

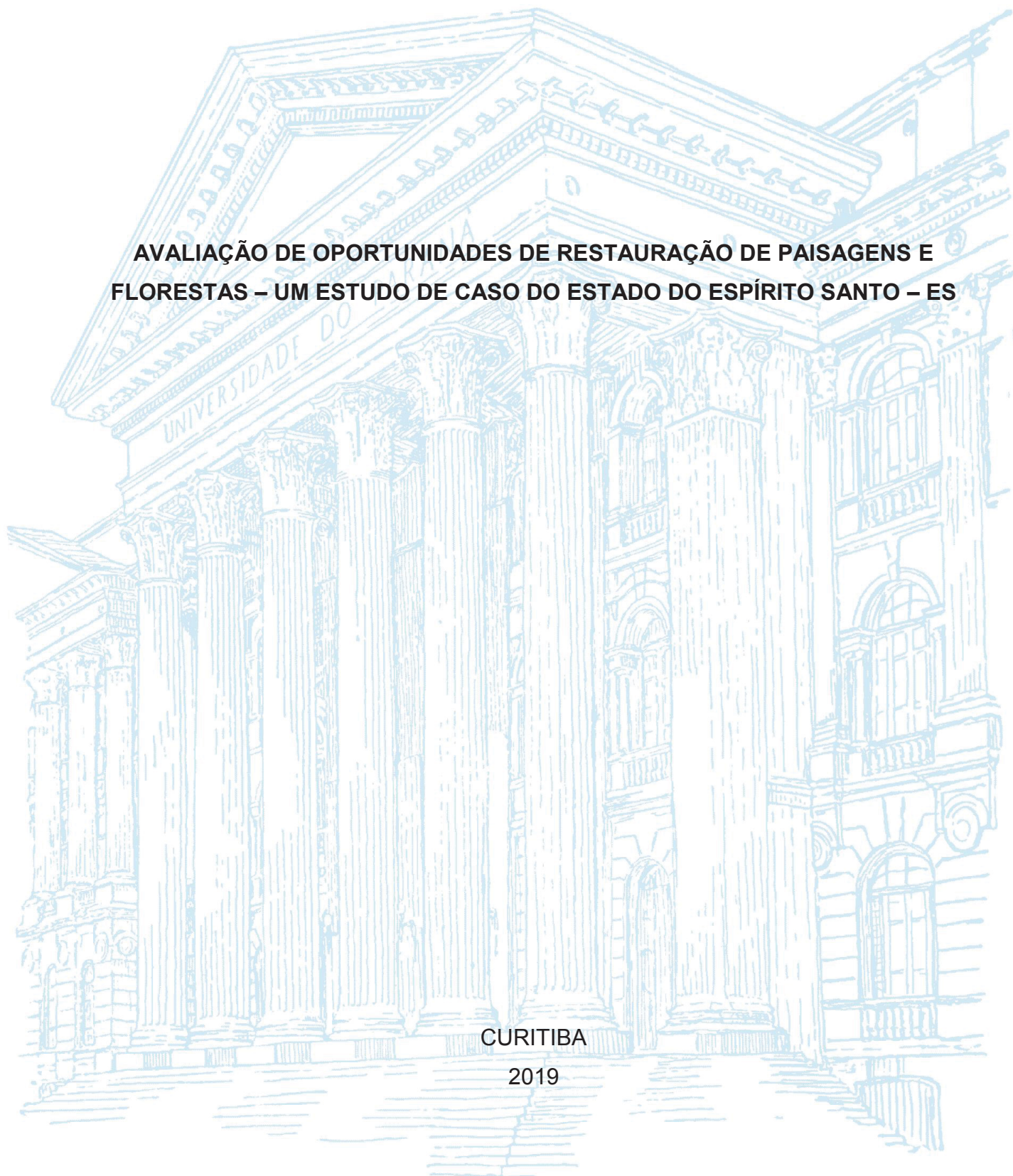
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VINICIUS DE ARAÚJO KLIER

**AVALIAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS E FLORESTAS – UM ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – ES**

CURITIBA

2019



VINICIUS DE ARAÚJO KLIER

AVALIAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS E  
FLORESTAS – UM ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – ES

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Florestas.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo

CURITIBA

2019

AVALIAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS E  
FLORESTAS – UM ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – ES

ASSESSMENT OF FOREST LANDSCAPE RESTORATION OPPORTUNITIES – A  
CASE STUDY ON THE ESPIRITO SANTO STATE

## **AGRADECIMENTOS**

À União Internacional para Conservação da Natureza (UICN) pelo trabalho desenvolvido conjuntamente entre 2015 e 2017 através de consultoria técnica na agenda de restauração de paisagens e florestas em larga escala no Brasil.

Às instituições parceiras: WRI Brasil, The Nature Conservancy (TNC), Instituto BioAtlântica (IBio), Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS) e Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (SEAMA-ES).

Aos colegas de trabalho e coautores do relatório que deu origem a este documento: Marcos Sossai (SEAMA-ES), Miguel Moraes (UICN), Craig Beatty (UICN), Aurélio Padovezi (WRI Brasil), Marcelo Matsumoto (WRI Brasil), Alisson Lopes (IBio), Thiago Belote (IBio), Daniel Silva (IIS), Jerônimo Boelsums (IIS), Marília Borgo (TNC), Rubens Benini (TNC) e Vanessa Girão (TNC).

Aos governos da Noruega e do Reino Unido por financiar o projeto da UICN que deu origem a este documento através dos programas Accelerating Action e KNOWFOR.

À Universidade Federal do Paraná, professores e funcionários vinculados à PECCA e ao curso de pós-graduação em Gestão Florestal, e, por fim, ao meu orientador Alessandro Camargo Angelo.

## RESUMO

A Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM) permite identificar oportunidades, analisar dados e promover a restauração de paisagens e florestas. Este trabalho tem como objetivo apresentar e discutir o estudo de caso da aplicação da ROAM no Estado do Espírito Santo, destacando seu potencial em fornecer dados analíticos relevantes para a construção de planos de ação a fim de auxiliar os tomadores de decisão no desenvolvimento de políticas públicas voltadas à restauração de paisagens e florestas. A existência de um cenário favorável à restauração deve-se primeiramente ao engajamento e articulação da secretaria de meio ambiente, através do Programa Reflorestar, com diversos atores locais, instituições governamentais e instituições ambientais locais e internacionais. Os principais resultados obtidos nas análises econômicas foram de custo de oportunidade e dos benefícios com a exploração econômica da restauração. De acordo com os resultados da ROAM o Espírito Santo possui 494 mil hectares de passivo em área de preservação permanente o que demandará investimento aproximado de R\$ 6 bilhões nos próximos 22 anos. Segundo a modelagem InVEST, há um estoque de carbono no Estado do Espírito Santo estimado na ordem de 474 milhões de toneladas. Também foram utilizados os modelos InVEST: Produção de Água e Taxa de Entrega de Sedimento, para avaliar os serviços ecossistêmicos fornecidos pela paisagem. A seleção das áreas prioritárias para restauração representa grande potencial de contribuição na redução da quantidade de sedimentos transportados para os cursos d'água e na identificação de áreas sensíveis para a conservação hídrica.

Palavras-chave: ROAM. Restauração de paisagens e florestas. Análise econômica. Áreas prioritárias. Carbono. Espírito Santo.

## ABSTRACT

The Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM) allows identifying opportunities, analyzing data and promoting restoration of landscapes and forests. This piece of work aims to present and discuss the application of ROAM in the Espírito Santo state. It highlights ROAM's potential to provide relevant analytical data for the development of action plans to help decision makers to develop public policies for the restoration of landscapes and forests. The engagement of the environment secretary, through the *Reflorestar* programme, with local stakeholders, governmental institutions and local and international organisations creates an enabling environment for restoration. The main results found from the economic analysis were related to the opportunity costs and benefits from the economic exploitation of restoration. According to ROAM application's results, the Espírito Santo encompasses 494,000 hectares of preserved lands. Restoring this area will imply in the investment of approximately BRL 6 billion in the next 22 years. InVEST modelling shows that there is around 474 million tons of carbon stocks in the Espírito Santo state. Other InVEST models have also been applied: Water yield, Sediments delivery ratio, to assess the ecosystems services provided by the landscape. The selection of the priority areas for restoration represents a great potential contribution to the reduction of the amount of sediments delivered to the water flows, and to the identification of sensitive areas for water conservation.

Keywords: ROAM. Forest landscape restoration. Economic analysis. Priority areas.  
Carbon. Espírito Santo State.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – CATEGORIAS DE USO DO SOLO MAPEADAS PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.....	18
FIGURA 3.1 – MAPA DE VALOR DA TERRA (CUSTO DE OPORTUNIDADE) NO ESPÍRITO SANTO, EM FUNÇÃO DOS MUNICÍPIOS E USO DO SOLO.....	28
FIGURA 3.2 – VPL ANUALIZADO DA EXPLORAÇÃO MADEIREIRA EM DIFERENTES MODELOS DE RESTAURAÇÃO E RISCO DE FINANCEIRO EM FUNÇÃO DE VARIAÇÕES DO PREÇO E PRODUTIVIDADE.....	30
FIGURA 3.3 - QUANTIDADE DE CARBONO POR BACIA HIDROGRÁFICA GERADO POR MEIO DA ANÁLISE INVEST PARA O ESPÍRITO SANTO, BRASIL (DEZEMBRO/2015).....	33
FIGURA 3.4 - RESULTADO DAS ANÁLISES DO INVEST PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. TAXA DE SEDIMENTO RETIDO (SEDIMENT RETENTION INDEX), A ESQUERDA; E PRODUÇÃO DE ÁGUA (WATER YIELD), A DIREITA.....	35
FIGURA 3.5 - ÁREA POTENCIAL PARA RESTAURAÇÃO CONSIDERANDO O CENÁRIO DE 80 MIL HECTARES COMO META DO PROGRAMA REFLORESTAR.....	36

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – BASE DE DADOS DE REFERÊNCIA UTILIZADA PARA AS ANÁLISES DA ROAM NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.....	17
TABELA 2.2 – PREÇOS MÍNIMO E MÁXIMO DE MADEIRA PRATICADOS NO MERCADO.....	20
TABELA 2.3 - VALORES DE REFERÊNCIA DE CARBONO PARA CATEGORIAS DE USO DE SOLO APLICADAS NA MODELAGEM INVEST PARA O ESPÍRITO SANTO.....	22
TABELA 2.4 - PRINCIPAIS FATORES ASSOCIADOS À DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.....	24
TABELA 3.1 - ESTIMATIVA DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE, EM HECTARES, NO ESPÍRITO SANTO.....	26
TABELA 3.2 - CUSTO DE OPORTUNIDADE, ANO BASE 2008, NO ESPÍRITO SANTO.....	29
TABELA 3.3 - RENDA MÉDIA ANUAL (R\$/HA) EM DIFERENTES ATIVIDADES RURAIS.....	31
TABELA 3.4 - ESTOQUES DE CARBONO POR CATEGORIA DE USO DE SOLO NO ESPÍRITO SANTO.....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABC – Programa Agricultura de Baixo Carbono

AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CEDAGRO – Centro de Desenvolvimento do Agronegócio

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

COP – Conferência das Partes das Nações Unidas

FNO – Fundo Constitucional de Financiamento do Norte

GEE – Gases do Efeito Estufa

GPFLR – *The Global Partnership on Forest and Landscape Restoration* (Parceria Global para Restauração de Paisagens e Florestas)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IISD – *International Institute for Sustainable Development* (Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável)

IUCN - *International Union for Conservation of Nature* (União Internacional para Conservação da Natureza)

REDD - Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal

ROAM – *Restoration Opportunities Assessment Methodology*

RPF – Restauração de Paisagens e Florestas

SEAMA-ES - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo

SIG – Sistema de Informação Geográfica

WRI – *World Resources Institute* (Instituto de Recursos Mundial)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	12
1.1.1 O que é ROAM? .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	14
1.2.1 Objetivos específicos.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA .....	15
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 GOVERNANÇA.....	16
2.2 BASE DE DADOS .....	16
2.2.1 Dados cartográficos .....	17
2.3 SOCIOECONÔMICO .....	18
2.4 POTENCIAL SEQUESTRO DE CARBONO.....	20
2.5 PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO.....	23
<b>3 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
3.1 A IMPORTANCIA DOS BENEFICIOS ECONÔMICOS DA RESTAURAÇÃO .....	26
3.1.1 Custo de Oportunidade .....	27
3.1.2 Custo-benefício da Restauração .....	29
3.1.3 Opções de financiamento.....	31
3.2 CARBONO, UMA OPORTUNIDADE .....	31
3.2.1 Ganho em estoque de carbono – cenário Programa Reflorestar .....	33
3.3 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO .....	34
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
4.1 RECOMENDAÇÕES .....	38
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As abordagens de reflorestamento utilizadas pelo setor florestal nos trópicos, baseadas na utilização de poucas espécies arbóreas não-nativas e com foco em maior produção, não foram eficientes na solução dos problemas da perda e degradação florestal. Como resposta ao fracasso na utilização deste modelo, surgiu o conceito de Restauração de Paisagens e Florestas (*Forest Landscape Restoration*, do inglês) (CHASDON et al. 2016, p.545). Este termo foi cunhado pela primeira vez no ano de 2000, em um encontro da comunidade florestal, em Segovia, Espanha (LAESTADIUS et al. 2015). Segundo o IISD (2002 apud LAESTADIUS et al. 2015) *Forest Landscape Restoration* é definido como um processo planejado com objetivo de recuperar a integridade ecológica e melhorar o bem-estar humano em paisagens florestais desmatadas ou degradadas.

Este novo conceito representou uma mudança na abordagem com foco no povoamento florestal em pequena escala para uma abordagem de paisagem incorporando múltiplas funções florestais provedora de meios de subsistência e serviços ecossistêmicos para populações locais (LAESTADIUS et al. 2015, p. 12).

Assim, a Restauração de Paisagens e Florestas (RPF) é o processo de reverter a degradação de solos, florestas e áreas agrícolas, recuperando a funcionalidade ecológica (BESSEAU, et al. 2018, p.4). Essencialmente, é um processo para melhorar a produtividade e capacidade da paisagem em atender as necessidades das pessoas e do meio ambiente de modo sustentável (BESSEAU, et al, 2018, p.4). 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.

A RPF é, portanto, uma solução 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 a todos em longo prazo.

De acordo com a Parceria Global para Restauração de Paisagens e Florestas (GPFLR<sup>1</sup>, da sigla em inglês), os princípios-chave da RPF são:

- Decisões como onde e o quê 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 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.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Alterações no uso da terra no Estado do Espírito Santo levaram à perda significativa da cobertura florestal com importantes consequências como crise hídrica, degradação dos solos e perda de biodiversidade. Estes impactos prejudicam a capacidade produtiva rural e comprometem o abastecimento público de água. Em 2016 o Espírito Santo enfrentou sua mais grave crise hídrica dos últimos 80 anos com mais de 30 municípios classificados como em situação crítica. Segundo a Agência Estadual de Recursos Hídricos, destes, 14 municípios chegaram ao nível “extremamente crítico” (AGERH, 2016).

A prevenção e mitigação dos impactos das alterações de uso do solo são questões prioritárias para o governo do Espírito Santo. Para enfrentar situações ambientais críticas como esta, o governo criou o Programa Reflorestar que representa um espaço estratégico para fomentar e estruturar a cadeia produtiva da restauração florestal.

O Programa Reflorestar, criado em 2011 e coordenado pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado (SEAMA-ES), tem como meta expandir a cobertura florestal de Mata Atlântica no Espírito Santo em 80 mil hectares até 2018. Tal meta também foi estabelecida, como contribuição do Estado do Espírito Santo, na Conferência das Partes (COP 20), ocorrida no Peru em 2014, por

---

<sup>1</sup> <http://www.forestlandscaperestoration.org/what-forest-and-landscape-restoration-flr>

países da América Latina e Caribe para restaurar e/ou evitar o desmatamento em 20 milhões de hectares (SEAMA, 2017).

Em 2015, essa meta foi formalmente adotada na Iniciativa 20x20, um compromisso regional para restaurar paisagens e evitar o desmatamento de 20 milhões de hectares de terras degradadas na América Latina até 2020. A Iniciativa 20x20, também apoia o Desafio de Bonn - um esforço global para restaurar 150 milhões de hectares de terras degradadas e desmatadas até 2020 e 350 milhões de hectares até 2030 (GPFLR, 2013; IUCN, 2017).

### 1.1.1 O que é ROAM?

A Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM) é uma ferramenta desenvolvida pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, da sigla em inglês) juntamente com o *World Resources Institute* (WRI) que permite identificar oportunidades, analisar dados e promover a restauração de paisagens de modo a aumentar a cobertura florestal, garantir segurança hídrica e atender à legislação ambiental vigente (IUCN e WRI, 2014).

A ROAM inclui uma série de componentes, tais como: mapeamento de oportunidades de restauração, avaliação econômica da restauração, análise de estoque de Carbono, diagnóstico dos fatores chave de sucesso, além da avaliação financeira da restauração (MAGINNIS et al. 2014). O material também inclui descrições destas ferramentas e componentes individuais, bem como orientação sobre como eles podem ser combinados e sequenciados para atender às diferentes necessidades.

Uma característica importante da ROAM é sua capacidade de adaptação aos diferentes contextos e realidades sociais, econômicas e ecológicas dos diversos países e regiões. Com isso, pode-se dar maior prioridade a determinadas análises em detrimento de outras. No momento diversos países na América e na África, como por exemplo, Brasil, México, Guatemala, Etiópia, Gana, Kenya e Ruanda (LAESTADIUS et al. 2015) estão utilizando esta ferramenta para auxiliar na tomada de decisão acerca da restauração de paisagens e florestas.

A ROAM pretende apoiar o desenvolvimento de estratégias e programas de restauração em nível subnacional e nacional, permitindo que países e estados

definem e assumam compromissos alinhados com aqueles assumidos globalmente – como por exemplo o Desafio de Bonn (IUCN e WRI, 2014).

Em termos gerais, a ROAM pode contribuir com: (i) a consolidação de dados mais embasados para a tomada de decisão 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.

De acordo com IUCN & WRI (2014), mais especificamente, os principais resultados da aplicação da ROAM são:

- Seleção dos tipos de intervenção de restauração mais relevantes e viáveis na área avaliada;
- Identificação das áreas prioritárias para restauração;
- Determinação dos custos e benefícios de cada tipo de intervenção;
- Estimativa do potencial carbono sequestrado e retorno financeiro;
- Diagnóstico dos fatores chave de sucesso; e
- Análise das opções de investimento e financiamento para a restauração na área avaliada.

## 1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar e discutir o estudo de caso da aplicação da ROAM no Estado do Espírito Santo, além de destacar seu potencial em fornecer dados analíticos relevantes para construir planos de ação a fim de auxiliar os tomadores de decisão a desenvolverem políticas públicas voltadas à restauração de paisagens e florestas.

### 1.2.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são apresentar e discutir os principais resultados gerados pela ROAM para o Estado do Espírito Santo. Mais especificamente:

- i) Identificar áreas prioritárias para restauração no Espírito Santo;
- ii) Estimar o valor do carbono sequestrado e estocado;
- iii) Analisar custos e benefícios da restauração; e
- iv) Analisar opções de investimento e financiamento para restauração;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A restauração de paisagens e florestas representa importante mecanismo de transformar extensas áreas degradadas e desmatadas em ativos ambientais que possam contribuir com o sequestro de carbono, produção de água em quantidade e qualidade, conservação da biodiversidade e fortalecimento da produção de alimentos e da economia local.

O sucesso da restauração em larga escala depende fundamentalmente do planejamento das ações, sobretudo por parte dos governos. Frente a isso a ROAM destaca-se como excelente ferramenta de apoio à tomada decisão a fim de otimizar recursos e garantir sua utilização em áreas prioritárias.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A implementação da ROAM no Estado do Espírito Santo contou com a participação de uma equipe multidisciplinar composta por biólogos, geógrafos, economistas, especialistas em análises espaciais e especialistas em florestas. Além de diversas instituições locais e, também, internacionais, que trabalharam em conjunto para obter os dados mais relevantes para a realização das análises.

Nesta seção do documento serão apresentadas as principais análises desenvolvidas para a geração dos resultados apresentados no presente trabalho.

### 2.1 GOVERNANÇA

A definição da estratificação do território, passo importante da metodologia ROAM, seguiu sugestão da SEAMA-ES, assim como orientação da Agência Nacional de Águas (ANA), definindo as bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão. O governo do Estado do Espírito Santo tem trabalhado para fortalecer o modelo de governança de comitês de bacia e agências de águas para gestão dos recursos hídricos, assim como outras instituições também adotam essa estratégia de regionalização, o que contribui para a criação de um ambiente de articulação e engajamento político (SEAMA-ES, 2017).

A governança do processo da aplicação da ROAM no Estado do Espírito Santo foi composta por uma equipe de especialistas multidisciplinar que trabalhou na estruturação dos dados e geração dos resultados. Os pontos focais, representantes de cada componente de análise, reunidos formaram a Equipe de Implementação, equipe de caráter técnico, responsável por avaliar e integrar os principais resultados obtidos por cada grupo de trabalho. A metodologia de trabalho, assim como os principais resultados obtidos foram submetidos e validados pelo Fórum Político, de caráter consultivo. Este último grupo, foi formado por representantes de secretarias do governo, agências do governo e terceiro setor.

### 2.2 BASE DE DADOS

O Estado do Espírito Santo, localizado na região sudeste do Brasil, compreende uma área<sup>2</sup> de 46.089 km<sup>2</sup>, com uma população aproximada de 3,97 milhões de habitantes (IBGE, 2016). Seu território compreende duas regiões ambientais distintas: o litoral, cujo relevo ao longo da costa é predominantemente de baixa altitude e plano, e representa 40% da área do Estado, e o planalto, a Oeste, caracterizado pela presença de serras e montanhas, com altitude superior aos 1.000 metros. Onde, encontra-se o Parque Nacional do Caparaó e o terceiro pico mais elevado do país, o Pico da Bandeira, e também, ponto mais alto do Estado, com 2.890m de altitude<sup>3</sup> (GRIFFITH, 1983; SEAMA-ES, 2017).

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 região serrana (BUFFON, J. A., 1992; VALVERDE, S. R. et al. 2005; SEAMA-ES, 2017).

### 2.2.1 Dados cartográficos

O levantamento e estruturação dos dados é uma etapa fundamental para a realização das análises espaciais. Algumas bases foram disponibilizadas pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo, enquanto outras foram solicitadas a outras secretarias e agências do governo para utilização nas análises (TABELA 2.1; FIGURA 2.1).

TABELA 2.1 - 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 1:10.000 do ano de 2007/2008	IEMA
Hidrografia	Cursos d'água escala 1:50.000 / 1:100.000	Compilação cartas topográficas 1:50.000 / 1:100.000 IBGE
Tipo de solo	Tipo de solo	INCRA/INCAPER
Modelo de Elevação Digital	Modelo de Elevação Digital	SRTM 30m
Limite bacias	Limite otobacia Nível 6 ANA	Instituto Jones dos Santos Neves/ANA
Limite municipal	Limite dos municípios	IBGE

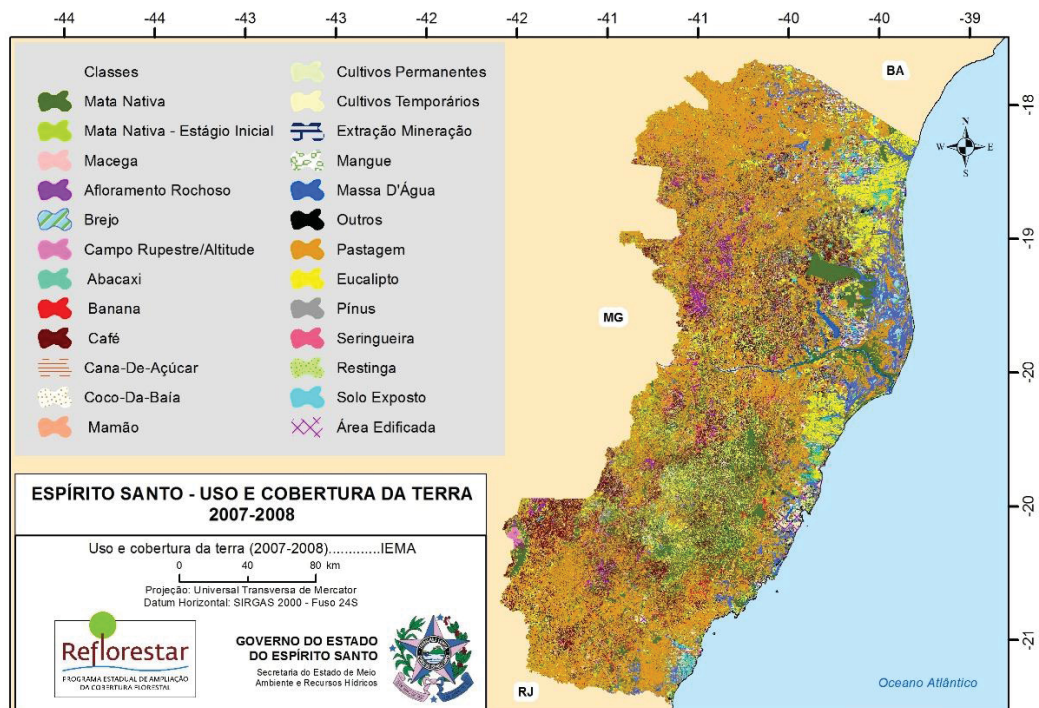
<sup>2</sup> Fonte: <https://www.es.gov.br/es-em-dados>

<sup>3</sup> Fonte: <https://www.es.gov.br/geografia>

Camada de dados	Descrição	Fonte
Infraestrutura	Base contínua 1:250.000	IBGE
Plantio de eucalipto	Compilação de diversas fontes	Fibra, Suzano
Dados climáticos	Base de dados climáticos globais	Bioclim
Estações pluviométricas/fluviométricas	Localização das estações	INCAPER/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

FONTE: SEAMA-ES (2017).

FIGURA 2.1 - CATEGORIAS DE USO DO SOLO MAPEADAS PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.



FONTE: SEAMA-ES. Comunicação pessoal do autor (janeiro, 2018).

## 2.3 SOCIOECONÔMICO

A estimativa do passivo das Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Espírito Santo foi obtida através do cruzamento do mapa de hidrografia do Estado com a base fundiária projetada a partir dos dados do censo agropecuário do ano de

2006 (IBGE, 2006). Após esta etapa calculou-se 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 em cada propriedade varia de acordo com o número de módulos fiscais (BRASIL, 2012). A definição das áreas preservadas ou a recompor foi feita a partir do cruzamento com o mapa de cobertura do solo (IEMA, 2014). Todas as análises espaciais foram rodadas no software ArcGIS.

A avaliação do componente econômico levou em consideração algumas análises de custos e ganhos com a restauração de paisagens e florestas. Entre as quais:

- *Custo-benefício* – A análise de custo-benefício teve como base a análise do retorno financeiro de modelos de restauração com fins econômicos (ex.: madeira).
- *Valor Presente Líquido (VPL)* – O VPL é um indicador comumente utilizado para avaliar retorno líquido do capital em um período de tempo determinado para o projeto, em valores atuais. Neste trabalho foi utilizada uma variação do VPL simples, o VPL anualizado (VPLa), o qual 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. Por exemplo, a agricultura que tem ciclos anuais. A taxa de juros considerada como custo de oportunidade foi 6% ao ano.
- *Cálculo do risco financeiro através 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 (R\$/m<sup>3</sup>) e produtividade (m<sup>3</sup>/hectare). Para cada uma destas variáveis 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 2.2) (informação verbal)<sup>4</sup>. A seleção aleatória do valor é repetida em cada modelo de restauração 1.000 vezes e após este processo foi verificado quantas vezes a fazenda apresentou prejuízo (VPL negativo), logo, a probabilidade percentual de viabilidade.

TABELA 2.2 – PREÇOS MÍNIMO E MÁXIMO DE MADEIRA PRATICADOS NO MERCADO.

<b>Madeira</b>	<b>Preço mínimo (R\$/m³)</b>	<b>Preço máximo (R\$/m³)</b>
Angico vermelho	59	437
Jequitibá	61	455
Louro pardo	113	837

FONTE: UICN, COMUNICAÇÃO PESSOAL.

- *Custo de oportunidade* - A avaliação do custo de oportunidade em áreas destinadas a restauração é a soma dos investimentos na restauração mais a receita potencialmente perdida com estas áreas produtivas. Para estas análises utilizou-se os preços da terra, R\$/hectare, disponibilizados pela CEDAGRO, 2014-b<sup>5</sup>, valor total da produção (R\$ total/município, fornecidos pelo IBGE para cada cultura) e receita líquida por atividade. A receita líquida foi calculada a partir dos dados de custos (R\$/hectare), disponibilizados pela CEDAGRO (informação verbal)<sup>6</sup> e receita total estimada a partir do preço e produtividade das culturas agrícolas (CEPEA, 2014-a; IBGE, 2014).

## 2.4 POTENCIAL SEQUESTRO DE CARBONO

Há vários métodos e ferramentas que podem ser utilizados nas quantificações de estoques de carbono que auxiliam no delineamento dos atuais e potenciais impactos das mudanças climáticas à sociedade. O programa de modelagem InVEST é uma dessas ferramentas: trata-se de um software gratuito, de

<sup>4</sup> UICN, 2016. Comunicação pessoal.

<sup>5</sup> Comunicação verbal.

<sup>6</sup> Informação obtida por e-mail entre Daniel Silva, responsável pelas análises econômicas da Roam-ES e funcionário da Cedagro, 2016.

fonte aberta, utilizado para mapear e demonstrar os benefícios e serviços fornecidos pela natureza.

O software é composto por diferentes módulos, e um deles trata do mapa de uso e cobertura do solo e dados referentes ao processo produtivo (taxas de colheita e degradação de produtos florestais), além de estoques de carbono em quatro reservatórios de carbono (biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, solo e matéria orgânica morta) para estimar a quantidade de carbono armazenado.

Outros dados, tais como valor de mercado ou 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, tais 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, também 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.

Para o desenvolvimento das análises buscou-se prioritariamente utilizar valores de categorias de uso da terra obtidos através de medições de estoque de carbono realizadas no Estado ou nas proximidades. Nos casos em que isso não foi possível utilizou-se valores de referências de uso da terra baseados nos trabalhos de CHOHFÍ (2004), SILVA et al (2005), BRITZ et al (2006), SAMPAIO et al (2007), FERNANDES et al (2007), MARINHO et al (2008), SANTANA (2008), FRANCISCO et al (2009), GATTO et al (2010), AMARAL (2011) e PETRI et al (2011).

Para os tipos de uso do solo: floresta nativa, vegetação nativa em regeneração, pasto e reflorestamento (pinus 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 (TABELA 2.3).

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.

Para as demais categorias de uso do solo que não dispunham de valores de estoque de carbono, locais ou regionais, foi utilizado o referencial do Banco de Dados de Parâmetros Biofísicos do Projeto Natural Capital<sup>7</sup>.

TABELA 2.3 - VALORES DE REFERÊNCIA DE CARBONO PARA CATEGORIAS DE USO DO 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
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; Brites 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	Brites et al 2006
Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração	26	2	40	7	Brites 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	Brites et al 2006; Santana et al. 2008; Gatto et al 2010
Reflorestamento – Pinus	60	16	20	5	Brites et al 2006
Reflorestamento – Seringueira	44	19	20	5	Fenandes et al (2008), Francisco et

<sup>7</sup> [http://naturalcapitalproject.org/pubs/BiophysicalParameter\\_database](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	
					al (2009)
Restinga	73	40	35	5	Britez et al 2006; Sampaio et al 2007
Solo Exposto	5	5	15	2	Natural Capital

FORNTE: SEAMA-ES (2017). Autor: Marília Borgo.

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.

A partir desses valores, foram estimadas as quantidades de carbono por tipo de uso de solo e também por bacia hidrográfica. Também foi calculado o potencial acúmulo de carbono para biomassa acima do solo considerando-se a conversão de pastagem e agricultura para floresta por meio de restauração da vegetação, seguindo-se as metas propostas pelo Programa Reflorestar de restaurar 80 mil hectares.

Por fim, foi utilizada a extensão das APPs 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 quais referem-se a áreas restauradas em São Paulo, com utilização de espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual.

## 2.5 PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO

Na avaliação de oportunidades de restauração para o Espírito Santo a questão hídrica foi considerada a mais relevante a ser considerada na priorização de áreas para restauração de paisagens e florestas.

A análise do componente espacial foi dividida em quatro etapas: i) Levantamento de dados cartográficos; ii) Mapeamento dos principais fatores de degradação e áreas de risco; iii) Identificação das oportunidades para a restauração florestal; iv) Análises adicionais.

A identificação dos principais fatores de degradação hídrica é essencial 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 no Estado (TABELA 2.4).

TABELA 2.4. PRINCIPAIS FATORES ASSOCIADOS À DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.

<b>Fator</b>	<b>Ferramenta/Método</b>
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)
Balço hídrico	Identificação dos locais com balanço hídrico (SEAMA)

FONTE: SEAMA-ES (2017).

Para a definição das áreas prioritárias foi utilizado o aplicativo InVEST. O InVEST (*Integrated Valuation of Ecosystem Series and Tradeoffs*) foi desenvolvido por consórcio de organizações chamada *Natural Capital Project*. Este 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 foram o *SDR* (*Sediment Delivery Ratio*), ou Taxa de Entrega de Sedimentos, *SRI* (*Sediment Retention Index*), ou Taxa de Retenção de Sedimentos, e *WY* (*Water Yield*), ou Produção de Água, já que os recursos hídricos foram apontados como prioridade estadual para ações de conservação e restauração de paisagens e florestas.

O *SDR* indica as regiões geradoras de sedimento bem como o local onde é exportada 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 que o *WY* 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*.

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

estado superou a capacidade do aplicativo rodar as rotinas. Como medida para resolver esta 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 ottobacia nível 7 foi utilizada para que o resultado estivesse associado a esse nível de detalhamento.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Abaixo são apresentados os principais resultados obtidos para os componentes socioeconômico, carbono, assim como, a seleção de áreas prioritárias para restauração de paisagens e florestas, através da aplicação da ROAM no Estado do Espírito Santo.

#### 3.1 A IMPORTANCIA DOS BENEFICIOS ECONÔMICOS DA RESTAURAÇÃO

O passivo das áreas de preservação permanente calculado para o Estado do Espírito Santo foi de 494 mil hectares. Deste total, 143 mil hectares de APP hídrica e 350 mil hectares em áreas com declive superior a 45° (TABELA 3.1).

TABELA 3.1 - ESTIMATIVA DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE, EM HECTARES, NO ESPÍRITO SANTO.

	APP hídrica	Em declive >45°	Total	%
Total	188.447	541.255	729.701	100%
<b>A recompor</b>	<b>143.477</b>	<b>350.999</b>	<b>494.476</b>	<b>68%</b>
Pastagem	99.486	203.689	303.175	42%
Agricultura	24.411	77.429	101.840	14%
Macega	9.713	42.433	52.146	7%
Silvicultura	7.670	22.841	30.511	4%
Solo Exposto	2.070	3.764	5.833	1%
Mineração	127	843	970	0%
<b>Preservada ou sem demanda por recomposição</b>	<b>44.969</b>	<b>190.256</b>	<b>235.225</b>	<b>32%</b>
Mata Nativa em regeneração	20.209	82.389	102.598	14%
Brejo	12.745	306	13.051	2%
Afloramento Rochoso	2.746	102.324	105.070	14%
Outros	9.269	5.237	14.506	2%

FONTE: SEAMA-ES (2017); autor: Daniel Silva.

Considerando as diferentes condições de uso do solo, a restauração de APPs no Espírito Santo demandará aproximadamente R\$ 6 bilhões diluídos ao longo de 22 anos. 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 este período consideramos ainda dois anos de gastos com manutenção destas áreas.

De acordo com a CEDAGRO (2014), o custo por hectare para restauração, que depende da condição do solo e da técnica aplicada, varia entre R\$ 9 mil e R\$ 14

mil/hectare, com isso, o volume de investimento médio em restauração para o estado do Espírito Santo pode chegar a R\$ 300 milhões ao ano.

Em 2017 a Agroícone<sup>8</sup> publicou importante estudo com análise de custos da restauração para diferentes regiões do Brasil. Os custos variaram consideravelmente de acordo com a técnica adotada, sendo o plantio de mudas a mais custosa, variando de R\$ 8 mil a R\$ 17 mil/hectare, enquanto que a condução da regeneração natural, técnica mais barata, variou entre R\$858 e R\$3.368 mil/hectare. Destaca-se, porém, que a condução da regeneração natural é indicada apenas em alguns casos.

BENINI (2017) também publicou extenso trabalho sobre a economia da restauração contendo levantamento total de custos para todos os biomas brasileiros. No caso do bioma Mata Atlântica, onde a área objeto do presente estudo está localizada, os valores para plantio de mudas variaram entre R\$ 7.768 mil e R\$ 21.271 mil/hectare dependendo se a condição ambiental é mais ou menos favorável. Isto se deve à degradação do solo, escala da restauração, possibilidade de mecanização, presença de regenerantes na área, dificuldade de acesso às áreas, dentre outros (BENINI, R. M. et al. 2017).

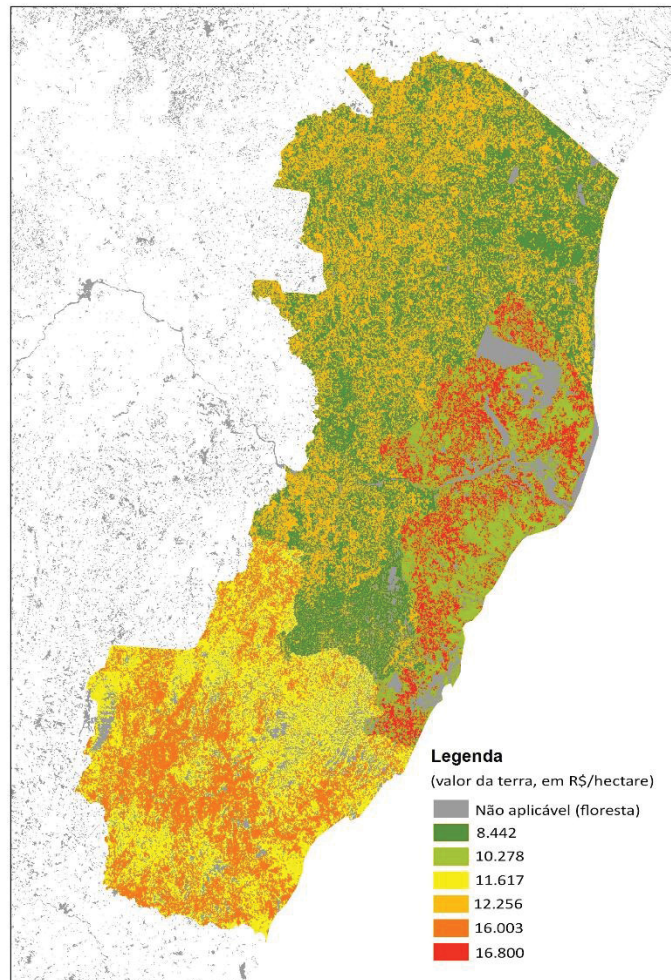
### 3.1.1 Custo de Oportunidade

O custo de oportunidade, no presente trabalho, foi composto pelo valor da terra e, também, pelos benefícios provenientes desta, como: 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 (FIGURA 3.1). Contudo, também há perdas de curto prazo para a economia, como a renda e produção agropecuária da área a ser destinada para a restauração.

---

<sup>8</sup> Fonte: <http://www.agroicone.com.br/noticia.asp?id=1233>

FIGURA 3.1 - MAPA DE VALOR DA TERRA (CUSTO DE OPORTUNIDADE) NO ESPIRITO SANTO, EM FUNÇÃO DOS MUNICÍPIOS E USO DO SOLO.



FONTE: SEAMA-ES (2017); autor: Daniel Silva.

A restauração das APPs e áreas com declive acima de 45° no Espírito Santo pode comprometer 16% do valor total da produção<sup>9</sup> agrícola do Estado (R\$ 872 milhões a valores correntes de 2008) e cerca de 18% da produção total (TABELA 3.2). A atividade mais afetada é a pecuária de leite, com 19% da sua produção afetada.

Apesar do comprometimento potencial da produção agropecuária e da pecuária, a oferta destes produtos pode ser facilmente compensada com aumento da produtividade destas culturas e das pastagens. Estima-se, atualmente que a porcentagem de pastagem degradada no país seja entre 50% e 70% (DIAS-FILHO,

<sup>9</sup> O valor total da produção é dado pelo IBGE e representa uma *proxy* do PIB.

2014). Em vista disso existe um grande potencial para o ganho de produtividade, na produção de carne e leite, através da recuperação de pastagens. Atualmente, a pecuária de corte apresenta produtividade média de 3 @/ha/ano (ou 75Kg de carne) porém diversos estudos no Brasil apontam para o potencial de mais de 20 @/ha/ano, através da adoção de boas práticas de manejo (IIS, 2015).

Também, o desenvolvimento de ações com retorno econômico da restauração poderá diminuir ou frear o custo de oportunidade da terra, considerado como importante barreira à adoção de iniciativas de restauração (BRANCALION et al. 2012, p.43). Desse modo, 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 3.2 - CUSTO DE OPORTUNIDADE, ANO BASE 2008, NO ESPÍRITO SANTO.

	Valor total da produção (R\$ milhões)	Valor afetado pela restauração (R\$ milhões)			
		Em declive >45°	Em APP	Valor total	% afetado
<b>Total</b>	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	Produção total	% afetado
<b>Total</b>	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	Área total	% afetado
<b>Total</b>	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%

FONTE: SEAMA-ES (2017); autor: Daniel Silva.

### 3.1.2 Custo-benefício da Restauração

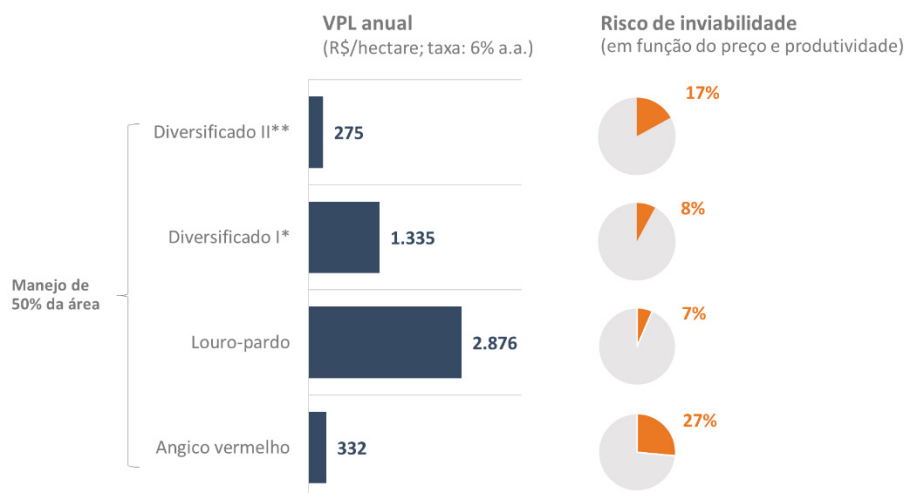
Também foi estimado os ganhos e riscos financeiros da exploração madeireira na área potencial a ser restaurada. Segundo a Lei 12.651/2012, conhecida como novo código florestal, é possível a exploração econômica de

madeira, frutos, sementes e demais produtos florestais não madeireiros nestes locais.

No presente estudo 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 avaliados (FIGURA 3.2). Estes 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 3.2 e TABELA 3.3).

Concluimos 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. Grande parte das incertezas destes modelos referem-se às variações de preços do mercado de madeira nativa e, também, à produtividade, visto que há pouco desenvolvimento de tecnologias para exploração comercial de espécies nativas. Frente a isso, calculou-se o risco financeiro destes modelos apresentarem inviabilidade. Os valores obtidos variaram de 7% a 27% em função da oscilação de até 80% nos preços e de 20% na produtividade.

FIGURA 3.2 - VPL ANUALIZADO DA EXPLORAÇÃO MADEIREIRA EM DIFERENTES MODELOS DE RESTAURAÇÃO E RISCO DE FINANCEIRO EM FUNÇÃO DE VARIAÇÕES DO PREÇO E PRODUTIVIDADE.



\* Angico Vermelho (*Anadenanthera colubrina*) + Louro-pardo (*Cordia trichotoma*)

\*\* Angico Vermelho + Louro-pardo + Jequitibá branco (*Cariniana estrellensis*)

FONTE: SEAMA-ES (2017); autor: Daniel Silva.

TABELA 3.3 - RENDA MÉDIA ANUAL (R\$/HA) EM DIFERENTES ATIVIDADES RURAIS.

	<b>Renda média anual (R\$/ha)</b>
Silvicultura	3.763
Pecuária de corte	- 306
Pecuária de leite	- 708
Agricultura	2.499
<b>Média</b>	<b>1.312</b>

FONTE: SEAMA-ES (2017); autor: Daniel Silva, dados CEDAGRO e IBGE.

### 3.1.3 Opções de financiamento

Para atender a demanda por investimento anual em restauração no Espírito Santo, apresentada nesta seção, bastaria captar 6% do crédito rural atualmente destinado a 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. Este valor inclui o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), o Fundo Clima, Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) e outros programas do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), como o BNDES Florestal.

O atrativo da maioria destes financiamentos está na taxa de juros abaixo da inflação, variando de 5,5% a 12% ao ano. Estas linhas de financiamento financiam desde pesquisa à implantação de viveiros e o 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 elaboração de projetos na área.

Da perspectiva da demanda grande parte dos produtores tem incertezas e pouco interesse na restauração florestal devido, sobretudo ao não retorno financeiro, altos valores de investimento inicial e insegurança jurídica em razão da constante mudança de prazos e regras.

## 3.2 CARBONO, UMA OPORTUNIDADE

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<sup>-1</sup>. Esse valor médio pode ser

considerado como uma grande quantidade por unidade de área, e se deve 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 3.4).

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.

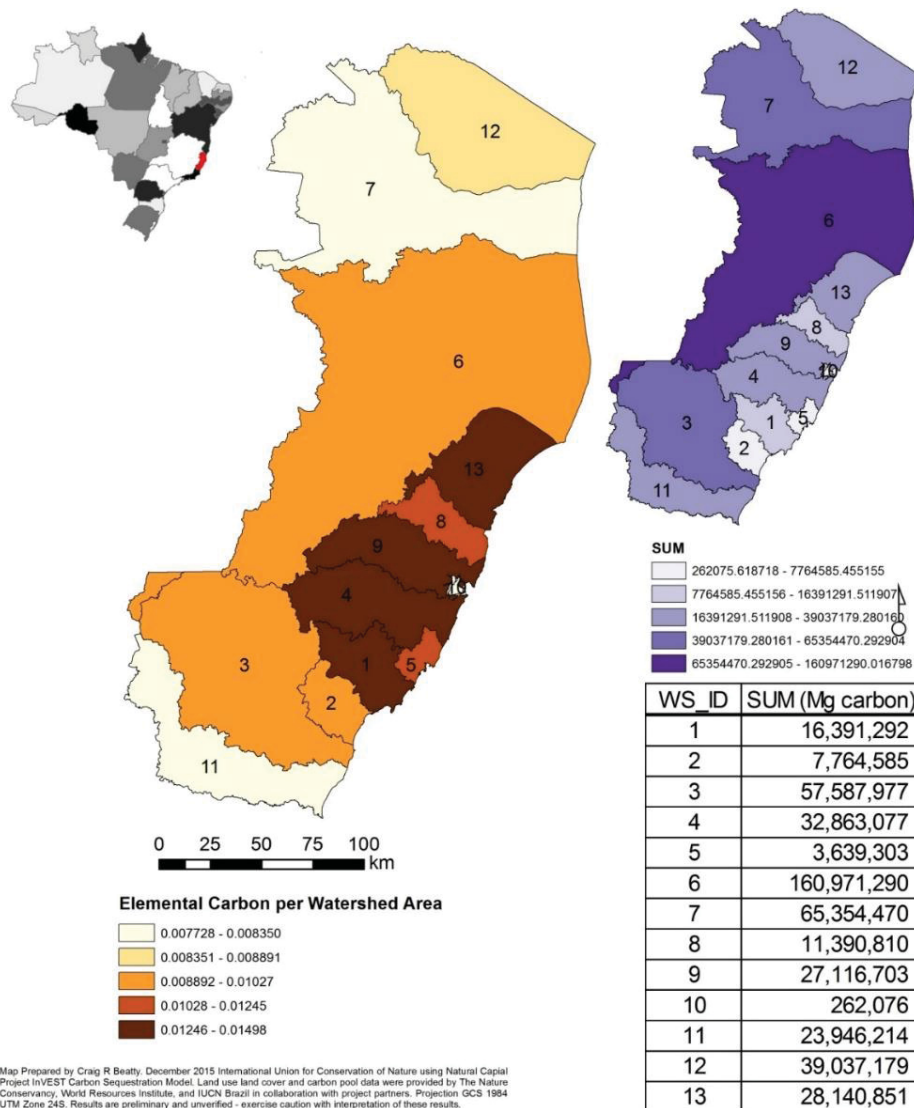
TABELA 3.4 - ESTOQUES DE CARBONO POR CATEGORIA DE USO DE SOLO NO ESPÍRITO SANTO.

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 do Rio Doce (33,9%), São Mateus (13,8%) e Itapemirim (12,1%) concentram as maiores quantidades de carbono (FIGURA 3.3). Em termos proporcionais à área da bacia, Maria Vitoria, Jucu, Guandu e Benevente apresentam

as maiores quantidades, enquanto que Itapoanas e São Mateus exibem as menores quantidades de carbono por área. Isso significa que é necessário um grande esforço de manutenção dos estoques nas três primeiras bacias, para assegurar a permanência dos sumidouros de carbono existentes nessas áreas, enquanto que há uma oportunidade de contribuição efetiva em metas de fixação de carbono nas duas últimas bacias citadas.

FIGURA 3.3 - QUANTIDADE DE CARBONO POR BACIA HIDROGRÁFICA GERADO POR MEIO DA ANÁLISE INVEST PARA O ESPÍRITO SANTO, BRASIL (DEZEMBRO/2015).



FONTE: SEAMA-ES (2017); autor: Craig Beatty (IUCN)

### 3.2.1 Ganho em estoque de carbono – cenário Programa Reflorestar

O Programa Reflorestar tem como uma de suas metas a restauração de 80 mil hectares, destes, 20 mil hectares através de plantio direto 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 de abrangência do Programa.

O potencial acúmulo de carbono para biomassa acima do solo estimado é de 5.180.000 toneladas de carbono em 30 anos. Esse resultado refere-se a um cenário conservador, com perda potencial de 25% do carbono estocado ao longo do tempo. Em projetos florestais o período de 30 anos é considerado como mínimo necessário para projetos florestais de acúmulo de carbono.

Portanto, o alcance da meta de restauração de 80 mil hectares representará benefício adicional de U\$ 5.465.000 apenas com o estoque de carbono contido na porção florestal acima do solo. Como os estoques de carbono no solo detêm normalmente a mesma quantidade daquela encontradas acima do solo, o benefício financeiro superaria U\$ 10 milhões.

Por fim, a restauração dos 494 mil hectares de área de preservação permanente, referente ao passivo ambiental estimado para Estado do Espírito Santo, corresponderia a um acúmulo superior a 25 milhões de toneladas de carbono em um período de 30 anos.

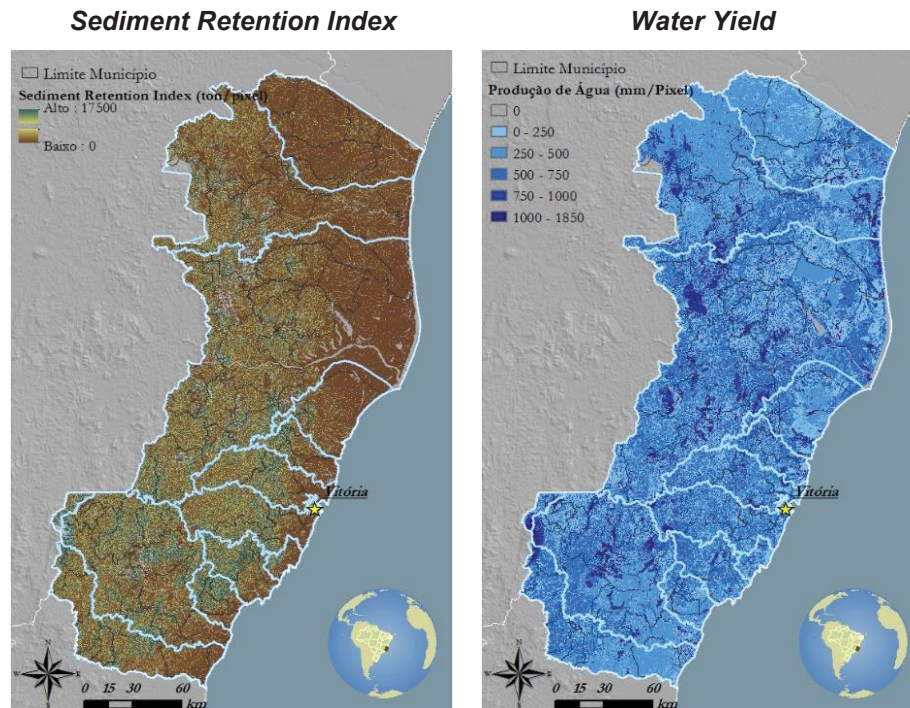
### 3.3 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO

Os resultados obtidos através do uso dos modelos InVEST para indicação de áreas prioritárias para restauração demonstraram que a geração e retenção de sedimentos está associado ao tipo de uso e cobertura do solo. Regiões com relevo acidentado tendem também 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, sobretudo, à ausência de cobertura florestal. Portanto, são áreas cobertas

por pastagens e, principalmente, áreas de afloramento rochoso onde toda a água é escoada em razão da impermeabilidade do solo (FIGURA 3.4).

FIGURA 3.4 - RESULTADO DAS ANÁLISES DO INVEST PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. TAXA DE SEDIMENTO RETIDO (*SEDIMENT RETENTION INDEX*), A ESQUERDA; E PRODUÇÃO DE ÁGUA (*WATER YIELD*), A DIREITA.



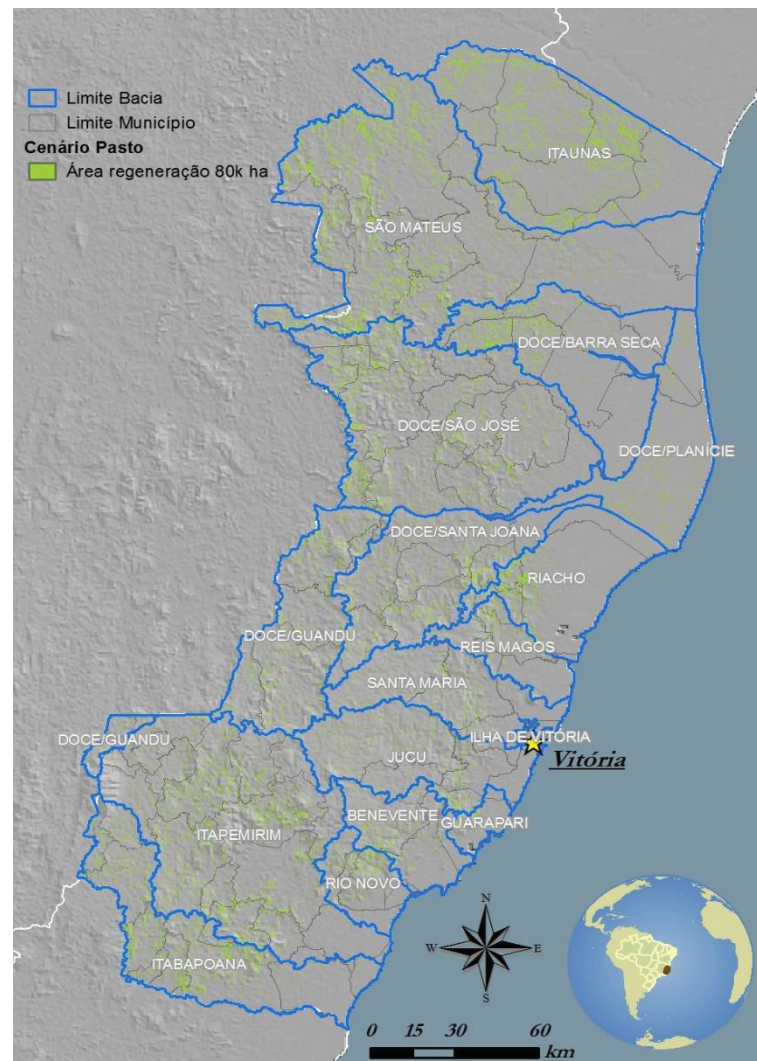
FONTE: SEAMA-ES (2017). Autor: Marcelo Matsumoto (WRI Brasil) e Craig Beatty (IUCN).

Com o 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 de pastagem. Esta indicação tem como objetivo a restauração mais urgente dessas regiões que combinam a 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 80.000 hectares estabelecido pelo Programa Reflorestar (FIGURA 3.5). As bacias hidrográficas que necessitam de ações de restauração mais urgentes 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, como cultivos de mamão, que utilizam grande quantidade de água para irrigação, 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.

FIGURA 3.5 – ÁREA POTENCIAL PARA RESTAURAÇÃO CONSIDERANDO O CENÁRIO DE 80 MIL HECTARES COMO META DO PROGRAMA REFLORESTAR.



FONTE: SEAMA-ES (2017). Autor: Marcelo Matsumoto (WRI Brasil).

## 4 CONCLUSÃO

Este documento reúne algumas oportunidades para a restauração de paisagens e florestas através de diferentes perspectivas ambientais analisadas e apresentadas.

A existência de um cenário favorável à restauração deve-se primeiramente ao engajamento e articulação da secretaria de meio ambiente, através do Programa Reflorestar, com diversos atores locais, instituições governamentais e instituições ambientais locais e internacionais. Programas estaduais, como o Reflorestar no Espírito Santo, fortalecem a presença e as ações do Estado e criam segurança jurídica com conseqüente aumento do interesse por parte dos produtores na restauração para regularização ambiental de suas propriedades.

Os principais resultados obtidos nas análises do componente econômico foram de custo de oportunidade e benefícios com a exploração econômica. Também foram estimados os ganhos e 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.

Segundo os resultados da ROAM o Espírito Santo possui 494 mil hectares de passivo em área de preservação permanente o que demandará investimento aproximado de R\$ 6 bilhões diluídos nos próximos 22 anos.

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. Esse valor se deve à elevada cobertura de solo por florestas nativas, e também dos 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.

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, Maria Vitoria, Jucu, Guandu e Benevente apresentam as maiores quantidades, enquanto que Itapoanas e São Mateus exibem as menores quantidades de carbono por área.

Os resultados dos modelos InVEST para Produção de Água e Taxa de Entrega de Sedimento utilizados para avaliar os serviços ecossistêmicos fornecidos pela paisagem indicam as bacias São Mateus e Itaúnas como de maior prioridade para restauração. Ambas bacias estão localizadas na porção norte do estado, que também apresenta os menores índices de cobertura florestal.

A seleção das áreas prioritárias para restauração através de modelagens ambientais, capazes de considerar os principais efeitos de degradação, podem apresentar elevado potencial de contribuição, por exemplo, na redução da quantidade de sedimentos transportados para os cursos d'água. Além, também, de ajudar a otimizar esforços e proporcionar melhor a alocação dos recursos para o sucesso de estratégias de restauração em larga escala.

#### 4.1 Recomendações

Os projetos de restauração de paisagens e florestas no Estado deverão ser implementados de forma integrada a outros programas de incentivo à adoção de tecnologias e boas práticas produtivas, especialmente a pecuária que detém dois terços da área total a recompor.

As informações sobre potencial estoque e sequestro de carbono geradas neste documento são de grande importância para comunicar e alcançar mercados internacionais de negócios de carbono, assim como assegurar a contribuição estadual às metas nacionais em acordos internacionais.

Por fim, também se recomenda:

- Identificar formas de acessar o mercado de carbono e investidores;
- Identificar investidores para restauração com finalidade econômica; e
- Incorporar a priorização das áreas para restauração nas políticas públicas do Estado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGERH. Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo. 2016.  
<https://agerh.es.gov.br/Not%C3%ADcia/mais-de-30-municipios-em-situacao-critica-por-falta-de-chuva>
- AMARAL, U. 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. 2011.
- 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
- BESSEAU, P.; GRAHAM, S.; CHRISTOPHERSEN, T. (eds.). Restoring forests and landscapes: the key to a sustainable future. **Global Partnership on Forest and Landscape Restoration**, Vienna, Austria. 25p. 2018.
- BENINI, R. M.; LENTI, F. E. B.; TYMUS, J. R. C.; SILVA, A. P. M.; INSERNHAGEN, I. Custos de Restauração da Vegetação Nativa no Brasil. In: Benini, Rubens de Miranda. Economia da Restauração Florestal. São Paulo (SP): **The Nature Conservancy**. 136p. 2017.
- BRANCALION, P. H. S., VIANI, R. A. G., STRASSBURG, B. B. N.; RODRIGUES, R. R. Finding the money for tropical forest restoration. **Unasylva** 239: 41-50. 2012.
- BRASIL. Código florestal. Lei nº 12.651 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001 e dá outras providências. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](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.
- BUFFON, J.A. O café e a urbanização no Espírito Santo – Aspectos econômicos e demográficos de uma agricultura familiar. **Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas**. p. 395. 1992.
- CEDAGRO. 2014-a. Custo da produção das culturas agrícolas e pecuária. Disponível em: <[http://www.cedagro.org.br/coeficiente\\_planilhas.php](http://www.cedagro.org.br/coeficiente_planilhas.php)>.

CEDAGRO. 2014-b. Custo da restauração em diferentes condições. Disponível em: [http://www.cedagro.org.br/coeficiente\\_planilhas.php](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 seqüestro de CO<sub>2</sub> 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. 2004.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. **Documentos/ Embrapa Amazônia Oriental**. Belém – PA: Embrapa Amazônia Oriental. 36p. 2014.

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]**. vol.31, n.4, pp. 657-665. ISSN 1806-9088. 2008.

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. 2009.

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.

GPFLR, 2013. The Bonn Challenge (disponível em: <http://www.forestlandscaperestoration.org/why-gpflr>).

GRIFFITH, J. Análise dos recursos visuais do Parque Nacional do Caparaó. **Revista Árvore**. p. 1-7. 1983.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário, 2006 – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. ISSN 0103-6157. Censo agropec., Rio de Janeiro, p.1-777, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de população, 2016 – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2016/estimativa\\_TCU\\_2016\\_20170614.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2016/estimativa_TCU_2016_20170614.pdf). p.1-123, 2016.

IUCN. Forest Brief, nº 16, March, 2017.

IUCN e WRI. Guia sobre a Metodologia de Avaliação de Oportunidades de Restauração (ROAM): Avaliação de oportunidades de restauração de paisagens florestais em nível nacional ou sub-nacional. **Documento de trabalho (Edição-teste)**. Gland, Suíça: IUCN. 125p. 2015.

LAESTADIUS, L.; BUCKINGHAM, K.; MAGINNIS, S.; SAINT-LAURENT, C. Back to Bonn and beyond: A history of forest landscape restoration and an outlook for the future. **Unasylva** 245: 11–18. 2015.

MAGINNIS, S.; LAESTADIUS, L.; VERDONE, M.; DEWITT, S.; SAINT-LAURENT, C.; RIETBERGEN-McCRACKEN, J.; SHAW, D. M. P. A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): **RoadTest Edition. Geneva, Switzerland, IUCN**. 2014. (available at [https://www.iucn.org/about/work/programmes/forest/fp\\_our\\_work/fp\\_our\\_work\\_thematic/fp\\_our\\_work\\_flr/approach\\_to\\_forest\\_landscape\\_restoration/restoration\\_opportunities\\_assessment\\_methodology/](https://www.iucn.org/about/work/programmes/forest/fp_our_work/fp_our_work_thematic/fp_our_work_flr/approach_to_forest_landscape_restoration/restoration_opportunities_assessment_methodology/)). Acessado em 28 de setembro de 2015.

MARINHO, J. P.; SECAF, B. S.; HIRAMOTO, T. E.; AMARAL, W. A. N. 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**. 2008.

PETRI, D. J. C.; BERNINI, E.; SOUZA, L. M.; REZENDE, C. E. Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES. **Biota Neotrop**. [online]. vol.11, n.3, pp. 107-116. ISSN 1676-0603. 2011.

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. Relatório do “Programa Preditores de Biomassa de Manguezais” – **EMBRAPORT**. Santos SP. 2007.

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.

SEAMA-ES. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo. Avaliação das Oportunidades da Restauração de Paisagens e Florestas para o Estado do Espírito Santo, Brasil. **SEAMA-ES**. 88p. 2017.

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.** vol.19, n.3, pp. 465-471. 2005.

VALVERDE, S.R.; OLIVEIRA, G.G.; SOARES, T.S.; ARMOND, R.M.; CARVALHO, M. Participação do setor florestal nos indicadores socioeconômicos do Estado do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n. 1, p.105-113. 2005.