



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**
*Secretaria de Meio Ambiente
e Recursos Hídricos*



ROAM-ES

AVALIAÇÃO DAS
OPORTUNIDADES
DA RESTAURAÇÃO
DE PAISAGENS
E FLORESTAS
PARA O ESTADO DO
ESPÍRITO SANTO,
BRASIL



ROAM-ES

JULHO 2017



Proteger a natureza é preservar a vida.



AVALIAÇÃO DAS
OPORTUNIDADES
DA RESTAURAÇÃO
DE PAISAGENS
E FLORESTAS
PARA O ESTADO DO
ESPÍRITO SANTO,
BRASIL

AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DA RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS E FLORESTAS PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

COORDENAÇÃO-GERAL

Aurélio Padovezi *World Resources Institute (WRI Brasil)*

Marcos Sossai *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES/Programa Reflorestar)*

Miguel Moraes *União Internacional para Conservação da Natureza (UICN)*

ORGANIZAÇÃO

Vinicius Klier *União Internacional para Conservação da Natureza (UICN)*

AUTORES

Alysson Lopes *Instituto BioAtlântica (IBIO)*

Anazélia Magda Tedesco *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Aurélio Padovezi *(WRI Brasil)*

Claudia de Carvalho Mello *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Craig Beatty *União Internacional para Conservação da Natureza (UICN)*

Daniel Silva *Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS)*

Jerônimo Boelsums *Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS)*

Marcelo Matsumoto *World Resources Institute (WRI Brasil)*

José de Aquino Machado Júnior *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Juliana Coura Rocha *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Lucelio Pietralonga Lovatti *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Marcos Franklin Sossai *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Mariana Oliveira *World Resources Institute (WRI Brasil)*

Marília Borgo *The Nature Conservancy (TNC)*

Rubens Benini *The Nature Conservancy (TNC)*

Thiago Belote *Instituto BioAtlântica (IBIO)*

Vanessa Girão *The Nature Conservancy (TNC)*

Raphael Jorge da Silva Costa *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Samuel Martins da Costa Coura *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Sandro Rodrigo Aniceto de Souza *Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA-ES)*

Vinicius Klier *União Internacional para Conservação da Natureza (UICN)*

CITAÇÃO: Seama-ES, 2017. Avaliação das oportunidades da restauração de paisagens e florestas para o Estado do Espírito Santo, Brasil. 88p.



Com o apoio do



Ministério Federal
do Meio Ambiente, Proteção da Natureza,
Construção e Segurança Nuclear

com base em uma decisão do
Parlamento Alemão

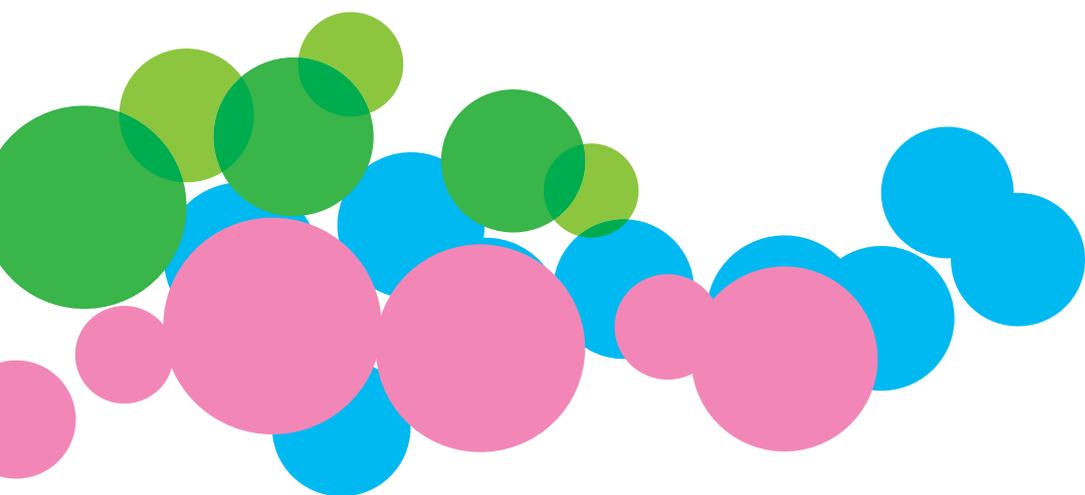
Este relatório foi produzido com apoio do Governo do Reino Unido por meio do programa Knowfor e pelo projeto Accelerating Action, apoiado pela Iniciativa Internacional sobre o Clima e as Florestas da Noruega.

SUMÁRIO

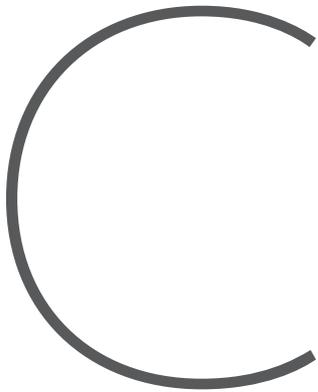
Prefácio	9
Apresentação	11
1 Restauração de Paisagens e Florestas	13
2 O que é ROAM?	13
3 Contexto estadual	14
4 Governança	16
5 Fatores de sucesso	17
6 Base de dados utilizada	18
6.1 Levantamento de dados cartográficos	18
7 Modelos de restauração	22
7.1 Descrição dos modelos de restauração ecológica utilizados	23
8 Socioeconômico: uma avaliação de custos e benefícios	28
8.1 Área a recompor e demanda por investimentos em restauração no Espírito Santo	28
8.2 Custo de oportunidade	29
8.3 Custo-benefício: a restauração como atividade rentável	32
8.4 Custo da restauração	34
8.5 Opções de financiamento	35
9 A água no Espírito Santo	37
9.1 Breve histórico da política hídrica no estado	37
9.2 Cenário de escassez hídrica no estado	38
9.3 Índice de Comprometimento Hídrico (ICH)	38
9.4 Pontos de captação e respectivos mananciais de abastecimento público	38
9.5 Análises complementares sugeridas	40
10 Biodiversidade	41
10.1 Corredores ecológicos	42
10.2 Áreas prioritárias para conservação no estado	44
10.3 Potencial de regeneração natural	46
10.4 Áreas prioritárias: conservação x restauração	46
11 Potencial de sequestro de carbono	49
11.1 Resultados do modelo InVest	50
11.2 Cenários de ganho em estoque de carbono por mudança de uso de solo	53
11.3 Restauração de APP	54
12 Priorização de áreas para restauração: modelos InVest	54
12.1 Mapeamento dos principais fatores e áreas de risco	55
12.2 Análise InVest	56
12.3 Oportunidades para a restauração florestal	57
12.4 Meta de área para restauração no estado	58
12.5 Identificação das áreas para restauração	61
12.6 Estudo de caso: bacia do Rio Mangaraí	62
13 Integração de perspectivas estratégicas	66
13.1 Priorização de áreas	66
13.2 Oportunidades de restauração em paisagens florestais	72
13.3 Estratégia para implementação de projetos de restauração	76
14 Conclusões	77
15 Recomendações	79
16 Referências	80
ANEXO 1 Metodologia do componente econômico	83
ANEXO 2 Metodologia do componente água	85
ANEXO 3 Metodologia do componente carbono	87

Figura 3.1 - Sistematização de problemas decorrentes da perda de cobertura florestal em função da mudança no uso da terra no Estado do Espírito Santo (segundo equipe técnica para implementação da ROAM no estado).	14
Figura 4.1 - Modelo de governança adotado na aplicação da ROAM no Estado do Espírito Santo.	16
Figura 6.1 - Uso e cobertura do solo no Estado do Espírito Santo.	20
Figura 6.2 - Área relativa aos diferentes tipos de uso e cobertura do solo mapeado no estado por bacia hidrográfica.	21
Figura 7.1 - Fatores a serem considerados na escolha, planejamento e manejo do projeto de restauração ecológica (adaptado de HOLL & AIDE, 2011).	22
Figura 7.2 - Desenho esquemático da implantação dos modelos de restauração com exploração madeireira.	25
Figura 7.3 - Tipos de intervenção para promover a restauração de paisagens florestais	26
Figura 7.4 - Descrição dos arranjos de sistemas agroflorestais utilizados pelo Programa Reflorestar.	27
Figura 8.2 - Mapa de valor da terra (custo de oportunidade) no Espírito Santo, em função dos municípios e uso do solo, considera distância para estradas, altitude e adequabilidade agrícola.	30
Figura 8.3 - VPL anualizado da exploração madeireira em diferentes modelos de restauração e risco de financeiro em função de variações do preço e produtividade.	32
Figura 8.4 - Custos da restauração praticados na Mata Atlântica, com diferentes métodos, de acordo com a cobertura do solo.	35
Figura 9.1 - Nível de comprometimento hídrico por Otto bacia nível 5 + pontos de captação de abastecimento público e respectivos mananciais (com destaque para os mananciais que tiveram captações suspensas em 2015).	39
Figura 10.1 - Corredores ecológicos prioritários instituídos pelo Decreto 2.529, de 2 de junho de 2010, no Estado do Espírito Santo.	43
Figura 10.2 - Áreas prioritárias para a conservação instituídos pelo Decreto 2.529, de 2 de junho de 2010, no Estado do Espírito Santo.	45
Figura 10.3 - Potencial de regeneração natural levantado para cada zona natural, indicado pelo trabalho desenvolvido pela Cedagro em 2014.	47
Figura 10.4 - Diferentes cenários com áreas prioritárias para restauração florestal de acordo com cobertura florestal, conectividade e potencial de regeneração natural da vegetação nativa.	49
Figura 12.1 - Resultado das análises do InVest para o Estado do Espírito Santo. Foram gerados três resultados: taxa de sedimento exportado (Sediment Delivery Ratio), índice de sedimento retido (Sediment Retention Index) e produção de água (Water Yield).	56
Figura 12.2 - Seleção das sub-bacias com os maiores valores de produção de água, índice de sedimento retido e a combinação da seleção dos dois resultados.	58
Figura 12.3 - Estabelecimento de meta de restauração de acordo com a estimativa calculada na Tabela 12.3.	59
Figura 12.4 - Áreas prioritárias para restauração considerando os possíveis cenários de 80 e 200 mil hectares nas áreas ocupadas por macega.	60
Figura 12.5 - Áreas prioritárias para restauração considerando os possíveis cenários de 80 e 200 mil hectares nas áreas ocupadas por pasto.	61
Figura 12.6 - Áreas indicadas como prioritárias de acordo com a meta de 80 mil hectares e também de acordo com a indicação das áreas mais sensíveis considerando-se solo e água.	62
Figura 12.7 - Localização da bacia do Rio Mangaraí, pertencente à bacia de Santa Maria, no Estado do Espírito Santo, e classes de uso e cobertura do solo mapeadas na bacia.	63
Figura 12.8 - Resultado das análises do InVest para a bacia do Mangaraí. a: modelo de produção de água; b: modelo de retenção de sedimento.	63
Figura 12.9 - Resultado das simulações de áreas restauradas em áreas de pastagem considerando os cenários de 100, 500 e 1.000 hectares.	64
Figura 12.10 - Comparativo de índice de sedimento retido (SRI) e taxa de sedimento exportado (SedExp) para os diferentes cenários de restauração.	64
Figura 13.1 - Esquema simplificado para a delimitação das áreas prioritárias considerando as diferentes oportunidades para restauração de paisagens florestais.	66

Figura 13.2 - Localização dos pontos de captação de água para abastecimento humano no Estado do Espírito Santo.	67
Figura 13.3 - Sub-bacia do Rio Itauninhas e a localização dos pontos de captação de água para abastecimento humano.	68
Figura 13.4 Resultado das análises do InVest para os seguintes modelos: a) SDR (Sediment Delivery Ratio), b) SRI (Sediment Retention Index) e c) Water Yield (WY).	69
Figura 13.5 - Uso e cobertura atual na sub-bacia do Rio Itauninhas.	70
Figura 13.6 - Área de cultura de mamão na região da sub-bacia do Rio Itauninhas.	70
Figura 13.7 - Estoque de carbono atual presente na sub-bacia do Rio Itauninhas.	71
Figura 13.8 - Áreas de importância para a conservação da biodiversidade na sub-bacia do Rio Itauninhas.	72
Figura 13.9 - Cenários de restauração da vegetação atual de 20% e 30% de cobertura de vegetação nativa.	73
Figura 13.10 - Uso e cobertura do solo de acordo com o cenário atual, ou seja, 20% e 30% da sub-bacia coberta com vegetação natural.	74
Figura 13.11 - Estimativa de estoque de carbono em base aos modelos do InVest para a sub-bacia do Rio Itauninhas.	75
Tabela 6.1 - Base de dados de referência utilizada para as análises da ROAM no Estado do Espírito Santo.	19
Tabela 6.2 - Estudos e análises realizados na ROAM para o Estado do Espírito Santo.	19
Tabela 7.1 - Descrição dos principais grupos, características e espécies com maior importância de cada grupo de madeira.	25
Tabela 8.1 - Demanda para adequação ambiental de APPs no Espírito Santo.	29
Tabela 8.4 - Perdas para a economia (custo de oportunidade), ano-base 2008.	31
Tabela 8.5 - Renda média anual (R\$/ha) em diferentes atividades rurais. Fonte: elaboração do autor com dados da Cedagro e IBGE.	33
Tabela 8.6 - Informações de distribuição fundiária, área média (em módulos fiscais) e valor da produção nas propriedades rurais do Espírito Santo. Fonte: elaboração do autor com dados do IBGE.	33
Tabela 8.8 - Potencial de criação de postos de trabalho associados ao desenvolvimento de projetos de restauração florestal nas áreas de preservação permanente de beiras de rios e córrego e com declive acima de 45° no Espírito Santo. Fonte: modelo adaptado de Brancalion (2015), utilizando dados do Espírito Santo.	34
Tabela 8.9 - Linhas de crédito disponíveis para financiamento de restauração e reflorestamento.	36
Tabela 9.2 - Área por nível de comprometimento hídrico.	40
Tabela 9.3 - Sugestão de análises complementares para a definição de ações prioritárias para cada manancial.	40
Tabela 11.1 - Estoques de carbono por categoria de uso de solo no Espírito Santo.	51
Tabela 12.1 - Principais fatores associados à degradação dos recursos hídricos no Estado do Espírito Santo.	55
Tabela 12.2 - Potenciais oportunidades para restauração florestal em larga escala.	57
Tabela 12.3 - Meta de restauração para cada uma das bacias hidrográficas localizadas no Estado do Espírito Santo, considerando a meta do Programa Reflorestar.	59
Tabela 12.4 - Possíveis cenários de restauração considerando as metas de 80 mil hectares e também de 200 mil hectares.	60
Tabela 12.5 - Potencial impacto da restauração quanto ao sedimento retido e entregue.	65
Tabela 13.1 - Uso e cobertura do solo mapeado na sub-bacia do Rio Itauninhas.	71
Tabela 13.2 - Valores estimados de SDR e carbono para os diferentes cenários de restauração.	76



PREFÁCIO



ertamente, um dos grandes obstáculos para a restauração de paisagens florestais em larga escala no Brasil é a reduzida percepção e apropriação de todos os benefícios que essa atividade pode trazer para a sociedade. Boa parte disso se deve à forma limitada com a qual muitos atores envolvidos nessa atividade a enxergam, refletindo em um pequeno repertório de argumentos de convencimento.

Como exemplo, subestimam-se, ou nem sequer mencionam-se, os potenciais benefícios da restauração à melhoria da segurança hídrica e alimentar, à geração de emprego e renda, à mitigação dos efeitos do aquecimento global, excluindo-se tais ativos da matemática econômica envolvida na restauração de florestas multidivisas. Esse cenário começou a mudar nos últimos anos, quando modelos de políticas públicas e de outras iniciativas passaram a considerar os benefícios da restauração como ativos de extrema importância e valor agregado na definição das estratégias de convencimento e apoio ao produtor rural.

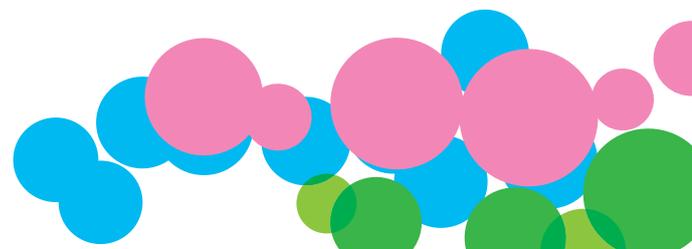
O Estado do Espírito Santo é um exemplo real disso, pois apoia o produtor rural na recuperação da cobertura florestal ao mesmo tempo em que investe para gerar benefícios tangíveis a ele e à sociedade, como a estruturação da cadeia de negócios da floresta, a neutralização e comercialização do carbono e a redução de custos no tratamento de água para abastecimento humano, entre outros, incluindo toda a questão legal que as envolve.

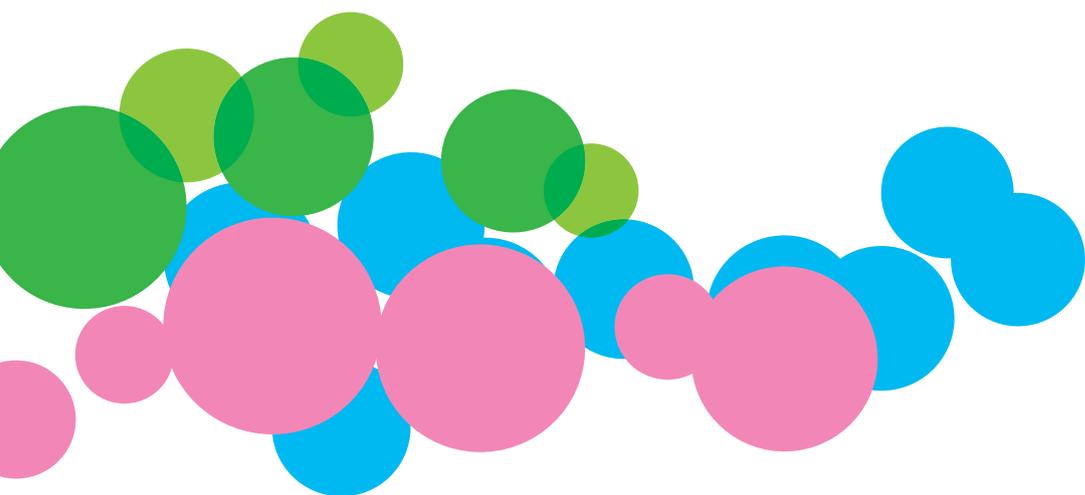
É também nessa linha que segue uma importante iniciativa coordenada pelo WRI Brasil e pela UICN, quando desenvolveram a metodologia que permite avaliar as oportunidades de restauração de paisagens e florestas, o Restoration Opportunity Assessment Methodology (Roam).

De forma diferenciada, a metodologia Roam identifica e sistematiza os principais problemas associados à perda da cobertura florestal e também os apresenta e valida com um comitê regional, trazendo legitimidade aos trabalhos de cunho técnico conduzidos a partir dessa fase. De forma estratégica, a implementação da Roam em território capixaba alinhou a definição das áreas de restauração com o grave quadro de escassez hídrica vivenciado nos últimos anos. Nesse sentido, a identificação das oportunidades para restauração florestal no Espírito Santo considerou áreas sensíveis para “produção” de água e ainda propôs modelos de restauração e arranjos que permitissem ganhos múltiplos para o meio ambiente e o produtor rural.

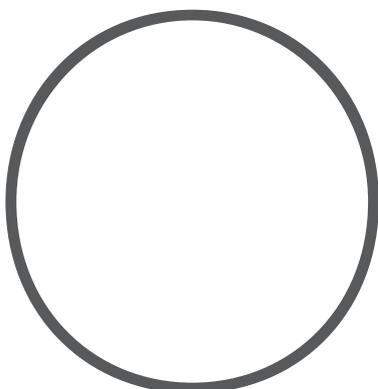
A Roam é, sem dúvida, uma ferramenta inovadora de apoio ao planejamento de ações relacionadas à restauração de paisagens florestais e, de forma associada a outras iniciativas em curso pelo Programa Reflorestar, contribui para o contínuo processo de aperfeiçoamento da política pública de restauração florestal em curso pelo Governo do Estado do Espírito.

Marcos Franklin Sossai
Gerente do Programa Reflorestar





APRESENTAÇÃO



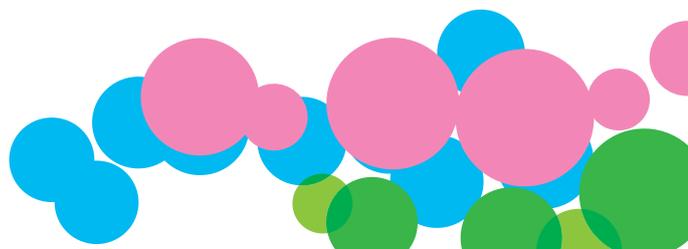
início da aplicação do ROAM no Espírito Santo, teve início com a assinatura do protocolo de intenções firmando entre o World Resources Institute (WRI Brasil), a União Internacional para Conservação da natureza (UICN), a The Nature Conservancy (TNC) e o Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS). Esse acordo teve como objetivo a conjugação dos esforços para ações de apoio à implementação do Programa Estadual de Conservação e Recuperação Florestal do Estado do Espírito Santo (Programa Reflorestar), auxiliando no alcance

das metas do estado para o incremento da cobertura florestal e o fortalecimento do mercado de base florestal. Para auxiliar o alcance dessas metas, foi utilizada a Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM), proposta desenvolvida pela UICN e WRI. Trata-se de uma metodologia colaborativa que proporciona um melhor planejamento, com base em dados consistentes e de interesse aos agentes locais, para as ações de restauração.

O presente documento está dividido em três partes. Na primeira (itens 1 a 5), é feita uma introdução sobre a restauração de paisagens e florestas e a ROAM e também uma contextualização da problemática local e das oportunidades e benefícios advindos da restauração. A segunda parte (itens 6 a 13) é dedicada à abordagem metodológica, às análises dos dados e aos principais resultados obtidos, enquanto a terceira seção (itens 14 e 15) apresenta as considerações finais e as principais recomendações geradas pelo trabalho. Para as informações apresentadas na segunda parte, destacam-se aquelas relacionadas às análises socioeconômicas, biodiversidade, serviços ambientais, modelos de restauração, análises de carbono e priorização de áreas para restauração.

Como exemplo nas análises socioeconômicas, são apresentadas a real demanda por restauração no estado, as opções de crédito e financiamento, as análises de custo de oportunidade e o custo-benefício da restauração. Já o conteúdo dedicado à biodiversidade apresenta dados secundários sobre cobertura florestal, corredores ecológicos e potencial de regeneração. Para a avaliação dos serviços ambientais, foram utilizados modelos do programa InVest para produção de água e retenção de sedimentos. O item dedicado a modelos de restauração mostra métodos de restauro e também quatro opções de restauração com finalidade econômica por meio da exploração de madeira.

Ao final do estudo, constatou-se que o documento gerado possui importante papel para subsidiar a seleção das áreas prioritárias para restauração, otimizando recursos financeiros e investindo esforços na restauração dos serviços ambientais, sobretudo na produção de água, em quantidade e qualidade. Verifica-se também que, por meio da restauração de paisagens e florestas, é possível construir paisagens sustentáveis que garantam o suprimento das necessidades da população para a geração presente e também para as futuras gerações.





1

RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS E FLORESTAS

A Restauração de Paisagens e Florestas (RPF) tem como principal objetivo revitalizar a paisagem de modo a atender as necessidades das pessoas e do meio ambiente de maneira sustentável. Uma paisagem restaurada pode acomodar um mosaico de diferentes usos da terra, como áreas destinadas ao cultivo de alimentos e à conservação da vida silvestre, sistemas agroflorestais, áreas de manejo e corredores ecológicos, possibilitando, assim, a ligação entre fragmentos de vegetação e zonas ripárias.

Embora os benefícios possam ser sentidos imediatamente, a RPF não é uma solução a curto prazo, mas de longo prazo que requer o compromisso de comunidades, empresas, proprietários, administradores e políticos. As necessidades dos atores-chave podem mudar ao longo do tempo e, para isso, as soluções têm que ser adaptáveis e flexíveis o suficiente para canalizar essas necessidades no sentido de práticas sustentáveis que beneficiam todos em longo prazo.

Os princípios-chave da Restauração de Paisagens e Florestas são:

- Decisões de o quê e onde restaurar são tomadas em nível de paisagem e não isoladamente, possibilitando trade offs entre interesses conflitantes;
- Envolvimento das partes interessadas locais nas tomadas de decisões;
- Manejo e restauração da paisagem não apenas para aumentar a cobertura florestal, mas para prover um equilíbrio entre serviços ecossistêmicos e bens;
- Ampla gama de estratégias de restauração são consideradas, desde o manejo da regeneração natural ao plantio de árvores;
- Monitoramento, adaptação e aprendizagem ocorrem continuamente.

2

O QUE É ROAM?

A Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM) é uma abordagem que permite identificar oportunidades, analisar dados e promover a restauração de paisagens e florestas de modo a aumentar a cobertura florestal, garantir segurança hídrica e atender à legislação ambiental vigente. Além disso, a ROAM pretende apoiar o desenvolvimento de estratégias e programas de restauração em níveis subnacional e nacional, permitindo que países e estados definam e assumam compromissos alinhados com aqueles assumidos globalmente – como o Desafio de Bonn, que consiste na restauração de 150 milhões de hectares de áreas degradadas e desmatadas até 2020.

Em termos gerais, a ROAM pode contribuir com: (i) a consolidação de dados mais embasados para a tomada de decisões quanto ao melhor aproveitamento do solo e da paisagem; (ii) apoio político à restauração de paisagens; (iii) fornecimento de informações para estratégias subnacionais e nacionais de restauração, Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (Redd+), adaptação às mudanças climáticas e biodiversidade, entre outras, e para a integração de

esforços entre tais estratégias; (iv) subsídios para melhor alocação de recursos em programas de RPF; (v) engajamento dos principais formadores de políticas públicas e tomadores de decisão de diversos setores, bem como de outros grupos interessados na gestão de paisagens, e (vi) visão compartilhada e integrada das oportunidades de restauração e do valor de paisagens multifuncionais.

3 CONTEXTO ESTADUAL

No contexto do Estado do Espírito Santo, onde alterações no uso da terra levaram à perda significativa da cobertura florestal, importantes consequências foram ocasionadas, que influenciam direta e indiretamente a qualidade de vida da população (Figura 3.1). Dentre elas encontram-se os impactos associados à crise hídrica, degradação dos solos e perda de biodiversidade. Esses impactos prejudicam a capacidade produtiva rural, dificultam novos investimentos financeiros e comprometem o abastecimento público de água. A prevenção e a tomada de medidas para mitigação dos impactos dessas alterações são essenciais para assegurar a qualidade de vida da população, garantir fonte de renda e segurança alimentar e evitar o êxodo rural. Associados à perda de cobertura florestal também estão o cumprimento de requisitos legais do Código Florestal (Lei 12.650/2012) e a segurança jurídica associada ao manejo dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros, que influenciam a capacidade produtiva das populações rurais.

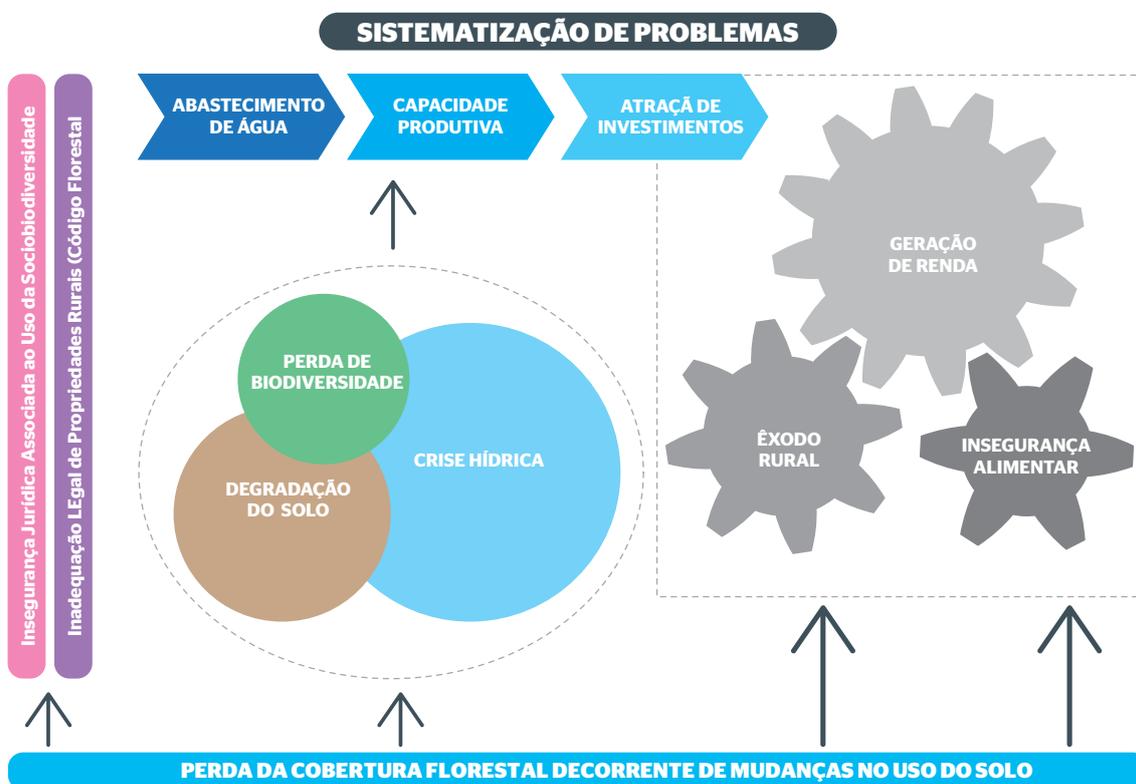


Figura 3.1 – Sistematização de problemas decorrentes da perda de cobertura florestal em função da mudança no uso da terra no Estado do Espírito Santo (segundo equipe técnica para implementação da ROAM no estado).

A alteração drástica no uso e ocupação do solo sem o seu devido planejamento contribui significativamente para a ocorrência de situações extremas, como a crise hídrica em muitos estados brasileiros, inclusive no Espírito Santo, que apresenta sinais expressivos de risco de falta de água. A identificação dos principais problemas associados à questão hídrica pode indicar as estratégias mais adequadas para minimizar esses efeitos negativos. Nesse sentido, as análises de cenários e mapeamentos podem fornecer subsídios importantes para definir as ações que vão contribuir para reduzir esses problemas. Diversos fatores contribuem para a degradação dos recursos hídricos na região, sendo que o mau uso do solo representa uma das principais fontes de degradação dos recursos hídricos, em função da elevada deposição de sedimentos que ocorre por meio de processos erosivos devido à perda de solo e carreamento dele para o interior dos cursos d'água. Isso contribui para o assoreamento, além de aumentar os custos financeiros com o tratamento da água para a retirada desses sedimentos dela e torná-la apta ao consumo humano.

Tendo em vista esse panorama estadual, o Programa Reflorestar representa um espaço estratégico para fomentar e estruturar a cadeia produtiva de projetos de restauração de paisagens e florestas. Trata-se de uma iniciativa governamental, cujo desenvolvimento foi iniciado a partir do alinhamento da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. O objetivo do programa é a ampliação da área de Mata Atlântica no Espírito Santo em 80 mil hectares até 2018, conforme metas almejadas pelo Governo do Estado no Planejamento Estratégico 2015/2018. Tal meta também foi estabelecida como contribuição do Estado do Espírito Santo ao Desafio 20x20, uma iniciativa lançada por países da América Latina e do Caribe (LAC) durante a Conferência das Partes (COP 20), ocorrida no Peru, em 2014, que tem como objetivo restaurar e/ou evitar o desmatamento em 20 milhões de hectares até o ano de 2020.

Além dos benefícios diretos, como o potencial aumento da oferta de água, a conservação dos solos e a mobilização do carbono, contribuindo para a mitigação dos efeitos do aquecimento global, a restauração pode assegurar também benefícios indiretos relacionados à capacidade produtiva em áreas rurais, geração de renda, estabilidade do produtor no campo e segurança alimentar. A oportunidade de dar escala à economia da restauração, opção para o desenvolvimento sustentável do país, reforça importantes elos da cadeia florestal.

4

GOVERNANÇA

A estratégia de regionalização da área de aplicação da ROAM é importante para que a análise dos diferentes componentes da metodologia considere a mesma unidade espacial de planejamento e gestão. A Agência Nacional de Águas (ANA) estimula e apoia as iniciativas voltadas para a instalação e o funcionamento de comitês de bacia e agências de águas para gestão dos recursos hídricos. O Governo do Estado do Espírito Santo também tem trabalhado para fortalecer esse modelo de governança. Além disso, diversas instituições utilizam essa abordagem espacial e produzem informações que facilitarão as análises, processos e implementação da metodologia. Dessa forma, a adoção da estratégia de regionalização por meio de bacias hidrográficas contribui para a criação de um ambiente de articulação e permite o engajamento político.

A governança do processo da aplicação da ROAM no Estado do Espírito Santo seguiu o esquema apresentado na Figura 4.1, onde uma equipe de especialistas trabalhou na estruturação dos dados e geração dos resultados de cada componente de análise (grupo de trabalho). Os pontos focais, ou seja, os representantes de cada componente de análise, foram reunidos e formaram a equipe de implementação, de caráter técnico, responsável por avaliar e integrar os principais resultados obtidos por cada grupo. A metodologia de trabalho e os principais resultados obtidos foram submetidos e validados pelo fórum político, de caráter consultivo. Este é formado por representantes da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama), Gabinete do Governador, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema), Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo (Bandes), Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh), Companhia Espírito-Santense de Saneamento (Cesan), Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (Sedurb), Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Fibria Celulose S.A. (Fibria), Samarco, União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), The Nature Conservancy (TNC) e Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS).

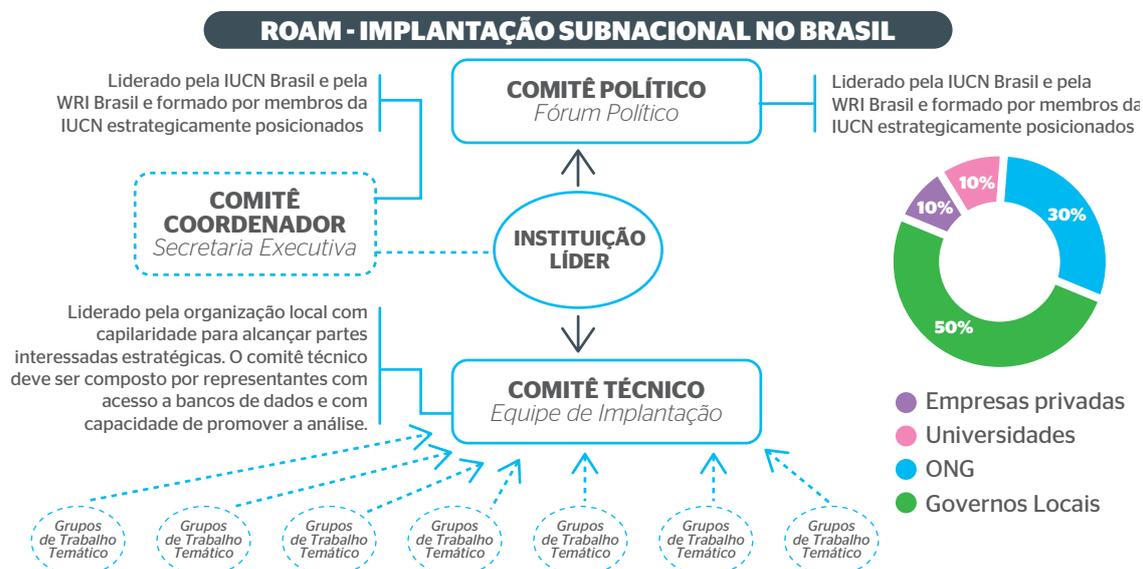


Figura 4.1 – Modelo de governança adotado na aplicação da ROAM no Estado do Espírito Santo.

5 FATORES DE SUCESSO

No ano de 2015, a ONG The Nature Conservancy (TNC) finalizou o Plano Estratégico para Restauração Florestal no Espírito Santo - Perf (BENINI, et al., 2016), cujo objetivo foi atender as novas demandas da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei 12.651/2012), bem como do Programa Reflorestar. Para tal, realizou-se um diagnóstico da cadeia produtiva de restauração florestal no estado, onde foram identificados: i) principais motivações, ii) demandas de serviço, iii) oportunidades, iv) potenciais produtos e v) principais gargalos para a consolidação de uma economia de base florestal.

O plano estratégico identificou 68 instituições relacionadas à restauração florestal no Espírito Santo, incluindo empresas de produção de mudas, executoras da restauração florestal, organizações de apoio, agências do governo e organizações da sociedade civil. O plano também identificou a existência de mercados, oportunidades e logística de produção de insumos distintos nas diferentes regiões do estado.

A seguir são apresentados os principais gargalos e oportunidades para a restauração florestal com motivação econômica no Espírito Santo, com base nos resultados do Perf. Esta análise é fruto de ampla discussão com os principais atores locais envolvidos com a restauração de paisagens e florestas no Espírito Santo.

GARGALOS

- Escassez e baixa qualidade da mão de obra disponível;
- Baixa qualidade dos projetos técnicos de restauração florestal;
- Baixa perspectiva econômica para os modelos de restauração florestal em implantação;
- Adequação ambiental percebida como entrave para atividades produtivas;
- Programas governamentais com visão de curto prazo (não continuidade);
- Escassez de pesquisas florestais aplicadas;
- Baixa oferta de assistência técnica e extensão rural (Ater) com foco em restauração florestal;
- Baixa capacidade operacional do Idaf em realizar o CAR em propriedades de até 25 ha de agricultores familiares;
- Ações de fomento desarticuladas do mercado;
- Dificuldade de integração dos esforços públicos e privados;
- Insegurança jurídica;
- Dificuldade de integração dos programas e dos projetos governamentais.

OPORTUNIDADES

- Geração de modelos de negócios que integrem produtos da sociobiodiversidade e serviços ambientais;
- Geração de emprego e renda;
- Integração da estratégia de restauração florestal com diferentes setores da economia;

- 
- Organização das ações operacionais e definição dos módulos de plantio do Programa Reflorestar a partir das demandas do mercado;
 - Integração de elementos da política agrícola nas ações de fomento de restauração florestal;
 - Oferta de opções de modelos de restauração florestal e bancos de áreas para empresas realizarem medidas de compensação e reposição florestal;
 - Revisão da política florestal do estado;
 - Oferta ao Idaf de modelos regionalizados de restauração florestal, como insumos para facilitar procedimentos internos de aprovação dos PRAs.

6 BASE DE DADOS UTILIZADA

O Estado do Espírito Santo, localizado na região Sudeste do Brasil, compreende uma área de 46.078 km², com uma população aproximada de 3,5 milhões de habitantes (IBGE, 2010). O relevo ao longo da costa é predominantemente de baixa altitude e plano e, à medida que se avança para o oeste, a paisagem é substituída pela serra, onde se encontra o terceiro pico mais elevado do país, o Pico da Bandeira, ponto mais alto do estado, com 2.890m de altitude.

A atividade econômica é bastante dinâmica e diversificada regionalmente, com concentração de polos industriais na região litorânea, atividade de mineração localizada principalmente nas serras, silvicultura na região Nordeste do Estado e cafeicultura na serrana.

6.1 LEVANTAMENTO DE DADOS CARTOGRÁFICOS

A identificação das oportunidades de restauração requer, primordialmente, uma apresentação da situação atual do uso e cobertura do solo para avaliação das regiões de maior importância para a restauração das paisagens. Essa etapa consistiu em levantar e organizar as bases de dados existentes para realização das análises espaciais para o Estado do Espírito Santo. Algumas bases produzidas foram disponibilizadas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama), enquanto outras precisaram ser prospectadas e solicitadas a outras secretarias e agências do governo para utilização nas análises.

As camadas de dados levantadas e utilizadas na ROAM, com as respectivas descrições e fontes, são apresentadas nas tabelas 6.1 e 6.2.

Tabela 6.1 – Base de dados de referência utilizada para as análises da ROAM no Estado do Espírito Santo.

CAMADA DE DADOS	DESCRIÇÃO	FONTE
Uso e cobertura do solo	Uso e cobertura do estado na escala 1:30.000 do ano de 2007/2008	IEMA
Hidrografia	Cursos d'água escala 1:50.000 (sul) / 1:100.000 (norte)	Compilação cartas topográficas 1:50.000 / 1:100.000 IBGE
Tipo de solo	Tipo de solo	Incra/Incapar
Modelo de elevação digital	Modelo de elevação digital	SRTM 30m
Limite bacias	Limite Otto bacia nível 6 ANA	Instituto Jones dos Santos Neves/ANA
Limite municipal	Limite dos municípios	IBGE
Infraestrutura	Base contínua 1:250.000	IBGE
Plantio de eucalipto	Compilação de diversas fontes	Fibria, Suzano
Dados climáticos	Base de dados climáticos globais	Bioclim
Estações pluviométricas/fluviométricas	Localização das estações	Incapar/ANA
Corredores ecológicos prioritários	Regiões de grande importância para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica	Governo do Estado do Espírito Santo
Áreas prioritárias para conservação	Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade	Ipema
Potencial de regeneração natural	Avaliação do potencial de regeneração natural da vegetação	Cedagro

Tabela 6.2 – Estudos e análises realizados na ROAM para o Estado do Espírito Santo.

ANÁLISE/ESTUDO	DESCRIÇÃO	FONTE/CONTATO
Balanco hídrico	Identificação das áreas com maior ou menor comprometimento hídrico	Estudo realizado pelo Ibio (fonte do dado: Agerh)
Risco de escassez hídrica	Mapeamento das regiões de risco quanto à escassez hídrica	Agerh
Bacias prioritárias para abastecimento humano	Seleção das bacias de importância para captação de água destinada prioritariamente ao consumo humano	TNC (Fonte primária: Agerh)
Erosividade	Grid da estimativa do índice de erosividade	Ufes

A Figura 6.1 apresenta todas as categorias de uso do solo mapeadas para o estado, contendo os principais cultivos agrícolas, como café, mamão, banana, abacaxi; reflorestamento, e principais tipos de vegetação nativa, entre outros.

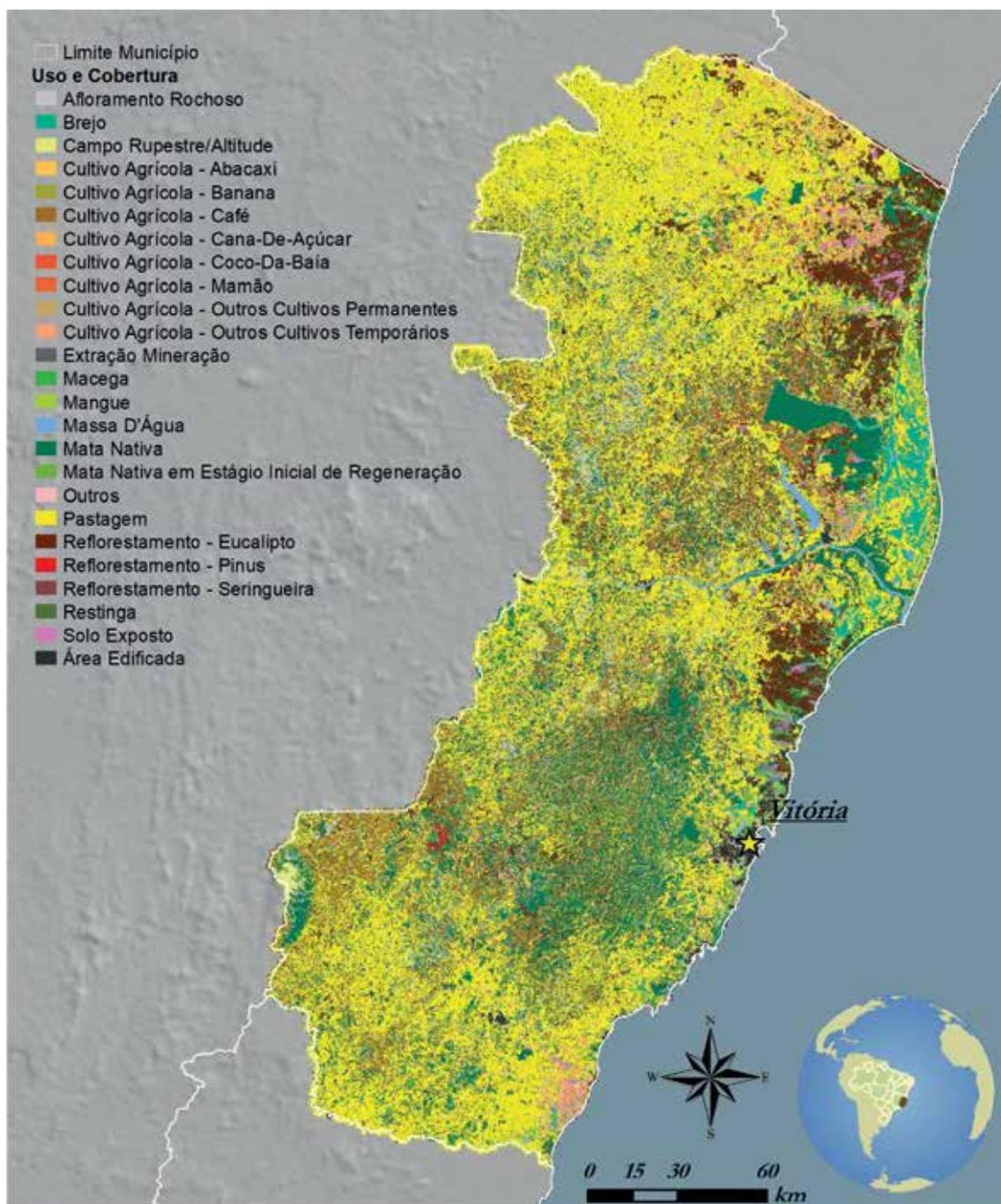


Figura 6.1 – Uso e cobertura do solo no Estado do Espírito Santo.

O uso e cobertura do solo é bastante diferenciado em cada bacia hidrográfica no estado (Figura 6.2). Algumas delas ainda apresentam grande cobertura de remanescentes de vegetação natural, como as bacias dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória. Por outro lado, muitas possuem baixo índice de cobertura vegetal nativa, como é o caso das bacias São Mateus e Itaúnas, ambas no norte do estado, e das bacias de Itapemirim e Itabapoana, ambas na porção sul. Nessas bacias, a atividade pecuária é bastante representativa, enquanto a silvicultura está concentrada principalmente nas bacias do Riacho, Itaúnas, São Mateus e Rio Doce (sub-bacias Barra Seca e São José).

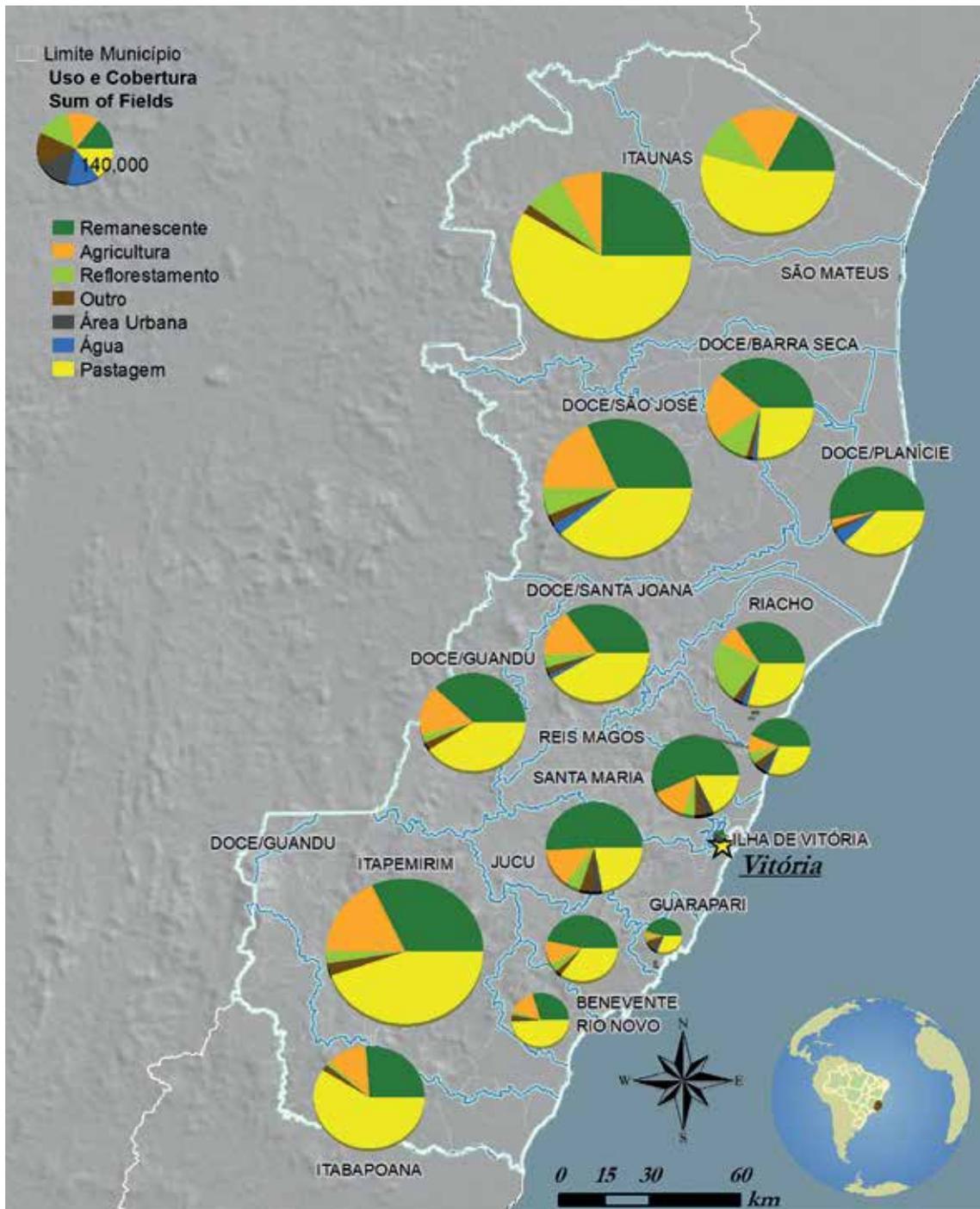


Figura 6.2 – Área relativa aos diferentes tipos de uso e cobertura do solo mapeado no estado por bacia hidrográfica.

7

MODELOS DE RESTAURAÇÃO

Os modelos de restauração ecológica são classificados em função do nível de intervenções, podendo variar de regeneração natural (restauração passiva) até aqueles que envolvem atividades de condução da regeneração, semeadura direta e plantio de mudas (restauração ativa) (Figura 7.1). Neste documento, os modelos de restauração ativa serão separados em: i) modelos com prioridade de restauração e conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos e ii) modelos com benefícios econômicos a partir do manejo de produtos madeireiros e não madeireiros. Os modelos com benefícios econômicos foram separados em três estratégias distintas: sistemas agroflorestais, plantio misto de espécies arbóreas para produção de madeira e sistema silvipastoril. O uso desses modelos com benefícios econômicos tem sido defendido como uma opção de gerar renda ao produtor rural, reduzir os custos de implantação e também garantir a restauração de importantes processos ecológicos (LAMB et al., 2005; BRANCALION et al., 2012). Uma premissa básica desses modelos é que todas as atividades de manejo e exploração devem ser realizadas com o menor impacto possível e de maneira sustentável.



Figura 7.1 – Fatores a serem considerados na escolha, planejamento e manejo do projeto de restauração ecológica (adaptado de HOLL & AIDE, 2011).

7.1 DESCRIÇÃO DOS MODELOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA UTILIZADOS

Os modelos apresentados neste documento foram selecionados em função das experiências já realizadas pelo Programa Reflorestar e de estudos realizados pelo Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS), IUCN, Esalq/USP (LERF e LASTROP) e da empresa Bioflora. Inicialmente, serão descritos os modelos de proteção e biodiversidade. Dentro dessa categoria, os modelos são: restauração passiva – regeneração natural; plantio de enriquecimento – por meio de mudas e/ou sementeira, e plantio de mudas em área total. Já os modelos com benefícios econômicos são: quatro modelos com espécies nativas para exploração de madeira; um modelo com espécies nativas e *Eucalyptus* spp. para exploração de madeira e celulose, respectivamente; um modelo de sistema silvipastoril, e dez arranjos de sistemas agroflorestais com espécies nativas e exóticas.

7.1.1 MODELOS COM PRIORIDADE DE PROTEÇÃO E BIODIVERSIDADE

RESTAURAÇÃO PASSIVA – REGENERAÇÃO NATURAL

De acordo com o estudo realizado em 2014 pelo Centro de Desenvolvimento do Agropastoril (Cedagro), três regiões do estado apresentam um elevado potencial de regeneração natural: Região Serrana; transição entre a Serrana e a Metropolitana e o extremo sul acidentado (ver CEDAGRO, 2014). O diagnóstico foi realizado com base em variáveis pedológicas, topográficas, climáticas e cobertura florestal na paisagem. Dessa forma, regiões com maior cobertura florestal, maior precipitação e solos mais férteis apresentaram maior potencial de regeneração natural. No entanto, os resultados apresentados em escala regional dificultam a tomada de decisão em escala local, como em nível de propriedade rural. Isso significa que, mesmo em regiões com elevado potencial de regeneração natural, algumas áreas podem apresentar baixa resiliência.

Após o diagnóstico inicial do potencial de regeneração de uma área, a primeira medida a ser adotada é o isolamento dos fatores de degradação. Em áreas ocupadas pela pecuária, os principais fatores são a presença do gado (pisoteio das plântulas, compactação do solo e herbivoria) e a ocorrência de queimadas, técnica muito utilizada para “limpar o pasto” em áreas de pecuária extensiva. Nos exemplos citados anteriormente, o isolamento seria feito através da instalação de cercas e construção e manutenção de aceiros. Nesses casos, o custo de restauração seria apenas referente às medidas de isolamento da área. Se mesmo após o isolamento dos fatores de degradação não ocorrer a expressão da regeneração natural, será necessário algum tipo de intervenção no local (restauração ativa) (ver figura a seguir). Uma técnica muito eficiente para remover as barreiras da regeneração consiste na condução da regeneração natural. As atividades de condução têm como objetivo acelerar o processo de regeneração natural de espécies nativas na área.

PLANTIO DE ENRIQUECIMENTO

O plantio de enriquecimento é recomendado em áreas com cobertura irregular do dossel, como por manchas de vegetação em pastagens abandonadas, áreas que sofreram corte seletivo de madeira, bordas de fragmentos florestais (RODRIGUES et al., 2009) ou áreas de



florestas secundárias dominadas por um pequeno conjunto de espécies e ausência de regeneração natural. Dessa forma, o plantio pode ser realizado com o objetivo de aumentar a cobertura do dossel e/ou aumentar a riqueza de espécies na área. Dessa maneira, o número de mudas e espécies vai depender da cobertura do dossel e riqueza de espécies. O estudo realizado pela Cedagro indicou que algumas regiões do estado apresentam florestas secundárias dominadas pelas espécies *Myracrodrum urundeuva* e *Moquiniastrum polymorpha* (CEDAGRO, 2014). O plantio de enriquecimento pode ser realizado através do plantio de mudas ou semeadura direta. A seleção do grupo de espécies (pioneiras, secundárias, clímax) deve ser realizada a partir das condições de luminosidade no sub-bosque. No caso do uso da semeadura direta (ENGEL & PARROTTA, 2001), os melhores resultados têm sido alcançados na introdução de espécies de estágios sucessionais mais avançados com sementes grandes (e.g. CAMARGO et al., 2002). Como a vegetação já apresenta indivíduos arbóreos, os custos de implantação e manutenção do enriquecimento são significativamente inferiores ao plantio total.

PLANTIO DE ESPÉCIES ARBÓREAS (ÁREA TOTAL)

O sistema de plantio de mudas em área total deve ser utilizado naquelas áreas onde a cobertura florestal original foi substituída por alguma atividade agrícola e apresentam baixa capacidade de restauração através da regeneração natural. Os plantios serão realizados com espécies nativas da Mata Atlântica de acordo com os arranjos já implantados pelo Programa Reflorestar. A decisão sobre o número de espécies e a distribuição das mudas no campo deve ser feita em função do objetivo do plantio e das condições ambientais na área e da paisagem no entorno. Em áreas próximas a remanescentes florestais, os plantios podem ser implantados com um menor número de espécies, visto que posteriormente haverá a entrada de novas espécies através da regeneração natural (CARNEVALE et al., 2002; SANSEVERO et al., 2011). Por outro lado, em áreas que sofreram uma grande perda da cobertura florestal e com baixa resiliência, o uso de plantios com alta diversidade pode contribuir para o aumento de diversidade biológica na paisagem.

7.1.2 MODELOS COM BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (MADEIREIROS E NÃO MADEIREIROS)

A restauração com benefícios econômicos foi desenvolvida considerando o manejo de diferentes espécies nativas classificadas por tipo de madeira e um modelo com plantio misto de espécies nativas e eucalipto para exploração de celulose. Esse modelo foi selecionado em decorrência da aptidão florestal do estado e mercado consolidado de papel e celulose na região. No contexto do Código Florestal, todos esses modelos podem ser utilizados para recomposição de área de reserva legal (RL). As espécies selecionadas para exploração foram classificadas em quatro grupos de acordo com as características da madeira (Figura 7.2). A Tabela 7.1 apresenta as principais características e as espécies selecionadas, enquanto a Tabela 7.2 apresenta a descrição técnica dos modelos com benefícios econômicos.

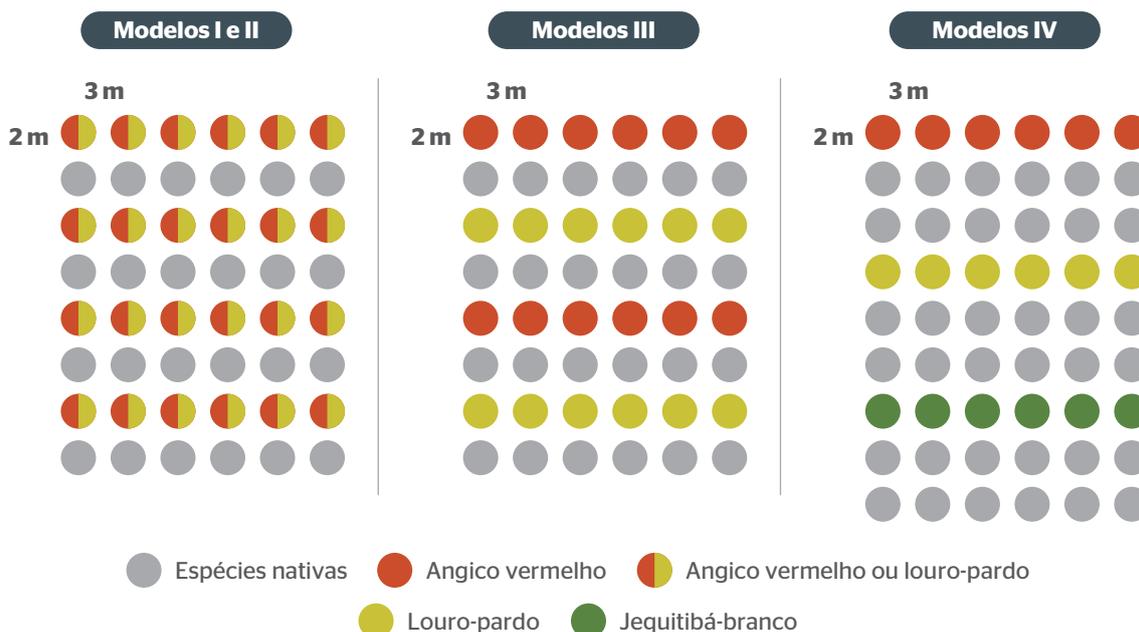


Figura 7.2 – Desenho esquemático da implantação dos modelos de restauração com exploração madeireira.

Tabela 7.1 – Descrição dos principais grupos, características e espécies com maior importância de cada grupo de madeira.

GRUPO / ESPÉCIES	CARACTERÍSTICAS
MADEIRA INICIAL <i>Apeiba tibourbou</i> , <i>Eucalyptus sp.</i> , <i>Senna macranthera</i> , <i>Senna multijuga</i> , <i>Zeyheria tuberculosa</i>	<p>O grupo é formado por espécies de crescimento rápido e copa ampla, mas de ciclo de vida curto, sendo características das fases iniciais de sucessão. Devido à baixa densidade da madeira, as espécies de madeira inicial são utilizadas principalmente para caixotaria e carvão e têm colheita planejada em 10 anos pós-plantio. Apesar do baixo valor da unidade métrica, essas madeiras podem trazer bom retorno financeiro, devido ao grande volume de exploração em curto período.</p>
MADEIRA MÉDIA <i>Cariniana estrellensis</i> , <i>Cariniana legalis</i> , <i>Cedrela fissilis</i> <i>Cordia trichotoma</i> <i>Parapiptadenia rigida</i> <i>Peltophorum dubium</i> <i>Anadenanthera colubrina</i>	<p>Seu desenvolvimento é moderado, apresentam crescimento um pouco mais lento e ciclo de vida mais longo do que as espécies do grupo madeira inicial. As espécies de madeira média possuem madeira com densidade variável, com bom valor econômico e exploração variando de 11 até 20 anos após o plantio. A madeira pode ser utilizada na construção pesada externa, como pontes, postes, mourões, cruzetas, dormentes, madeiramento de currais; construção civil interna, para vigas e caibros; tábuas e tacos para assoalhos; móveis de alta qualidade; peças torneadas.</p>
MADEIRA FINAL <i>Aspidosperma polyneuron</i> <i>Balfouriodendron riedelianum</i> <i>Handroanthus heptaphyllus</i> <i>Hymenaea courbaril</i>	<p>São espécies típicas das etapas finais da sucessão florestal, características da floresta madura. Geralmente apresentam crescimento lento, ciclo de vida longo e alta densidade de madeira, além de resistirem ao sombreamento. Este grupo apresenta a maioria das espécies conhecidas como “madeiras de lei”, com elevado valor econômico e uso mais nobre em marcenaria e carpintaria. O corte das espécies deste grupo ocorre em ciclos de 30 a 40 anos pós-plantio, quando os indivíduos atingem o diâmetro adequado.</p>
COMPLEMENTAR <i>Croton floribundus</i> <i>Croton urucurana</i> <i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Inga edulis</i> <i>Trema micranta</i>	<p>Este grupo é formado por espécies nativas com crescimento rápido e copa ampla. São plantadas nas linhas de madeira final, intercaladas com as espécies das etapas finais de sucessão florestal. O objetivo é fornecer sombra às espécies da mesma linha e das linhas adjacentes, evitando a bifurcação das espécies de maior interesse madeireiro.</p>



RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA MODELOS E TÉCNICAS PARA RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS

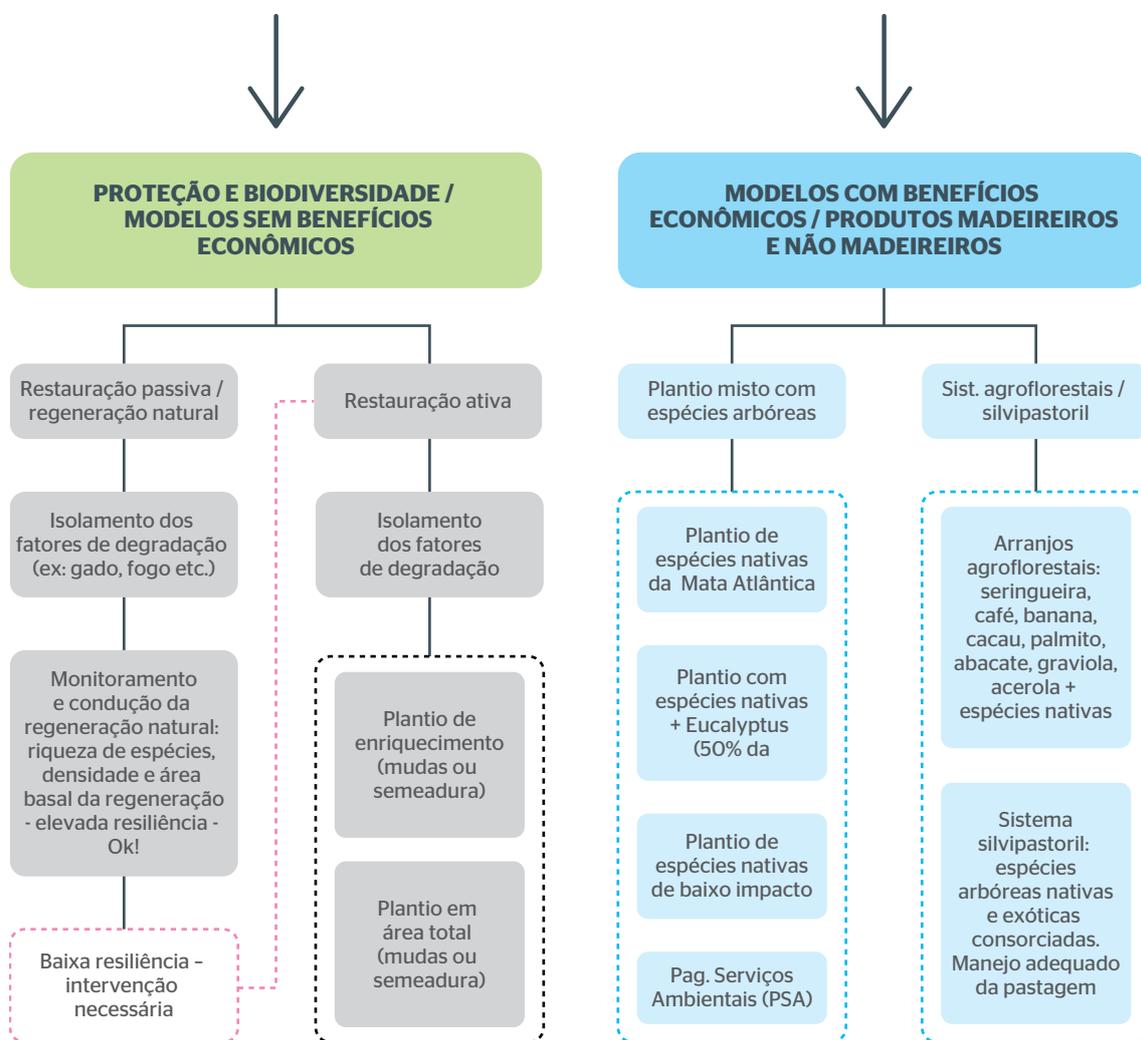


Figura 7.3 – Tipos de intervenção para promover a restauração de paisagens florestais

Tabela 7.2 – Modelos de recuperação com plantio de espécies nativas e exploração madeireira.

MODELO	ESPAÇAMENTO E QUANTIDADE PLANTADA	ÁREA EXPLORADA	EXPLORAÇÃO (INDIVÍDUOS/ HECTARE)	CICLO DE CORTE (ANOS)	PRODUTIVIDADE (M ³ /HECTARE)	INCREMENTO MÉDIO ANUAL (M ³ /HA/ANO)
Angico-vermelho*		50%	833	11	275,4	26,17
Louro-pardo*		50%	833	15	388,8	25,92
Diversificado I: Angico-vermelho e Louro-pardo	3m x 2m; 1.666 indivíduos/ hectare	50%	416 (Angico); 417 (Louro-pardo)	11 (Angico); 15 (Louro- pardo)	137,5 (Angico); 194,6 (Louro- pardo)	
Diversificado II (baixo impacto): Angico-vermelho, Louro-pardo e Jequitibá-branco*		33%	155 (Angico);155 (Louro-pardo); 155 (Jequitibá)	11 (Angico); 13 (Jequitibá); 15 (Louro)	51,2 (Angico); 60,6 (Jequitibá); 72,3 (Louro)	

*Angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*); louro-pardo (*Cordia trichotoma*); jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*)

SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Estes sistemas combinam espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras etc.) e culturas agrícolas (café, cacau, cupuaçu etc.). Dessa forma, sistemas agroflorestais contribuem com a provisão de importantes serviços ecossistêmicos e geram receitas ao produtor rural. Uma vantagem desses sistemas é a diversificação da fonte de renda e a distribuição do rendimento ao longo de todo o ano. Para a ROAM serão utilizados os 10 arranjos de sistemas agroflorestais que vêm sendo implantados pelo Programa Reflorestar (Figura 7.3).

SISTEMAS SILVIPASTORIS

O sistema silvipastoril representa a combinação entre árvores, pastagem e gado no mesmo espaço e manejados de forma integrada. O principal objetivo desses sistemas é promover o aumento da produtividade por unidade de área. Portanto, as receitas do produtor serão originadas da atividade de pecuária e produtos madeireiros e não madeireiros.

ARRANJO 1	ARRANJO 2	ARRANJO 3	ARRANJO 4	ARRANJO 5
Seringueira a	Seringueira a	Frutíferas a	Seringueira a	Banana m
Banana m	Banana m	Banana m	Banana m	Palmácea m
Palmácea m	Cupuaçu m	Café Arábica b	Cupuaçu m	Café Arábica b
Café Conilon b	Palmácea m	+ Nativas	Palmácea m	+ Nativas
+ Nativas	+ Nativas		Café Conilon b	
			+ Nativas	
ARRANJO 6	ARRANJO 7	ARRANJO 8	ARRANJO 9	ARRANJO 10
Seringueira a	Cono Anão a	Abacate a	Lichia a	Graviola a
Manga m	Seringueira a	Banana m	Citrus m	Banana m
Cacau b	Cupuaçu m	Café Arábica b	Caqui m	Acerola b
+ Nativas	Cacau b	+ Nativas	Café Arábica b	+ Nativas
	+ Nativas		+ Nativas	

Palmáceas: Açaí, pupunha e palmeira real
Espécies frutíferas: Abacate, abacaxi, abiu, acerola, amora, biribá, cajá manga, caju, citrus, goiaba, lichia, manga, maracujá e pitanga

- a** Extrato alto e emergente
- m** Extrato médio
- b** Extrato baixo

Figura 7.4 – Descrição dos arranjos de sistemas agroflorestais utilizados pelo Programa Reflorestar.



8

SOCIOECONÔMICO: UMA AVALIAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

A proteção de florestas em área privada no Brasil é prevista em lei (Código Florestal, Lei 12.651/2012) e vai além da necessidade de provisão dos serviços ecossistêmicos, pois a não conformidade implica sanções, como multas ou embargos de áreas produtivas. A demanda atual para a restauração de áreas em inconformidade com a lei é estimada em 12 milhões de hectares (SOARES-FILHO et al., 2014). Todavia, a restauração florestal requer investimentos e custos ainda pouco conhecidos. Nesse sentido, o Estado do Espírito Santo tem avançado com levantamentos de custo da restauração e formulação de políticas de apoio a produtores que precisam restaurar.

Neste trabalho foi estimado o impacto econômico da restauração para adequação ambiental com o Código Florestal em áreas de preservação permanente (APP) e declividade acima de 45° no Espírito Santo. As análises foram feitas a partir de dados do governo estadual para o ano de 2008. Nas análises a seguir demonstramos o custo de oportunidade, a demanda por investimentos em restauração e mão de obra, além do impacto sobre o valor da produção, porém também avaliamos o impacto positivo da restauração com exploração econômica da área.

8.1

ÁREA A RECOMPOR E DEMANDA POR INVESTIMENTOS EM RESTAURAÇÃO NO ESPÍRITO SANTO

A partir da classificação de uso do solo em 25 categorias realizado pela SEAMA/IEMA em imagens obtidas entre os anos de 2007 e 2008, estima-se que o Espírito Santo tenha um passivo de 427 mil hectares a recompor para regularização ambiental. Desse total, 334 mil hectares são APPs e o restante – 85 mil hectares – são áreas de reserva legal (Tabela 8.1) (BENINI et al., 2016). Esse valor foi calculado a partir dos mapas de uso do solo e hidrografia, ponderando a largura de APPs dos rios em função do tamanho das propriedades rurais. Conforme previsto no Código Florestal, as APPs em rios variam de 5 a 30 metros, dependendo do tamanho do imóvel. Os detalhes da metodologia estão na seção correspondente.

Considerando as diferentes condições de uso do solo, a restauração de APPs no Espírito Santo demandará cerca de R\$ 6 bilhões¹, diluídos ao longo de 22 anos (Tabelas 8.2 e 8.3 e Figura 8.1). Segundo o Código Florestal Brasileiro, a restauração pode ser feita em até 10% a cada dois anos, totalizando 20 anos para implantação da restauração, porém, após esse período, consideramos ainda dois anos de gastos com manutenção dessas áreas. Assim, o volume de investimentos médios em restauração para o Estado do Espírito Santo chega a R\$ 300 milhões ao ano. O custo por hectare para restauração depende da condição do solo (Tabela 8.3), variando de R\$ 9 mil a R\$ 14 mil/hectare, de acordo com o Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (CEDAGRO, 2014).

Tabela 8.1 – Demanda para adequação ambiental de APPs no Espírito Santo.

TAMANHO DA PROPRIEDADE (MF*)	PROPRIEDADES (NÚMEROS ABSOLUTOS)	ÁREA TOTAL (HA)	TOTAL DE APPS (HA)	APP PRESERVADAS (HA)	APP DEGRADADAS (HA)
Até 1	24.874	302.739	37.254	9.001	28.253
De 1 a 2	25.117	773.790	91.328	23.237	68.091
De 2 a 4	21.077	1.226.093	133.943	35.247	98.696
De 4 a 10	10.306	1.237.744	123.150	33.067	90.084
Acima de 10	2.308	1.067.133	87.136	29.992	57.144
TOTAL	83.682	4.607.500	472.811	130.543	342.268

*MF = Módulo Fiscal

8.2 CUSTO DE OPORTUNIDADE

Se não for devidamente planejada, a restauração florestal pode implicar perda de investimentos em terra e na receita das culturas implantadas e potencial redução na oferta de produtos agropecuários. Isso é o que se define como custo de oportunidade, ou seja, o ganho alternativo não realizado devido à escolha de reflorestar torna-se uma perda. Neste trabalho, os custos de oportunidade foram divididos em dois: o valor da terra e os benefícios advindos dela (renda e produção). O valor da terra expressa os ganhos esperados no longo prazo e são os custos de oportunidade da restauração sem exploração econômica da área. Contudo, também há perdas de curto prazo para a economia, como renda e produção agropecuária da área a ser destinada para a restauração.

8.2.1 VALOR DA TERRA, OU PERDAS DE LONGO PRAZO

O valor da terra expressa os ganhos esperados de longo prazo com sua exploração via atividades econômicas. Uma das interpretações para o planejamento da restauração é a de que identificando as áreas com menor valor da terra (ou custo de oportunidade), podemos iniciar a restauração por regiões que causem o menor impacto no longo prazo, permitindo ações para aumento da produtividade em áreas com aptidão agrícola que compensem tais perdas. A seguir, a identificação do custo de oportunidade por região no Espírito Santo (Figura 8.2).

Legenda

 Municípios

 Não aplicável
(floresta; mangue; praia; restinga;
urbano, alagado e água)

Valor da terra
(R\$/hectare)

 9,056 - 9,936

 9,937 - 10,769

 10,770 - 11,926

 11,927 - 13,037

 13,038 - 13,777

 13,778 - 14,958

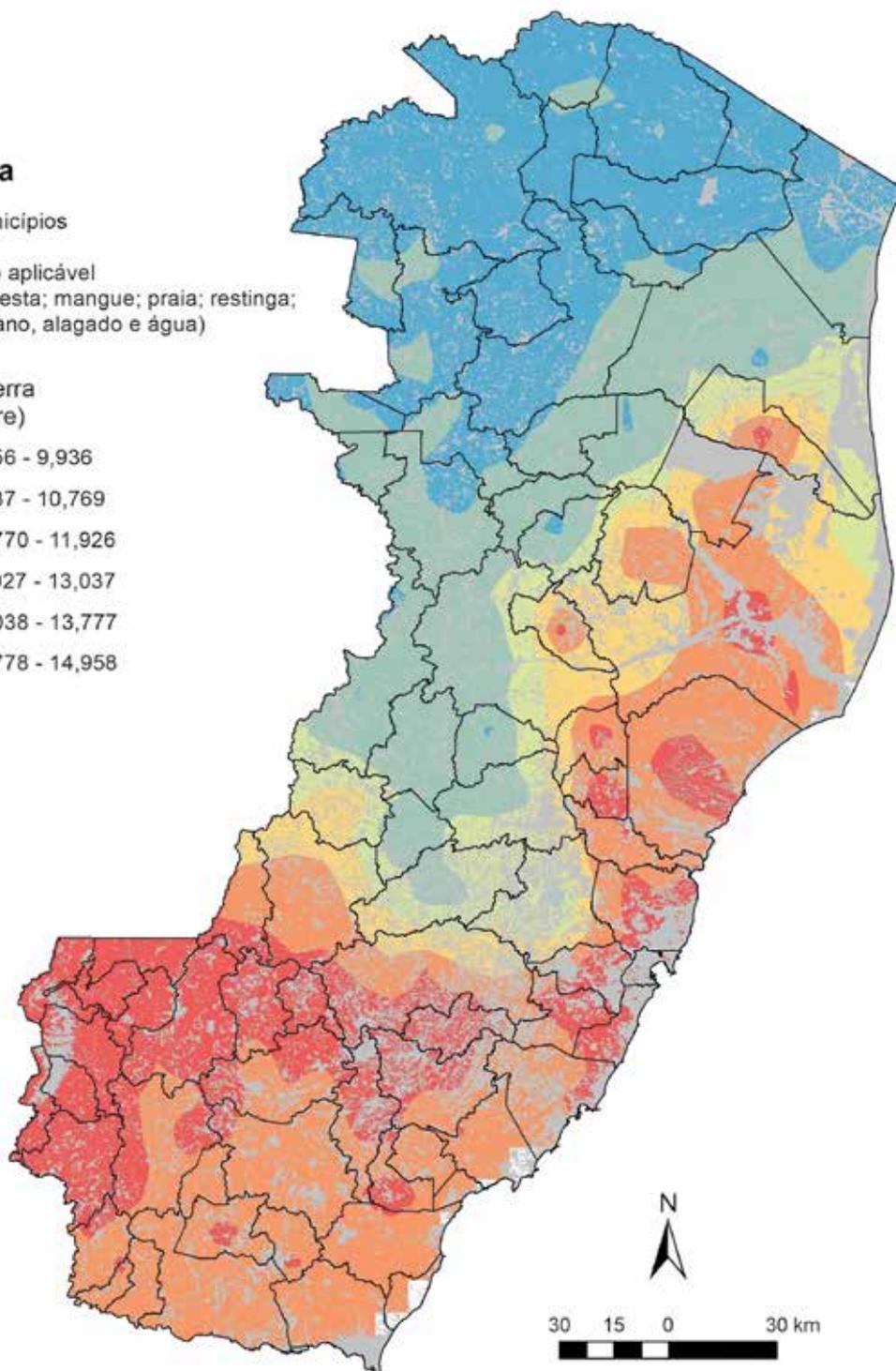


Figura 8.2 – Mapa de valor da terra (custo de oportunidade) no Espírito Santo, em função dos municípios e uso do solo, considera distância para estradas, altitude e adequabilidade agrícola.

8.2.2 COMO A RESTAURAÇÃO FLORESTAL AFETA A ECONOMIA RURAL

A restauração das APPs e áreas com declive acima de 45° no Espírito Santo pode comprometer 16% do valor total da produção³ agropecuária e de silvicultura do estado (R\$ 872 milhões, em valores correntes de 2008) e cerca de 18% da produção total (Tabela 8.4). A atividade mais afetada é a pecuária de leite, com 19% da sua produção afetada. Apesar do comprometimento potencial da produção agropecuária, a oferta desses produtos pode ser facilmente compensada com aumento da produtividade dessas culturas. Por exemplo, a pecuária de corte apresenta produtividade média de 3@/ha/ano (ou 75 kg de carne), mas diversos estudos no Brasil apontam para o potencial de mais de 20@/ha/ano com a adoção de boas práticas produtivas (IIS, 2015). Assim, a implementação da restauração deverá ocorrer integrada a programas de incentivo à adoção de tecnologias e boas práticas produtivas, especialmente na pecuária, que detém dois terços da área total a recompor.

Tabela 8.4 – Perdas para a economia (custo de oportunidade), ano-base 2008.

VALOR TOTAL DA PRODUÇÃO (R\$ MILHÕES)		VALOR AFETADO PELA RESTAURAÇÃO (R\$ MILHÕES)			
		EM DECLIVE > 45°	EM APP	VALOR TOTAL	% AFETADO
TOTAL	5.206	660	236	872	16%
Agricultura	4.407	537	188	725	16%
Pecuária de corte	458	46	24	70	15%
Pecuária de leite	341	46	20	66	19%
Silvicultura	97	32	3	11	11%

PRODUÇÃO TOTAL (TON.)		PRODUÇÃO AFETADA PELA RESTAURAÇÃO (TON.)			
		EM DECLIVE > 45°	EM APP	VALOR TOTAL	% AFETADO
TOTAL	548.045	63.256	34.497	97.753	18%
Agricultura	6.927	224	191	414	6%
Pecuária de corte	4.606	464	243	707	15%
Pecuária de leite	451.292	60.212	27.045	87.257	19%
Silvicultura	85.220	2.357	7.018	9.374	11%

ÁREA TOTAL (HECTARES)		ÁREA AFETADA PELA RESTAURAÇÃO (HECTARES)			
		EM DECLIVE > 45°	EM APP	VALOR TOTAL	% AFETADO
TOTAL	2.875.312	288.788	146.738	435.526	15%
Agricultura	620.721	77.429	24.411	101.840	16%
Pecuária de corte	1.971.903	203.689	99.486	303.175	15%
Pecuária de leite					
Silvicultura	282.688	7.670	22.841	30.511	11%

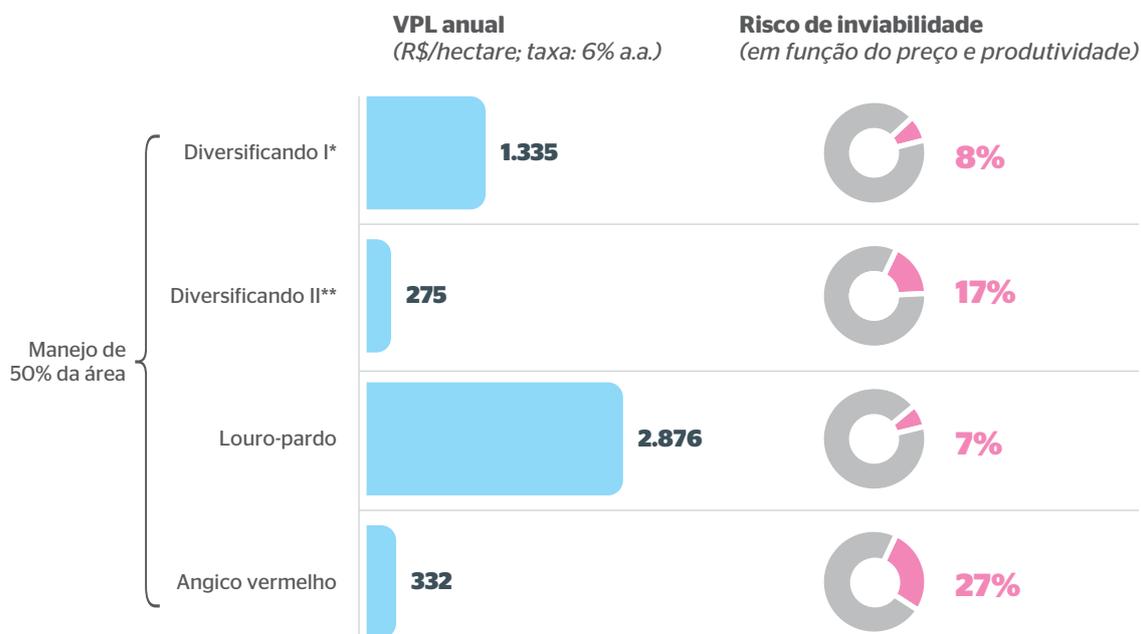
³ O valor total da produção é dado pelo IBGE e representa uma proxy do PIB.

8.3 CUSTO-BENEFÍCIO: A RESTAURAÇÃO COMO ATIVIDADE RENTÁVEL

8.3.1 EXPLORAÇÃO MADEIREIRA EM RESERVA LEGAL

Os ganhos e riscos financeiros da exploração madeireira na área a ser restaurada foram estimados, pois o Código Florestal permite que haja esse tipo de exploração econômica (exemplo: madeira, frutas etc.). O valor presente líquido anualizado (VPLa) da exploração de espécies madeireiras em reserva legal variou de R\$ 275 a R\$ 2.876/hectare em diferentes modelos de exploração (Figura 8.3). Esses valores cobrem a receita média advinda da pecuária e, no caso do modelo de exploração com louro-pardo (*Cordia trichotoma*), torna-se mais vantajoso do que a agricultura (Figura 8.3 e Tabela 8.5). Conclui-se que a restauração com exploração de madeira pode ser mais vantajosa que outras culturas, contudo faltam estudos de mercado para compreender a sensibilidade do preço ao incremento da oferta de madeiras nativas.

A maior incerteza nesses modelos está nos preços voláteis do mercado de madeira nativa e na produtividade, visto que há pouco desenvolvimento de tecnologias para exploração comercial de nativas. Assim, calculamos o risco financeiro desses modelos apresentarem inviabilidade, que variou de 7% a 27% em função da variação de até 80% nos preços e 20% de oscilação na produtividade. A avaliação do risco é feita repetindo mil vezes o cálculo do VPL com oscilação nos valores de preço (R\$/m³) e produtividade (m³/hectare). A metodologia detalhada do cálculo do VPL e risco estão na seção correspondente.



* Angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*) + louro-pardo (*Cordia trichotoma*)

** Angico-vermelho + louro-pardo + jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*)

Figura 8.3 – VPL anualizado da exploração madeireira em diferentes modelos de restauração e risco de financeiro em função de variações do preço e produtividade.

Tabela 8.5 – Renda média anual (R\$/ha) em diferentes atividades rurais. Fonte: elaboração do autor com dados da Cedagro e IBGE.

RENDA MÉDIA ANUAL (R\$/HA)	
Silvicultura	3.763
Pecuária de corte	- 306
Pecuária de leite	- 708
Agricultura	2.499
MÉDIA	1.312

8.3.2 SAFS E O INCREMENTO NA RENDA BRUTA DE PEQUENAS PROPRIEDADES

Para pequenos produtores, como os de agricultura familiar e de subsistência, que dependem de atividades com alta liquidez, os sistemas agroflorestais (SAFs) são alternativas de exploração econômica da reserva legal e APP mais viáveis do que a exploração madeireira sozinha. Os modelos de SAFs do governo estadual do Espírito Santo apontam para um ganho de até R\$ 2.686/hectare/ano, comparando com os dados de renda média da agricultura familiar (IBGE, s.d.) sendo verificado um potencial de incremento médio de 63% na renda de imóveis com até quatro módulos fiscais (Tabela 8.6). As estimativas são de 187 mil hectares ou 38% das APPs a recompor em pequenas propriedades no Espírito Santo. A implantação de SAFs nas APPs a recompor dessas propriedades pode aumentar o valor da produção em até R\$ 195 milhões.

Tabela 8.6 – Informações de distribuição fundiária, área média (em módulos fiscais) e valor da produção nas propriedades rurais do Espírito Santo. Fonte: elaboração do autor com dados do IBGE.

TAMANHO DO IMÓVEL RURAL (MF*)	NÚMERO DE IMÓVEIS	ÁREA DOS IMÓVEIS (HA)	ÁREA MÉDIA (HA)	VALOR DA PRODUÇÃO (Bruto, em R\$/ha)
Até 4	79.307	1.326.009	17	1.645
De 4 a 15	3.707	690.298	186	5.717
Acima de 15	749	823.547	1.100	-

* MF = Módulo Fiscal

8.3.3 DEMANDA POR MÃO DE OBRA QUALIFICADA

A demanda por mão de obra para implantação e manutenção de reflorestamento com nativas pode chegar a 18 mil postos de trabalho por ano, ao longo de 20 anos (Tabela 8.8). Esse valor não é cumulativo, visto que a produção e a demanda são anuais. Além disso, um mesmo técnico acompanhará por até dois anos um projeto, ficando disponível para novos projetos após esse período. Ao final do processo de restauração das áreas, há um risco ainda não mensurado e pouco discutido: a queda na demanda e desemprego nas tantas vagas destinadas à cadeia da restauração. Para gerenciar tal risco, os atores do setor privado e políticas públicas devem ser direcionadas para a absorção de parte dessa mão de obra pelo plantio comercial de madeira, como eucalipto, pinus e outras atividades ligadas à silvicultura.

Tabela 8.8 – Potencial de criação de postos de trabalho associados ao desenvolvimento de projetos de restauração florestal nas áreas de preservação permanente de beiras de rios e córrego e com declive acima de 45° no Espírito Santo. Fonte: modelo adaptado de Brancalion (2015), utilizando dados do Espírito Santo.

	USO DE MÃO DE OBRA	DEMANDA	NÚMERO DE POSTOS DE TRABALHO	
			PARA A ÁREA TOTAL A SER RESTAURADA EM UM ANO	ANUALIZADO - 5% DA ÁREA/ANO; EM 20 ANOS PARA REGULARIZAÇÃO
AÇÕES DE RESTAURAÇÃO				
Implantação e manutenção da restauração	0,5 diária/hectare	494.476 hectares	247.238	12.362
ATIVIDADE RELACIONADAS				
Produção de mudas	20 pessoas/1 milhão de mudas	823.797.341 mudas (1.666 mudas/ha)	16.476	824
Produção de sementes	3 pessoas/1 milhão de mudas		2.471	124
Elaboração e acompanhamento de projetos	200 profissionais qualificados/ 1000 postos de trabalho		53.237	1º ano: 2.662; A partir do 2º ano: 5.324*
Total			319.422	1º ano: 15.971; A partir do 2º ano: 18.633

* O acompanhamento deverá ser feito por no mínimo dois anos.

8.4 CUSTO DA RESTAURAÇÃO

A escolha do método de restauração depende da cobertura do solo⁴. Por exemplo, o plantio total da área deve ocorrer em áreas sem potencial de regeneração natural, como áreas agrícolas e pastagens antigas e degradadas. Por outro lado, as áreas com resiliência florestal, mas baixa densidade e diversidade de espécies precisarão apenas de enriquecimento e possível controle de pastagem. Por fim, em áreas com grande potencial de regeneração natural e próximas a fragmentos florestais, os únicos gastos serão com cercas para evitar a entrada de animais e monitoramento do crescimento da floresta. O governo brasileiro prevê que a restauração em larga escala deverá combinar esses diferentes métodos de restauração e, por isso, projeta três cenários no Planaveg.

Os modelos de restauração devem incluir espécies nativas de diferentes grupos silviculturais, de acordo com o ciclo de produção e perspectivas de uso da madeira (ver Tabela 6.1). De acordo com levantamento do Instituto Internacional para a Sustentabilidade (IIS) em 25 projetos de restauração na Mata Atlântica, o custo da restauração variou de R\$ 4.130 a R\$ 14.640 por hectare em 2013 (Figura 8.4). Na prática, esses custos podem baixar na restauração de paisagens devido aos ganhos de escala, especialmente ligados ao uso de mão de obra e produção de mudas.

4 BRANCALION, P., RODRIGUES, R., GANDOLFI, S. 2015. *Restauração florestal*. São Paulo: Oficina de textos.

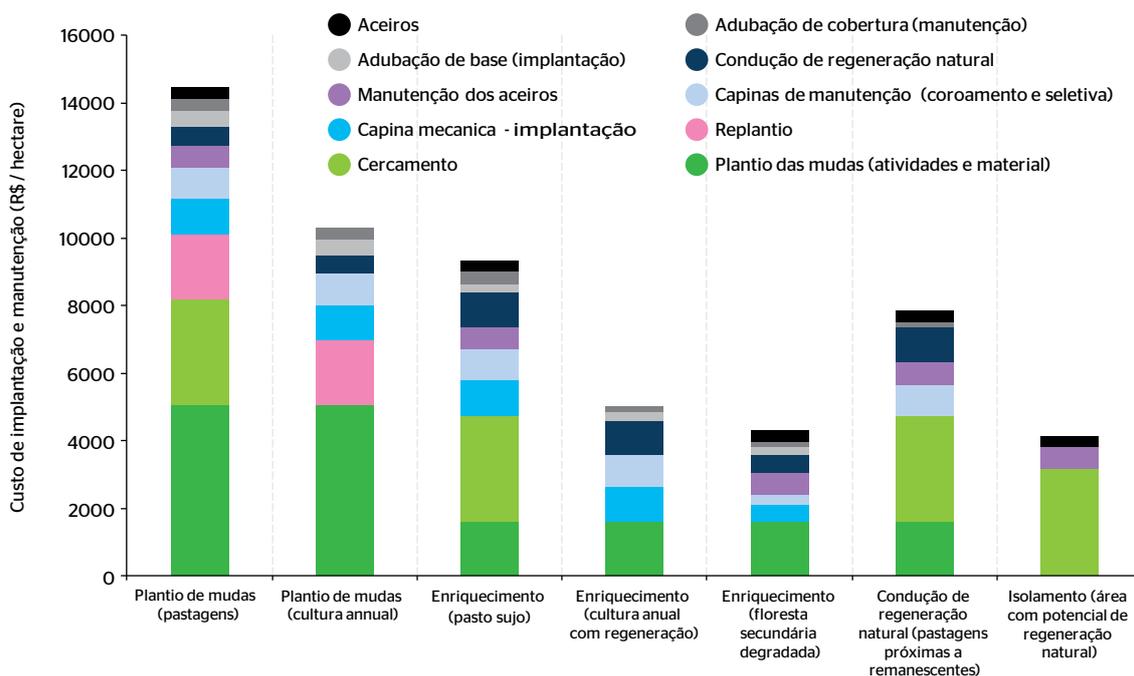


Figura 8.4 – Custos da restauração praticados na Mata Atlântica, com diferentes métodos, de acordo com a cobertura do solo.

8.5 OPÇÕES DE FINANCIAMENTO

Para atender à demanda por investimento anual em restauração no Espírito Santo, bastaria captar 6% do crédito rural atualmente destinado à restauração no Brasil. Do total de R\$ 156 bilhões do crédito rural disponível em 2014, pelo menos R\$ 5 bilhões foram ofertados para a restauração de áreas degradadas e reflorestamento. Esse valor inclui o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), o Fundo Clima, o Fundo Constitucional do Norte (FNO) e outros programas do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), como o BNDES Florestal (Figura 8.9). O atrativo da maioria desses financiamentos está na taxa de juros abaixo da inflação, variando de 5,5% a cerca de 12% ao ano (ver detalhes no Anexo 1). Essas linhas de financiamento financiam desde pesquisa à implantação de viveiros e reflorestamento.

Apesar de haver recursos mais que disponíveis para cobrir a demanda por investimento em restauração, a grande dificuldade encontra-se em transformar a demanda potencial em demanda efetiva e qualificar técnicos para a elaboração de projetos na área. Do lado da demanda, grande parte dos produtores tem incertezas e pouco interesse na restauração. Entre os motivos, podemos listar o não retorno financeiro, a falta de regras claras quanto às condições em que uma área pode ser considerada restaurada etc. Por exemplo, o número mínimo e os tipos de espécies nativas, o espaçamento e outras definições técnicas dependem da regulamentação de cada estado nas diferentes regiões. Nesse sentido, programas estaduais como o Reflorestar, no Espírito Santo, criam segurança jurídica e aumentam o interesse dos produtores na restauração para regularização ambiental de suas propriedades.

Tabela 8.9 – Linhas de crédito disponíveis para financiamento de restauração e reflorestamento.

LINHA DE CRÉDITO	QUEM PODE SOLICITAR	INVESTIMENTO/ CUSTEIO	LIMITE	OBJETIVO DO FINANCIAMENTO	ITENS FINANCIÁVEIS	JUROS	PRAZO TOTAL E CARENCIA
Fundo Clima - Florestas nativas	Entidades públicas e empresas	Até 90% do investimento	Mínimo de R\$ 5 milhão	Manejo florestal, plantio florestal com espécies nativas, apoio à cadeia produtiva de produtos madeiros e não madeiros	-	Aproximadamente 5,5% para entidades públicas e 8,1% para setor privado ⁵	12 anos para desenvolvimento tecnológico, 20 anos para apoio à cadeia produtiva e 25 anos para recomposição de cobertura florestal
BNDES Florestal - Apoio ao reflorestamento, recuperação e uso sustentável das florestas	Empresários individuais, associações, fundações e pessoas jurídicas de direito público	100% do investimento	Mínimo de R\$ 1 milhão	Regularização ambiental, recuperação de áreas degradadas, reflorestamento e manejo florestal ⁶	Pesquisa e desenvolvimento, prevenção de incêndio, implantação de viveiros de mudas, compra de sementes e mudas	Aproximadamente 12,6% ⁷	Até 15 anos
Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC)	Produtores e cooperativas	100% do investimento e até 35% do valor financiado para custeio	R\$ 2 milhões a R\$ 5 milhões, em função do tamanho do imóvel	Regularização ambiental de propriedades rurais, manejo florestal e florestas de dendezeiro	Implantação de viveiros de mudas, compra de sementes e mudas, assistência técnica para a regularização ambiental	7,5% a 8% a.a.	3 a 15 anos, dependendo da finalidade

5 Considerando: 0,1% de custo financeiro; 0,9% da remuneração básica do BNDES; 1% da taxa de risco para entidades públicas ou 3,6% para setor privado; pelo menos 0,5% da taxa de intermediação financeira, e 3% da remuneração da instituição financeira credenciada. O valor final pode aumentar dependendo da análise de risco de cada instituição financeira credenciada. **6** Não financia manejo florestal na Mata Atlântica. **7** Considerando: 7% da taxa de juros de longo prazo (TJLP); 1,5% da remuneração básica do BNDES; pelo menos 0,1% da taxa de intermediação financeira, e 4% da remuneração da instituição financeira credenciada. O valor final pode aumentar dependendo de mudanças na TJLP e instituição financeira credenciada.



A ÁGUA NO ESPÍRITO SANTO

O modelo de uso e ocupação da terra no Espírito Santo tem resultado em grandes impactos na disponibilidade de água para a indústria, a agricultura e, principalmente, o abastecimento público. Este estudo visa a contribuir para a análise integrada de diversos componentes espaciais para a aplicação da ROAM no Estado do Espírito Santo, conduzida através de uma parceria interinstitucional com foco na componente água. O objetivo da análise é identificar e priorizar as áreas potenciais para restauro florestal e fomento da agricultura sustentável para recuperar a disponibilidade hídrica do estado.



BREVE HISTÓRICO DA POLÍTICA HÍDRICA NO ESTADO

A política de recursos hídricos no Estado do Espírito Santo foi iniciada a partir da publicação da Lei 5.818, de 29 de dezembro de 1998, que dispôs sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo (Sigerh/ES). Essa lei reconheceu a água como um bem de domínio público e um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. A Política Estadual de Recursos Hídricos determinou que a gestão desse recurso deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, usuários e comunidade, sendo o acesso à água um direito de todos.

A outorga de direito de uso, um dos principais instrumentos de gestão previstos na Lei 5.818/1998, foi regulamentada pela Resolução Normativa Cerh 005, de 7 de julho de 2005, que estabeleceu os critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos de domínio do Estado do Espírito Santo, visando a assegurar, de forma harmônica, os usos múltiplos da água.

Desde 1998, foi iniciado o processo de estruturação dos comitês de bacia hidrográfica, fórum legítimo para discussão das ações de gestão da bacia hidrográfica. Segundo a Agerh, hoje há 12 comitês estabelecidos no estado. Em 2013, foi criada a Agência Estadual de Recursos Hídricos (Agerh), por meio da Lei 10.143, de 16 de dezembro de 2013, uma autarquia pública dedicada à execução da Política Estadual de Recursos Hídricos. A Agerh assumiu atribuições antes delegadas a uma diretoria do Instituto Estadual de Meio Ambiente (Iema). Em 2014, a Lei 10.179, de 17 de março de 2014, revogando a Lei 5.818/1998, apresentou uma reformulação da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sigerh/ES.

O Estado do Espírito Santo apresentou importantes avanços na gestão de recursos hídricos de 1998 aos dias atuais, com destaque para a afirmação do instrumento de outorga de direito de uso como uma ferramenta de controle de qualidade e quantidade da água nos mananciais superficiais e subterrâneos, a estruturação dos comitês de bacias e a criação da Agerh. Além disso, a gestão de recursos hídricos do Estado do Espírito Santo deve se fortalecer ainda mais num futuro breve com os planos de bacias e o enquadramento sendo finalizados ou em fase de execução e com o início da cobrança pelo uso da água (cuja discussão está avançada em diversas bacias estaduais).



9.2 CENÁRIO DE ESCASSEZ HÍDRICA NO ESTADO

Os 3,5 milhões de habitantes do Estado do Espírito Santo (IBGE, 2010) dependem de mananciais de abastecimento público em grande parte degradados, resultando em risco crescente de desabastecimento. Em maio de 2015, a Agerh declarou cenário de atenção (Resolução 003/2015) e em outubro do mesmo ano, cenário de alerta (Resolução 005/2015). O cenário de alerta levou a restrições de uso superficial e subterrâneo, recomendando a suspensão do crédito agrícola direcionado à instalação de sistemas de irrigação, a redução do abastecimento para usos industriais e a implantação de medidas que incentivem a população a reduzir o consumo de água. Outra importante medida foi a suspensão da captação de água a montante dos sistemas de abastecimento público localizados nos municípios de Alto Rio Novo, Barra de São Francisco, Conceição da Barra, Ecoporanga, Fundão, Pinheiros, Santa Teresa, São Roque do Canaã e Vila Pavão, onde a crise hídrica se mostrou mais grave.

Tendo em vista esse breve histórico, fica evidente a necessidade de se recuperar a infraestrutura natural (e.g., restauro florestal e práticas agrícolas sustentáveis) em sinergia com a construção de infraestrutura construída (e.g., reservatórios), além de incentivar o uso racional da água e aprimorar o controle da quantidade de água captada nos cursos d'água.

9.3 ÍNDICE DE COMPROMETIMENTO HÍDRICO (ICH)

Para avaliação do componente água, foram feitas três análises (só há duas indicadas abaixo) que auxiliaram na identificação de áreas prioritárias para o restauro florestal no Estado do Espírito Santo (para um aprofundamento sobre a metodologia utilizada para análise do comprometimento e disponibilidade hídrica, ver Anexo 2).

- I) Cálculo do balanço hídrico, a fim de identificar áreas de déficit hídrico;
- II) Identificação dos mananciais de abastecimento público e suas respectivas bacias de drenagem.

O Índice de Comprometimento Hídrico (ICH) indicou trechos de comprometimento em todo o território do Estado do Espírito Santo, com uma concentração maior nas bacias do norte (Itaúnas e São Mateus) e centro-norte (São José, Barra Seca e Santa Maria do Doce). É possível correlacionar os resultados de ICH a variáveis do ambiente que contribuem para a ocorrência de déficit hídrico, como ausência de cobertura do solo, existência de conflitos pelo uso da água, usos clandestinos, grandes volumes de água destinados a irrigação e etc.

9.4 PONTOS DE CAPTAÇÃO E RESPECTIVOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

A partir de cada ponto de captação de água outorgado pela Agerh para fim de abastecimento público, foi traçada a bacia de drenagem à montante – o manancial de abastecimento público do ponto de captação. A Figura 9.1 apresenta os pontos de captação e os respectivos mananciais de

abastecimento público. Importante notar que foram destacados os mananciais onde as captações de água foram suspensas em 2015 (Resolução Normativa Agerh 006/2015), devido à grave crise hídrica enfrentada pelo Espírito Santo. A recuperação dessas áreas se mostra urgente devido ao risco que as comunidades correm diante de uma eventual crise hídrica, devendo o estado direcionar ações para recuperação dessas áreas, buscando o aumento da disponibilidade hídrica. Esses mananciais, que deveriam ser priorizados, abastecem os municípios de Alto Rio Novo, Barra de São Francisco, Conceição da Barra, Ecoporanga, Fundão, Pinheiros, Santa Teresa, São Roque do Canaã e Vila Pavão.

Nota-se que as áreas de mananciais que apresentaram um quadro de maior criticidade encontram-se concentradas nas regiões central e norte do estado. Essas regiões são caracterizadas por vastas áreas de depósitos sedimentares, que favorecem a agricultura intensiva existente no local, fortemente dependente da irrigação. Medidas de uso racional da água na agricultura deveriam ser priorizadas nessas áreas.

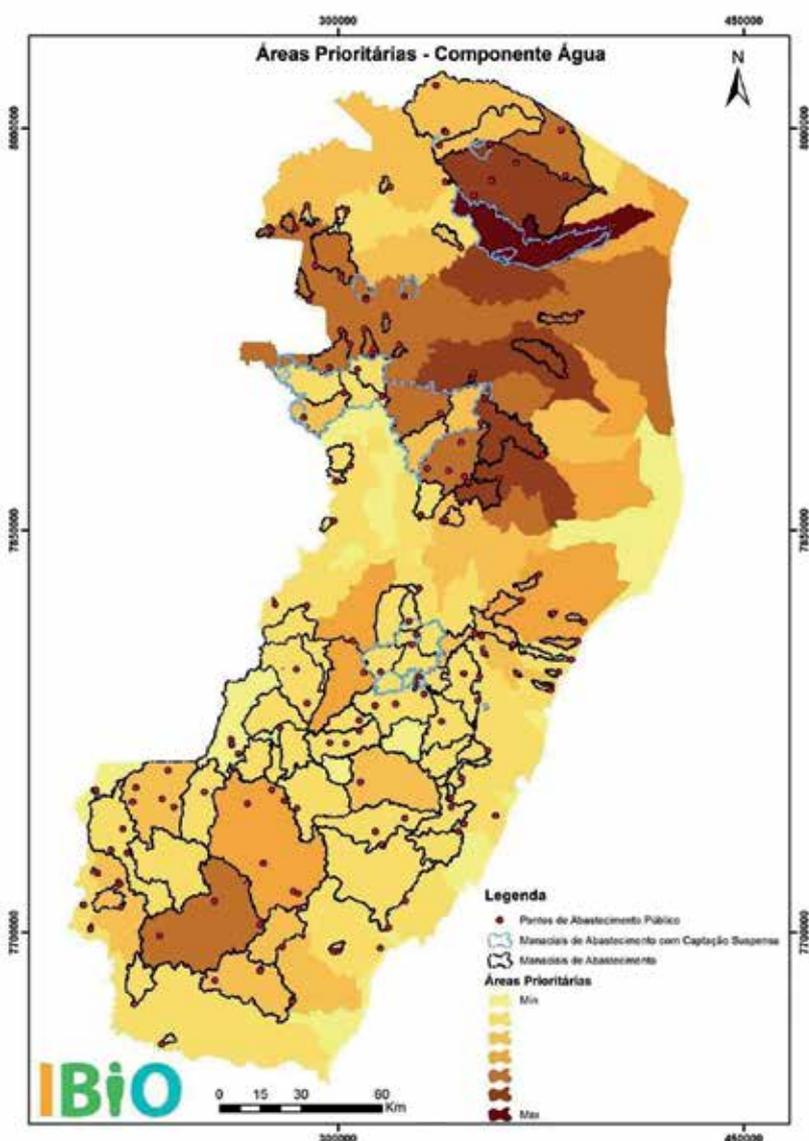


Figura 9.1 – Nível de comprometimento hídrico por Otto bacia nível 5 + pontos de captação de abastecimento público e respectivos mananciais (com destaque para os mananciais que tiveram captações suspensas em 2015).

A Tabela 9.2 apresenta as áreas por nível de comprometimento hídrico para todo o Estado do Espírito Santo e para o conjunto dos mananciais de abastecimento público.

Tabela 9.2 – Área por nível de comprometimento hídrico.

NÍVEL DE COMPROMETIMENTO HÍDRICO POR OTTO BACIA	ESTADO DO ES (HA)	MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO (HA)
Nível 1 - Baixo	0	0
Nível 2	1.927.793,06	756.646,11
Nível 3	937.212,36	420.360,85
Nível 4	518.265,57	228.579,69
Nível 5	748.439,05	266.959,96
Nível 6	385.766,68	130.670,58
Nível 7 - Alto	87.362,38	61.098,87
TOTAL	4.604.839,10	1.864.316,06

Cabe ressaltar que o resultado obtido neste estudo baseou-se no banco de dados disponibilizado pelos órgãos responsáveis no Estado do Espírito Santo, contudo, tais informações não representam a totalidade de usos existentes e carecem de atualização, visto que há grande quantidade de usos não cadastrados junto ao órgão gestor e também há cadastros feitos que ainda não foram analisados. Esse passivo gira em torno de 18 mil processos, e a análise desses usos deve indicar um agravamento significativo no mapa de comprometimento hídrico para o estado. Mesmo com essas lacunas, o resultado obtido nesta análise se mostra satisfatório e consegue indicar possíveis caminhos a serem seguidos pelas iniciativas de restauração florestal.

9.5 ANÁLISES COMPLEMENTARES SUGERIDAS

Para definir as ações prioritárias para cada manancial, sugere-se a realização das seguintes análises complementares (Tabela 9.3).

Tabela 9.3 – Sugestão de análises complementares para a definição de ações prioritárias para cada manancial.

ANÁLISE COMPLEMENTAR	OBJETIVO
População atendida por manancial	Como critério de desempate, mananciais com maior população atendida deveriam ser priorizados.
Vazão de captação por habitante atendido	Avaliar potencial para redução de perdas no sistema de abastecimento público.

ANÁLISE COMPLEMENTAR	OBJETIVO
Quantificação das áreas das APPs hídricas (mata ciliar e nascentes) por tipo de uso e ocupação do solo.	Conhecer déficit de cobertura vegetal. A recuperação das APPs hídricas com vegetação nativa e SAFs é particularmente importante para a contenção do assoreamento dos corpos d'água.
Quantificação das áreas das APPs de relevo (topo de morro e encostas) por tipo de Uso e ocupação do solo	Conhecer déficit de cobertura vegetal. A recuperação das APPs de relevo é particularmente importante para a recarga de aquíferos e regularização da vazão dos rios. Onde as áreas já estejam consolidadas para uso agrícola, deve-se promover, além da recuperação da vegetação nativa e SAF, a adoção de vegetação produtiva perene, inclusive pastagem com manejo adequado.
Identificação de áreas de conflito pelo uso da água	Identificar conflitos existentes no território e definir ações que visem a minimizar os efeitos da falta de água nessas regiões.
Unidade de paisagem	Identificar as unidades de paisagem, apontando o potencial de adequação ambiental e econômico de cada tipo de unidade de paisagem encontrado.

10 BIODIVERSIDADE

O Estado do Espírito Santo tem 100% do seu território ocupado pelo bioma Mata Atlântica (IBGE, 2016), considerado, ao mesmo tempo, um dos biomas com a maior diversidade biológica do planeta e um dos conjuntos ecossistêmicos mais ameaçados do mundo. Nele são encontradas diversas formações vegetacionais e ecossistemas, desde floresta ombrófila densa até restingas, campos e brejos (MMA, 2007). Esse bioma também é responsável por manter a qualidade de vida de cerca de 70% da população brasileira por meio da manutenção de diversos serviços ambientais, como recursos hídricos, clima, temperatura, umidade, entre outros (MMA, 2007).

O Estado do Espírito Santo está inserido no Corredor Central da Mata Atlântica, uma extensa área de grande importância ecológica e biológica que contém uma rede de unidades de conservação associada a áreas com diferentes graus de ocupação humana e de uso do solo. Nela é necessário um manejo integrado da terra, já que os corredores são desenhados buscando a manutenção dos processos ecológicos para a sustentabilidade do ecossistema como um todo. O Corredor Central da Mata Atlântica possui extensão de 8,5 milhões de hectares e abriga dois centros de endemismo baseados em alguns critérios biológicos, assim como diversas fisionomias vegetais e extrema riqueza biológica, apresentando espécies de distribuição restrita e/ou ameaçadas de extinção (MMA, 2006).



Além disso, dentro da perspectiva do projeto “Áreas Prioritárias”, desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente em 2007, que selecionou áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira, diversas áreas do Espírito Santo foram escolhidas. As ações foram selecionadas de acordo com as características de cada área, dentro de ações de conservação, pesquisa e institucional, assim como ações de manejo, dentre as quais se encaixa a recuperação de áreas degradadas.

A conservação da biodiversidade também é prioridade para o Estado do Espírito Santo, como pode ser observado através da publicação de dois decretos estaduais, 2.529 e 2.530, ambos de 2 de junho de 2010, instituindo, respectivamente: i) corredores ecológicos prioritários para o estado no âmbito do Corredor Central da Mata Atlântica e ii) áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade no estado.

De acordo com a proposta da ROAM, dentro do contexto do componente biodiversidade, este capítulo tem como objetivo indicar áreas prioritárias no estado para a restauração da vegetação nativa, visando a destacar os benefícios para a conservação da biodiversidade local.

Diversas bases e trabalhos relacionados com conservação do estado foram levantados e selecionados pelos integrantes do “Grupo de Implementação” da ROAM, para que fossem utilizados na geração da proposta de priorização de áreas visando à conservação no estado dentro do contexto da restauração da vegetação nativa.

10.1 CORREDORES ECOLÓGICOS

Trata-se das áreas instituídas como corredores ecológicos prioritários no Espírito Santo pelo Decreto 2.529, de 2 de junho de 2010. Nele considera-se que corredor ecológico se refere a grandes extensões que contêm ecossistemas florestais biologicamente prioritários para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica. Tal decreto institui no estado os seguintes corredores ecológicos prioritários (ver Figura 10.1):

- I. Corredor Córrego do Veado
- II. Corredor Pedra do Elefante
- III. Corredor Sooretama – Comboios – Goytacazes
- IV. Corredor Alto Misterioso
- V. Corredor Centro Norte Serrano
- VI. Corredor Duas Bocas – Mestre Álvaro
- VII. Corredor Saíra – Apunhalada
- VIII. Corredor Guanandy
- IX. Corredor Burarama – Pacotuba – Cafundó
- X. Corredor Caparaó

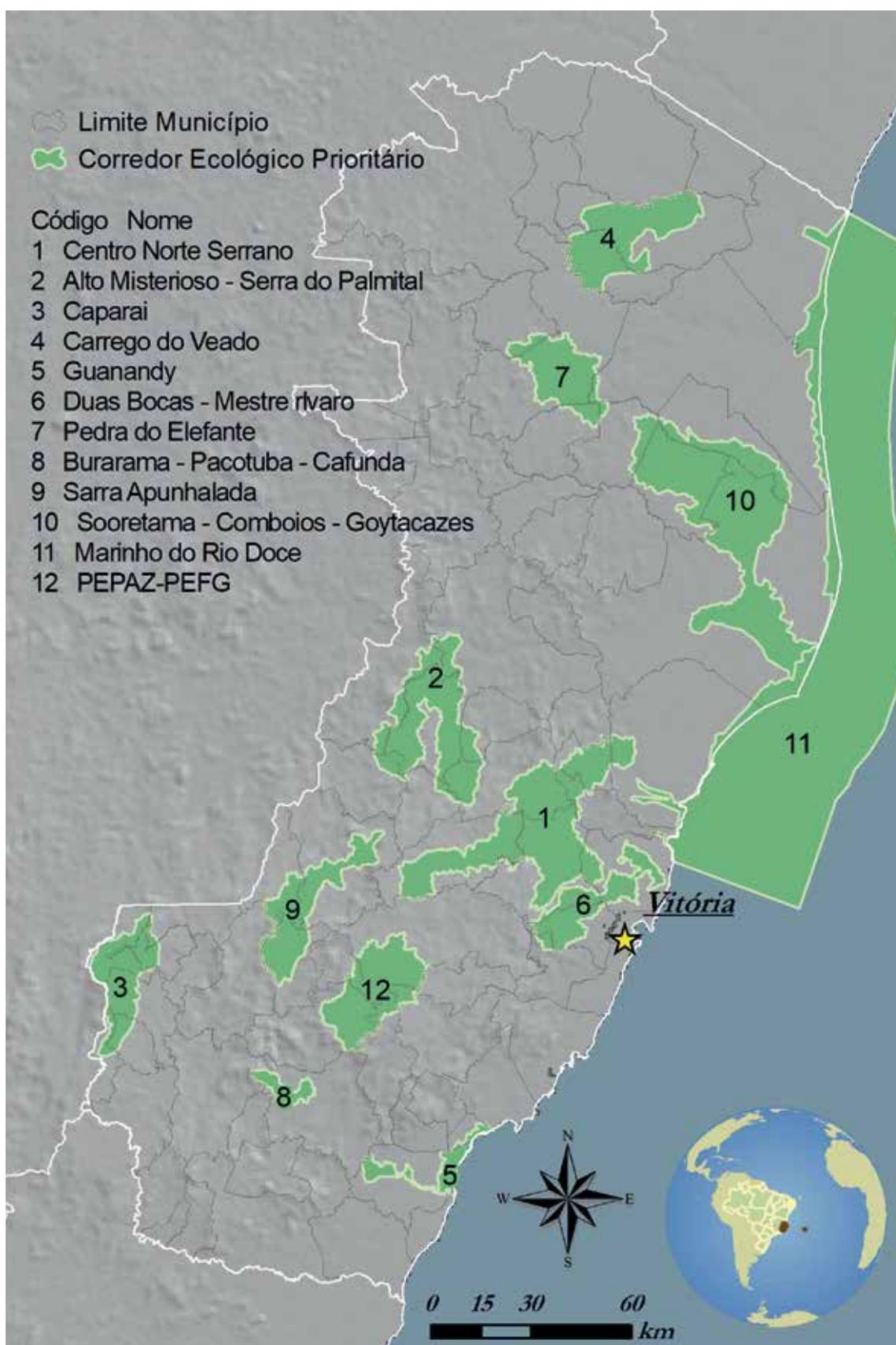


Figura 10.1 – Corredores ecológicos prioritários instituídos pelo Decreto 2.529, de 2 de junho de 2010, no Estado do Espírito Santo.



10.2 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO NO ESTADO

Em documento elaborado pelo Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica (Ipema), em parceria com Governo do Estado e o Ibama, no qual é abordado no Decreto 2.529, de 2 de junho de 2010, que institui áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade (Figura 10.2), ficam definidas as seguintes categorias de prioridade de conservação:

- XI.** Extrema prioridade: áreas com alta riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas e raras ou com ocorrência de fenômenos biológicos ou processos ecológicos especiais;
- XII.** Muito alta prioridade: áreas com média riqueza de espécies endêmicas, ameaçadas ou raras ou que possuam remanescentes de vegetação, altamente ameaçados ou com alto grau de conservação;
- XIII.** Alta prioridade: áreas com alta riqueza de espécies em geral, com ocorrência de espécies raras ou ameaçadas ou que possuam remanescentes de vegetação significativos ou com auto grau de conectividade.

Também foram consideradas as áreas prioritárias definidas pelo Ministério do Meio Ambiente em 2007. O trabalho se deu através de reuniões técnicas e seminários regionais para cada bioma, considerando alguns conceitos como representatividade, complementariedade, insubstituíbilidade, eficiência, flexibilidade e vulnerabilidade.

Um conjunto de informações subsidiou descrições de importância e prioridade e recomendações de ações para cada região, dentre as quais, a recuperação de áreas degradadas:

- Ações de conservação: criação de unidades de conservação, ampliação das existentes, estabelecimento de áreas de exclusão de pesca, incentivo ao estabelecimento de mosaicos de áreas protegidas, fiscalização e controle, entre outros;
- Ações de manejo: implementação e consolidação de unidades de conservação, manejo de bacias hidrográficas e dos recursos hídricos, recuperação de áreas degradadas, estabelecimento de corredores ecológicos, manejo sustentável dos recursos naturais, manejo de espécies-praga ou invasoras, solução de conflitos de gestão em áreas protegidas, fiscalização e controle, entre outros;
- Ações de pesquisa: realização de inventários biológicos, monitoramento da biodiversidade, estudo de dinâmicas populacionais específicas e pesquisas de longo prazo, entre outros;
- Ações institucionais: homologação de terras indígenas, reconhecimento de terras de quilombos, implantação de comitês de bacias, zoneamento ecológico-econômico, implantação de programas de educação ambiental e implementação de mecanismos econômicos para apoiar a conservação da biodiversidade, entre outros;
- Urgência das ações: extremamente alta, muito alta e alta;
- Importância biológica: extremamente alta, muito alta, alta, insuficientemente conhecida.

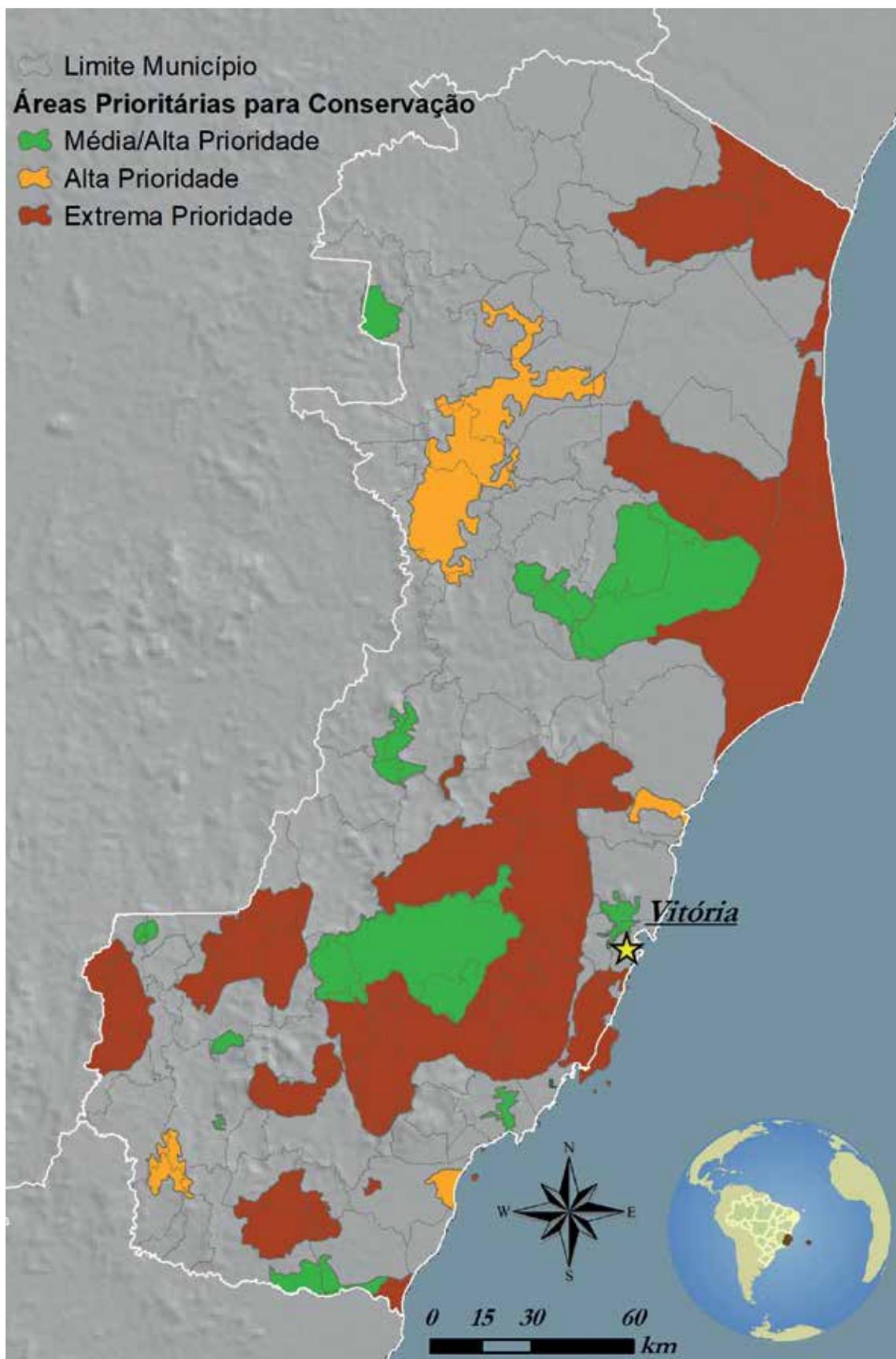


Figura 10.2 – Áreas prioritárias para a conservação instituídos pelo Decreto 2.529, de 2 de junho de 2010, no Estado do Espírito Santo.

10.3 POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL

Estudo desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (Cedagro) em 2014 avaliou o potencial de regeneração natural da vegetação considerando alguns indicadores, como potencial de uma área em receber propágulos vegetativos, precipitação e restrições pedológicas (Figura 10.3). Para tanto, foram gerados pesos para os parâmetros para ser possível a classificação das zonas (regiões estabelecidas a partir de indicadores naturais) quanto ao potencial de regeneração natural, considerando hipoteticamente uma área ideal. Com isso, foram geradas as seguintes classes:

CLASSIFICAÇÃO	RELAÇÃO AO IDEAL (%)
Baixo potencial	0 - 35
Médio potencial	35,1- 65
Médio/alto potencial	65,1 - 75
Alto potencial	75,1 - 100

10.4 ÁREAS PRIORITÁRIAS: CONSERVAÇÃO X RESTAURAÇÃO

A partir dos dados e informações disponíveis levantados para o estado quanto ao potencial de regeneração natural, corredores ecológicos, conectividade da paisagem e estado de conservação dos remanescentes florestais, foram criados dois cenários para auxiliar na estratégia de priorização de áreas para restauração florestal. No cenário 1, foram consideradas as áreas com maior cobertura florestal e melhor estado de conservação dos remanescentes, com objetivo de maior eficiência na ação da restauração. Para o cenário 2, foram consideradas as áreas com menor cobertura vegetal e maior necessidade de intervenção.

CENÁRIO 1

ÁREAS PRIORITÁRIAS COM MAIOR EFICIÊNCIA PARA A CONSERVAÇÃO

Neste primeiro cenário consideram-se regiões naturalmente mais conservadas, com maior presença de remanescentes florestais e maior potencial da regeneração natural. Assim, nessas áreas, intervenções mais simples, como o isolamento do fator de degradação e a condução da regeneração natural, entre outros, podem ser suficientes para conexão de corredores e aumento da cobertura florestal da paisagem. A restauração de áreas no entorno e que promovam a conexão dos remanescentes florestais contribui para a manutenção e a conservação da biodiversidade nesses locais. Para este cenário foram utilizadas as bases da seguinte forma:

BASE	DADOS UTILIZADOS
Áreas prioritárias - MMA	Recuperação de áreas degradadas
Áreas prioritárias - decreto estadual	Nível 3 (alta prioridade)
Corredores ecológicos - decreto estadual	Todas
Potencial de regeneração natural - Cedagro	Level \geq 9 (médio/alto potencial)

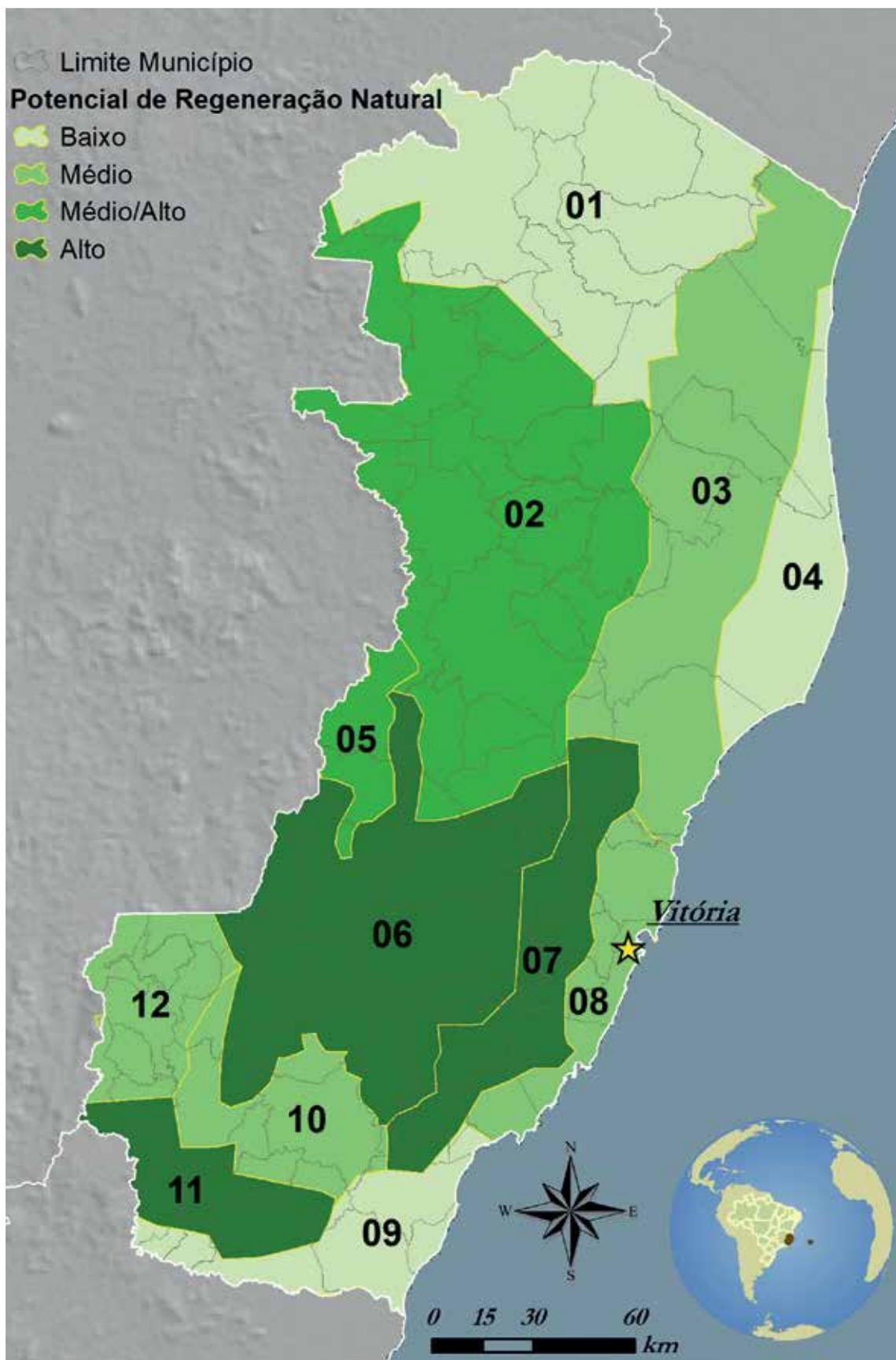


Figura 10.3 - Potencial de regeneração natural levantado para cada zona natural, indicado pelo trabalho desenvolvido pela Cedagro em 2014.



CENÁRIO 2

ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO COM MAIOR NECESSIDADE DE INTERVENÇÃO

Outro cenário possível compreende as paisagens mais degradadas. Essas áreas, com menor cobertura florestal, remanescentes menos conservados e menor potencial de regeneração natural necessitam de maior intervenção nas ações de manejo, como plantio de mudas e maior controle das espécies invasoras.

BASE	DADOS UTILIZADOS
Áreas prioritárias – MMA	Grupo “Recuperação de Áreas Degradadas”
Áreas prioritárias – decreto estadual	Grupo “Nível 3” (maior prioridade)
Corredores ecológicos – decreto estadual	1,5 km de distância dos corredores (áreas consideradas distantes)
Potencial de regeneração natural – Cedagro	Grupo “Level < 5” (baixo potencial)

Ambos cenários apresentados na Figura 10.4 mostram grandes manchas de vegetação ao longo do estado, o que evidencia a presença tanto de áreas destinadas à conservação quanto extensas regiões com maior degradação da paisagem. Como pode ser observado na Figura 10.4 (cenário 2), a maior concentração de áreas prioritárias para restauração, considerando a degradação da paisagem, são as porções centro-oeste e noroeste do estado, além de manchas menores dispersas no território capixaba. Essas principais regiões apresentam baixa cobertura florestal, associado a um baixo grau de conservação e reduzido potencial de regeneração natural dos remanescentes florestais. Tais características reunidas em um determinado local corroboram, sob a ótica dos aspectos analisados e relacionados, para a indicação dessas áreas como prioritárias para a restauração florestal.

Quanto à localização e distribuição no estado, tal região contempla principalmente as bacias hidrográficas dos rios Doce, São Mateus, Itaúnas e Jucu. Trata-se principalmente de áreas naturalmente mais secas (SEPLAN, 1999), sendo as áreas mais degradadas, principalmente mais ao norte do estado ou mais urbanizadas, como a região da Grande Vitória, na bacia do Rio Jucu.

Como era esperado, os dois cenários apresentam resultados antagônicos, pois possuem realidades opostas. No cenário 1, estão áreas classificadas como de maior biodiversidade e, por isso, prioritárias devido ao grande valor ecossistêmico já existente. No segundo cenário, estão regiões mais degradadas, porém com elevada importância devido ao impacto positivo que o serviço ambiental poderá gerar após a recuperação das áreas, mesmo que com menor biodiversidade a curto prazo.

Por fim, analisando as duas indicações e avaliando o contexto do estado para a proposta de restauração, vimos que, apesar da facilidade de intervenção em áreas naturalmente mais conservadas, paisagens com menor cobertura florestal e menor potencial de regeneração são mais indicadas para a concentração de esforços de restauração. Isso porque trata-se de áreas mais degradadas e vulneráveis e que necessitam de maiores ações de intervenção para que haja melhorias na quantidade e qualidade da cobertura vegetal natural e também no status de conservação da biodiversidade, assim como em outros benefícios de serviços ambientais relacionados aos recursos hídricos e ao sequestro de carbono, por exemplo.

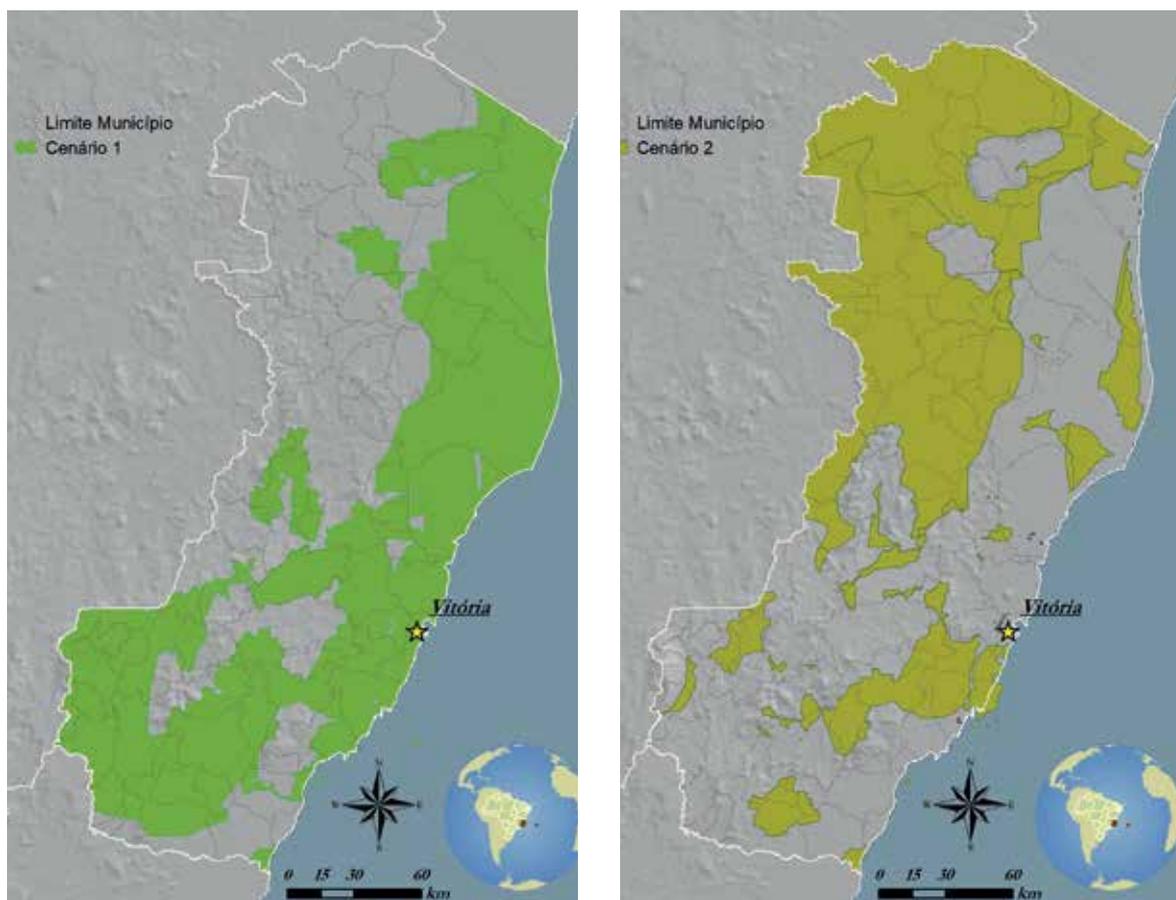


Figura 10.4 – Diferentes cenários com áreas prioritárias para restauração florestal de acordo com cobertura florestal, conectividade e potencial de regeneração natural da vegetação nativa.

11

POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO

As mudanças climáticas constituem um dos temas mais importantes dos últimos tempos em relação não só a nossa potencial interferência no planeta, mas também ao impacto que ela pode causar em nossa sobrevivência. Essas alterações são resultado da variação climática natural associada à ação do homem, principalmente pela intensificação de emissões dos gases do efeito estufa (GEE). Com elas, surgem uma série de situações que podem comprometer a estabilidade social e econômica: deslocamentos em massa por alterações na dinâmica territorial – inundações, secas, diminuição na disponibilidade de produtos de consumo e de água e intensificação de proliferação de vetores de doenças, entre outras.

Há vários métodos e ferramentas que podem ser utilizados nas quantificações de estoque de carbono que auxiliam no delineamento dos atuais e potenciais impactos das mudanças



climáticas à sociedade, em escala local ou global. E as informações geradas por eles são importantes ao planejamento e mitigação de tais impactos, podendo auxiliar na estratégia de ação de governos e do setor privado na definição e consecução de compromissos de redução de emissões de GEE. A modelagem InVest⁸ é uma dessas ferramentas: trata-se de um software livre, de fonte aberta, utilizado para mapear e demonstrar os benefícios e serviços fornecidos pela natureza que sustentam e mantêm a vida humana⁹.

O software é composto por diferentes módulos, e um deles trata do uso de mapas de cobertura do solo e dados referentes ao processo produtivo (taxas de colheita e degradação de produtos florestais), além de estoque de carbono em quatro reservatórios (biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, solo e matéria orgânica morta) para estimar a quantidade de carbono armazenado. Outros dados, como valor de mercado e valor social do carbono, com suas respectivas variações anuais, além de taxa de desconto, também podem ser usados. Como qualquer modelo, este apresenta algumas limitações, como a simplificação do ciclo de carbono e premissas de variação linear na fixação de carbono ao longo do tempo, além de taxas de desconto que podem não ser precisas.

Essa modelagem foi aplicada para todo o Estado do Espírito Santo para estimar o carbono acumulado nos diferentes componentes ambientais nas bacias hidrográficas na área de atuação do Programa Reflorestar e nas principais categorias de uso de solo. Além disso, a partir desses dados, foi estimado o potencial acúmulo de carbono em cenários que contemplem metas de restauração da vegetação ou mudança de uso de solo para o Estado.

11.1 RESULTADOS DO MODELO INVEST

De acordo com os dados gerados pela modelagem InVest, há um estoque de carbono no Estado do Espírito Santo estimado na ordem de 474.465.827 toneladas, ou seja, um estoque médio de 103 t C.ha⁻¹. Esse valor médio pode ser considerado uma grande quantidade por unidade de área e deve-se à representatividade de cobertura de solo por florestas nativas (incluindo estágio inicial de regeneração) e também dos plantios florestais de eucalipto e seringueira, que apresentam maior extensão de área cultivada (Tabela 11.1). Juntos, a floresta nativa e os plantios florestais representam 65% do estoque de carbono estimado para o estado. Esse resultado traz um cenário bastante claro quanto à conservação de vegetação nativa: o desmatamento, além de gerar problemas relacionados à conservação e biodiversidade e todos os impactos relacionados a ela, também tem grande peso nas emissões de GEE, uma vez que o corte de florestas nativas em estágio médio a avançado provocaria a emissão de 45% do total de estoque de carbono estimado para o estado.

⁸ <http://data.naturalcapitalproject.org/nightly-build/invest-users-guide/html/carbonstorage.html>

⁹ <http://www.naturalcapitalproject.org/invest/>

Tabela 11.1 – Estoques de carbono por categoria de uso de solo no Espírito Santo.

TIPOLOGIA	ÁREA (HA)	% DE ÁREA	CARBONO TOTAL (MG)	% CARBONO TOTAL
Afloramento rochoso	135.248	2,94	1.893.472	0,40
Área edificada	44.049	0,96	1.189.323	0,25
Brejo	145.976	3,17	7.006.848	1,48
Campo rupestre/altitude	8.917	0,19	53.502	0,01
Cultivo agrícola - abacaxi	1.535	0,03	122.800	0,03
Cultivo agrícola - banana	13.959	0,30	1.186.515	0,25
Cultivo agrícola - café	395.034	8,58	27.257.346	5,74
Cultivo agrícola - cana-de-açúcar	76.821	1,67	5.300.649	1,12
Cultivo agrícola - coco-da-baía	14.701	0,32	955.565	0,20
Cultivo agrícola - mamão	10.862	0,24	923.270	0,19
Cultivo agrícola - outros cultivos permanentes	36.091	0,78	3.067.735	0,65
Cultivo agrícola - outros cultivos temporários	62.473	1,36	5.310.205	1,12
Extração mineração	4.239	0,09	114.453	0,02
Macega	197.820	4,30	9.297.540	1,96
Mangue	8.386	0,18	1.182.426	0,25
Massa d'água	55.368	1,20	276.840	0,06
Mata nativa	706.979	15,35	215.628.595	45,43
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	294.397	6,39	22.079.775	4,65
Outros	100.567	2,26	9.553.865	2,01
Pastagem	1.921.019	41,71	82.603.817	17,40
Reflorestamento - eucalipto	266.738	5,79	74.419.902	15,68
Reflorestamento - pinus	2.716	0,06	274.316	0,06
Reflorestamento - seringueira	8.485	0,18	746.680	0,16
Restinga	13.580	0,29	2.077.740	0,44
Solo exposto	79.198	1,72	2.138.346	0,45

Pela análise por bacia hidrográfica, verificou-se que, em valores absolutos, as bacias dos rios Doce (33,9%), São Mateus (13,8%) e Itapemirim (12,1%) concentram as maiores quantidades de carbono (Figura 10.11). Em termos proporcionais à área da bacia, Santa Maria da Vitória, Jucu, Guandu e Benevente apresentam as maiores quantidades, enquanto Itabapoana e São Mateus exibem as menores quantidades de carbono por área. Isso significa que é necessário um grande esforço de manutenção dos estoques nas quatro primeiras bacias para assegurar a permanência dos sumidouros de carbono existentes nessas áreas, enquanto há uma oportunidade de contribuição efetiva em metas de fixação de carbono nas duas últimas bacias citadas.

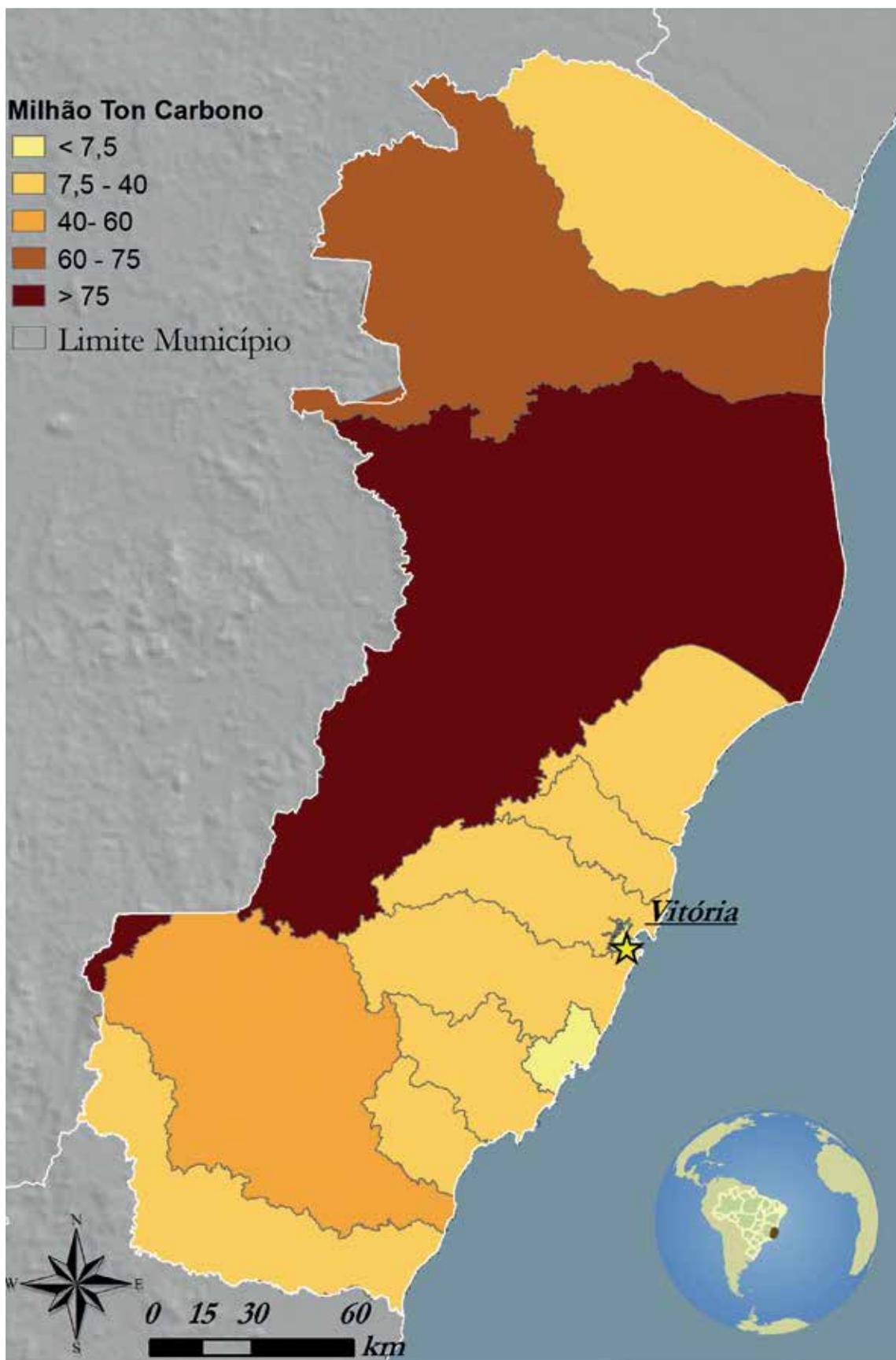


Figura 11.1 – Quantidade de carbono por bacia hidrográfica gerado por meio da análise InVest para Espírito Santo, Brasil (dezembro/2015).

11.2 CENÁRIOS DE GANHO EM ESTOQUE DE CARBONO POR MUDANÇA DE USO DE SOLO

As metas do Programa Reflorestar preveem a restauração de 80 mil ha, sendo 20 mil ha por plantio (6 mil ha ao ano) e 60 mil ha por regeneração natural. Apesar de haver diferenças em termos de biomassa acumulada entre as diferentes técnicas de restauração empregadas, e como não há dados específicos para a regeneração natural, optou-se por utilizar os mesmos valores aplicados em restauração para toda a área-alvo do Reflorestar. Assim, o total de acúmulo de carbono para biomassa acima do solo estimado é de 5.180.000 t C ao final de 30 anos. Esse resultado é pautado num cenário conservador, com perda potencial de 25% do carbono estocado ao longo do tempo, e os 30 anos representam o período considerado o mínimo necessário para projetos florestais voltados ao acúmulo de carbono. Com valor médio de US\$ 3,8/ t CO₂eq¹⁰ praticado em 2014¹¹, o valor da tonelada de carbono era de US\$ 1,13. Assim, as metas de restauração dentro do Reflorestar equivalem a um benefício adicional de US\$ 5.465.000 somente da quantidade de carbono contida na porção florestal acima do solo. Os estoques de carbono no solo detêm, normalmente, a mesma quantidade daquela encontrada acima do solo, então, o benefício superaria US\$ 10 milhões.

As estimativas e projeções de carbono para sistemas agroflorestais padecem de uma enorme variação, em função da grande variedade de arranjos de espécies que compõem uma unidade desse sistema e de densidade das mesmas, além da idade, forma de manejo e ciclos de uso. Com isso, a projeção de estimativas de absorção de carbono em grandes áreas passíveis de utilização dessa técnica de cultivo, por métodos indiretos, torna-se uma condição mais complexa, como retratado por Ares et al. (2002), Nair et al. (2009) e Bolfe et al. (2011). São mais comuns estudos abordando estoque de carbono SAFs na Amazônia, e, dada a grande distância e diferença no tipo de cobertura vegetal de origem, optou-se por não gerar o cenário com base nesses números. No entanto, há registro para estudo feito em Minas Gerais (ROCHA et al., 2014) e em São Paulo (FROUFE et al., 2011), onde os valores de biomassa vão de 66,15 a 197,15 t C.ha⁻¹, com variações mais evidentes relacionadas aos componentes do SAF e ao tipo de solo onde o mesmo havia sido implantado. Assim, para efeito de cálculo de implantação de SAFs em substituição a pastagens, em uma estimativa mais conservadora, sugere-se aplicar o menor valor. Para os casos onde houver o desenho de implantação do SAF com identificação das espécies a serem utilizadas, pode-se fazer estimativas gerais a partir do incremento anual médio das mesmas.

Para palmeiras (pupunha, coco anão, açaí, juçara), o cálculo é feito a partir de dados de altura do fuste, já que a biomassa acima do solo dessas plantas tem melhor relação alométrica com esse parâmetro (CLARK & CLARK, 2000; BROWN, 2002; GEHRING et al., 2011). Para a pupunheira (ARES et al., 2002; VEGA et al., 2004) e o açaí (COLE & EWEL, 2006), há dados específicos, mas sempre é necessário ter em conta a questão das variações de composição, estrutura e idade que cada SAF apresenta.

¹⁰ Tonelada de CO₂ equivalente (t CO₂e) é a unidade utilizada para comercialização de créditos de carbono em mercados internacionais. Como a unidade de massa padrão para mensurar a biomassa vegetal é o carbono, a relação feita é a seguinte: 1 t de carbono representa 3,66 t CO₂e.

¹¹ http://forest-trends.org/releases/uploads/SOVCM2015_FullReport.pdf



Plantas como o mamoeiro e a bananeira têm uma estrutura diferente de outras espécies, sendo menos lenhosas, então, há de se ter maior cuidado nas estimativas quando as duas forem mais expressivas no SAF. Já para outras espécies (cacaueiro, mangueira, seringueira, cafezeiro, abacateiro e sapucaia), é interessante mensurar diâmetro de tronco a 1,3m do solo e altura total e seguir equações alométricas específicas, quando disponíveis, ou então locais ou regionais.

Para o caso de eucalipto e pinus, é necessário identificar as espécies a serem trabalhadas, uma vez que há uma ampla variação no incremento médio anual (BRITEZ et al., 2006, SANTA-NA et al., 2008) em função não só da espécie, mas também dos cultivares e de condições ambientais e de manejo de cada plantio.

11.3 RESTAURAÇÃO DE APP

O Estado do Espírito Santo tem um déficit de Área de Preservação Permanente (APP) de 334 mil hectares. Dada a importância da recuperação desses trechos para restauração, manutenção e incremento de inúmeros serviços ambientais, que se revertem em bem-estar para a sociedade, e considerando as premissas anteriormente citadas no que se refere ao acúmulo de carbono na biomassa vegetal acima do solo, o estoque de carbono a ser acumulado num período de 30 anos (considerando ações de restauração desenvolvidas nos primeiros 20 anos) seria de 25.590.000 toneladas.

12

PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO: MODELOS INVEST

A identificação de áreas potenciais para a restauração de paisagens florestais pode ser conduzida utilizando diversas metodologias e aplicativos. Dependendo do objetivo inicial do projeto de restauração, a priorização também pode ser executada com abordagens dirigidas a um tema específico, como recursos hídricos, biodiversidade, solos, socioeconômica e/ou mudanças climáticas.

Na avaliação de oportunidades para o Espírito Santo foi identificado a questão da segurança hídrica como um dos pontos mais relevantes e críticos a ser considerado na priorização de áreas para restauração florestal. Assim, o presente trabalho agrega robustas análises multicritério, o que representa importante ferramenta de análise para identificar áreas mais sensíveis para aumentar a disponibilidade de água.

Para atingir os objetivos propostos, dividiu-se a análise do componente espacial em quatro etapas: i) levantamento de dados cartográficos, ii) mapeamento dos principais fatores de degradação e áreas de risco, iii) oportunidades para a restauração florestal e iv) análises adicionais.

12.1 MAPEAMENTO DOS PRINCIPAIS FATORES E ÁREAS DE RISCO

A identificação e a localização dos principais fatores relacionados à degradação hídrica são essenciais para indicar as estratégias ou ações que poderão produzir melhores resultados. As análises desenvolvidas em ambiente de SIG podem identificar as áreas potenciais para intervenção, que poderão contribuir com a redução dos impactos na qualidade e quantidade de água (Tabela 12.1). Como o Estado do Espírito Santo apresenta características regionais peculiares, o processo de análise foi feito utilizando divisões de bacias hidrográficas delimitadas pela Agência Nacional de Água (ANA). No total são 13 bacias, com a subdivisão da bacia do Rio Doce em outras cinco sub-bacias.

Tabela 12.1 – Principais fatores associados à degradação dos recursos hídricos no Estado do Espírito Santo.

FATOR	FERRAMENTA/MÉTODO
Produção de sedimento/ retenção de sedimento	Modelos InVest (Water yield, Sediment Retention)
Risco de escassez hídrica	Mapeamento das regiões de risco quanto à escassez hídrica desenvolvido pela Ufes
Risco de inundação	Localização das regiões (Seama)
Balanço hídrico	Identificação dos locais com balanço hídrico (Seama)

O aplicativo InVest (Integrated Valuation of Ecosystem Series and Tradeoffs) foi desenvolvido por consórcio de organizações chamado Natural Capital Project. Esse aplicativo apresenta uma série de modelos para estimar os serviços ambientais gerados considerando as variáveis importantes para cada um dos serviços ambientais.

Os modelos do InVest utilizados na priorização de áreas para restauração aplicados para o Estado do Espírito Santo foram o SDR (Sediment Delivery Ratio) e o Water Yield (produção de água), já que os recursos hídricos foram apontados como prioridade estadual para ações de conservação e restauração de paisagens florestais. Além desses modelos InVest, também se utilizou esse programa para análises de potencial sequestro e estoque de carbono.

O SDR indica as regiões geradoras de sedimento, bem como o local onde ele é exportado para os cursos d'água. O modelo requer uma série de informações, que considera relevo, manejo do uso do solo e variáveis climáticas para a geração das estimativas. Enquanto o Water Yield busca identificar na área estudada os locais com maior potencial de “produção de água”, utiliza basicamente o mesmo tipo de informação necessária para executar o modelo SDR. Essas análises são complementares para avaliação geral das oportunidades para a restauração com uma abordagem da qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis para o estado.

12.2 ANÁLISE INVEST

A Figura 12.1 mostra os resultados obtidos utilizando os modelos InVest para todo o território do Espírito Santo. A geração e retenção de sedimentos está associada ao tipo de uso e cobertura do solo e também ao tipo de manejo aplicado para cada classe de uso. Além disso, regiões com relevo acidentado tendem a apresentar os maiores valores para as taxas de retenção de sedimentos.

Por outro lado, o modelo de estimativa da produção de água indica as regiões com maior escoamento superficial de água e, por consequência, menor capacidade de infiltração e percolação da água no solo. São áreas, portanto, com baixa capacidade de recarga de lençóis freáticos e corpos d'água subterrâneos devido à ausência de cobertura florestal. Portanto, áreas cobertas por pastagens e, principalmente, áreas de afloramento rochoso, onde toda a água é escoada em razão da impermeabilidade do solo.

Esse modelo de produção de água foi desenvolvido inicialmente para avaliar o potencial hídrico voltado para a geração de energia, de forma que o foco é o escoamento superficial da água. No entanto, sua aplicação também pode ter como foco a seleção de áreas com potencial para conservação da água e também perda de água através do escoamento.

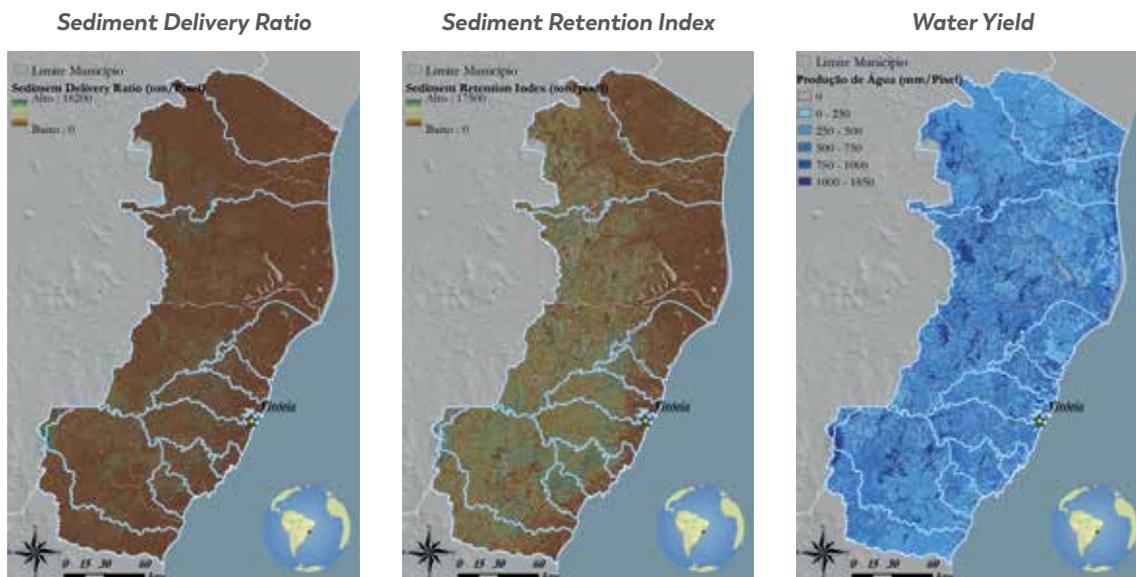


Figura 12.1 - Resultado das análises do InVest para o Estado do Espírito Santo. Foram gerados três resultados: taxa de sedimento exportado (Sediment Delivery Ratio), índice de sedimento retido (Sediment Retention Index) e produção de água (Water Yield).

12.3 OPORTUNIDADES PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL

A metodologia ROAM apresenta uma excelente oportunidade para considerar os diferentes componentes que podem favorecer um salto na escala de projetos de restauração florestal. A identificação dos locais mais críticos, aliada a uma análise regionalizada das oportunidades, possibilita um cenário para amplificar os resultados da restauração, uma vez que cada região apresenta realidades distintas, que podem ter variadas oportunidades para restauração florestal em larga escala. A Tabela 12.2 indica potenciais oportunidades para o Estado do Espírito Santo.

Tabela 12.2 – Potenciais oportunidades para restauração florestal em larga escala.

OPORTUNIDADE	JUSTIFICATIVA
Áreas de recarga de aquífero	Áreas de interesse por possibilitar aumento da disponibilidade hídrica
Locais de uso incompatível com a aptidão do solo	Readequação do uso do solo e/ou regeneração da vegetação em locais sem aptidão para atividade agropecuária
Bacias prioritárias para abastecimento humano	Alta prioridade para restauração florestal a fim de garantir qualidade e quantidade de água
Passivo ambiental em relação ao cumprimento do Código Florestal	Restauração das áreas com passivo (áreas de preservação permanente e reservas legais)
Conectividade de remanescentes florestais	Possibilidade de conexão dos remanescentes existentes a partir da restauração florestal
Sequestro e estoque de carbono	Ganhos econômicos com o sequestro de carbono, contribuição às metas nacionais e internacionais de redução de emissões
Potencial de autorregeneração da vegetação	A identificação dessas áreas pode direcionar técnicas mais indicadas para restauração, com vistas a reduzir o custo de implantação

A priorização de áreas com maior oportunidade para restauração pode ser feita em distintas escalas. A primeira teria foco na bacia de maior contribuição de sedimento/produção de água e estaria em uma escala mais refinada, com a identificação do local potencial para restauração.

A identificação das bacias de maior prioridade foi realizada através da interpretação direta dos resultados do InVest. Como a base de dados existentes para o estado é bastante detalhada, o processo de execução do InVest para todo o Espírito Santo superou a capacidade do aplicativo rodar as rotinas. Como medida para resolver essa situação, cada bacia foi executada individualmente, pois a configuração do programa permite que os resultados possam ser contabilizados por subunidades. Assim, a camada de dados de Otto bacia nível 7 foi utilizada para que o resultado estivesse associado a esse nível de detalhamento.

Na sequência, foram gerados dois cenários de priorização: i) índice de retenção de sedimento e ii) produção de água, onde foram selecionadas as 10 sub-bacias com maior valor (Figura 12.2).

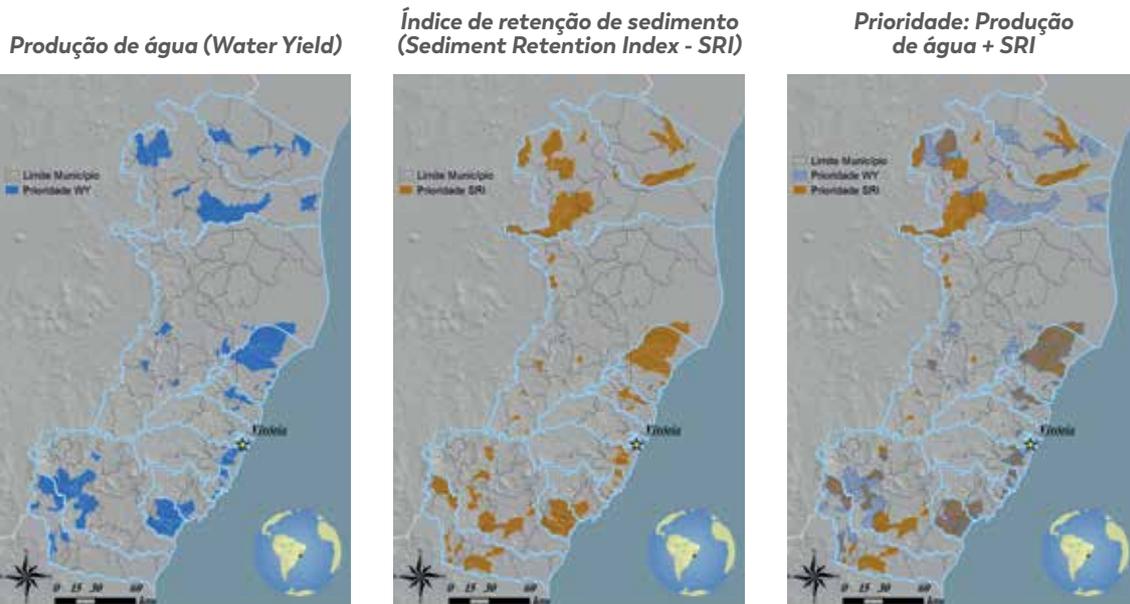


Figura 12.2 – Seleção das sub-bacias com os maiores valores de produção de água, índice de sedimento retido e a combinação da seleção dos dois resultados.

12.4 META DE ÁREA PARA RESTAURAÇÃO NO ESTADO

Com foco na melhoria da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, o processo de identificação das áreas com maior potencial para restauração foi feito por meio da seleção das regiões que apresentaram maior contribuição de sedimentos para os cursos d'água e/ou com maior produção de água em áreas classificadas como de pastagem ou macega. Essa indicação tem como objetivo a restauração mais urgente dessas regiões, que combinam degradação do solo, devido à falta de cobertura florestal, perda de água por escoamento superficial e áreas sensíveis a processos erosivos.

Os locais com maior potencial de restauração foram selecionados com base na meta de 80 mil hectares estabelecido pelo Programa Reflorestar. Como complemento e também pensando em um cenário com maiores oportunidades para restauração no estado, também foi gerada uma avaliação para restauração de 200 mil ha.

A estimativa de área a ser recuperada em cada sub-bacia (Tabela 12.3 e Figura 12.3) foi feita considerando a área da bacia e o percentual de remanescente existente atualmente:

- $CoefBacia = ((1 - VegPc)^2) * \acute{A}rea$
- Onde o CoefBacia é o coeficiente para estabelecimento de meta; VegPc representa a área em % do remanescente, e Área é área da bacia
- $Meta\ Ha = 80000 * \left(\frac{CoefBacia}{\sum CoefBacia} \right)$
- Onde Meta Ha é a área a ser recuperada na bacia, e CoefBacia representa o coeficiente calculado na equação 1.

Tabela 12.3 – Meta de restauração para cada uma das bacias hidrográficas localizadas no Estado do Espírito Santo, considerando a meta do Programa Reflorestar.

BACIA	ÁREA (HA)	REMANESCENTE (HA)	REMANESCENTE (%)	META (HA)	COEFICIENTE BACIA
Benevente	120.743,12	55.010,81	45,56	1.343,23	0,2964
Rio Novo	79.674,41	23.359,14	29,32	1.494,13	0,4996
Itapemirim	591.938,89	18.6412,27	31,49	10.428,38	0,4693
Itabapoana	295.488,50	75.253,06	25,47	6.161,53	0,5555
São Mateus	784.585,09	18.8224,78	23,99	17.015,02	0,5777
Itaunas	439.125,85	71.544,83	16,29	11.549,74	0,7007
Jucu	222.054,00	111.751,87	50,33	2.056,67	0,2467
Guarapari	32.017,34	14.781,32	46,17	348,29	0,2898
Reis Magos	91.550,71	39.409,03	43,05	1114,71	0,3244
Santa Maria	181.013,61	101.028,52	55,81	1.326,67	0,1953
Ilha De Vitória	3.398,79	1.280,07	37,66	49,58	0,3886
Riacho	200.303,76	67.250,67	33,57	3.317,54	0,4412
Doce/Santa Joana	266.426,75	92.176,94	34,60	4.277,81	0,4277
Doce/São José	537.333,40	167.392,61	31,15	9.560,39	0,4740
Doce/Guandu	268.974,53	100.724,56	37,45	3.950,52	0,3913
Doce/Planície	209.707,24	109.595,24	52,26	1.793,96	0,2279
Doce/Barra Seca	284.365,69	105.738,74	37,18	4.211,84	0,3946
Total	4.608.701,68	1.510.934,46		80.000,00	



Figura 12.3 - Estabelecimento de meta de restauração de acordo com a estimativa calculada na Tabela 12.3.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 12.3 e Figura 12.3, as bacias hidrográficas que possuem as maiores quantidades de hectares para restauração, em ordem decrescente, são: São Mateus (17.015 ha), Itaúnas (11.550 ha), Itapemirim (10.428 ha) e São José (9.560 ha), sub-bacia do Rio Doce.

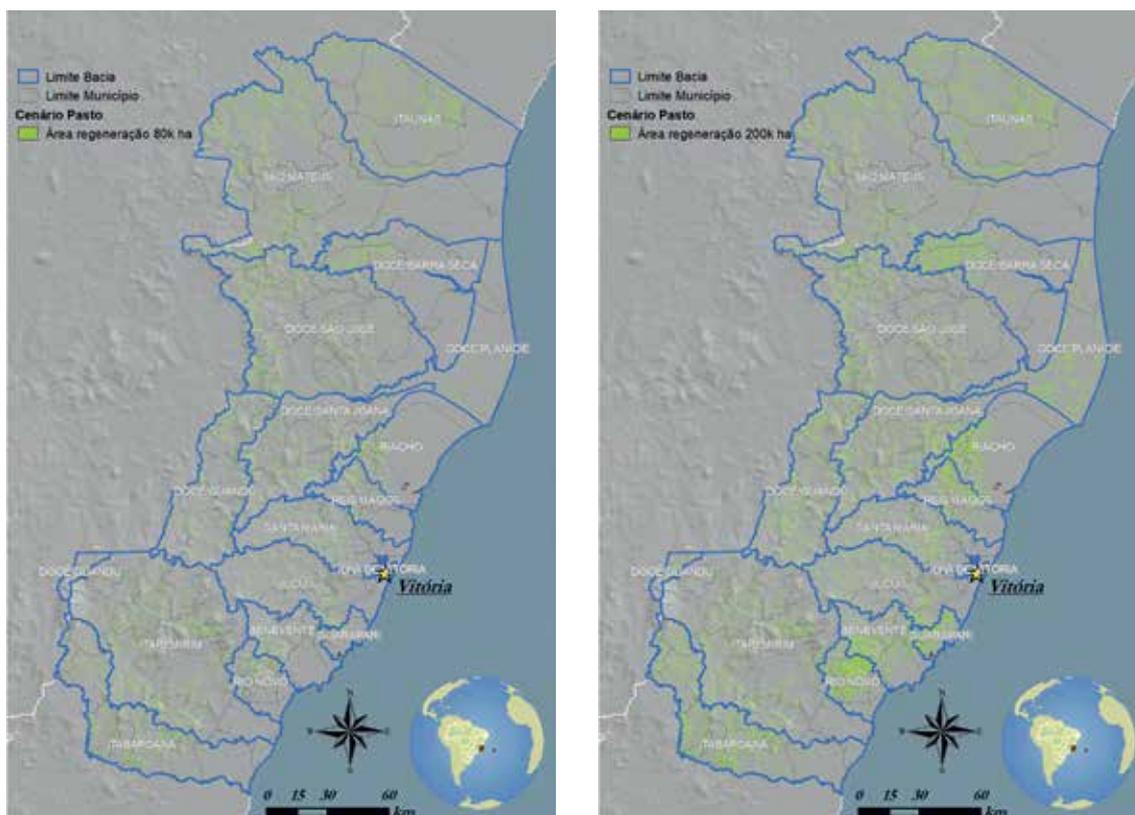


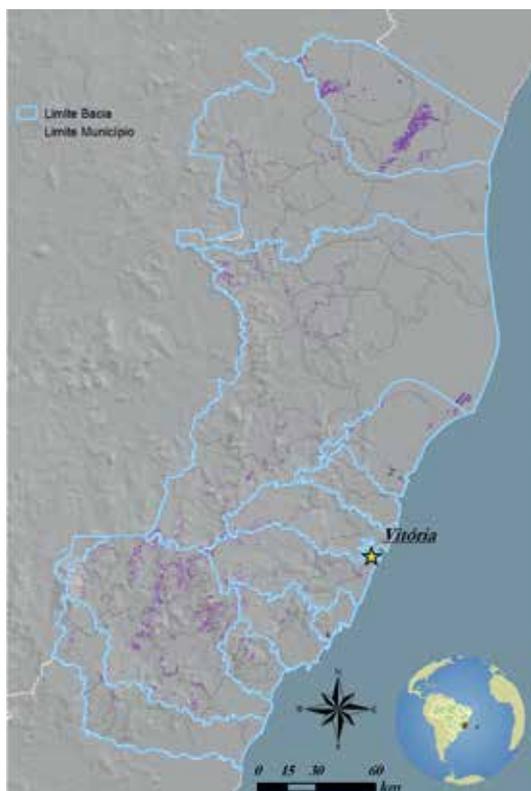
Figura 12.5 – Áreas prioritárias para restauração considerando os possíveis cenários de 80 e 200 mil hectares nas áreas ocupadas por pasto.

12.5 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO

A identificação das áreas de maior impacto para os recursos hídricos com base nos resultados do InVest (SDR e Water Yield – WY) foram feitas utilizando o aplicativo LegalGeo (TNC, 2015), onde as células que apresentaram os maiores valores para cada um dos resultados obtidos foram selecionadas até o alcance da meta estabelecida de 80 mil hectares. O resultado mostra as áreas onde são encontrados os maiores valores para a camada de dados SDR ou WY e que cumprem com a meta de área calculada (Figura 12.6).

As principais bacias hidrográficas com maiores necessidades de ações de restauração são as bacias São Mateus e Itaúnas, ambas localizadas na porção norte do estado, região que apresenta também os menores índices de cobertura florestal natural encontrada. A região norte do estado concentra muitas atividades agrícolas que utilizam grande quantidade de água para irrigação, como o cultivo de mamão, e também extensas áreas de pastagem. Além dessas, a bacia do Itapemirim e a sub-bacia São José, localizada na bacia do Rio Doce, também concentram grandes quantidades de áreas degradadas cobertas sobretudo por pastagens.

Meta de 80 mil ha – Cenário Water Yield



Meta de 80 mil ha – Cenário SRI

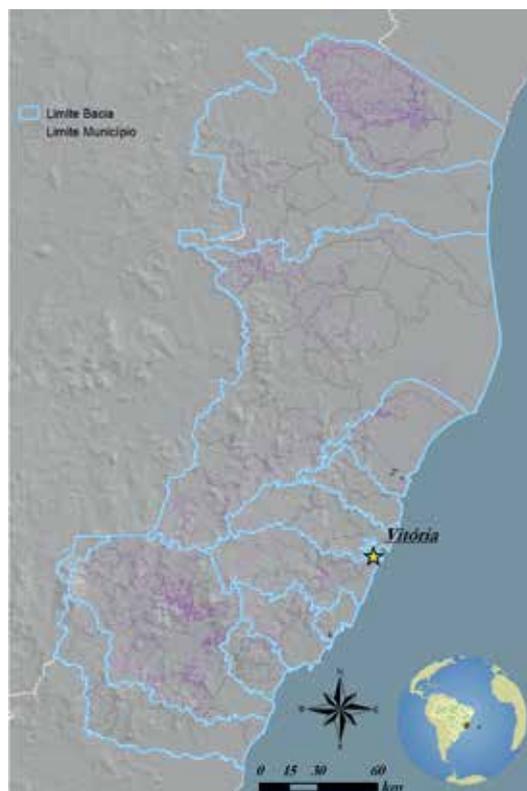


Figura 12.6 – Áreas indicadas como prioritárias de acordo com a meta de 80 mil hectares e também de acordo com a indicação das áreas mais sensíveis considerando-se solo e água.

12.6 ESTUDO DE CASO: BACIA DO RIO MANGARAÍ

A bacia do Rio Mangaraí foi escolhida para a realização de um estudo mais detalhado devido à elevada importância para o abastecimento de água para consumo humano da Região Metropolitana da Grande Vitória e também devido à maior qualidade e detalhe da base de dados para essa região.

A bacia do Mangaraí, localizada na porção centro-sul do estado, abrange área de 18.370 ha e apresenta alto percentual de cobertura de vegetação natural (47%), além de topografia acidentada (Figura 12.7). Essa bacia está inserida na grande bacia de Santa Maria, que é responsável pelo abastecimento de grande parte da população do estado.

Para gerar as análises, foi utilizado o aplicativo InVest, por meio dos modelos de índice de sedimento retido (SRI – Sediment Retention Index) e de produção de água (Water Yield). O resultado dessas análises foi utilizado para gerar alguns cenários de restauração para avaliar o impacto potencial dessas intervenções na paisagem. A Figura 12.8 mostra os resultados gerados pelo InVest para a bacia.

Os cenários de restauração consistiram na seleção dos pixels que apresentaram maior valor de retenção de sedimentos utilizando o aplicativo LegalGeo. Foram avaliados três cenários de áreas restauradas: 100 ha, 500 ha e 1.000 ha, todos em áreas com cobertura atual de pastagem (Figura 12.9).

As áreas selecionadas foram substituídas nos dados de uso e cobertura, sendo reclassificadas como vegetação natural em cada um dos cenários de área restaurada. O aplicativo InVest foi novamente executado considerando cada um desses cenários e estimando o valor de sedimento entregue e o sedimento retido para a bacia (Figura 12.9).

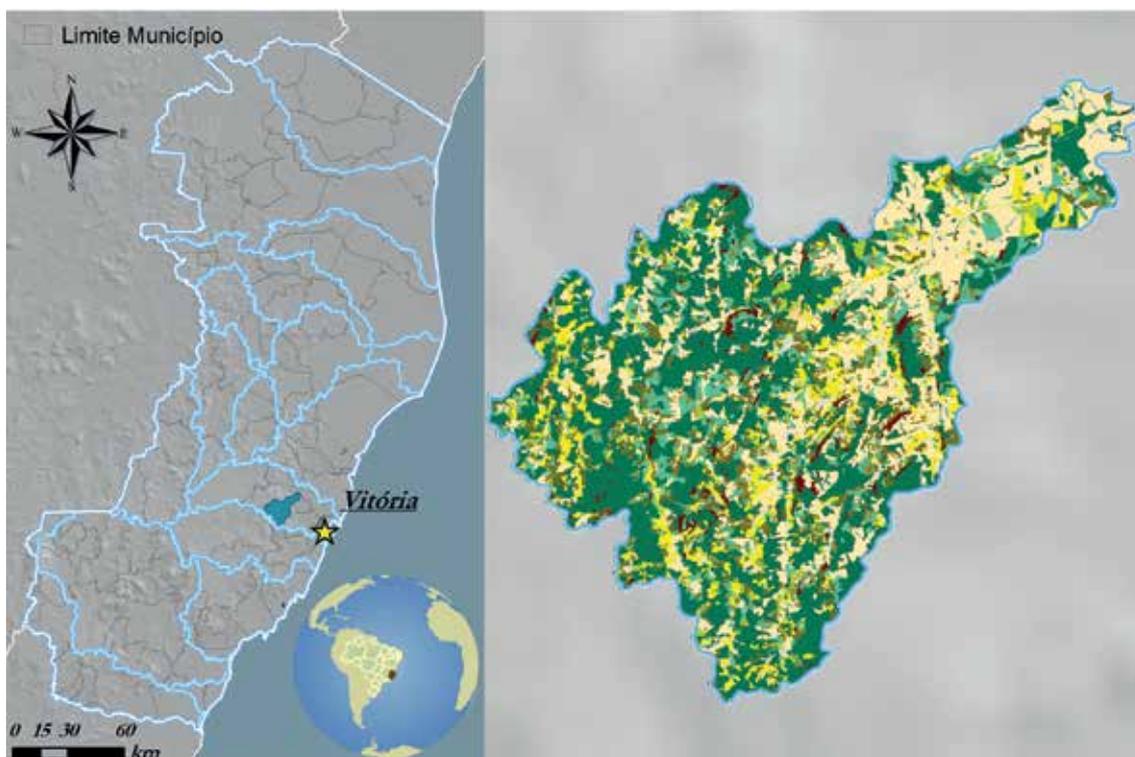
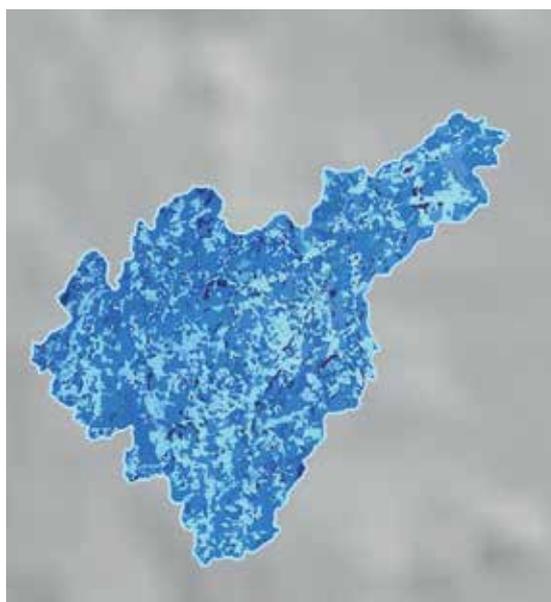


Figura 12.7 – Localização da bacia do Rio Mangaraí, pertencente à bacia de Santa Maria, no Estado do Espírito Santo, e classes de uso e cobertura do solo mapeadas na bacia.

Produção de água



Índice de sedimento retido

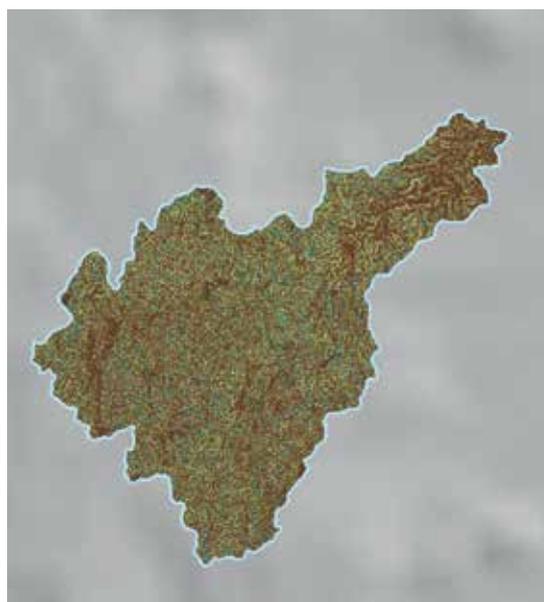


Figura 12.8 – Resultado das análises do InVest para a bacia do Mangaraí. a: modelo de produção de água; b: modelo de retenção de sedimento.

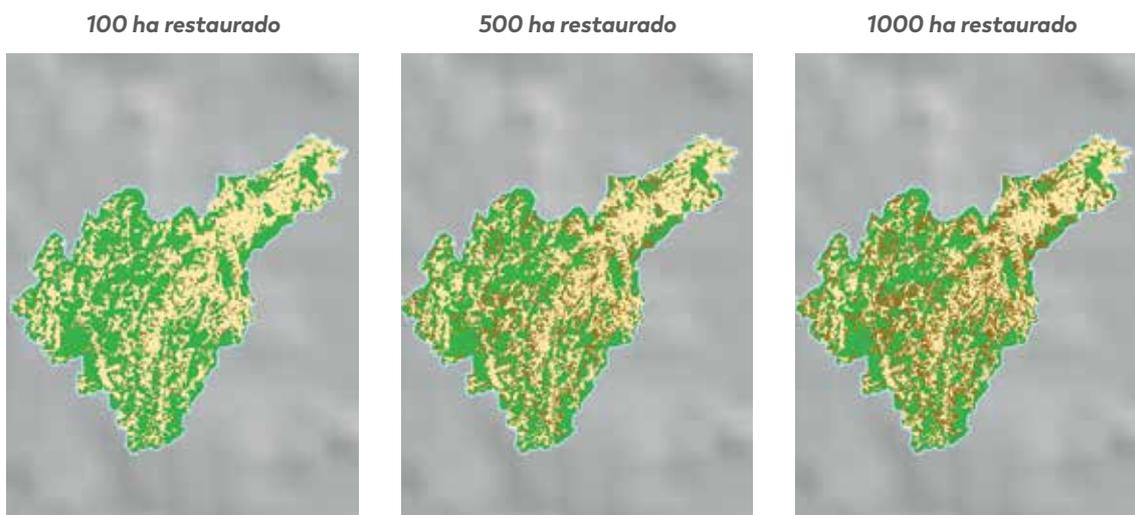


Figura 12.9 – Resultado das simulações de áreas restauradas em áreas de pastagem considerando os cenários de 100, 500 e 1.000 hectares.

A Figura 12.10 e a Tabela 12.5 mostram o potencial impacto da restauração na retenção de sedimentos e também no total de sedimentos exportados em cada um dos cenários apresentados de áreas restauradas.

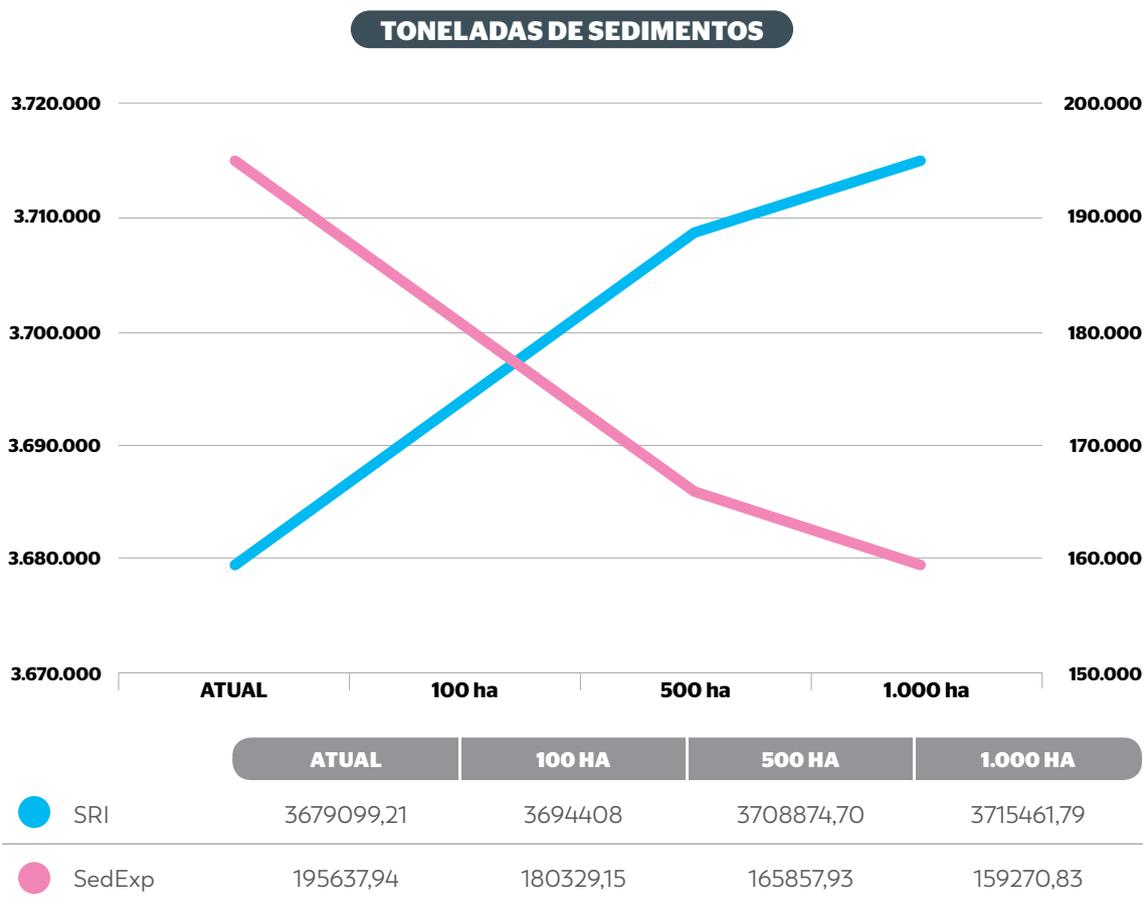


Figura 12.10 – Comparativo de índice de sedimento retido (SRI) e taxa de sedimento exportado (SedExp) para os diferentes cenários de restauração.

Tabela 12.5 – Potencial impacto da restauração quanto ao sedimento retido e entregue.

MODELO	ATUAL			ÁREA RESTAURADA			
	100 ha			500 ha		1.000 ha	
	ton	% em relação a atual		ton	% em relação a atual	ton	% em relação a atual
Índice de sedimento retido	3679099	3694408	0.42%	3708875	0.81%	3715462	0.99%
Taxa de sedimento entregue	195638	180329	- 8%	165858	- 15%	159271	- 19%

O resultado da análise indica uma redução de 8% de sedimento entregue quando avaliamos o cenário de restauração de 100 ha, redução de 15% para o cenário de 500 ha e 19% considerando o cenário de restauração de 1.000 ha na bacia. Esses resultados indicam valiosa informação quanto ao esforço de restauração a ser considerado pensando na otimização do critério retenção de sedimentos.

Como a bacia possui uma área de 18.370 ha, uma área restaurada de 100 ha corresponde a 0,5%, cujo impacto é na ordem de 8%. Ao mesmo tempo, a restauração de 1.000 ha pode impactar na redução de 19% no carreamento de sedimentos para os cursos d'água.

Porém, ao considerarmos o cenário de restauração de 500 hectares na bacia do Mangaí, observamos uma retenção de 15%, equivalente a aproximadamente 30 mil toneladas de sedimentos em relação ao sedimento exportado com o atual uso do solo. Quando dobramos esse esforço de restauração para 1.000 hectares, observamos que a taxa de sedimentos exportados decresce de 15% para 19%, ou seja, um decréscimo pouco significativo frente a um esforço gigante de restauração.

Dessa maneira, a identificação e a quantificação apropriada das áreas a serem restauradas podem levar a uma maior contribuição na redução da quantidade de sedimento carreados para os cursos d'água, além de ajudar a otimizar esforços, proporcionando melhor alocação de recursos e obtenção de melhores resultados para a estratégia de restauração em larga escala e para o gerenciamento das bacias hidrográficas de maneira geral.

13

INTEGRAÇÃO DE PERSPECTIVAS ESTRATÉGICAS

O intuito da ROAM é avaliar as oportunidades de restauração considerando os fatores críticos que podem contribuir com o sucesso do estabelecimento de uma estratégia de restauração de paisagens florestais. Para tanto, é fundamental considerar os resultados das diferentes análises realizadas, desde o diagnóstico dos principais fatores de sucesso para a restauração até a quantificação dos benefícios ecológicos e econômicos da restauração.

A indicação, por exemplo, das áreas onde possivelmente há maior retenção de sedimentos pode contribuir significativamente na melhoria da qualidade da água e também na economia de recursos utilizados para o seu tratamento. Além disso, os resultados integrados das diferentes análises podem fornecer mais informações para uma avaliação de oportunidades para a estratégia de restauração em paisagens florestais.

13.1 PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS

A priorização de áreas para identificação das oportunidades de restauração deve considerar os fatores indicados durante a fase inicial do diagnóstico. Esses fatores motivadores são muito importantes para que o resultado da priorização da restauração seja implementado com sucesso.

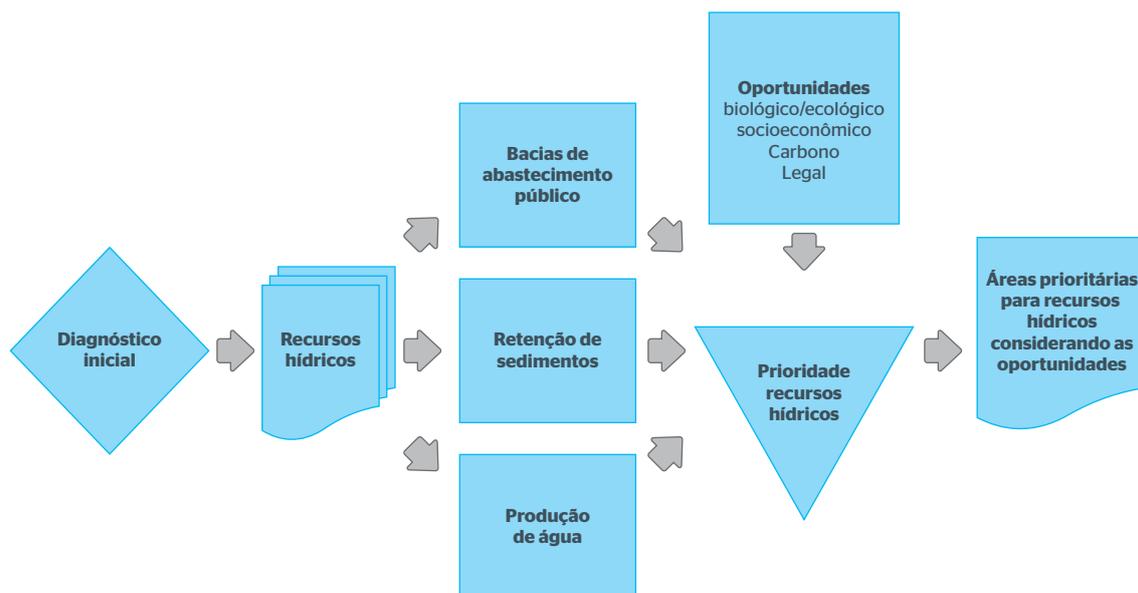


Figura 13.1 – Esquema simplificado para a delimitação das áreas prioritárias considerando as diferentes oportunidades para restauração de paisagens florestais.

13.1.1 DIAGNÓSTICO INICIAL

Esta etapa consiste na identificação dos processos relacionados aos fatores motivadores da restauração de paisagens florestais. Com o apoio de especialistas e atores importantes para a implementação de projetos de restauração, são elaboradas questões-chave que podem contribuir para a restauração. No caso do Espírito Santo, um dos principais fatores para a restauração está associado com os recursos hídricos, porém, em outras regiões, podem ser considerados outros aspectos, como cumprimento ao requerimento legal, compensação ambiental e socioeconômica, carbono e biodiversidade.

O foco nos recursos hídricos é o principal fator para condução das análises de oportunidades de restauração, sendo que o abastecimento de água para a população é bastante crítico em algumas regiões no estado. Assim, a priorização das sub-bacias é essencial para o correto diagnóstico dessas oportunidades.

13.1.2 SUB-BACIAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PRIORITÁRIAS

Em algumas regiões no Espírito Santo, o abastecimento de água para a população está em situação crítica, principalmente devido à longa estiagem que essas regiões têm enfrentado.

A identificação das sub-bacias de importância para o abastecimento público foi baseada nos pontos de captação de água em sobreposição às áreas conhecidamente com problemas de estiagem no estado. A Figura 13.2 mostra os pontos de captação de água para o abastecimento humano no Espírito Santo.

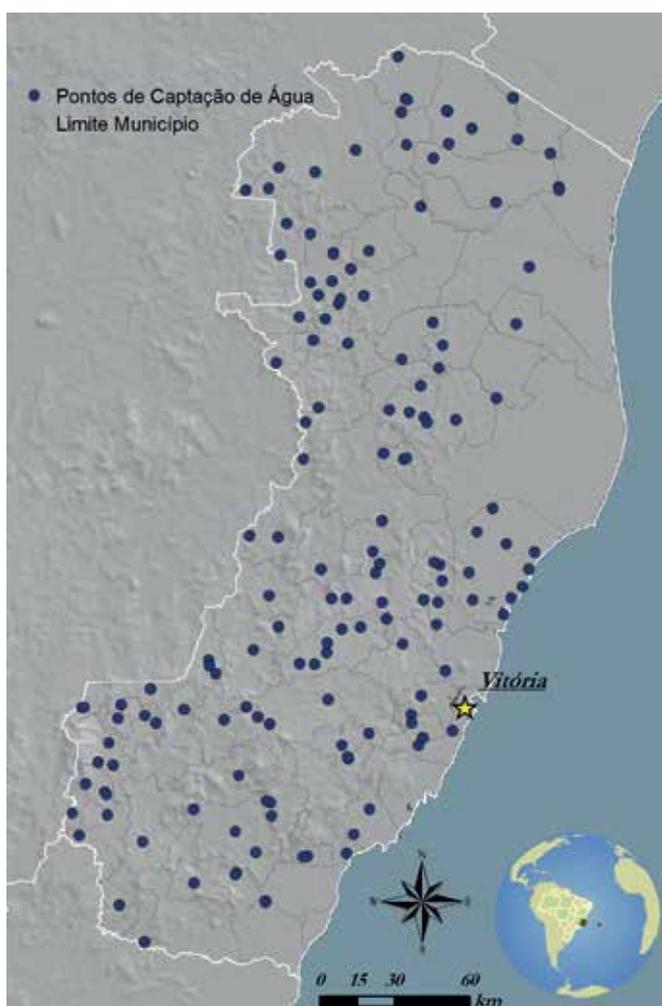


Figura 13.2 – Localização dos pontos de captação de água para abastecimento humano no Estado do Espírito Santo.

Uma das regiões mais afetadas com a seca é a porção norte do estado. Dessa forma, uma das áreas de maior importância identificada é a sub-bacia do Rio Itauninhas, que é um afluente do Rio Itaúnas (Figura 13.3). Nessa sub-bacia, existem três pontos de captação para abastecimento público.

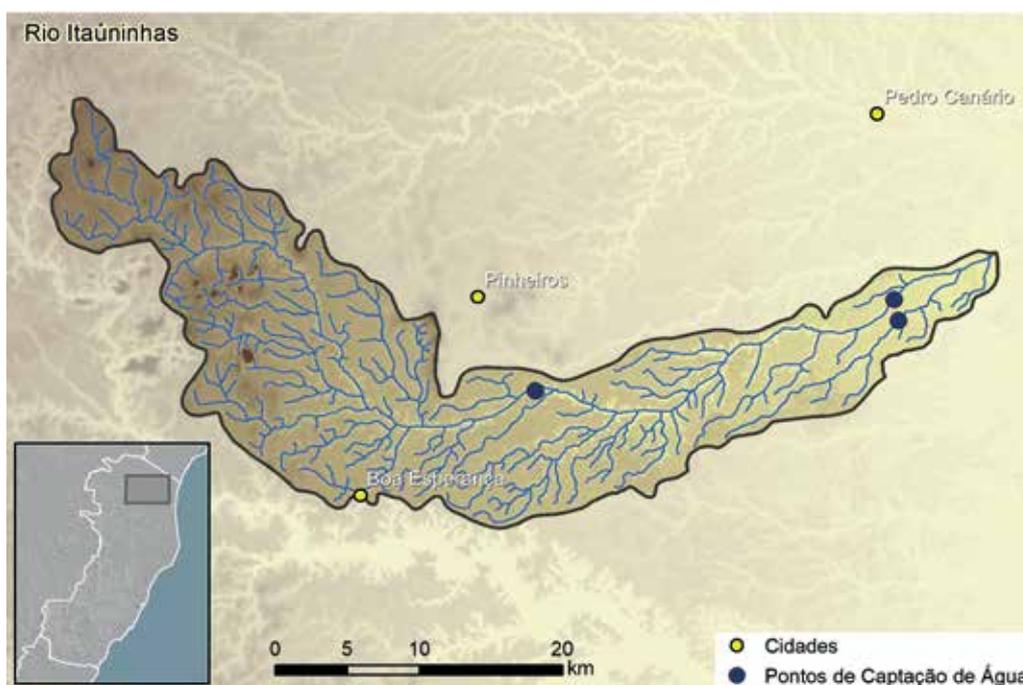


Figura 13.3 – Sub-bacia do Rio Itauninhas e a localização dos pontos de captação de água para abastecimento humano.

13.1.3 RETENÇÃO DE SEDIMENTO E PRODUÇÃO DE ÁGUA

Diversos aspectos podem ser considerados para a avaliação dos recursos hídricos, entre eles a qualidade e a quantidade da água disponível. O InVest possui uma série de recursos que podem auxiliar na avaliação desses indicadores, como os modelos SDR (Sediment Delivery Ratio) e WY (Water Yield), que podem servir para avaliar a quantidade de sedimento gerado/retido e a disponibilidade de água, respectivamente.

A Figura 13.4 mostra os resultados obtidos utilizando o InVest. Os maiores valores do SDR estão localizados principalmente próximos aos cursos d'água, onde os sedimentos tendem a ser exportados para os cursos d'água.

Similarmente ao SDR, o índice de sedimento retido (SRI) indica também as regiões com grande potencial de geração de sedimento concentrado próximo aos cursos d'água. No entanto, os valores são mais elevados e mais distribuído espacialmente. Isso se deve ao fato de que é um modelo teórico que considera a ausência da cobertura e uso do solo. Nesse cenário, as variáveis abióticas prevalecem para a execução desse modelo.

Já o modelo de produção de água (WY) está essencialmente relacionado com o tipo de uso e cobertura do solo e com o grau de impermeabilização de cada classe de uso e cobertura do solo. Assim, em geral, as regiões onde a água basicamente escorre superficialmente tendem a apresentar os maiores valores de produção de água.

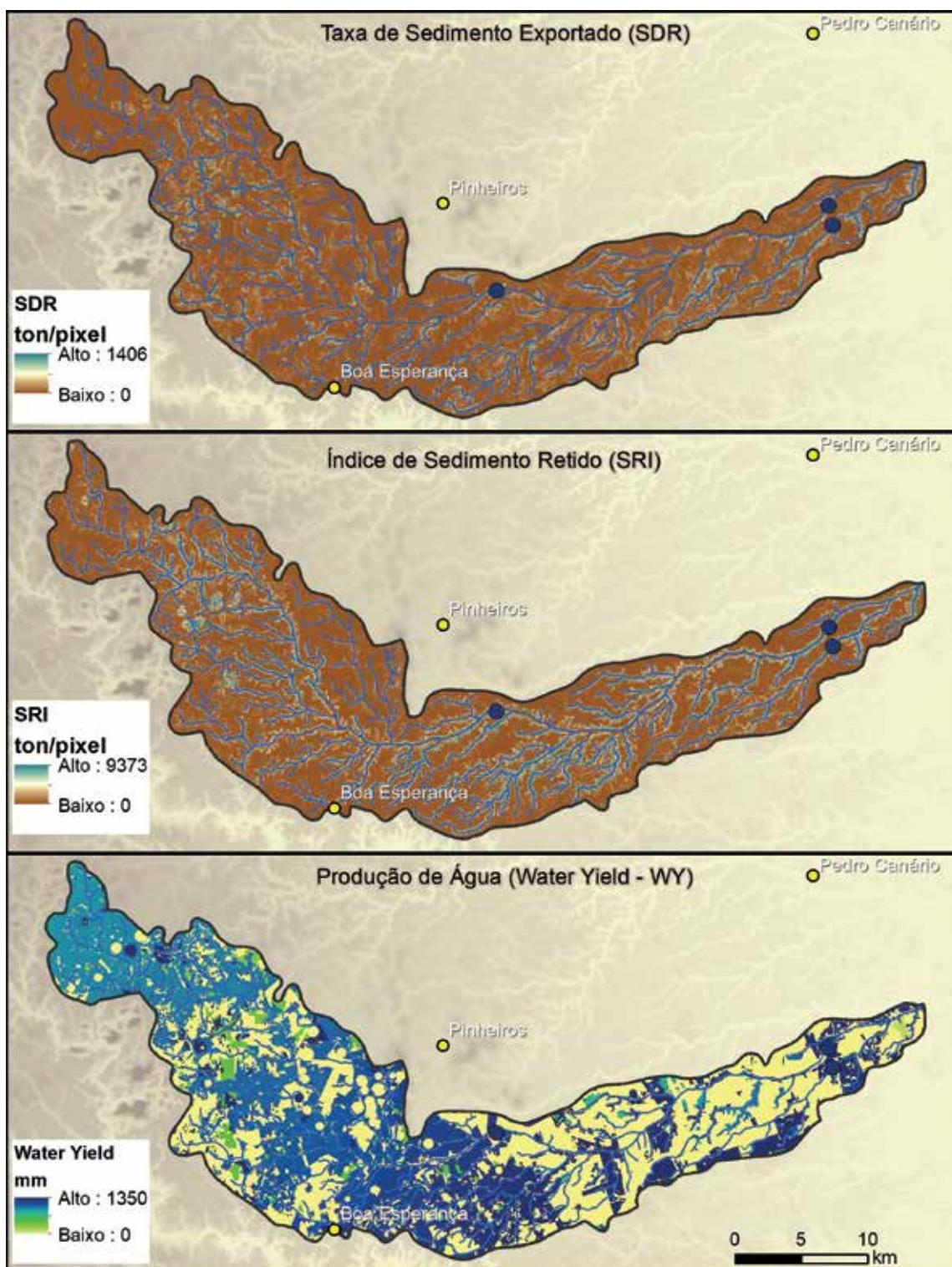


Figura 13.4 Resultado das análises do InVest para os seguintes modelos: a) SDR (Sediment Delivery Ratio), b) SRI (Sediment Retention Index) e c) Water Yield (WY).

13.1.4 USO E COBERTURA ATUAL

A Figura 13.5 mostra o mapeamento de uso e cobertura do solo na sub-bacia do Rio Itauninhas. A região é predominantemente agrícola e com poucos remanescentes de vegetação natural. Além disso, apresenta extenso plantio de cana-de-açúcar na porção mais à jusante, enquanto a área à montante é dominada principalmente por pastagem.

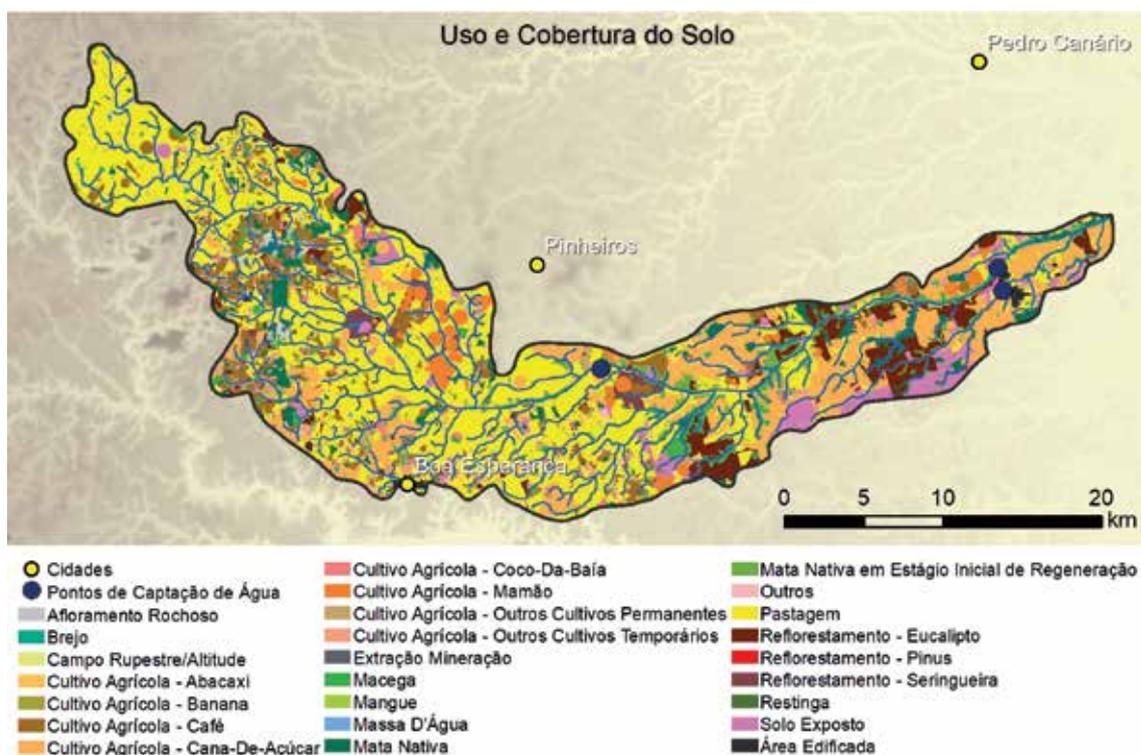


Figura 13.5 – Uso e cobertura atual na sub-bacia do Rio Itauninhas.

Embora o plantio de cana-de-açúcar e a pastagem ocupem mais de 50% da bacia, as áreas de cultivo de mamão podem ser afetadas diretamente em razão da disponibilidade hídrica, já que esse tipo de cultura depende fundamentalmente da irrigação.

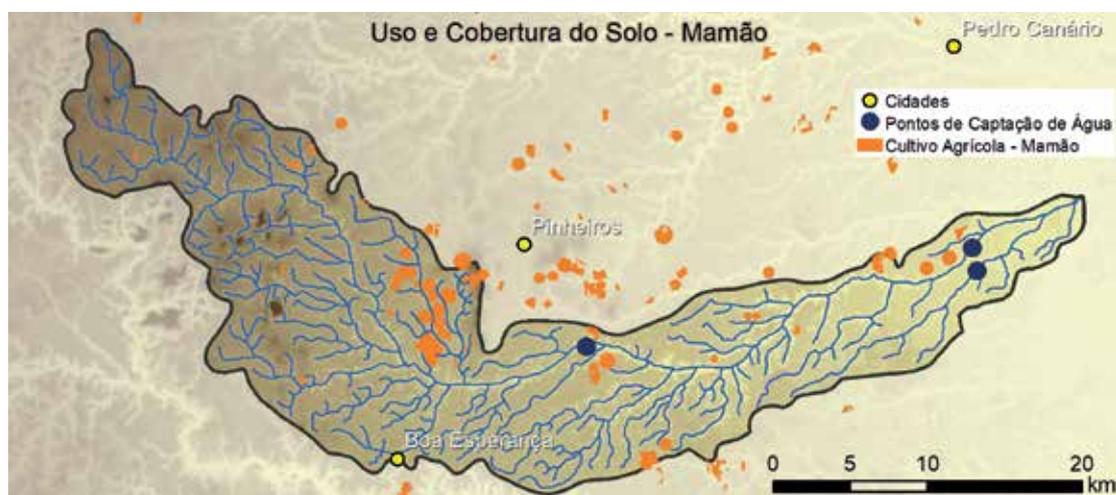


Figura 13.6 – Área de cultura de mamão na região da sub-bacia do Rio Itauninhas.

Tabela 13.1 – Uso e cobertura do solo mapeado na sub-bacia do Rio Itauninhas.

CLASSE USO E SOLO	CATEGORIA	ÁREA (HA)	%
Mata nativa	Nativo	2.993,01	4,58%
Brejo	Nativo	2.079,20	3,18%
Macega	Nativo	2.132,93	3,26%
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	Nativo	2.874,57	4,39%
Cultivo agrícola – café	Antrópico	4.842,02	7,40%
Outros	Outro	1.080,58	1,65%
Afloramento rochoso	Nativo	335,86	0,51%
Pastagem	Antrópico	27.884,30	42,63%
Solo exposto	Antrópico	2.973,69	4,55%
Massa d'água	Água	758,77	1,16%
Cultivo agrícola – outros cultivos temporários	Antrópico	600,07	0,92%
Reflorestamento – eucalipto	Antrópico	3.640,53	5,57%
Extração mineração	Antrópico	14,14	0,02%
Cultivo agrícola – outros cultivos permanentes	Antrópico	871,97	1,33%
Cultivo agrícola – coco-da-baía	Antrópico	423,08	0,65%
Campo rupestre/altitude	Nativo	5,14	0,01%
Cultivo agrícola – cana-de-açúcar	Antrópico	9.096,05	13,90%
Cultivo agrícola – mamão	Antrópico	1.729,26	2,64%
Área edificada	Área urbana	315,42	0,48%
Reflorestamento - seringueira	Antrópico	765,30	1,17%
Total		65.415,89	100,00%

13.15 CARBONO

A estimativa atual do estoque de carbono é $5,073 \times 10^6$ de toneladas, considerando o cenário atual de uso e cobertura do solo. A Figura 13.7 mostra a estimativa de estoque de carbono na região analisada.

**Figura 13.7** – Estoque de carbono atual presente na sub-bacia do Rio Itauninhas.

13.1.6 BIODIVERSIDADE

Análises que levem em conta indicadores de biodiversidade, muito embora diversas vezes sejam tratadas de maneira secundária, podem exercer papel fundamental no aumento da produtividade de culturas agrícolas que dependem principalmente de polinizadores, como é o caso do café.

A existência de cobertura de vegetação propicia um ambiente favorável para a permanência desses insetos, ao mesmo tempo que a manutenção dessas áreas serve de abrigo para muitos outros organismos. Assim, a interligação de remanescentes através de corredores de biodiversidade é importante para a movimentação da fauna através dessas áreas.

A Figura 13.8 mostra o recorte da sub-bacia com base na análise de biodiversidade desenvolvida para essa região. O CENÁRIO 1 possui ambientes com maior potencial de regeneração natural, enquanto o CENÁRIO 2 indica menor potencial de regeneração e, potencialmente, maior nível de intervenção no processo de restauração dessas paisagens.

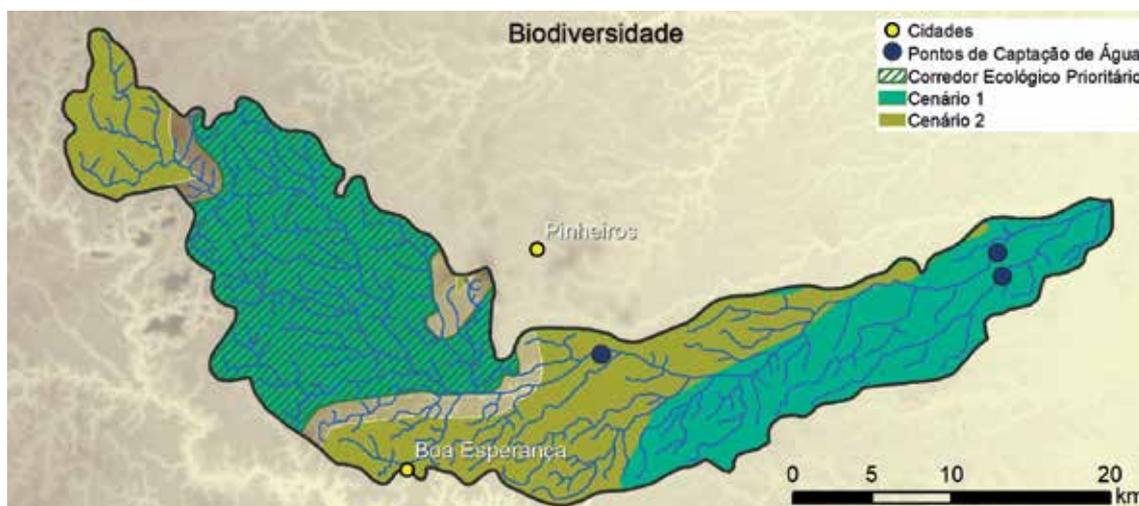


Figura 13.8 – Áreas de importância para a conservação da biodiversidade na sub-bacia do Rio Itauninhas.

13.2 OPORTUNIDADES DE RESTAURAÇÃO EM PAISAGENS FLORESTAIS

A identificação das áreas de maior importância para restauração florestal com foco nos recursos hídricos foi feita utilizando o aplicativo LegalGeo, desenvolvido pela TNC, com base no resultado do InVest para a camada de SRI (Sediment Retention Index), uma vez que ela indica potencialmente onde está sendo gerado o maior volume de sedimento (Figura 13.4.B).

Considerando a atual cobertura de vegetação natural da sub-bacia do Rio Itauninhas em torno de 16%, foram gerados dois cenários de restauração: o primeiro com o objetivo de atingir 20% da bacia com cobertura de vegetação natural, e o segundo para atingir cobertura de 30%, sendo as áreas estimadas para o estabelecimento dessas metas de 2.662 ha e 9.204 ha, respectivamente.

Os cenários de restauração foram feitos considerando somente as áreas de pastagem, já que tendem a apresentar menor potencial agrícola. A Figura 13.9 mostra as áreas de maior

importância para a restauração selecionadas nas de maior potencial de geração de sedimentos. O resultado da seleção da área relativa a cada categoria de uso e cobertura está representada na Figura 13.10, considerando cada um dos cenários definidos.

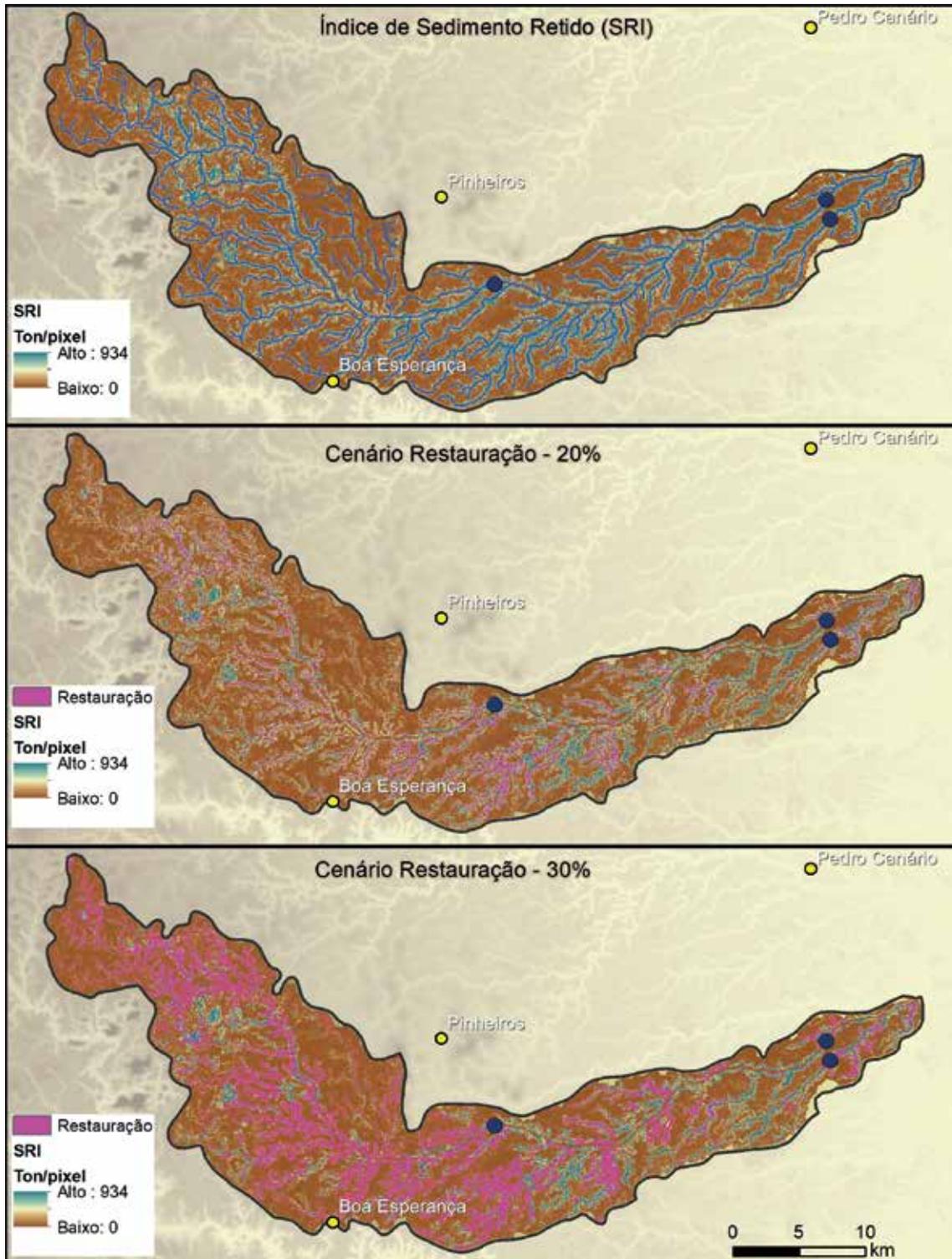


Figura 13.9 – Cenários de restauração da vegetação atual de 20% e 30% de cobertura de vegetação nativa.

Atualmente, a área de pastagem corresponde a aproximadamente 43% da sub-bacia, enquanto a cobertura de vegetação natural, incluindo todas classes de vegetação, cobre 16%. Como as simulações consideram basicamente a mudança da cobertura e uso do solo de pastagem para floresta, mantendo as outras classes com o mesmo tipo de uso, a diferença entre as classes de remanescente e pastagem apresenta as mudanças mais significativas nesses cenários. Assim, no cenário de 30% de cobertura, a área relativa à pastagem passa a ser ligeiramente inferior à área de remanescente.

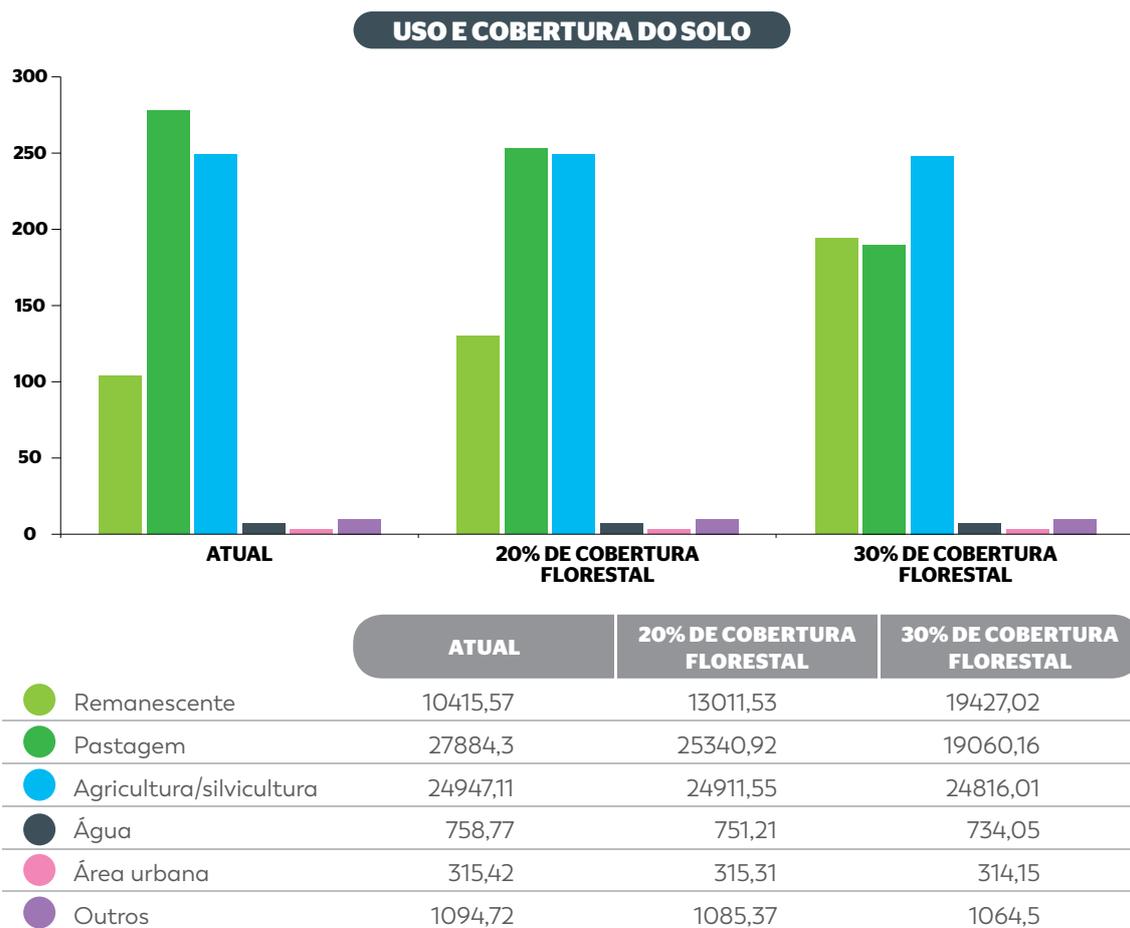


Figura 13.10 – Uso e cobertura do solo de acordo com o cenário atual, ou seja, 20% e 30% da sub-bacia coberta com vegetação natural.

A avaliação de estoque de carbono também pode ser considerada no processo de decisão para a restauração da vegetação. A Figura 13.11 mostra o cenário da estimativa de estoque de carbono das áreas selecionadas para a restauração da vegetação conforme os cenários definidos.

Comparando os cenários de restauração de 20% e 30% de remanescente, é possível notar que o aumento expressivo no estoque de carbono estimado ocorre nas áreas restauradas. Isso se deve ao fato de que foi assumido que as áreas restauradas apresentaram valores finais de estoque de carbono para a floresta. No entanto, dependendo das condições edafoclimáticas, essas regiões podem apresentar diferentes formações de vegetação e, nesse caso, o valor estimado de estoque de carbono pode variar significativamente.

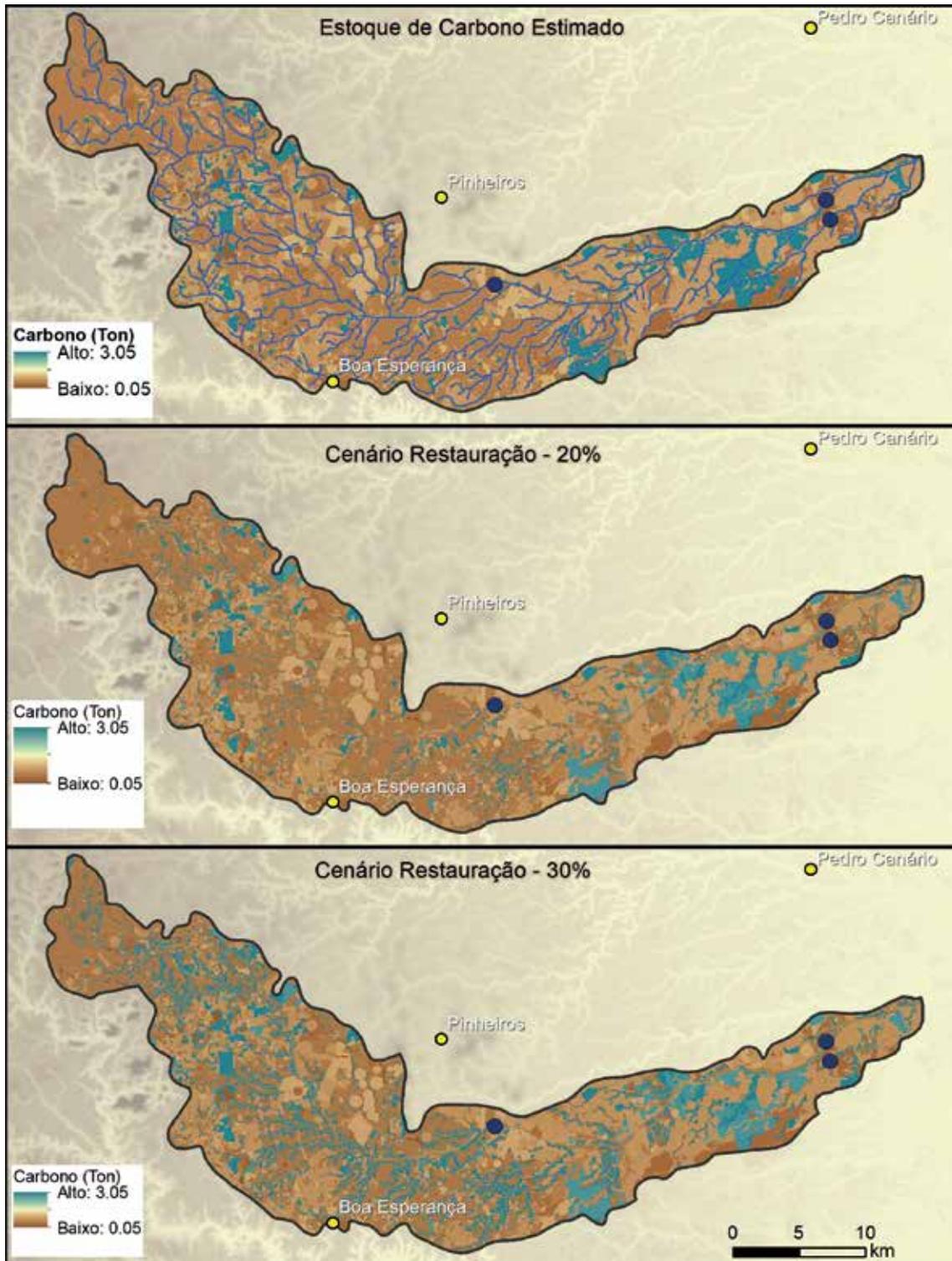


Figura 13.11 – Estimativa de estoque de carbono em base aos modelos do InVest para a sub-bacia do Rio Itaipava.

O resumo desses cenários está mostrado na Tabela 13.2, sendo possível comparar o potencial de impacto conforme o cenário de restauração definido.

No cenário de 20% de remanescente, ou seja, área restaurada de 2.662 ha nos locais indicados, pode-se reduzir o sedimento entregue nos cursos d'água em até 20%, enquanto a estimativa

de aumento no estoque de carbono pode ser aumentando em até 14%. Para o cenário de 30% (restauração de 9.204 ha), a estimativa de redução de sedimento é em torno de 27%, e o aumento no estoque de carbono, 47%, em comparação com o cenário atual.

Tabela 13.2 – Valores estimados de SDR e carbono para os diferentes cenários de restauração.

ATUAL		RESTAURAÇÃO 20%				RESTAURAÇÃO 30%			
SDR	Carbono	SDR		Carbono		SDR		Carbono	
Ton	Ton	Ton	% ao atual	Ton	% ao atual	Ton	% ao atual	Ton	% ao atual
35364	5072936	28287	-20%	5766873	14%	25963	-27%	7471629	47%

13.3 ESTRATÉGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE RESTAURAÇÃO

Os diagnósticos gerados ao longo do processo da ROAM permitem identificar melhor as oportunidades para implementação de projetos de restauração e estimar os benefícios potenciais das áreas restauradas.

É importante desenvolver as análises considerando o contexto da localização desses projetos e também um “cardápio” de opções para articular com os diferentes atores na região de interesse. Uma estratégia interessante seria estabelecer uma articulação entre os proprietários de terra que apresentam elevadas oportunidades para restauração, como os produtores de mamão, atividade reconhecidamente consumidora de água, e a Cesan, agência responsável pelos recursos hídricos no estado. O objetivo seria a restauração das áreas à montante a fim de assegurar a manutenção ou mesmo o aumento da quantidade de água disponível para atender a demanda tanto do consumo humano quanto da irrigação dessa cultura.

14 CONCLUSÕES

Este documento reúne algumas oportunidades para a restauração de paisagens florestais por meio de diferentes perspectivas ambientais analisadas e apresentadas. Na perspectiva ecológica, foram apresentadas algumas formas de restauração ativa e passiva, assim como modelos com exploração madeireira e não madeireira, com a finalidade de retorno econômico. Nesse sentido, os principais resultados obtidos nas análises foram de custo de oportunidade, demandas por investimentos e com gastos de mão de obra, além de benefícios com a exploração econômica (SAF e madeira).

Foi estimado potencial comprometimento de até 16% do valor total da produção agropecuária e de silvicultura do estado e cerca de 18% da produção total com a restauração das APPs. A atividade mais afetada é a pecuária de leite, com 19% da sua produção afetada. Apesar do comprometimento potencial da produção agropecuária, a oferta desses produtos poderia ser compensada com aumento da produtividade dessas culturas.

Também foram estimados os ganhos e os riscos financeiros da exploração madeireira na área a ser restaurada, onde, dependendo da espécie explorada e dos modelos adotados, os valores podem cobrir a receita média advinda da pecuária e, até mesmo, da agricultura. Contudo, faltam estudos de mercado para compreender a sensibilidade do preço ao incremento da oferta de madeiras nativas. Outro aspecto positivo é o incremento de empregos com o negócio da restauração, no qual a demanda por mão de obra para implantação e manutenção de reflorestamentos com espécies nativas pode chegar a 18 mil postos de trabalho por ano ao longo dos próximos 20 anos.

Sob a perspectiva dos serviços ambientais, foram abordados aspectos como potencial de sequestro de carbono por tipo de uso do solo, estimativas de estoque de carbono por bacia hidrográfica e quantificação do retorno financeiro através dos créditos de carbono.

De acordo com os dados gerados pela modelagem InVest, há um estoque de carbono no Estado do Espírito Santo estimado na ordem de 474 milhões de toneladas, ou seja, um estoque médio de 103 t C.ha⁻¹. Esse valor médio, considerado uma grande quantidade, deve-se à elevada cobertura de solo por florestas nativas e também aos plantios florestais de eucalipto e seringueira, que apresentam maior extensão de área cultivada. Juntos, a floresta nativa e os plantios florestais representam 65% do estoque de carbono estimado para o estado. Esse resultado traz um cenário bastante claro quanto à conservação de vegetação nativa: o desmatamento, além de gerar problemas relacionados à conservação e biodiversidade e todos os impactos relacionados a ele, tem grande peso nas emissões de gases de efeito estufa, uma vez que o corte de florestas nativas em estágio médio a avançado provocaria a emissão de 45% do total de estoque de carbono estimado para o estado.

Ainda quanto ao carbono, pela análise por bacia hidrográfica, verificou-se que as bacias do Rio Doce, São Mateus e Itapemirim concentram as maiores quantidades de carbono. Em termos proporcionais à área da bacia, Santa Maria da Vitória, Jucu, Guandu e Benevente apresentam as maiores quantidades, enquanto Itabapoana e São Mateus exibem as menores quantidades de carbono por área.



Os 3,5 milhões de habitantes do Estado do Espírito Santo dependem de mananciais de abastecimento público em grande parte degradados, resultando em risco crescente de desabastecimento. Com foco na disponibilidade hídrica, as análises de oferta e demanda de água levaram em consideração o cálculo do balanço hídrico e os pontos de captação dos mananciais de abastecimento público de água. O índice de comprometimento hídrico indicou trechos sensíveis em todo território do Estado do Espírito Santo, com uma concentração maior nas bacias ao norte do estado (Itaúnas e São Mateus) e na porção centro-norte (São José, Barra Seca e Santa Maria do Doce).

Também os mananciais que apresentaram quadro de maior criticidade encontram-se concentrados nas regiões central e norte do estado, sendo regiões caracterizadas por grandes áreas de depósitos sedimentares, que favorecem a agricultura intensiva existente no local, fortemente dependente da irrigação. Medidas de uso racional da água na agricultura deveriam ser priorizadas nessas áreas.

Modelos InVest para produção de água e taxa de entrega de sedimento foram utilizados para avaliar os serviços ecossistêmicos fornecidos pela paisagem. Com base nos resultados, foram propostos modelos alternativos de restauração para aumentar a renda das famílias rurais.

Os locais com maior potencial de restauração foram selecionados com base na meta de 80 mil hectares estabelecido pelo Programa Reflorestar. Como complemento, e também pensando em um cenário com maiores oportunidades para restauração no estado, também foi gerada uma avaliação para restauração de 200 mil hectares. De acordo com os resultados encontrados, as principais bacias hidrográficas com maiores necessidades de ações de restauração são as de São Mateus e Itaúnas, ambas localizadas na porção norte do estado, região que apresenta também os menores índices de cobertura florestal natural encontrada. A região norte do estado concentra muitas atividades agrícolas, como cultivo de mamão, que utiliza grande quantidade de água para irrigação, e também extensas áreas de pastagem. A bacia do Itapemirim e a sub-bacia São José, localizada na bacia do Rio Doce, também concentram grandes quantidades de áreas degradadas cobertas sobretudo por pastagens.

Para avaliar o potencial impacto da restauração nas áreas mais sensíveis quanto à produção de sedimentos foram testados cenários de restauração, e verificou-se a redução do sedimento potencialmente exportado para os cursos d'água. Tal diminuição afeta positivamente a oferta de água em quantidade e qualidade e tem consequências diretas na economia financeira do estado com o tratamento de água.

No cenário de restauração de 500 hectares na bacia do Mangaraí, observou-se retenção de 15%, equivalente a aproximadamente 30 mil toneladas de sedimento, em relação ao sedimento exportado com o atual uso do solo. Quando se dobra esse esforço para 1.000 hectares, observa-se que a taxa de sedimentos exportados decresce de 15% para 19%, ou seja, um decréscimo pouco significativo frente a um enorme esforço de restauração.

Dessa maneira, a identificação e a quantificação apropriadas das áreas a serem restauradas podem levar a uma maior contribuição na redução da quantidade de sedimento carreados para os cursos d'água, além de ajudarem a otimizar esforços, proporcionando melhor alocação de recursos e obtenção de melhores resultados para a estratégia de restauração em larga escala e para o gerenciamento das bacias hidrográficas de maneira geral.

15 RECOMENDAÇÕES

A implementação da restauração deverá ocorrer integrada a programas de incentivo à adoção de tecnologias e boas práticas produtivas, especialmente na pecuária, que detém dois terços da área total a recompor.

A recuperação das bacias de captação de água para abastecimento público também se mostra urgente, devido ao risco que as comunidades correm diante do cenário de intensa crise hídrica vivenciado nos últimos anos, devendo o estado direcionar ações para a recuperação dessas áreas.

Com as informações acerca do estoque de carbono geradas neste documento será possível construir estratégias para alcançar mercados internacionais de negócios de carbono, assim como assegurar a contribuição estadual às metas do Brasil em acordos internacionais. Em menor escala, esses dados também são importantes para definição de estratégias de ação para implantação de projetos de restauração ou, então, de outros sistemas de uso do solo mais amigáveis em relação à emissão de gases de efeito estufa, como é o caso dos sistemas agroflorestais.

Outras recomendações oriundas da interpretação dos resultados do projeto e de discussões dos grupos de trabalho com os principais interessados no processo são apontadas a seguir:

- Capacitar projetistas voltados a linhas de crédito ligadas à economia florestal;
- Identificar formas de acessar o mercado de carbono e investidores;
- Identificar investidores para restauração com finalidade econômica (exemplo: fundos de investimentos);
- Desenvolver e consolidar modelos agroflorestais adaptados às diferentes regiões do estado de acordo com as áreas priorizadas (levando-se em consideração produção econômica local, altitude, fitofisionomias etc.);
- Incorporar a priorização das áreas nas políticas públicas do estado;
- Fortalecer bases legais por meio da: i) regulamentação de SAFs e exploração florestal em APP e ii) simplificação dos processos para aprovação de exploração florestal, cuja implementação tenha sido apoiada e fomentada pelo estado.

Por fim, acredita-se que a restauração de paisagens florestais pode contribuir para a manutenção dos recursos hídricos tanto para o abastecimento humano quanto para a agricultura e possibilita uma fonte de renda adicional através da exploração dos recursos madeireiros e não madeireiros das áreas em processo de restauração.

AMARAL, Uirá. 2011. Acúmulo de nutrientes e estoque de carbono pelo abacaxizeiro 'Pérola' submetido a diferentes lâminas de irrigação. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros. Janaúba, 66p.

ARES, A.; BONICHES, J.; MOLINA, E.; YOST, R.S. *Bactris gasipaes* agroecosystems for heart-of-palm production in Costa Rica: change in biomass, nutrient and carbon pools with stand age and plant density. *Field Crops*, 74:13-22, 2002.

BAPTISTELLA, C. S. L. Análise comparativa da heveicultura no estado de São Paulo, 1995/96 e 2007/08. Anais do 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 26 a 30 de julho de 2009, Porto Alegre/RS.

BENINI, R. M., SOSSAI, M. F., PADOVEZI, A. & MATSUMOTO, M. H. Plano Estratégico da Cadeia da Restauração Florestal: o Caso do Espírito Santo. Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para implementação da nova Lei. Ipea. 2016. p. 1-26.

BRANCALION, P., RODRIGUES, R., GANDOLFI, S. 2015. Restauração Florestal. Oficina de textos.

BRASIL. 2012. Código florestal. Lei n. 12.651 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 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 n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 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>.

BRITEZ, R. M.; BORGIO, M.; TIEPOLO, G.; FERRETI, A.; CALMON, M. & HIGA, R. Estoque e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na Floresta Atlântica do sul do Brasil. Colombo, Embrapa Florestas, 2006.

BROWN, S. 2002. Measuring, monitoring, and verification of carbon benefits for forest-based projects. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, 360: 1669-1683.

CEDAGRO. 2014. Custo de produção das culturas agrícolas e pecuária. Disponível em: <http://www.cedagro.org.br/coeficiente_planilhas.php>.

CEDAGRO. 2014. Custo da restauração em diferentes condições. Disponível em: <http://www.cedagro.org.br/coeficiente_planilhas.php>.

CEPEA. s.d. Preço da arroba e do leite em 2014. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>.

CHOHFI, F. M. Balanço, análise de emissão e sequestro de CO₂ na geração de eletricidade excedente no setor sucro-alcooleiro, Itajubá, 2004, Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, 81p.

CLARK, D. B.; CLARK, D. A. 2000. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain Forest. *Forest Ecology and Management*, 137: 185-198.

COLE, T. G.; EWEL, J. J. Allometric equations for four valuable tropical tree species. *Forest Ecology and Management*, v. 229, p. 351-360, 2006.

ESPÍRITO SANTO. Decreto n. 2529-R, de 2 de junho de 2010. Institui Corredores Ecológicos Prioritários do Espírito Santo no Âmbito do Corredor Central da Mata Atlântica. *Diário Oficial do Espírito Santo*. Vitória, 2007.

ESPÍRITO SANTO. Decreto n. 2530-R, de 2 de junho de 2010. Identifica Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Estado. *Diário Oficial do Espírito Santo*. Vitória, 2007.

FERNANDES, T.; SOARES, C.; JACOVINE, L. & ALVARENGA, A. Quantificação do carbono estocado na parte aérea e raízes de *Hevea sp.*, aos 12 anos de idade, na Zona da Mata Mineira. *Rev. Árvore* [online]. 2007, vol. 31, n. 4, pp. 657-665. ISSN 1806-9088.

FRANCISCO, V. L. F. S., BUENO, C. R. F., CASTANHO FILHO, E. P., VICENTE, M. C. M.; BAPTISTELLA, C. S. L. Análise comparativa da heveicultura no estado de São Paulo, 1995/96 e 2007/08. *Anais do 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 26 a 30 de julho de 2009, Porto Alegre/RS.

FNP. 2014. Anuário da agricultura - Agrianual. Preço de terra por município.

GATTO, A. et al. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1069-1079, jul/ago 2010.

GEHRING, C.; ZELARAYÁN, M. L. C; ALMEIDA, R. B.; MORAES, F. H. R. 2011. Allometry of the babassu palm growing on a slash-and-burn agroecosystem of the eastern periphery of Amazonia. *Acta Amaz* 41:333- 340.

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

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

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

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

IBGE. s.d. Produtos da lavoura permanente e temporária nos estabelecimentos agropecuários, segundo indicadores da agricultura familiar e não familiar. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>.

IBGE, 2016. Brasil em Síntese: território. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>>. Acessado em 11 de abril de 2016.

IEMA. 2014. Mapa de hidrografia. IEMA. 2014. Mapa de uso do solo.



IIS. 2015. Análise econômica de uma pecuária mais sustentável. Disponível em: <<http://www.iis-rio.org/media/publications/relatorio-BC-FINAL.pdf>>.

IPEF; ATRIOS. 2014. Preço da madeira no estado de São Paulo. Comunicação pessoal por e-mail.

IPEMA. 2005. Conservação da Mata Atlântica No Estado do Espírito Santo: cobertura florestal e unidades de conservação. Vitória: IPEMA. 152 p.

MARINHO, J. P.; SECAF, B. S.; HIRAMOTO, T. E.; AMARAL, W. A. N. (2008). Alterações nos estoques de carbono no solo e na biomassa a partir da expansão da cana-de-açúcar. 16º SIICUSP – Simpósio Internacional de Iniciação Científica.

MENDES, T.; CONCEIÇÃO, M. S. MUNIZ, E. 012. Conceitos básicos sobre mudança do clima: causas, mitigação e adaptação 33p. (Monografia do BID ; 326). Banco Interamericano de Desenvolvimento. Divisão de Mudança do Clima e Sustentabilidade. IV. Título. V. Série.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. O Corredor Central da Mata Atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade / Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica – Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Conservação Internacional, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA n. 9, de 23 de janeiro de 2007, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidades e Florestas. Brasília: MMA, 2007.

NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 172, p. 10-23, 2009.

PEARSON, T.; WALKER, S; BROWN, S. 2005. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. BioCarbonFund and Winrock International. Disponível em: <http://www.winrock.org/ecosystems/files/Winrock-BioCarbon_Fund_Sourcebook-compressed.pdf>.

PETRI, Detony José Calenzani; BERNINI, Elaine; SOUZA, Leandro Marelli de and REZENDE, Carlos Eduardo. Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES. *Biota Neotrop*. [online]. 2011, v. 11, n. 3, pp. 107-116. ISSN 1676-0603.

SAMPAIO, P. S. P.; Nakasato, M. V.; Fatori, L. F.; Coelho, J. M. S.; Hernandez, L. M. Modelos preditores de fitomassa dos ecossistemas de restinga, manguezal e campos úmidos. (2007), relatório do “Programa Preditores de Biomassa de Manguezais” – EMBRAPORT. Santos/SP.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B.; NOVAIS, R. F. Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 697-706, jul./ago. 2008.

SILVA, M. A. B; BERNINI, E.; CARMO, T. M. S. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 2005, v. 19, n. 3, pp. 465-471.

SOARES-FILHO, B. et al. 2014. Cracking Brazil’s Forest Code. Science Policy Forum. Disponível em: <[http://esalqlastrop.com.br/img/aulas/Texto%20-%20Cumbuca%201\(3\).pdf](http://esalqlastrop.com.br/img/aulas/Texto%20-%20Cumbuca%201(3).pdf)>.

TNC. 2014. Mapa de base fundiária projetada com dados do censo 2006. Comunicação pessoal por e-mail.

ANEXO 1

METODOLOGIA DO COMPONENTE ECONÔMICO

1 ESTIMATIVAS DE APP A RESTAURAR

Para estimar a APP a ser restaurada, inicialmente cruzamos o mapa de hidrografia do Estado do Espírito Santo com a base fundiária projetada a partir dos dados dos setores censitários do Censo Agropecuária 2006, do IBGE. Após isso, calculamos o buffer dos rios em função do tamanho dos imóveis onde o trecho do rio está localizado. O tamanho das faixas de mata ciliar a serem preservadas varia conforme descrito na Tabela 1.1. A definição das áreas preservadas ou a recompor foi feita a partir do cruzamento com o mapa de cobertura do solo de 2008. Todas as análises espaciais foram rodadas no software ArcGIS.

Tabela 1.1 Área de floresta a ser preservada em torno de rios em função do tamanho do imóvel rural. No Brasil, o módulo fiscal varia de 5 a 100 hectares, dependendo do município.

MÓDULO FISCAL	APP A SER PRESERVADA (METROS)
Até 1	5
1 a 2	8
2 a 4	15
4 a 10	20
Acima 10	30

2 ANÁLISES ECONÔMICAS

A avaliação do componente econômico levou em consideração algumas análises de custos e ganhos com a restauração de paisagens florestais:

CUSTO-BENEFÍCIO. Para a análise de custo-benefício, teve-se como base a análise do retorno financeiro de modelos de restauração com fins econômicos (exemplo: madeira). A partir dessas análises, são gerados indicadores, como o valor presente líquido anualizado (VPLa).

CÁLCULO DO VPL DA MADEIRA EM RESTAURAÇÃO COM FINS ECONÔMICOS. Em análises financeiras, o valor presente líquido (VPL) é um indicador comumente utilizado para avaliar retorno líquido do capital em um período de tempo determinado para o projeto, em valores atuais. Contudo, aqui foi utilizada uma variação do VPL simples, o VPL anualizado (VPLa), que representa o ganho em valores equivalentes anuais. A opção de utilização do VPLa no lugar do VPL advém da necessidade de comparar o retorno da madeira com outros usos da terra que apresentam diferentes ciclos de produção e avaliação do retorno, como a agricultura,



que tem ciclos anuais. A partir dessa comparação, é possível entender qual a competitividade da exploração madeireira na restauração. A taxa de juros considerada como custo de oportunidade foi 6% ao ano.

CÁLCULO DO RISCO FINANCEIRO POR MEIO DO MÉTODO DE MONTE CARLO. A análise de risco avaliou a probabilidade de lucro da exploração madeireira nos diferentes modelos propostos. Para mensurar o quanto os indicadores econômicos utilizados pelo modelo são sensíveis às incertezas, foi utilizada uma abordagem estocástica do tipo Monte Carlo. Nessa abordagem, foram selecionadas as variáveis de maior impacto no modelo: preço de venda da madeira e produtividade. Para cada uma delas foi selecionado um valor aleatório a ser utilizado no cálculo do VPL. O intervalo de preços mínimo e máximo foi definido a partir das informações de preço praticado no mercado (Tabela 2.1), repassados pela IUCN. A variação da produtividade foi de 20% sobre a média apresentada na Tabela 11. A seleção aleatória do valor é repetida em cada modelo de restauração 1.000 vezes e, após esse processo, verificou-se quantas vezes a fazenda apresentou prejuízo (VPL negativo), logo, a probabilidade percentual de viabilidade.

Tabela 2.1 – Preços mínimos e máximos de madeira praticados no mercado.

MADEIRA	PREÇO MÍNIMO (R\$/M³)	PREÇO MÁXIMO (R\$/M³)
Angico-vermelho	59	437
Jequitibá	61	455
Louro-pardo	113	837

CUSTO DE OPORTUNIDADE. A avaliação do custo de oportunidade em áreas destinadas à restauração inclui os investimentos na restauração mais a receita perdida com essas áreas produtivas. Para tais análises, utilizamos os preços de terra (R\$/hectare) disponibilizados pela Cedagro, valor total da produção (R\$ total/município) fornecido pelo IBGE para cada cultura e receita líquida por atividade. Esta foi calculada a partir dos dados de custos (R\$/hectare) e receita total estimada a partir do preço e produtividade das culturas agrícolas (Cepea e IBGE).

Por fim, também foram mensurados os **ganhos em escala da restauração**, uma estimativa de geração de emprego e renda com a economia da restauração que levou em consideração o número de empregos total e o incremento na renda de pequenas propriedades rurais via SAF.

ANEXO 2

METODOLOGIA DO COMPONENTE ÁGUA

Para avaliação do componente água, foram feitas três análises (só há duas indicadas abaixo) que poderão ajudar na identificação de áreas prioritárias para o restauro florestal no Estado do Espírito Santo.

- I) Cálculo do balanço hídrico, a fim de identificar áreas de déficit hídrico;
- II) Identificação dos mananciais de abastecimento público e suas respectivas bacias de drenagem.

1 ÍNDICE DE COMPROMETIMENTO HÍDRICO POR TRECHO

Para a análise da disponibilidade hídrica para o Estado do Espírito Santo, foi utilizado estudo de regionalização de vazão realizado pelo lema e avaliadas as outorgas de direito de uso da água emitidas para o Estado do Espírito Santo até dezembro de 2014 (lema, 2008). Foram consideradas apenas as outorgas de uso consuntivo, ou seja, aquelas de usos que de fato consomem água sem retorno para o sistema, como irrigação, abastecimento público, uso industrial e outros.

O **índice de comprometimento hídrico** (ICH) para cada trecho foi calculado da seguinte forma:

$$ICH \text{ do trecho} = \text{Volume outorgado} / \text{Volume outorgável}$$

Sendo:

- Volume outorgado equivalente à soma dos valores das outorgas emitidas pela Agerh por trecho (em l/s) – somente uso consuntivo
- Volume outorgável equivalente a 50% da vazão de referência (Q90) do trecho (em l/s)

Esse índice foi classificado a partir do percentual de comprometimento de cada trecho, sendo:

Azul = 0%

Verde = > 0-25%

Amarelo = > 25-50%

Laranja = > 50-100%

Vermelho = > 100%

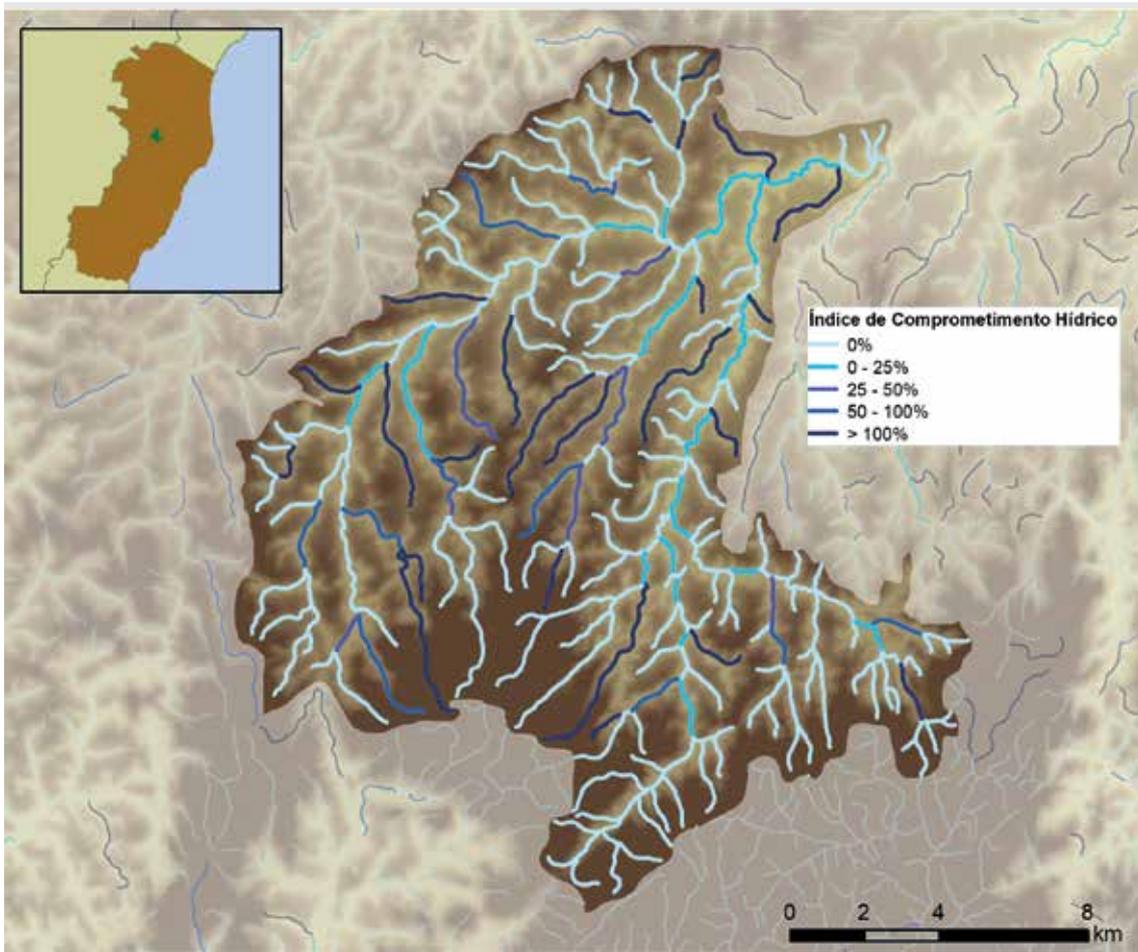


Figura 1 Imagem demonstrativa dos cursos d'água e seus índices de comprometimento hídrico. Localização: Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

2 NÍVEL DE COMPROMETIMENTO HÍDRICO POR OTTO BACIA

Para definir o grau de prioridade de cada área a partir do ICH, foi dado um peso para cada classe de comprometimento hídrico, ficando ordenado da seguinte forma:

ICH 0 – Peso 0

ICH > 0-25% – Peso 1

ICH > 25-50% – Peso 2

ICH > 50-100% – Peso 3

ICH > 100% – Peso 4

Assim, os trechos de maior comprometimento hídrico apresentaram peso maior na classificação. Dados os pesos a cada trecho, foi feita a soma de todos os valores dentro dos limites de cada Otto bacia nível 5¹², sendo a mais prioritária a que obteve a maior soma.

⁸ O método de classificação de Otto bacias foi desenvolvido baseado na configuração do sistema natural de drenagem. Tal método permite dividir a drenagem em bacias hidrográficas, contendo maior ou menor detalhe.

ANEXO 3

METODOLOGIA DO COMPONENTE CARBONO

As estimativas de estoque de carbono na área de abrangência do modelo gerado, que englobou todas as bacias hidrográficas do Espírito Santo, foram pautadas em valores de categorias de uso da terra cujas medições ocorreram no estado ou proximidades. Para casos onde isso não era possível, foram utilizadas referências de uso da terra equivalentes às encontradas no Espírito Santo feitas Brasil. Foram utilizados os valores apresentados nos trabalhos de Chohfi (2004), Silva et al. (2005), Brites et al. (2006), Sampaio et al. (2007), Fernandes et al. (2008), Marinho et al. (2008), Santana (2008), Francisco et al. (2009), Gatto et al. (2010), Amaral (2011) e Petri et al. (2011). Esses trabalhos abordaram a biomassa acima do solo para abacaxi, café, cana-de-açúcar, floresta nativa, mangues, vegetação nativa em regeneração, pastagem, silvicultura (eucalipto, pinho e seringueira) e restinga. Para floresta nativa, vegetação nativa em regeneração, pasto e silvicultura (pinho e seringueira) também foram obtidos os valores de biomassa abaixo do solo. Dados sobre carbono no solo foram obtidos para floresta nativa e plantio de eucalipto. Todas essas informações estão detalhadas na Tabela 1.

Os valores de carbono para a agricultura foram estimados extrapolando-se os valores conhecidos (como foi o caso de abacaxi e cana-de-açúcar) e comparando-se qualitativamente hábitos de crescimento e potencial da biomassa. Os valores finais foram baseados nessas estimativas qualitativas.

Várias categorias de uso de solo, no entanto, não dispunham de valores de estoque de carbono locais ou regionais. Para esses casos, foi utilizado o referencial do Banco de Dados de Parâmetros Biofísicos do Projeto Natural Capital¹³.

Para as categorias de uso de solo com pouca ou nenhuma cobertura vegetal (ou seja, afloramentos rochosos, extração mineral, corpos de água, cavernas etc.), os valores de carbono foram considerados próximos de zero, a menos que houvesse dados disponíveis no banco de dados do Natural Capital.

Tabela 1 – Valores de referência de carbono para categorias de uso de solo aplicadas na modelagem InVest para o Espírito Santo.

CATEGORIA DE USO DE SOLO	CARBONO				REFERÊNCIA
	ACIMA DO SOLO	ABAIXO DO SOLO	SOLO	MATÉRIA MORTA	
Afloramento rochoso	5	5	2	2	Natural Capital
Área edificada	5	5	15	2	Natural Capital
Brejo	35	2	10	1	Natural Capital

¹³ http://naturalcapitalproject.org/pubs/BiophysicalParameter_database_7_Jun_2013.accdb

CATEGORIA DE USO DE SOLO	CARBONO				REFERÊNCIA
	ACIMA DO SOLO	ABAIXO DO SOLO	SOLO	MATÉRIA MORTA	
Campo rupestre/altitude	0	5	0	1	Natural Capital
Cultivo agrícola – abacaxi	45	20	10	5	Amaral, 2011
Cultivo agrícola – banana	50	20	10	5	Natural Capital
Cultivo agrícola – café	34	20	10	5	Natural Capital
Cultivo agrícola – cana-de-açúcar	34	20	10	5	Chohfi 2004
Cultivo agrícola – coco-da-baía	30	20	10	5	Natural Capital
Cultivo agrícola – mamão	50	20	10	5	Natural Capital
Cultivo agrícola – outros cultivos permanentes	50	20	10	5	Natural Capital
Cultivo agrícola – outros cultivos temporários	50	20	10	5	Natural Capital
Extração mineração	5	5	15	2	Natural Capital
Macega	34	2	10	1	Natural Capital
Mangue	83	3	50	5	Silva et al., 2005; Britez et al., 2006; Sampaio et al., 2007; Petri et al., 2011
Massa d'água	0	0	0	5	Natural Capital
Mata nativa	119	4	170	12	Britez et al., 2006
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	26	2	40	7	Britez et al., 2006
Outros	30	30	30	5	Natural Capital
Pastagem	2	1	36	4	Marinho et al., 2008
Reflorestamento – eucalipto	134	20	120	5	Britez et al., 2006; Santana et al., 2008; Gatto et al., 2010
Reflorestamento – pinus	60	16	20	5	Britez et al., 2006
Reflorestamento – seringueira	44	19	20	5	Fernandes et al. (2008), Francisco et al. (2009)
Restinga	73	40	35	5	Britez et al., 2006; Sampaio et al., 2007
Solo exposto	5	5	15	2	Natural Capital

A partir desses valores, foram estimadas as quantidades de carbono por tipo de uso de solo e também por bacia hidrográfica. Foram elaborados cenários para indicação do potencial acúmulo de carbono para biomassa acima do solo considerando a conversão de pastagem e agricultura para floresta por meio de restauração da vegetação, seguindo-se as metas

propostas pelo Reflorestar. Também foi utilizada a extensão de áreas de preservação permanente (APP) a serem recuperadas para projeção do provável estoque de carbono contido na biomassa acima do solo a ser alcançado. Essas estimativas foram feitas com base em dados de acúmulo de carbono e incremento médio anual para biomassa acima do solo compilados por Gusson & Santos (2006). Os dados referem-se a áreas restauradas em São Paulo, com utilização de espécies nativas em Floresta Estacional Semidecidual. Esses autores usaram a equação geral úmida e equações de volume desenvolvidas por Brown et al. (1997) e Campos (2001), respectivamente. Como não há dados compilados para outras formações na região, optou-se por utilizar esses valores, uma vez que: a) a Floresta Estacional Semidecidual é a segunda principal fisionomia vegetacional do estado, com distribuição original ocorrendo em 23% do território, superada pela Floresta Ombrófila Densa, com 68,5% do território (Ipema, 2005), e b) as quantidades de carbono nela estocadas são menores do que na Floresta Ombrófila Densa (Britez et al., 2006), o que proporciona uma análise mais conservadora. Do cálculo de estimativa de estoque, foram subtraídos os valores de emissões de correntes de uso potencial de fertilizantes nas áreas submetidas a plantio total (total de 11,9 t C.ha⁻¹, para o período de plantio) e de expectativa de fuga de carbono (leakage¹⁴, total de 32,6 t C.ha⁻¹).

14 A fuga de carbono é o aumento de emissões de GEE que ocorre fora do limite de projeto, ação ou política de mitigação que, ao mesmo tempo, seja mensurável e atribuível a ele (Mendes et al., 2012).

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Link Editoração

IMPRESSÃO

Gráfica e Editora GSA

REVISÃO ORTOGRÁFICA

Ariani Caetano



Proteger a natureza é preservar a vida.



INSTITUTO
INTERNACIONAL PARA
SUSTENTABILIDADE

IIS

AGÊNCIA BRASILEIRA DO ISBN
ISBN 978-85-67907-16-1



9 788567 907161

