
	Uso e cobertura do solo	SOARES-FILHO (2016), UFMG.
	Limite das bacias hidrográficas	IBGE
	Tabela biofísica	Preenchimento dos autores
	Limite de acumulo de água	Strassburg et al (2016)
	kb e ICO	Padrão do Invest
Sequestro de carbono	SDR _{max}	Padrão do Invest
	Uso e cobertura do solo	SOARES-FILHO (2016), UFMG.
	Fontes de carbono (acima, abaixo do solo e matéria morta)	Strassburg <i>et al</i> (2016) e dados do MCT (BRASIL, 2010)

1.3.1. Carbono sequestrado

Para estimar o carbono sequestrado e CO₂ equivalente, utilizamos os valores de crescimento das espécies e tempo médio de maturidade das árvores com o limite de estoque por uso do solo de acordo com a literatura (Tabela 3). As estimativas são conservadoras, pois considera 15 ton./hectare de carbono equivalente sequestrado ao longo de 20 anos e isto é menor do que a média de carbono por hectare estipulada pelo inventario brasileiro de emissões (BRASIL, 2010) (29 ton/ha, na Caatinga e 121 na Mata Atlântica). Com a finalidade de sermos conservadores nos cálculos de receita por sequestro, consideramos apenas o carbono acima do solo. Para calcular a receita potencial por sequestro de carbono consideramos

o preço de US\$ 5,00/tCO₂ equivalente, dado pelo BNDES (2014) no Fundo Amazônia. Segundo o IPCC (2006), a convenção é que o carbono corresponde a 50% da biomassa e o dióxido de carbono (CO₂) equivale a aproximadamente 3,66 vezes o valor deste carbono.

Tabela 3. Carbono estocado em diferentes usos do solo.

	Acima do solo	Abaixo do solo	No solo	Matéria morta (serapilheira)	Total
Pasto	2,9	7,7	94,6	1,1	106
Savana	29,0	27,6	90,6	3,6	151
Floresta	121,0	27,6	90,6	3,6	256
Agricultura	7,2	1,9	62,4	1,1	73
Silvicultura	56,7	9,9	74,3	7,4	148

Fonte: adaptado de Strassburg et al (2016) e dados do MCT (BRASIL, 2010).

1.3.2. Modelo de taxa de entrega de sedimentos (SDR)

Este modelo gera um mapa de geração de sedimentos que vão para os fluxos dos rios e massas d'água. Tal informação auxilia no entendimento da qualidade da água, retenção de sedimentos em diferentes cenários (com e sem restauração) e orienta a gestão de bacias. Além disso, os resultados podem ser economicamente valorados, por exemplo, estimando o custo do tratamento. Para o custo de tratamento foi considerado o valor de R\$ 0,0149/m³ (OIKOS 2015).

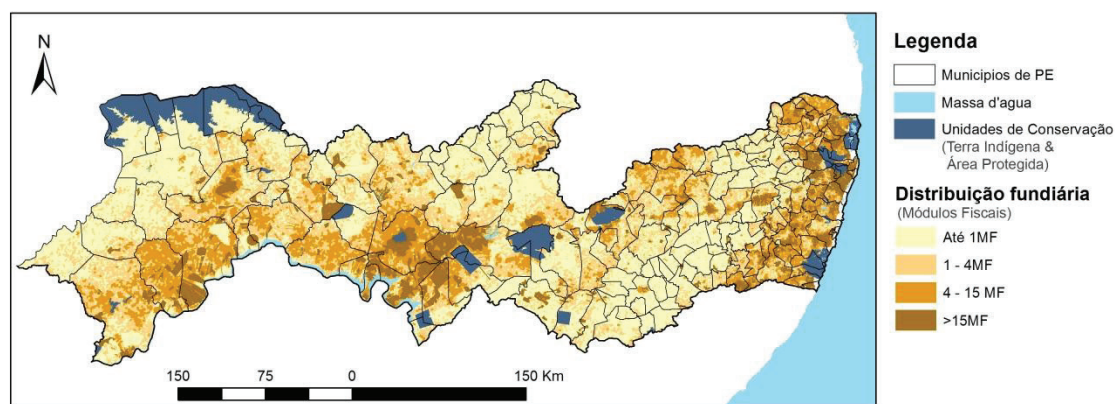
2. RESULTADOS

2.1 Característica fundiária do estado e passivos florestais

Foi projetada a distribuição fundiária de Pernambuco com base nos dados do SNCR do Incra e censo agropecuário do IBGE, e 61% da área de imóveis rurais de Pernambuco é destinada a pequenos produtores (por lei, abaixo de quatro módulos fiscais) correspondendo também a 96% das propriedades. A Figura 2 ilustra a distribuição fundiária com dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

O passivo florestal pode chegar a 271 mil hectares em APP e 110 mil hectares em RL nos dois biomas de Pernambuco (Tabela 4). Não contabilizamos passivo florestal em imóveis abaixo de 4MF visto que a lei isenta tais propriedades de RL. Porém, qualquer propriedade (mesmo pequenas) registrar área de RL e excedentes florestais para compensação de passivo. Em nossos cálculos, estes excedentes poderiam compensar todo passivo de RL, mas ainda assim a APP deverá ser restaurada.

Figura 2. Distribuição fundiária das propriedades.



Fonte: Cadastro Ambiental Rural e simulação de propriedades com dados do Censo 2007 (IBGE).

Tabela 4. Estimativa de ativos e passivos florestais em Pernambuco, em APP e Reserva Legal, por bioma e classe de imóveis (até 4 módulos fiscais e acima de 4MF).

	Passivo florestal de APP	Passivo florestal de Reserva Legal	Excedente de Reserva Legal (Ativo florestal)
Mata Atlântica			
Imóveis até 4 MF		-	61.624
Imóveis acima de 4MF		65.833	33.711
Caatinga			
Imóveis até 4 MF		-	1.484.428*
Imóveis acima de 4MF		44.193	1.018.465*
Total	271.276**	110.026	2.598.228

Fonte: elaborado pelo autor com dados do Cadastro Ambiental Rural e simulação de propriedades com dados do Censo 2007 (IBGE), uso e cobertura do solo (SOARES-FILHO, 2016) e base de hidrografia do CEPAN.

*Os valores para a Caatinga estão superestimados devido à dificuldade de mapear conversão de vegetação nativa neste bioma.

**Estimativas de passivo em APP na seção 3 do capítulo 1 do relatório ROAM de Pernambuco.

2.2 Estimativa dos custos de restauração

2.2.1 Custos de intervenção da restauração, por hectare e em larga escala

O levantamento feito pelo Instituto Escolhas estima que o custo da restauração na região do Pernambuco pode variar de cerca de R\$ 2.800 a R\$ 13 mil por hectare (Figura 3). Mesmo se considerássemos a receita de manejo florestal, a restauração mostrou ser uma atividade sem retorno financeiro direto nesta região.

Em larga escala a restauração de passivo florestal de APP pode custar até R\$ 2,3 bilhões em 20 anos (R\$ 1,26 Bi na Mata Atlântica e R\$ 1,37 Bi na Caatinga, Tabela 6), ou R\$ 165 milhões anuais. O valor para restaurar RL pode chegar a R\$ 693 Milhões em 20 anos (R\$ 34 milhões/ano), dependendo do cenário combinatório de métodos de restauração. Como referencia, relacionamos os métodos de restauração do Instituto Escolhas com o percentual de ocorrência dos métodos do Planaveg (Tabela 5).

Figura 3. Custo de restauração, nos biomas de Pernambuco, em R\$/hectare.
Fonte: Adaptado do Instituto Escolhas (s.d.).

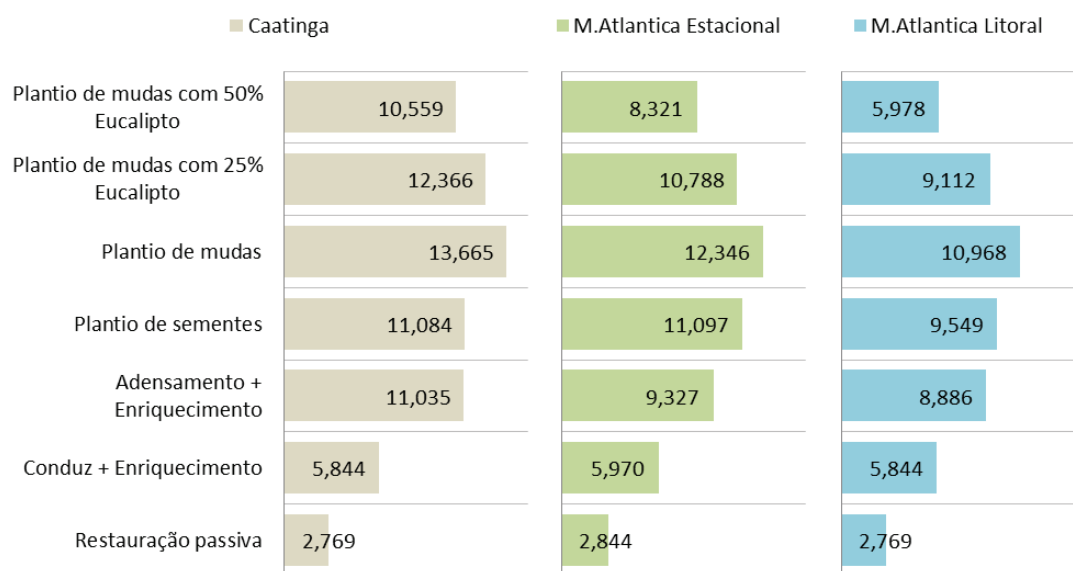


Tabela 5. Métodos de restauração considerados nas análises e área percentual correspondente nos diferentes cenários do Planaveg.

	Planaveg A	Planaveg B	Planaveg C
Plantio total da área (1.666 indivíduos/hectare)	30%	20%	10%
Enriquecimento com condução	30%	30%	30%
Regeneração natural (com e sem cercas)	40%	50%	60%

Fonte: Adaptado do Planaveg (Brasil, 2014).

Tabela 6. Custo da restauração (R\$ total) de passivos florestais no estado do Pernambuco, nos cenários do Planaveg.

	Custo da restauração de passivo florestal de APP*	Custo da restauração de passivo de Reserva Legal
Mata Atlântica		
Planaveg A		415.120.350
Planaveg B		369.279.063
Planaveg C		323.437.776
Caatinga		
Planaveg A		278.665.922
Planaveg B		247.893.148
Planaveg C		217.120.375
Mata Atlântica e Caatinga (soma)		
Planaveg A	1.710.572.689	693.786.272
Planaveg B	1.521.676.015	617.172.212
Planaveg C	1.332.779.341	540.558.151

*Estimativas com base no passivo dado na seção 3 do capítulo 1 do relatório ROAM de Pernambuco.

2.2.2 Custos de oportunidade da terra

Foram estimados os custos de oportunidade com a restauração no estado de Pernambuco em R\$ 405 milhões em APPs e R\$ 285 milhões em RL (Tabela 7). Para estimar os custos de oportunidade da terra, foi utilizada a receita líquida ponderada das culturas agrícolas. Todavia, o valor final do custo de oportunidade poderá ficar entre o preço da terra e as receitas líquidas esperadas da atividade econômica agropecuária.

Foi possível identificar que o oeste do estado apresenta menor custo de oportunidade, o que leva à conclusão de que essas áreas serão as mais baratas para compensação. Do ponto de vista estritamente econômico, a restauração deveria iniciar pelas regiões de menores custos de oportunidade, permitindo um maior tempo para implantação de programas de compensação das perdas decorrentes da restauração nas regiões com maior custo de oportunidade. Contudo, também deve-se considerar a eficácia ambiental da restauração, ou seja, onde há maiores ganhos para a conservação da biodiversidade, clima, carbono, etc.

Tabela 7. Custos de oportunidade com restauração de passivo florestal, nas APPs de todos os imóveis e na RL apenas de imóveis acima de 4 módulos fiscais.

	Custos de oportunidade em restauração de APP	Custos de oportunidade em restauração de Reserva Legal
Mata Atlântica		188.373.839
Agricultura		181.574.864
Pecuária		6.225.085
Silvicultura		573.890
Caatinga		96.999.113
Agricultura		85.246.916
Pecuária		10.793.905
Silvicultura		958.292
Total	405,828,896*	285.372.953

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do IBGE (s.d. b; s.d. c), Embrapa (s.d.), Conab (2015) e Soares-Filho et al (2016).

*Estimativa baseada no passivo de APP calculado na seção 3 do capítulo 1 do relatório ROAM de Pernambuco.

Figura 4. Custos de oportunidade da terra no estado de Pernambuco, em três métodos: (i) Receita líquida; (ii) Preço da terra; e (iii) Média das duas anteriores. Fonte: elaboração do autor com dados de preço de terra da FNP (2017) e Receita líquida anual das culturas agropecuárias (IBGE, s.d.; CONAB, s.d.; Embrapa, s.d.).

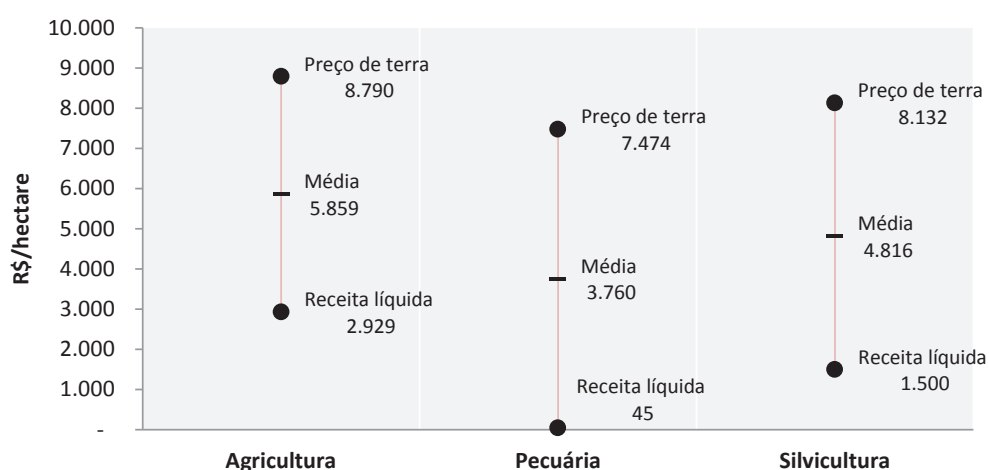
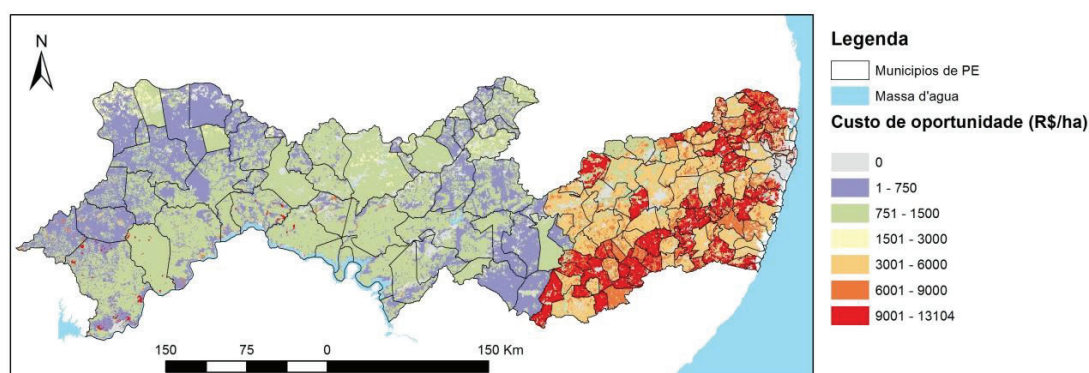


Figura 5. Mapa de custos de oportunidade da terra em Pernambuco. Fonte: elaboração do autor com dados de preço de terra da FNP (2017), Receita líquida das culturas agropecuárias (IBGE, s.d.; CONAB, s.d.; Embrapa, s.d.) e uso do solo (SOARES-FILHO, 2016).



2.3 Benefícios da restauração: valoração dos serviços ecossistêmicos

2.3.1 Carbono

Estimamos uma receita potencial de R\$ 1,5 bilhões proveniente do sequestro de carbono nas áreas de APP a serem restauradas e R\$ 627 milhões em RL, durante 20 anos (Tabela 8). A receita de carbono cobriria de 8% a 14% do custo da restauração nos diferentes cenários do Planaveg. Para calcular a receita potencial por sequestro de carbono consideramos: (i) o passivo florestal a ser recuperado em APP e RL, ou 271.276ha e 110.026ha respectivamente; e (ii) o preço de US\$ 5,00/tCO₂ equivalente, dado pelo BNDES (2014) no Fundo Amazônia. Este valor convertido para reais correspondeu a R\$ 12,95/ tCO₂ equivalente⁴ e é alto quando comparado com as tendências internacionais. Um exemplo de como o preço do carbono tem oscilado, é a bolsa de Chicago (Chicago Climate Exchange), na qual o valor caiu de aproximadamente US\$ 4,00 em 2009 para US\$ 0,10 por tonelada. Apesar das incertezas sobre o mercado de crédito de carbono, o valor do BNDES é a referência oficial que temos para pagamento deste benefício.

Tabela 8. Receita potencial de crédito de carbono sequestrado com a restauração (R\$ total).

	Crédito de carbono de APP restaurada	Crédito de carbono de RL restaurada
Mata Atlântica		
Imóveis até 4 MF	167,416,451	-
Imóveis acima de 4MF	623,974,006	375.429.031
Caatinga		
Imóveis até 4 MF	215,856,804	-
Imóveis acima de 4MF	539,770,724	252.021.557
Total	1,547,017,984	627.450.588

Fonte: Elaboração do autor com as estimativas de sequestro de carbono e preço do carbono a US\$ 5,00/tCO₂ (BNDES, 2014).

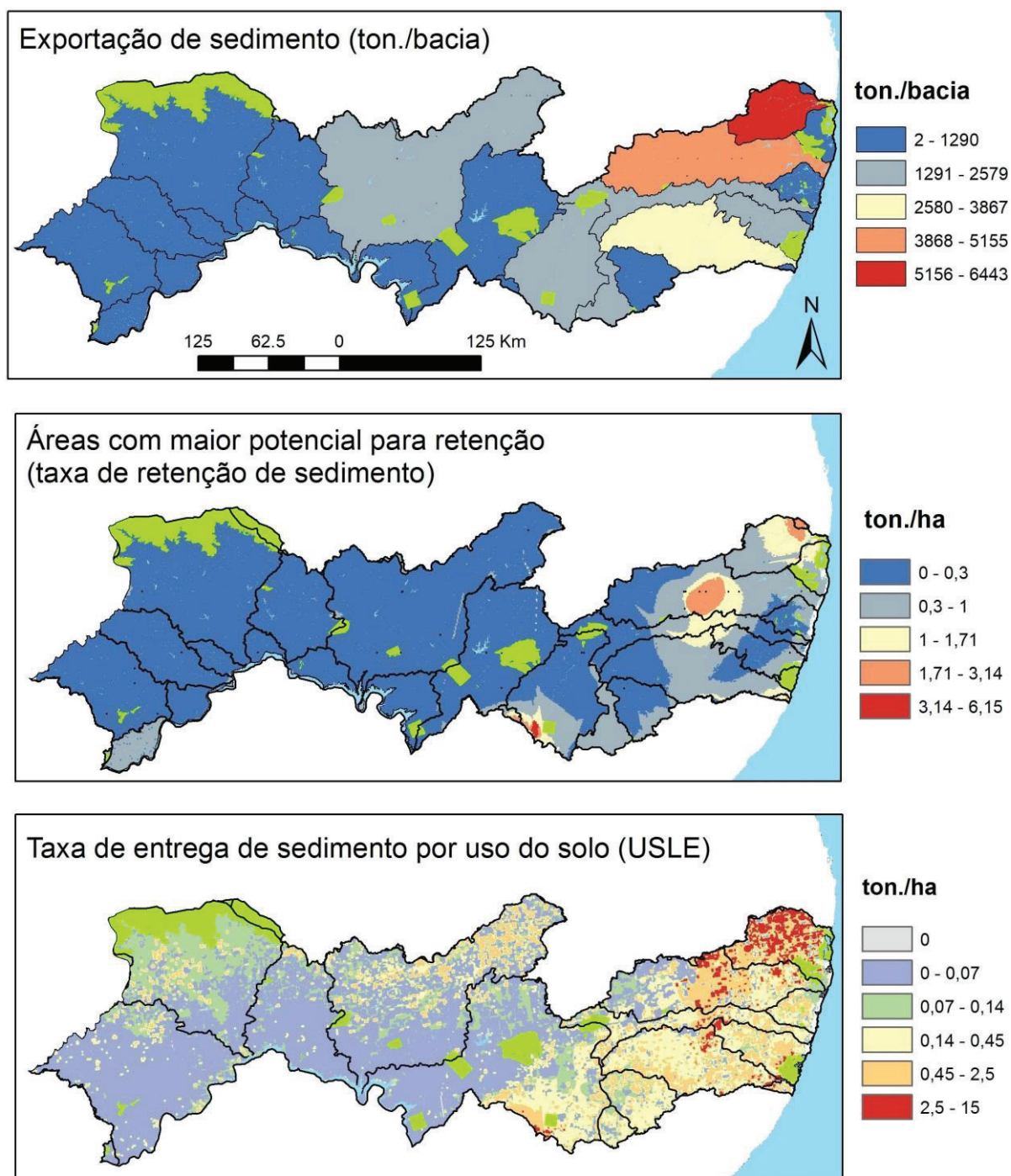
2.3.2 Retenção de sedimentos

A restauração de APPs pode reduzir a exportação de sedimentos em 2.371 ton/ano em todas as bacias de Pernambuco e poupar R\$ 35.339/ano em tratamento de água⁵. Na Bacia do Una, a redução de sedimentos exportados para os rios chega a 146 ton./ano. Na região leste do estado estão concentradas bacias com maior exportação de sedimentos para os rios e, ao mesmo tempo, maior potencial de retenção de sedimentos (Figura 6). A região Nordeste, predominantemente agrícola, abriga os usos do solo com maior taxa de sedimentação (Figura 6).

⁴ Devido à variação cambial, utilizamos o preço médio do dólar nos últimos três anos, ou R\$ 2,59 para U\$ 1,00. Os dados são do Banco Central, disponíveis em: < <http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/port/ptaxnpesq.asp?id=txcotacao> >.

⁵ Consideramos como custo de tratamento R\$ 0,0149/m³ (OIKOS, 2015).

Figura: 6. Resultados do modelo de taxa de sedimentação (SDR), no cenário atual.
Fonte: elaboração do autor com utilização do software InVEST.



Legenda

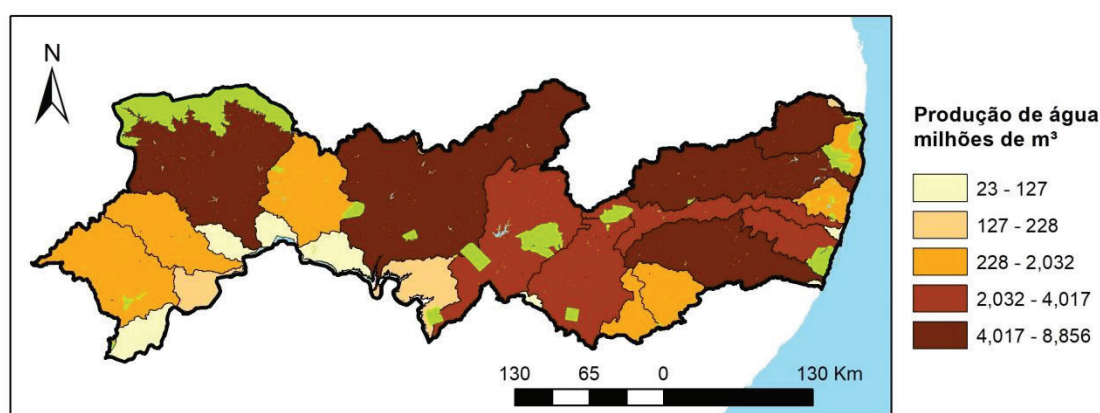
Massa d'agua Bacias hidrográficas Unidades de Conservação

2.3.3 Produção de água

Aparentemente, a capacidade de produção de água é equitativa nas bacias de Pernambuco (Figura 7). De acordo com o modelo testado a produção de água reduziu 5% no cenário com restauração em comparação ao cenário atual. Este fato se deve à maior infiltração da água no solo em razão da maior cobertura vegetal associada à restauração florestal. É importante destacar que a produção de água avaliada neste modelo refere-se à água exportada para o sistema através do escoamento superficial. Sendo assim, áreas com afloramentos rochosos, solo exposto e pastagens tem maiores perdas de água através do escoamento para os cursos d'água. Ao modo que, áreas florestadas tem maior retenção de água devido a infiltração no solo e abastecimento dos lençóis freáticos.

Figura 7. Resultados do modelo de produção de água, no cenário atual.

Fonte: elaboração do autor com utilização do software InVEST.



Legenda

Massa d'agua Bacias hidrográficas Unidades de Conservação

2.3.4 Sistemas Agroflorestais na Caatinga

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) apresentam a possibilidade de restaurar com potencial de retorno financeiro, no entanto, tal retorno varia de acordo com o contexto local, tipo e composição do sistema. A maior parte da literatura e experimentos documentados trata de SAFs com espécies florestais, o que dificulta a sua adequação para um bioma como a Caatinga. Assim, na região de Mata Atlântica de Pernambuco podemos esperar o retorno médio de SAFs convencionais, com valores aproximados a R\$ 10 mil por hectare em 20 anos, segundo os dados do Instituto Escolhas (s.d.). Porém, para a Caatinga encontramos alguns experimentos voltados à restauração, mas sem informação econômica, a citar Lima (2004) e

Melo et al (2014). Outras fontes, como o levantamento do Instituto Escolhas (s.d.), apresentam o retorno de R\$ 9.422/hectare em 35 anos de SAF na Caatinga.

Devido a pouca informação sobre o retorno econômico de SAFs na Caatinga, podemos utilizar de referência os valores de SAFs do Cerrado, considerando que é o bioma mais próximo da Caatinga em aspectos de fitofisionomia. Hoffmann (2013) comparou financeiramente os ganhos de dois SAFs biodiversos sucessionais com oito SAFs simples distribuídos pelo país, dos quais selecionamos dois sistemas mais representativos para o Cerrado/Caatinga. Os sistemas mais complexos estudados por Hoffmann (2015) apresentaram retorno financeiro muito atrativo, com Valor Presente Líquido anualizado⁶ de R\$ 20.565,67 e R\$ 26.126,54 – um resultado melhor do que a maioria das culturas agrícolas anuais.

As experiências demonstram que os SAFs são uma alternativa para a restauração e melhoria das condições produtivas e econômicas em pequenas propriedades, as quais dependem de maior liquidez (dinheiro de rápida circulação para gastos do dia a dia) para subsistência. Todavia, há barreiras para a implantação em larga escala dos SAFs, uma vez que este tipo de produção é intensivo no uso de mão-de-obra e, no caso de sistemas mais complexos, requer alto investimento inicial e altos custos de manejo. Segundo Miccolis et al (2016), os tipos de SAFs considerados mais adequados para restauração são os biodiversos ou sucessionais, que mais se assemelham a ecossistemas naturais e melhor desempenham as funções ambientais preconizadas para áreas de conservação (APPs e RLs).

Os desafios para a implantação de SAFs como alternativa à restauração incluem a necessidade de conhecimento técnico, mão de obra qualificada, germoplasma (material de plantio) em quantidade e diversidade suficiente na época certa e acesso a mercados para os produtos dos SAFs. Em vista desses desafios, não sabemos em que extensão os SAFs serão implantados, mesmo sendo uma opção preconizada pela lei que pode ser adotada em qualquer imóvel rural. Além disso, a definição de quais os modelos de SAF poderão ser considerados como restauração na Caatinga, cumprindo o devido papel ecológico, parece carecer de uma regulamentação nos estados.

6 O Valor Presente Líquido anualizado (VPLa) expressa a receita líquida em valores equivalentes anuais menos os investimentos e descontado uma taxa de custo de capital (taxa de desconto). Utilizamos o VPLa no lugar do VPL simples para comparar o retorno de investimentos com diferentes horizontes temporais, ou culturas agrícolas com diferentes ciclos de produção. Por exemplo, a agricultura tem ciclos anuais, enquanto SAFs e manejo florestal podem levar décadas para fechar um ciclo de exploração.

2.4 Mecanismos de financiamento para restauração e compensação

Para financiar a restauração florestal será preciso adequar os meios existentes (ex.: crédito rural) e desenvolver novos mecanismos, como fundos para investimento e green bonds. A Tabela 9 resume os mecanismos existentes e os que ainda precisam ser desenvolvidos, para diferentes públicos alvo.

Tabela 9. Matriz de mecanismos financeiros para compensação e restauração florestal.

Público alvo (beneficiário do recurso)	Mecanismos disponíveis hoje	Mecanismos em processo de discussão e/ou em desenvolvimento
Setor público e instituições privadas	Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF), Fundos do BNDES.	Fundos de investimentos, <i>green bonds</i> .
Produtor rural	Crédito rural.	

2.4.1 Crédito Rural

Segundo os dados do Banco Central (BACEN, s.d.), cerca de R\$ 838 milhões são contratados anualmente para financiamento da produção agropecuária em Pernambuco. Comparado com o custo da restauração de passivo nas seções anteriores, 20% do crédito rural aplicado poderia custear a adequação ambiental no período de 20 anos. Para RL, 4% deste crédito bastaria. Apesar de o crédito rural ser potencialmente a principal fonte para financiamento da restauração, ainda há barreiras como: baixa oferta de técnicos para elaboração destes tipos de projeto; baixa demanda dos produtores rurais e investidores para restauração; e pouco entendimento dos bancos em relação a este tipo de projeto. Além disso, a baixa liquidez da atividade inibe investidores no caso da restauração com exploração econômica da área. Uma estratégia pode ser a redução de taxas de juros no crédito convencional para aqueles produtores que estiverem investindo em restauração para adequação de passivos – isso é uma forma de compensação pelas perdas.

Atualmente, o Plano Safra brasileiro oferta cerca de R\$ 5 bilhões anuais para a restauração de áreas degradadas e restauração através de linhas como o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), o Fundo Clima, Fundos Constitucionais (FCO, FNE e FNO) e outros programas do BNDES, como o BNDES Florestal. O atrativo da maioria destas linhas de crédito é a taxa de juros abaixo da inflação, variando de 5,5% a 12% ao ano e financiam desde pesquisa à implantação de viveiros e a restauração (IUCN, 2016).

2.4.2 Fundos de investimento e *green bonds*

Segundo a OECD (KAMINKER & STEWART, 2012), o setor privado e investidores institucionais serão os responsáveis por grande parte do capital para investimento em economia verde ou práticas de sequestro e compensação de emissão de carbono (ex.: restauração). Neste sentido, “títulos verdes” (*green bonds*) e outros produtos financeiros devem ser desenvolvidos para captação de recurso. Um exemplo vem de empresas de seguro que tem investido em energia limpa em diversos lugares do mundo. Estes investidores atuam em pelo menos três arranjos diferentes para promover a economia verde: investimento direto de longo prazo (o que se ajusta à restauração); provedores de garantia para investimentos de risco, a fim de mitigar perdas de capital de terceiros; e seguro para investimentos convencionais de produtores ou outros atores. Parte dos recursos oriundos de fundos de investimentos pode ser captada através da emissão de títulos, contudo, falta regulamentação dos chamados títulos verdes pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) do Brasil.

2.4.3 FNDF, BNDES e outros

Atualmente há dois principais mecanismos financeiros para apoio à restauração em larga escala no Brasil, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF) e os fundos para investimento em restauração do BNDES. Nos anos recentes o BNDES tem sido o principal agente de financiamento da restauração em larga escala no Brasil, com cerca de R\$ 37 milhões⁷ gastos no tema, em 2.700/ha. As três principais linhas para financiamento da restauração pelo BNDES são: o Fundo Clima Florestas Nativas; BNDES Florestal; e Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC). Estas linhas apoiam entidades públicas, empresas e associações com finalidades diversas como manejo florestal, implantação de viveiros e desenvolvimento de pesquisa e desenvolvimento florestal.

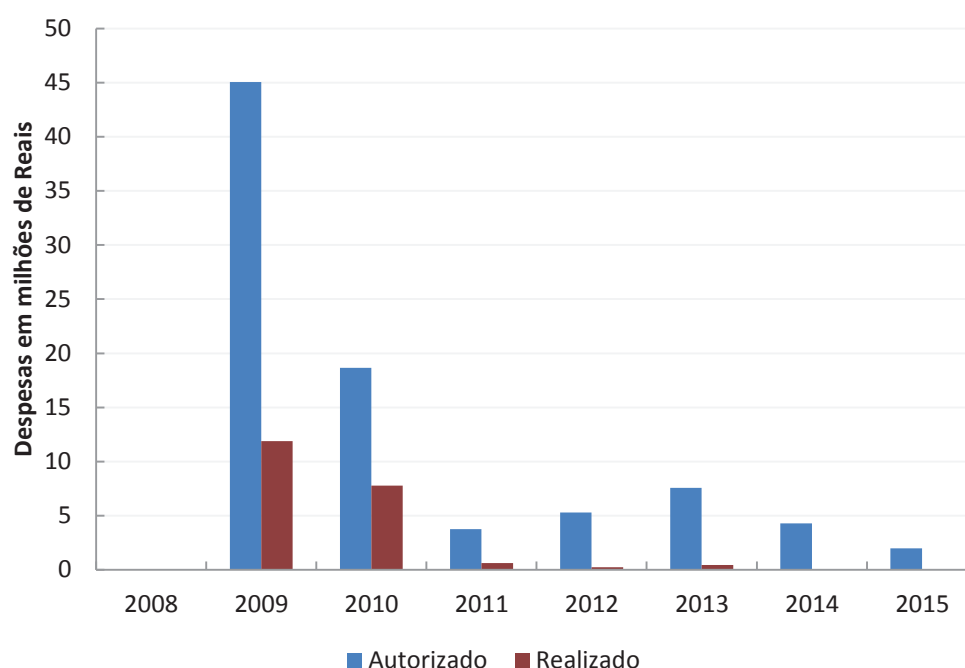
2.5 Alocação de recursos financeiros e Instrumentos econômicos para restauração em Pernambuco.

Como já demonstrado até aqui, existe um arcabouço legal em nível federal e estadual que estabelece determinações para restauração ecológica/recuperação de áreas degradadas, assim como a previsão de instrumentos punitivos aos que descumprirem essas determinações. Porém, como já citado esses instrumentos carecem de uma adequada regulamentação.

⁷ Informações disponíveis em: <bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Restauracao_Ecologica/mapa.html>.

Além disso, apesar de existir a previsão desses instrumentos nas normas estaduais, isso não é garantia de sua implementação. Existe uma lacuna grande entre a criação de uma política e a sua execução. Por exemplo, é possível encontrar a existência de programas e ações destinadas à recuperação de áreas degradadas, produção de mudas e atividades correlatas à restauração ecológica nos Planos Plurianuais – PPA's do governo do estado de Pernambuco. No entanto, ao se avaliar a execução dessas ações em termos de gastos públicos, é possível observar que a maior parte não sai do papel (Figura 8).

Figura 8. Gastos autorizados e realizados do governo do estado de Pernambuco com programas e ações que incluem recuperação de áreas de degradadas entre os anos de 2008 e 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas LOA's, PPA's e Balanços Orçamentários de 2008 a 2015 do governo do estado de Pernambuco.

Desta forma, observa-se que há um descompasso grande entre o montante de recursos que são previstos para a recuperação da vegetação nativa no estado, cerca de R\$ 87 milhões de reais, em todo o período analisado, e aqueles recursos que são de fato empenhados e pagos, ou seja, cujas atividades são realmente realizadas, que somam pouco mais de R\$ 21 milhões.

Considerando os custos de restauração apresentados neste estudo, que variaram entre R\$ 2.800 e R\$ 13.000 por hectare. Os recursos previstos pelo governo estado, no período de 2008 a 2015, se fossem totalmente empregados na restauração, levariam a uma recuperação de algo entre 1.600 - 30.000 hectares (Tabela 10), a depender dos métodos de restauração necessários e da localização e custo de oportunidade da área. De toda forma seria um esforço significativo na busca pela

diminuição do passivo ambiental do estado, se os recursos fossem aplicados de maneira eficaz. A título de comparação, segundo dados do Global Forest Watch⁸, o estado de Pernambuco apresentou um ganho bruto de cobertura florestal da ordem de 18.290,12 hectares, e uma perda de 185.890 hectares no mesmo período. Já o projeto MapBiomas⁹, mostra no mesmo período uma perda de 387.286,34 hectares. Ou seja, se os recursos autorizados fossem totalmente executados e aplicados ao menor custo de restauração possível, teriam sido recuperados cerca de 8% do passivo ambiental criado no período.

Tabela 10. Área possível de ser recuperada, considerando-se os recursos autorizados e realizados em programas e ações governamentais que envolviam ações de restauração ecológica.

Recursos	Área Recuperada (ha)	
	Custo Mínimo de Restauração	Custo Máximo de Restauração
Autorizado	30.951,94	6.666,57
Realizado	7.502,63	1.615,95

Essa diferença entre os gastos autorizados e realizados pelo estado pode ser devida a uma série de fatores: 1 - O fato do governo não considerar essa uma prioridade real, o que leva a uma pouca destinação direta de recursos, o que de certa forma pode se observar no declínio dos gastos ao longo do período analisado. Além da frequente movimentação de recursos destinados inicialmente para esses fins, que acabam sendo direcionados para outras atividades do governo; 2 – A pouca capacidade técnica dos órgãos ambientais em gerir orçamento, situação muitas vezes relacionada a um baixo quantitativo de servidores, ou a pouca qualificação destes para atividades de gestão; 3 – A falta de projetos qualificados para receberem os recursos do estado.

Seja qual for o motivo, observa-se que há uma necessidade de melhorar a governança da restauração de áreas degradadas no estado de Pernambuco, no que diz respeito a um melhor planejamento e execução dos gastos governamentais.

De maneira complementar a essas regulamentações federais e estaduais demonstradas, outra possibilidade de viabilização de restauração ecológica em larga escala pode ser através do uso de instrumentos econômicos.

Os instrumentos econômicos (IE) são instrumentos de gestão ou política ambiental que objetivam por meio de incentivos e desincentivos via sistema de preço, atingir metas ambientais. Dentre os IE os mais utilizados estão, taxas, impostos, multas. Assim como subsídios e licenças comerciáveis de poluição (NOGUEIRA & PEREIRA, 2013).

Sobre esses instrumentos, as taxas/impostos/multas buscam aplicar o princí-

8 <http://www.globalforestwatch.org/>

9 <http://mapbiomas.org/>

pio do poluidor pagador. Onde as externalidades causadas pelo agente agressor do meio ambiente são internalizadas (ALMEIDA, 1997). Os subsídios objetivam a redução dos níveis de poluição. São aplicados através de um recurso financeiro, como por exemplo, subvenções, empréstimos subsidiados e incentivos fiscais. Já a licença comerciável de poluição atua via quantidade. “Opera da seguinte forma: o governo predetermina o nível máximo de poluição agregado permitido (em termos de um poluente específico, numa região determinada ou para um certo conjunto de indústrias) e divide este total em cotas que assumem a forma jurídica de direitos/licenças alocadas ou leiloadas entre os agentes envolvidos. Para que o mecanismo seja eficiente, estes não apenas podem como devem comercializar seus direitos.” (OECD 1989; ALMEIDA, 1997; STERNER & CORIA, 2012).

Esses dois são de especial interesse para abordagem ROAM no estado de Pernambuco, por haver leis estaduais ligadas a PSA e ao Programa de Recuperação Ambiental. O PSA no estado foi instituído através da Lei Nº 15809 de 17/05/2016 que Institui a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, e cria o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e o Fundo Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais.

Na política de PSA estadual existe a previsão de um Subprograma PSA Restauração que visa apoiar a adequação ambiental através do financiamento e apoio técnico à restauração de áreas degradadas, especialmente, aquelas consideradas legalmente protegidas, como reservas legais, áreas de preservação permanente, entre outras, propiciando melhor desempenho dos processos ecológicos e oferta de serviços ambientais.

Já o decreto 44.535 de 05/06/2017, Institui o Programa de Regularização Ambiental do Estado de Pernambuco – PRA/PE. Dentre os instrumentos previstos no programa, encontra-se as Cotas de Reserva Ambiental – CRA.

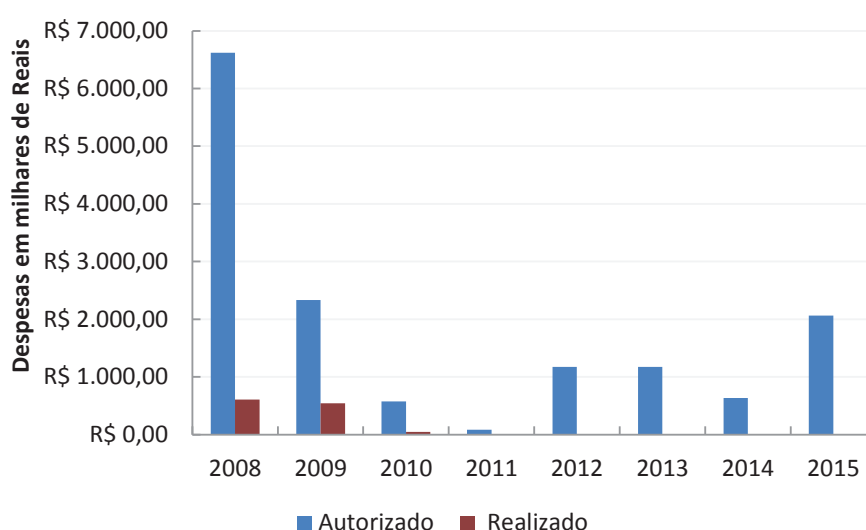
Tanto o PSA como o CRA são instrumentos econômicos, respectivamente são tipos específicos de subsídio e de licenças comerciáveis. Sobre o PSA há ainda alguma discussão sobre a participação do governo enquanto agente pagador, porém essa é uma realidade, e nesses casos o PSA se caracteriza como um subsídio. Nesse caso seria mais um incentivo a restauração ecológica, e dado o déficit de cobertura florestal do estado, dificilmente se pode contestar a adicionalidade de tal programa.

Sobre o CRA, a ideia de licenças negociáveis é repassar para os agentes econômicos o melhor arranjo para se chegar no fim desejado pelo governo. Por exemplo, ao finalizar os dados sobre o CAR, o governo de Pernambuco pode definir a meta de área ser recuperada em um dado período para todo o estado ou para uma região específica. A partir daí os proprietários de terra poderão negociar entre si as melhores áreas para realizar a restauração, de forma a reduzir custos e

otimizar suas atividades produtivas. O benefício para o governo vem da redução de custos com a fiscalização por exemplo.

Ainda assim, o que se observa é um baixo percentual de execução de gastos públicos com esse tipo de instrumento. Quando avaliados os programas e ações do governo do estado de Pernambuco direcionados diretamente para a elaboração, desenvolvimento e execução de instrumentos econômicos mais uma vez se observa grande diferença entre aqueles recursos que foram autorizados (cerca de R\$ 14,6 milhões) e os recursos efetivamente realizados (R\$ 1,2 milhões) (Figura 9).

Figura 9. Gastos autorizados e realizados do governo do Estado de Pernambuco com programas e ações de elaboração, planejamento e execução de instrumentos econômicos entre os anos de 2008 e 2015.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas LOA's, PPA's e Balanços Orçamentários de 2008 a 2015 do governo do estado de Pernambuco.

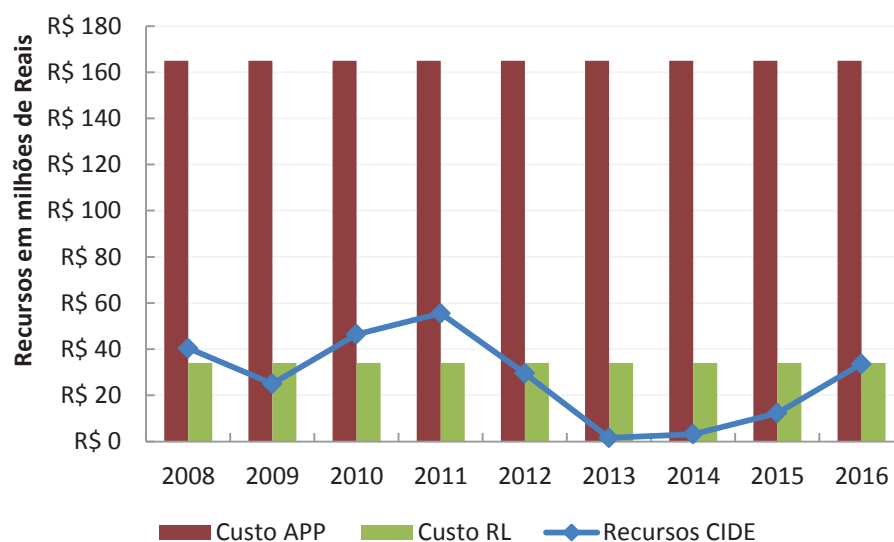
Ou seja, valem para os instrumentos econômicos as mesmas considerações feitas anteriormente para outros instrumentos de política ambiental. No entanto, como agravante observa-se que o emprego dos Instrumentos Econômicos por parte do poder público é consideravelmente menor quando comparado às políticas de comando e controle. A opção pelo uso apenas, ou de forma desbalanceada de instrumentos de comando e controle pode apresentar desvantagens. Essas desvantagens seriam devido à: 1 - falta de escolha ou liberdade para os agentes se adaptarem, levando em consideração que os agentes podem apresentar distintas situações individuais; 2 - o requerimento de altos custos administrativos por parte do poder público que precisa fiscalizar. Em contraponto, os Instrumentos Econômicos podem ser mais flexíveis a diferentes realidades encontradas. Assim no caso específico da restauração ecológica, essa flexibilidade poderia ser um fator positivo, considerando as distintas realidades de produtores rurais, e suas consequentes dificuldades ou facilidades em adotar um programa de adequação ambiental.

Dessa forma, demonstrado o cenário atual, se faz necessário buscar alternativas para implementar uma ação restauração de áreas degradadas de larga escala para o estado de Pernambuco. Uma possibilidade para suplementar os esforços para redução do passivo de cobertura florestal no estado pode vir aos moldes da Política de PSA da Costa Rica. Em funcionamento há mais de 20 anos a política de PSA da Costa Rica é financiada com recursos provenientes de impostos sobre combustíveis.

No Brasil, a Lei No. 10.336 de 19/12/01 Instituiu a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível (Cide). A Cide é repassada trimestralmente para os estados, de acordo com critérios de divisão relacionados a infraestrutura de transportes, população entre outros. Ao estado de Pernambuco cabe um percentual de 3,67%. Na lei que cria a Cide, § 10 esta previsto que o produto da arrecadação da Cide será destinada, na forma da lei orçamentária, ao: I - pagamento de subsídios a preços ou transporte de álcool combustível, de gás natural e seus derivados e de derivados de petróleo; II - financiamento de projetos ambientais relacionados com a indústria do petróleo e do gás; e III - financiamento de programas de infra-estrutura de transportes.

Assim, considerando que a restauração ecológica é uma das estratégias mais eficazes de captura de carbono, adaptação e mitigação das mudanças climáticas, poderia um programa de PSA destinado a este fim ser beneficiário desses recursos. Para fins de dimensionamento do impacto positivo que esses recursos poderiam causar, comparamos os montantes recebidos pelo governo estadual com os custos aqui calculados para restauração de APP's e RL's do estado. Em média 13% do passivo florestal do estado poderiam ser recuperados com esses recursos que chegam a ordem R\$ 247 milhões no período avaliado (Figura 10).

Figura 10. Comparação entre os valores recebidos pelo Estado de Pernambuco com a CIDE, e os gastos anuais necessários para restaurar as APP's e RL's no estado.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas LOA's, PPA's e Balanços Orçamentários de 2008 a 2015 do governo do estado de Pernambuco e nos dados do portal de transparência do governo federal.

É importante ressaltar que esta é uma estimativa com a destinação total dos recursos provenientes da CIDE para o estado, o que é pouco provável de ocorrer. De toda forma essa pode ser uma fonte de custeio parcial das ações de restauração ecológica do estado, principalmente por guardarem essa relação com as estratégias de mitigação das mudanças climáticas.

De maneira geral fica evidenciado que há carência de recursos públicos para redução do passivo florestal do estado. Além disso, como demonstrado evidencia-se a necessidade de um ganho de efetividade em ações práticas visando melhorar a gestão dos recursos para essas atividades, o que leva os poucos recursos existentes a uma diminuição ainda maior, pela não execução das atividades previstas. E como consequência ainda há uma carência de indicadores físicos para que sejam avaliadas corretamente essas ações e a destinação dos recursos públicos.

É possível ainda afirmar que para um ganho de escala e eficácia na implementação da estratégia ROAM no âmbito do estado de Pernambuco, é necessário um redirecionamento de ações e prioridades para as políticas ambientais do estado, considerando a real importância e os benefícios provenientes dessas ações. E isso deve ser demonstrado com a destinação adequada de recursos para esses fins além da execução de atividades planejadas, e com o devido acompanhamento, através da produção de informações e indicadores que possam ser acompanhados e fiscalizados pela sociedade. Por fim se faz necessário considerar uma gama de instrumentos de distintas naturezas para que a execução de uma estratégia de grande escala seja eficaz.



CAPITULO 3

CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E PRÓXIMOS PASSOS



1. CONCLUSÕES

1.1 Passivos do estado de Pernambuco

O estudo identificou que, no estado de Pernambuco, há ainda 4,07% de sua área recoberta por vegetação de Floresta Atlântica, e 34,48% recoberto por vegetação de Caatinga, ainda que haja indícios que este último dado esteja superestimado através dos mapeamentos utilizados como base. No entanto, ao se verificar a situação das Áreas de Preservação Permanentes (APP), é notável o longo caminho ainda a ser seguido no sentido de alcançar uma situação ideal. Dos 444.959 hectares mapeados como sendo de áreas de preservação permanente de margens de cursos hídricos, apenas 35%¹⁰ encontra-se com algum tipo de cobertura florestal, tendo pelo menos 271.276 hectares, necessidade de intervenções de restauração (considerando-se apenas o montante de áreas de APP ocupadas atualmente com atividades agropecuárias).

Do total de áreas a serem restauradas, nota-se através das análises que 126.990 hectares (46,8%) possuem fragmentos florestais em um raio de até 600 metros de distância, apresentando potencial para a utilização de estratégias de restauração de menor custo, como indução de regeneração natural.

Em se tratando de áreas de reserva legal, o projeto computou 841.079 hectares onde seriam prioritárias alocações de RL provenientes dos passivos das propriedades agrícolas, por conta de sua configuração espacial.

Dessa forma, o estado de Pernambuco possui hoje um passivo que pode ser um dos principais *drivers* para o ganho de escala das ações de restauração. No entanto, a presença de políticas públicas ainda não inteiramente implementadas, a exemplo do atual código florestal, se mostra um dos fatores impeditivos para isso. Políticas como o Cadastro Ambiental Rural visam demonstrar o tamanho do passivo florestal estadual a ser sanado principalmente por aqueles produtores que visam aderir ao Programa de Regularização Ambiental, todavia, não estão previstos mecanismos governamentais que venham a minimizar os custos a serem desembolsados pelos produtores para sua regularização. O próprio cadastro não foi inteiramente complementado, apresentando em junho de 2017, 78,4% de adesão. Ainda, há uma menção à baixa capacidade instalada de servidores para a análise de inconsistências e aprovação de áreas de reserva legal, que ainda não se iniciou.

¹⁰ O quantitativo demonstra estar superestimado por conta das deficiências do mapeamento em áreas de Caatinga.

1.2 Alocação de recursos para restauração no estado de Pernambuco

O estudo estimou o custo de implantação da restauração em R\$ 2,3 bilhões em APPs e R\$ 165 milhões em RL, ao longo de 20 anos. Há potenciais benefícios de crédito de carbono e serviços ecossistêmicos, como redução no custo de tratamento de água estimada em R\$ 24 mil/ano. Além de R\$ 2,2 bilhões de receita potencial de carbono sequestrado em 20 anos.

Os custos de restauração são altos, podendo chegar a R\$ 13 mil/hectare. Foram estimados os custos de oportunidade com a restauração no Pernambuco em R\$ 377 milhões em APPs e R\$ 285 milhões em RL. Uma maneira de estabelecer uma estratégia estadual para restauração é partir do mapeamento de áreas prioritárias para a conservação e coordenar as ações com o setor agropecuário.

Validar o CAR e monitorar o cumprimento do Código Florestal também é importante, não apenas para definir o real montante a ser restaurado, mas também para reduzir o custo através da compensação florestal e emissão de Cotas de Reserva Ambiental (CRA). Por fim, há opções para financiar a restauração, como linhas de crédito do BNDES e fundos de investimento, mas ainda há a necessidade de coordenar ações para captar recursos e ofertá-los de maneira atrativa aos produtores rurais e outros potenciais interessados na restauração.

2. RECOMENDAÇÕES

2.1 O que a execução da ROAM/PE nos diz sobre os gargalos para o ganho de escala em restauração florestal?

Com a execução da ROAM/PE foram identificados algumas lacunas que se constituem em impeditivos, tanto para uma visão sistêmica dos passivos, quanto para a operacionalização de demandas de restauração, enunciados a seguir.

- *Falta de uma base de dados geoespaciais confiável para a determinação de passivos*

Durante a execução do diagnóstico no Estado, verificou-se uma série de falhas na base de dados geoespacial utilizada, uma vez que esta foi construída para o trabalho na escala de País. Verifica-se fortes indícios de uma presença florestal superestimada, sobretudo para as áreas de Caatinga do Estado. Dessa forma, a inexistência de produtos cartográficos para a quantificação segura dos passivos, se mostra como uma barreira significativa para o avanço dessa atividade.

É imperativo para o Estado, a construção de informações que possam subsi-

diar essas e outras iniciativas de planejamento. Uma das situações que podem vir a contribuir positivamente para esse cenário é a disponibilização total dos dados provenientes do projeto Pernambuco Tridimensional (PE 3D - <http://www.pe3d.pe.gov.br/>) que possui ortoimagens e modelos digitais de elevação de alta qualidade e precisão, permitindo a execução de mapeamentos mais precisos. No entanto, até então, esses dados só estão disponíveis para uma pequena parte do Estado e necessitam ainda de diversas etapas de processamento para resultados consistentes.

Outro fator que vem a contribuir no caso de Pernambuco para uma melhoria nos dados espaciais seria a análise dos dados do Cadastro Ambiental Rural no Estado. No entanto, apesar de este ter, segundo o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), uma adesão de 78%, é possível verificar grandes lacunas de informação nos dados. E ainda, sem uma apropriada análise de cada um desses cadastros a ser realizada pelo poder público estadual, não será possível sua segura utilização, o que nos leva ao segundo ponto a ser tratado.

- *Falta de capacidade instalada para análise do cadastro ambiental rural*

No estado de Pernambuco, a análise do Cadastro Ambiental Rural é um passo crucial para o ganho de escala das atividades de restauração, uma vez que este vai além de validar informações, permitir a correta alocação de áreas de reserva legal (RL) sugeridas no ato do cadastro, em forma de florestas.

No entanto, é recorrente o discurso na instância responsável pela análise de que não há capacidade instalada de funcionários para a realização desta em um período razoável. Com o baixo número de funcionários alocados para a atividade, e o alto número de cadastros a serem avaliados, inclusive com idas a campo para avaliação in loco das informações declaradas, estima-se um longo prazo para que todas as propriedades recentemente cadastradas tenham sua avaliação e encaminhamentos definidos, o que põe em xeque a eficácia do cadastro. Para a execução dos Programas de Regularização Ambiental em cada uma das propriedades é necessário uma aprovação das áreas de reserva legal a serem alocadas.

Dessa forma, o estudo recomenda uma priorização da revisão dos cadastros, sobretudo para aqueles de áreas que possuem acima de 4 módulos fiscais, que representam um ganho substancial para o estado em atividades de restauração, segundo o diagnóstico.

- *Não regulamentação de políticas que premiam quem possui excedentes florestais*

É notável, tanto em Pernambuco como no Brasil, o impacto causado pela não regulamentação de políticas que visam a premiação de quem já possui exceden-

tes florestais em suas propriedades, seja sob a forma de unidades de conservação particulares (Reservas Particulares do Patrimônio Natural), seja sob a forma de excedentes de reserva legal. A regulamentação de mecanismos previstos em lei como as Cotas de Reserva Ambiental (CRA), seriam de grande impacto tanto para aqueles que já possuem os excedentes, quanto para aqueles que gostariam de ter seu passivo sanado, através de uma relação ganha-ganha. No entanto, não há sinais, no momento, que essa regulamentação seria uma prioridade pelo governo federal e estados.

Ainda em escala de estado, a regulamentação de sua política estadual de serviços ambientais viria a contribuir de sobremaneira para a restauração de áreas provedoras de serviço, sobretudo em se tratando de serviços ambientais hidrológicos, em áreas do estado onde a disponibilidade hídrica é insuficiente.

Dessa forma, é prioritária, para a minimização dos passivos e incentivos à adequação ambiental, a montagem de uma agenda de priorização à regulamentação das políticas estaduais e federais no sentido de beneficiar quem possui os excedentes florestais em suas propriedades e permitir sua comercialização sob a forma de CRA, bem como que os proprietários sejam beneficiados pela provisão de serviços ambientais essenciais.

3. Próximos passos a serem tomados para o ganho de escala das atividades de restauração e redução dos passivos ambientais

Visando uma mudança de cenário em relação aos passivos ambientais do estado de Pernambuco, uma série de ações podem ser tomadas como próximos passos da análise:

- *Ganho de efetividade na análise do Cadastro Ambiental Rural e execução dos Programas de Regularização Ambiental*

Como um primeiro passo para um ganho de escala das atividades de restauração, deve-se promover o ganho de efetividade na análise dos dados do Cadastro Ambiental Rural por parte da instituição responsável por isso no Estado (CPRH). Esse ganho, não só permitirá uma descrição mais fiel do cenário Pernambuco em relação a seus passivos ambientais, como permitirá a elaboração do Programas de Regularização Ambiental mais consistentes, e com maior efetividade. Podem ser realizadas atividades de priorização de análise das propriedades acima de 4 módulos fiscais, estando aqui pontuada a importância de se ter uma equipe suficiente para abarcar essa demanda. A disponibilização do módulo de análise da ferramenta por parte do governo federal é uma variável-chave para isso.

- *Diagnóstico da produção de mudas no Estado de Pernambuco*

Faz-se urgente a realização de um diagnóstico da produção e comercialização de mudas florestais no estado, a fim de se avaliar como funcionam seus aspectos técnicos, a qualidade dos produtos e a capacidade instalada atual. As informações existentes nesse sentido são difusas e desatualizadas, sendo sobretudo para as áreas de Mata Atlântica, menor porção do estado.

- *Diagnóstico das ações de restauração florestal do Estado de Pernambuco*

É importante a avaliação de onde e como estão sendo realizadas as ações de restauração florestal do estado, visando entender o cenário das atividades em Pernambuco, suas motivações, potencialidades e gargalos. Bem como, como está caracterizada no estado a relação oferta-demanda de insumos para restauração.

- *Criação e regulamentação de políticas voltadas manutenção da floresta em pé*

Pernambuco possui hoje uma série de políticas voltadas ao setor florestal, mas conforme apontado, muitas carecem de regulamentação e ações para que se tornem efetivas. Há também a necessidade de uma agenda de direcionamento de recursos para que sejam sanados os passivos florestais. A regulamentação e implementação das políticas de pagamentos por serviços ambientais, dos mecanismos presentes no código florestal para os proprietários de terras com excedentes florestais e a criação de mecanismos legais que facilitem o acesso a recursos para a recuperação de áreas degradadas são passos iniciais nesse sentido.

- *Apoio técnico para inscrição no CAR e elaboração de projetos de restauração florestal a proprietários rurais com terras abaixo de 4 módulos fiscais*

Hoje uma grande lacuna de inscrição no Cadastro Ambiental Rural em Pernambuco versa, sobretudo, acerca dos imóveis rurais abaixo de 4 módulos fiscais. Muitas vezes impossibilitados de realizar os cadastros e não possuindo os meios tecnológicos necessários para sua realização de forma a que tenham uma qualidade técnica e confiabilidade, essa lacuna deve ser sanada através da disponibilização de atividades de extensão rural a fim de auxiliar os produtores rurais, tanto no cadastro das suas propriedades, quanto na elaboração de projetos de restauração florestal indicados no caso da identificação de passivos.

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.
- ALMEIDA, L. T. de. O debate internacional sobre instrumentos de política ambiental e questões para o Brasil. In: *Anais... do 2º Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (Eco-Eco)*, São Paulo, 1997, p. 3-21.
- 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.
- AMADOR, D. B. (2003). Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. KAGEYAMA, PY et al. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF, 333-340.
- 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.
- ANDRADE, Gilberto Osório de; LINS, Rachel Caldas. Introdução ao Estudo dos Brejos Pernambucanos. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE/DCG-NAPA, v. 16, n. 2, jun/dez, p.5-25, 2000.
- 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. 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.
- ATTANASIO, Cláudia Mira et al. Método para a identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP). 2006.
- Banco Central do Brasil (BACEN). S.d. Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro. Disponível em: < http://www.bcb.gov.br/htms/sicor/novo_recor/tabelas_novo_recor.asp>. Acesso em: 20 de janeiro de 2017.

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.

BNDES. 2014. Activity Report 2013. Amazon Fund. Disponível em: <http://www.amazonfund.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_en/Galerias/Arquivos/Relatorio_Atividades/RAFA_Virtual_English_2013.pdf>. Acesso em: 03 de janeiro de 2016.

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 environmental accounting units. Elsevier, 2007.

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

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.

BRASIL. 2010. Emissões de gases de efeito estufa no setor uso da terra, mudança do uso da terra e floresta. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0215/215990.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

BRASIL. 2012. Código florestal. Lei nº 12.651 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>.

BRASIL. 2014. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa – Planaveg. Ministério do Meio ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Planaveg/PLANAVEG_20-11-14.pdf>. Acesso em 02 de fevereiro de 2016.

BRASIL. 2015. Desmatamento cai e ajuda País a reduzir emissão de poluentes. Matéria publicada no Portal Brasil, publicada em 30 de novembro de 2015. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/desmatamento-cai-82-e-a-juda-pais-a-reduzir-emissao-de-gases-poluentes>>. Acesso em: 03 de abril de 2016.

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

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, 1934a.

BRASIL. Decreto Federal n.º 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código das Águas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasil, 1934b.

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. 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. 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 no 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, 2014.

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. 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. 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. 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 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. 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 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, 2013.

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, 2014.

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, 1999.

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. 2003. 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. p. 31-42. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press. Washington, D.C.

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

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

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.

Cepea. S.d. Preços da arroba do boi gordo. Disponível em: < <http://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx>>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

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.

CLARK; C. J.; POULSEN, J. R. The role of arboreal seeds dispersal groups in the seed rain on a Lowland Tropical Forest, Biotropica, v. 33, p. 606-620, 2001.

CLEWELL, A. F.; ARONSON, J. (eds.). Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession. 2nd 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.

CONAB. 2015. Dados de custos de produção regional do Brasil. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1546&t=2>>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 04 mai. 2016.

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

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.

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

EMBRAPA. S.d. Sistemas de Produção Embrapa: índices técnicos de culturas agrícolas. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados>>. Acesso em 10 de outubro de 2016.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento agroecológico do estado de Pernambuco. 2001.

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.

FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC. 2012. Harmonized World Soil Database (version 1.2). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.

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.

FNP. 2015. Anuário da Agricultura - Agrianual. FNP: São Paulo.

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.; OLIVIERI, 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. 2003.

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

HORBACH, M.A. Restauração florestal em São Paulo: diagnóstico de projetos e estudo de caso de produtores de sementes. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 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.shtm>. Acesso em: 04 fev. 2016.

IBGE. 2015. Pesquisa Pecuária Municipal: Efetivo dos rebanhos. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=3939&z=t&o=24&i=P>>. Acesso em: 09 de outubro de 2016.

IBGE. s.d. a. Pesquisa municipal - Área da produção pecuária e agrícola. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/>>.

IBGE. s.d. b. Pesquisa municipal - Quantidade de produção pecuária, silvicultura e agrícola. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/>>.

IBGE. s.d. c. Pesquisa municipal – rendimento da produção pecuária, silvicultura e agrícola. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/>>.

INICIATIVA VERDE - Sustentabilidade: Adequação e Legislação Ambiental no meio Rural. 2 ed., São Paulo, SP. Disponível em: <www.iniciativaverde.org.br>. Acesso em: 04 fev. 2016.

INMET. S.d. Dados meteorológicos do Brasil: evapotranspiração e precipitação. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 de março de 2017.

Instituto Escolhas. S.d. Plataforma online de custos da restauração por bioma brasileiro, em diferentes métodos. Disponível em: <quantoefloresta.escolhas.org>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories - Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Disponível em: <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf>. Acesso em 01 de março 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.

ITEP – Instituto de Tecnologia de Pernambuco/ Unidade de Geoinformação (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.

IUCN & WRI. 2014. A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level. Working Paper (Road-test edition). Gland, Switzerland: IUCN. 125pp.

IUCN. 2016. Oportunidades de investimento na economia da restauração de paisagens florestais. Disponível em: < https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/2016/oportunidades_de_investimento_na_economia_da_restauracao_de_paisagens_e_florestas.pdf>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2017.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantação de espécies arbóreas nativas. IPEF. Piracicaba, 41 / 42:83-93, 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, 2004. p. 249-269.

KAMINKER, C.; STEWART, F. The role of institutional investors in financing clean energy. OECD Working Papers on Finance, Insurance and Private Pensions, n. 23, p. 1, 2012.

LIMA, P. 2004. Áreas degradadas: métodos de recuperação no semi-árido brasileiro. Embrapa. Disponível em: <www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/153079/areas-degradadas-metodos-de-recuperacao-no-semi-arido-brasileiro>.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. O papel do ecossistema ripário. In: LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. (Org.). 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.; STAYER, 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.

MACIEL, L. G. Meio ambiente ecologicamente equilibrado. O problema da eficácia das reservas legais e áreas de preservação permanente. C&D Constituição e Democracia, Brasília, DF. v. 29, p. 15, 2009.

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: MMARTINS, S.V. (Ed): Restauração ecológica de ecossistemas degradados, Viçosa, MG: Ed.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.

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.

MELO et al. 2014. Semeadura Direta de Espécies Arbóreas da Caatinga e Mata Atlântica na Recomposição de Áreas de Reserva Legal e Mata Ciliar no Agreste Sergipano: Observações Iniciais. Embrapa. Disponível em: <www.embrapa.br/tabuleiros-costeiros/busca-de-publicacoes/-/publicacao/998160/semeadura-direta-de-especies-arboreas-da-caatinga-e-mata-atlantica-na-recomposicao-de-areas-de-reserva-legal-e-mata-ciliar-no-agreste-sergipano-observacoes-iniciais>.

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.

Miccolis, A. et al. 2016. Restauração ecológica com sistemas agroflorestais. Centro Internacional de pesquisa agroflorestal. ICRAF: Brasília, 2016.

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

MITTERMEIER, R. A., GIL, P. R., HOFFMANN, M., PILGRIM, J., BROOKS, J., MITTERMEIER, C. G., J. Lamourux & G. A. B. Fonseca. 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Cemex. Washington, DC.

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, 2015.

MONTEIRO, Maria Inês; CORRÊA FILHO, Heleno Rodrigues; SIQUEIRA, Carlos Eduardo. Green Jobs, green economy: ampliando as possibilidades de desenvolvimen-

to sustentável. Vilarta R, Gutierrez GL, Monteiro MI, organizadores. Qualidade de vida: evolução dos conceitos e práticas no século XXI. Campinas: Ipes Editorial, p. 169-206, 2010.

MORAES, M. A. (Org.). 2016. Restauração de florestas e paisagens no Brasil. Brasília: UICN.

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*, 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.

NBL – Engenharia Ambiental Ltda e The Nature Conservancy (TNC). Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. Belém, 2013. 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, J. M.; Pereira, R. Critérios e Análise Econômicos na Escolha de Políticas Ambientais. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2013, p. 1-20.

ODUM, Eugene Pleasants. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Interamericana, 434 p, 1985.

OIKOS. 2015. Projeto PSA Agua Vale do Paraíba. OIKOS. Disponível em: <<http://institutooikos.org.br/projetos/DOCUMENTOFINALPSAAGUVALEDOPARAIBA.pdf>>. Acesso em: dezembro de 2016.

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.

Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD. *Economics Instruments for Environmental Protection*. Paris, OECD. 1989.

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, 2006.

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

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, 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: EdUSP, 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.

SAE, Secretaria para Assuntos Estratégicos da Presidência da República – SAE. 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. (ed). As florestas e o carbono. 1. ed. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2002.

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 in 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.

SECTMA – Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente. Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco. Recife: SECTMA, 104p., 2006.

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.

Serviço Florestal Brasileiro (SFB). S.d. Dados do cadastro ambiental rural (CAR). Disponível em: <sfb.gov.br>. Acesso em: 05 de dezembro de 2016.

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

SILVA, J. M. C.; Tabarelli, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. Nature 404: 72-74, 2000.

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, B. et al. 2016. Brazil's Market for Trading Forest Certificates. PLoS ONE 11(4): e0152311. doi: 10.1371/journal.pone.0152311

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 p. 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 2013-2015 – Relatório Final. 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.

STERNER, T; CORIA, J. Policy Instruments for Environmental and Natural Resource Management. Second Edition. Resources For the Future. Washington 2012.

STRASSBURG, B. et al. 2016. The role of natural regeneration to ecosystem services provision and habitat availability: a case study in the Brazilian Atlantic Forest. Biotropica Journal: 48(6): 890–899 2016.

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.

TALLIS, H. T., et al. 2013. InVEST 2.5.6 User's Guide. Stanford : The Natural Capital Project, 2013.

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>. Acesso em: 17 jul. 2015.

WALLACE, K. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. Elsevier, 2007.

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.

APÊNDICES

Apêndice A) Uso e ocupação do solo em APP, por bacia hidrográfica.

Bacia hidrográfica	Área urbana	Corpos hídricos	Lagoas e lagoas	Uso agropecuário	Vegetação de Caatinga	Vegetação de Mata Atlântica e encraves de floresta úmida	Total Geral
Brigida	319	394	8	27.374	8.354	137	36.587
Capibaribe	2.579	0		22.281	5.199	1.313	31.372
Garças	31	219	1	8.385	5.816		14.451
GI1	63		0	4.639	242	168	5.111
GI2	3			787	14		804
GI3	347	2.028	7	7.479	13.973	146	23.980
GI4	238	1.884	3	1.778	8.156	45	12.104
GI5	140	1.375		1.904	1.833	3	5.255
GI6	5	619		1.059	2.308		3.991
GI7	49	2.695	108	3.478	2.301		8.631
GI8	516	1.687	46	4.314	3.035		9.596
GI1	1.005	493		1.887	492	803	4.680
GI2	1.277	0		7.062	322	448	9.110
GI3	11			667	16	19	713
GI4				1.028	19	159	1.206
GI5	4			318	3	112	437
GI6	5			427	42	13	486
Goiana	374	0		11.728	968	747	13.817
Ipanema	224	0	7	23.794	2.375	886	27.285
Ipojuca	997	7		11.715	1.114	633	14.466
Moxotó	546	392	27	20.282	15.192	1.015	37.455
Mundau	95			6.707	400	157	7.358
Pajeú	1.206	1.200	1	42.650	40.441	3.943	89.442
Pontal	31	131	8	13.984	10.159	3	24.316
Serinhaem	240	0		13.500	396	516	14.652
Terra Nova	279	66		10.351	12.282	204	23.181
Una	647	0		21.698	1.199	928	24.471
Total Geral	11.230	13.190	216	271.276	136.651	12.396	444.959

Apêndice B) Uso e ocupação do solo em áreas prioritárias para demarcação de RL, por bacia hidrográfica.

Bacia hidrográfica	Área urbana	Corpos hídricos	Lagos e lagoas	Uso agropecuário	Vegetação de Caatinga	Vegetação de Mata Atlântica e encraves de floresta úmida	Total Geral
Brigida				11.352	1.733	1.522	14.607
Capibaribe	1.657	293		61.241	17.949	13.562	94.702
Garças	113			26.811	12.247		39.171
GL1				2.187	72	488	2.747
GL3				1.301	1.109	467	2.878
GL5		66		6.718	12.617	155	19.557
GL9				245	238	6	489
GL1	2.571	17		36.495	6.412	13.115	58.611
GL2	1.009	337		22.198	1.748	2.043	27.335
GL3				973	94	240	1.306
GL4				4.652	211	659	5.523
GL6				3.637	605	264	4.505
Goiana	1.152	1.326		54.632	9.238	8.312	74.660
Ipanema	1.035		1	20.918	6.967	9.252	38.173
Ipojuca	2.810			33.444	4.578	5.054	45.885
Moxotó	176			26.387	18.096	13.023	57.683
Mundau	16			26.980	4.079	2.361	33.437
Pajeú	373	47		37.643	23.938	21.765	83.765
Pontal				21.217	9.207		30.424
Serinhaem	169	272		56.343	4.682	5.430	66.897
Terra Nova				271	316	318	905
Una	2.884	603		118.928	11.116	15.536	149.067
Total Geral	13.966	2.961	1	574.573	147.253	113.572	852.327

Apêndice C) Uso e ocupação do solo em áreas susceptíveis a desertificação, por bacia hidrográfica.

Bacia hidrográfica	Área urbana	Corpos hídricos	Lagos e lagoas	Uso agropecuário	Vegetação de Caatinga	Vegetação de Mata Atlântica e encraves de floresta úmida	Total Geral
Brigida	924	339	3	64.493	68.455	1.010	135.224
Capibaribe	4.686			122.197	111.260	20.338	258.481
Garças		1.036		7.330	82.768		91.134
GI1	15		0	9.066	3.717	1.274	14.072
GI3	480	4.693	7	18.243	159.348	5.090	187.861
GI4		254		4	1.535		1.793
GI5		66		6.718	12.617	155	19.557
GI6	3	53		2.532	34.141		36.729
GI7	38	231	16	21.071	52.734		74.090
GI8		96	92	20.410	41.068		61.666
Goiana	856	24		24.357	2.531	5.332	33.101
Ipanema	284	143	1	160.939	30.429	11.527	203.322
Ipojuca	14.022	126		86.387	19.774	11.536	131.845
Moxotó	4.404	1.408	34	102.938	163.334	19.947	292.064
Pajeú	4.084	9.156	0	205.367	299.085	28.748	546.440
Pontal	339	0	101	54.219	67.304	14	121.977
Serinhaem				175	52	7	233
Terra Nova	146			16.480	53.341	763	70.729
Una	608			16.898	6.578	4.194	28.277
Total Geral	30.887	17.625	255	939.823	1.210.071	109.935	2.308.595

Apêndice D) Áreas a serem restauradas em APP, por bacia hidrográfica, de acordo com sua distância de fragmentos florestais.

Bacia Hidrográfica		distância ≤600m de fragmentos de mata nativa	distância >600m de fragmentos de mata nativa
Brigida		8.603	18.771
Capibaribe		8.852	13.429
Garças		5.028	3.356
GI1		1.084	3.554
GI2		39	749
GI3		6.412	1.067
GI4		1.558	221
GI5		1.016	888
GI6		368	691
GI7		1.045	2.433
GI8		1.705	2.609
GI9			
GI1		1.228	658
GI2		3.222	3.840
GI3		190	477
GI4		535	493
GI5		169	149
GI6		212	214
Goiana		4.767	6.962
Ipanema		5.301	18.492
Ipojuca		3.873	7.842
Moxotó		11.998	8.284
Mundau		1.837	4.869
Pajeú		28.478	14.171
Pontal		8.614	5.369
Serinhaem		4.879	8.622
Terra Nova		7.959	2.391
Una		8.017	13.681
Total Geral		126.990	144.286

*As áreas mais próximas de fragmentos florestais (distância < 600m) são as mais indicadas para a adoção de estratégias de restauração que incluam a indução de regeneração natural.

Apêndice E) Áreas a serem restauradas em áreas prioritárias para demarcação de RL, por bacia hidrográfica, de acordo com sua distância de fragmentos florestais.

Bacia Hidrográfica	distância ≤600m de fragmentos de mata nativa	distância >600m de fragmentos de mata nativa
Brigida	11.352	0
Capibaribe	8.852	52.389
Garças	24.574	2.237
GI1	1.269	918
GI2		
GI3	1.132	169
GI4		
GI5	4.436	2.281
GI6		
GI7		
GI8		
GI9	245	0
GL1	30.168	6.327
GL2	13.680	8.518
GL3	645	328
GL4	2.555	2.097
GL5		
GL6	2.902	735
Goiana	38.194	16.438
Ipanema	15.345	5.573
Ipojuca	21.158	12.286
Moxotó	23.073	3.314
Mundau	20.132	6.848
Pajeú	32.490	5.154
Pontal	18.984	2.233
Serinhaem	36.390	19.953
Terra Nova	269	1
Una	79.557	39.371
Total Geral	387.404	187.169

*As áreas mais próximas de fragmentos florestais (distância < 600m) são as mais indicadas para a adoção de estratégias de restauração que incluam a indução de regeneração natural.

Apêndice F) Áreas a serem restauradas em áreas sujeitas à desertificação, por bacia hidrográfica, de acordo com sua distância de fragmentos florestais.

Bacia Hidrográfica	distância ≤600m de fragmentos de mata nativa	distância >600m de fragmentos de mata nativa
Brigida	20.309	44.184
Capibaribe	60.166	62.031
Garças	6.440	890
GI1	5.579	3.487
GI2		
GI3	13.056	5.187
GI4	4	0
GI5	4.436	2.281
GI6	2.215	317
GI7	9.220	11.851
GI8	12.482	7.928
GI9		
GL1		
GL2		
GL3		
GL4		
GL5		
GL6		
Goiana	12.685	11.672
Ipanema	51.072	109.867
Ipojuca	25.751	60.636
Moxotó	63.173	39.765
Mundau		
Pajeú	130.278	75.089
Pontal	30.936	23.283
Serinhaem	116	59
Terra Nova	14.622	1.858
Una	10.449	6.449
Total Geral	472.989	466.834

*As áreas mais próximas de fragmentos florestais (distância < 600m) são as mais indicadas para a adoção de estratégias de restauração que incluam a indução de regeneração natural.

O texto deste livro foi composto em fonte Frutiger Linotype corpo 9 e 12,
impresso em papel Couchê Fosco 115g, na Gráfica e Editora Liceu, em 2018.