

Thais Buratto

**MATAS CILIARES MULTIFUNCIONAIS:  
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS  
E RENDA NO CONTEXTO DA AGRICULTURA FAMILIAR**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Agroecossistemas.

Orientador: Prof. Dr. Abdon Luiz Schmitt Filho

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Almeida Sinisgalli

Florianópolis  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Buratto , Thais  
Matas Ciliares Multifuncionais: restauração  
ecológica, serviços ecossistêmicos e renda no  
contexto da agricultura familiar / Thais Buratto  
; orientador, Abdon Luiz Schmitt Filho ,  
coorientador, Paulo Almeida Sinisgalli , 2019 .  
105 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias,  
Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas,  
Florianópolis, 2019 .

Inclui referências.

1. Agroecossistemas. 2. restauração ecológica. 3.  
áreas ripárias . 4. serviços ecossistêmicos . 5.  
avaliação econômica. I. Schmitt Filho , Abdon Luiz .  
II. Almeida Sinisgalli , Paulo . III. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação  
em Agroecossistemas. IV. Título.

**“Matas Ciliares Multifuncionais:  
Restauração Ecológica, Serviços  
Ecosistêmicos e Renda no Contexto da  
Agricultura Familiar.”**

*Por*

**THAIS BURATTO DA SILVA**

Dissertação julgada adequada, em 28/02/2019, e aprovada em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas. Área de Concentração Agroecologia, no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias/UFSC.

*Arcangelo Loss*

Prof. Dr. Arcangelo Loss (Coordenador do Programa)

Banca Examinadora:

*Abdon Luiz Schmitt Filho*

Abdon Luiz Schmitt Filho (Presidente / Orientador)

*Gisele Alarcon*

Gisele Alarcon (Titular/PNPD/PGA/UFSC)

*Rodrigo de C. Macedo*

Rodrigo de Campos Macedo (Titular Externo/Geomática/UFPR)

Candidata ao título:

*Thais Buratto*

THAIS BURATTO DA SILVA

Florianópolis, 28 de fevereiro 2019



Este trabalho é dedicado a todos  
que entendem o desafio que temos em  
mãos.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais por nunca questionarem minhas escolhas e sempre incentivarem novos desafios. À minha mãe pelas ligações, cuidado e carinho fundamentais para continuar no mestrado. E especialmente ao meu pai pelo olhar atento nas planilhas de Excel, explicações pacientes e amorosas sobre indicadores econômicos e por estar sempre à disposição para auxiliar.

A Camila Assaf pelo auxílio na elaboração dos mapas. A Daisy Zambiasi pelo carinho e olhar cuidadoso nos cálculos no Excel dias antes da sua partida para a Holanda. Ao Yuri Amazonas pelo auxílio nas referências atualizadas do mercado de carbono, interpretação dos dados dos relatórios, resumos em inglês, companhia nos congressos e mensagens de incentivo. A Carina Rover pela atenção na revisão do documento final para a banca e pela amizade nesses dois anos.

Ao Rodrigo Macedo pela paciência, dedicação e inúmeras conversas no whatsapp, inclusive aos domingos, para elaboração dos cenários de restauração das áreas ripárias.

Ao Paulo Sinisgalli por despertar ainda na graduação minha curiosidade com relação aos serviços ecossistêmicos e formas de valoração. À recomendação para o programa de pós-graduação e principalmente pelo carinho e atenção que sempre estiveram presentes.

Aos colegas do Laboratório de Sistemas Silvopastoris e Restauração Ecológica (LASSre), em especial a Carina Rover, Luiz Zin Batisti e Stéfano Kretzer, que com o chimarrão, café, doces, risadas e bons papos deixaram todo esse processo mais leve. Ao Natan Dourado, Isadora Escosteguy, Stéfano Kretzer, Carina Rover e Ana Heck pela experiência vivida no Congresso de Agroecologia em Gayaquil. Hermanitos agroecólogos, grata pela companhia e momentos partilhados.

À professora Maria José Hotzel, Valmir Stropassolas e Alfredo Fantini pelas considerações e auxílio na elaboração do projeto de pesquisa.

À Gisele Alarcon pelas contribuições na defesa e pelo apoio fundamental nas alterações do documento final.

À CAPES pelo bolsa de pesquisa concedida e ao Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas pelo auxílio financeiro para participação nos congressos. Em especial à Fabiana por me tranquilizar em diversas etapas do mestrado e pela atenção sempre presente.

Por fim ao professor Abdon Schmitt Filho por ensinar que os processos são dinâmicos e as programações mudam, no entanto se

encarmos com leveza e paciência essas mudanças, a vida se torna muito mais proveitosa. Também por mostrar que boas conversas, um olhar sincero e um pouco de empatia são fundamentais na caminhada do mestrado. Grata pelos ensinamentos.

“O compromisso para restaurar milhões de hectares é feito por grupos internacionais e governos nacionais, mas com sucesso alcançar essas metas requer um trabalho com os proprietários rurais e comunidades locais”.  
(Karen Holl, 2017)



## RESUMO

Garantir a restauração ecológica em larga escala no mundo está entre os principais desafios das próximas décadas. Estratégias que articulem diferentes atores da sociedade deverão emergir no cenário mundial para o sucesso dos programas de restauração. Nesse contexto, trabalhar conjuntamente com os gestores locais das terras vêm sendo incentivado para que as práticas de restauração tenham mais efetividade. No Brasil, e especialmente em Santa Catarina, os gestores locais das terras são preponderantemente os agricultores familiares. Assim, a decisão por parte destes atores sobre como usar áreas pode ser fundamental para o futuro da restauração ecológica no país. Essas decisões são comumente influenciadas por fatores econômicos e sociais. Modelos que proporcionem a rentabilidade com o uso de produtos florestais não madeireiros podem diminuir ou eliminar os *trade-offs* envolvendo a destinação exclusiva de terras para a restauração e o seu custo de oportunidade. Pensando nisso, o Laboratório de Sistemas Silvopastoris e Restauração Ecológica (LASSre) da Universidade Federal de Santa Catarina, desenvolveu a metodologia denominada de Matas Ciliares Multifuncionais (MCMult), através da participação dos agricultores da região sul de Santa Catarina, Brasil. Tal modelo, está estruturado na diversidade funcional de espécies nativas para restauração dos ecossistemas ripários por meio de processos sucessionais. Os resultados indicaram que através da comercialização dos produtos florestais não madeireiros, os investimentos necessários à restauração dos ecossistemas ripários com a MCMult são amortizados nos primeiros cinco anos, além da renda regular durante o período. A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi de 30%, o que indica a competitividade do investimento no mercado. A relação custo benefício (RB/C) de 3.03 indica que os benefícios gerados para o agricultor são superiores aos custos. Complementarmente, as simulações e a valoração de cenários de restauração apontam que os valores monetários dos serviços ecossistêmicos, em alguns casos, podem ser superiores aos custos envolvidos. Os resultados salientam a necessidade de apoio institucional através de políticas públicas que incentivem o agricultor a diminuir os passivos ambientais nas propriedades rurais. Ademais, que a viabilização e o escalonamento da restauração trazem significativo aporte ao atingimento dos objetivos formalizados nas contribuições nacionalmente declaradas (NDCs) para mitigação de mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Produtos florestais não madeireiros. Áreas ripárias.  
Avaliação econômica.

## ABSTRACT

Enhance large-scale restoration efforts worldwide will be the challenge of the next years. Strategies that engage multistakeholders should emerge globally for successfully achieving restoration goals. In the context, working with local land managers is widely encouraged to restore landscapes effectively. In Brazil, especially in Santa Catarina, local land managers are predominantly family farmers. Thus, farmers decision upon different land uses can determinate the future of ecological restoration in the country. Economic and social factors often influence these decisions. Initiatives that ensure income from non-timber forest products can reduce or eliminate trade-offs involving concurrent land uses and opportunity cost. The Laboratory of Silvopastoral Systems and Ecological Restoration (LASSre) of the Federal University of Santa Catarina developed an approach called Multifunctional Riparian Forests (MCmulti) with farmers from the southern region of Santa Catarina - Brazil. This approach is structured on functional diversity exclusively with native species aiming to restore riparian ecosystems through successional processes. The results indicate that through the commercialization of non-timber forest products, the investments necessary to restore riparian areas payoff over the first five years, besides the farmers regular income over the years. The Internal Rate of Return (IRR) was 30%, indicating the competitiveness of the investment. The benefit-cost ratio (BCR) of 3.03 demonstrate that the benefits for the farmers are higher than the costs. Complementarily, the simulations and the valuation of restoration scenarios point out that the monetary values of ecosystem services, in some cases, may be higher than the costs involved. The results point to the need for institutional support through public policies that encourage the farmer to reduce environmental liabilities in rural properties. In addition, the feasibility and upscaling of the restoration bring a significant inoput to the achievement of the objectives formalized in the nationally declared contributions (NDCs) for mitigation of climatic changes

**Keywords:** Non-timber forest products. Riparian areas. Economic valuation.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Mapa do município de Santa Rosa de Lima/SC com os corpos hídricos destacados e as unidades de conservação Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Parque Nacional de São Joaquim..... 43
- Figura 2 - Imagem das cinco propriedades ao longo do Rio dos Índios no município de Santa Rosa de Lima/SC que implementaram o modelo da Mata Ciliar Multifuncional para restauração ecológica das áreas ripárias nas propriedades ..... 44
- Figura 3 - Representação do processo sucessional de implantação do modelo de restauração ecológica de áreas ripárias – MCmult – com respectivas fases, ano de implantação, grupos funcionais, espaçamento e quantidade de mudas necessárias ..... 44
- Figura 4 - Área de Estudo com destaque para a sub-bacia do rio mijador. ....69
- Figura 5 -Mapa municipal com as APPs conformes (florestadas), a serem recuperadas (readequação) e mancha urbana..... 74
- Figura 6 - Mapa ressaltando as APPs com diferentes faixas de largura.74



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros utilizados para classificação do modelo MCMult a partir dos critérios estabelecidos pela SER, 2004.....	45
Tabela 2 - Início da produção, produtividade e valores de comercialização das espécies do modelo MCMult para Santa Rosa de Lima/SC. ....	46
Tabela 3 - Classificação do modelo MCMult a partir dos critérios e diretrizes estabelecidos pela SER (2004) para considerar um ecossistema restaurado .....	48
Tabela 4 - Custos relativos a implantação do modelo MCMult em propriedades familiares em Santa Rosa de Lima/SC.....	49
Tabela 5 - Estimativa de custo de manutenção e colheita para diferentes espécies produtivas e abelhas melíponas para o recorte de dez anos de produção do modelo MCMult.....	50
Tabela 6 - Indicadores econômicos do modelo MCMult para diferentes cenários de taxas de juros de 6,5%, 9% e 12%.....	51
Tabela 7 - Dados utilizados, finalidade e referências bibliográficas usadas para a construção das simulações de restauração de áreas de preservação permanente dos cursos d'água em Santa Rosa de Lima/SC e análises do custo e benefício da implantação em escala municipal	69
Tabela 8 - Simulações para restauração de APPs de cursos d'água de acordo com a Lei 12.561/2012, com as respectivas quantidades de áreas florestadas (ha), áreas urbanas (ha) e a serem recuperadas (ha). ....	75
Tabela 9 - Cenários de restauração (alto, moderado, baixo) com diferentes propostas da Mata Ciliar Multifuncional (10, 5 ou nenhuma caixa de abelhas melíponas) e custos de implantação expresso em R\$ e US\$/ha.....	75
Tabela 10 - Representação das simulações de restauração de APPs em cursos d'água (SIM), de acordo com a Lei 12.561/2012, com as respectivas áreas a serem restauradas (ASR) em hectares e os custos	

totais de implantação nos cenários alto, moderado e baixo, expressos em reais e dólares por hectare ..... 77

Tabela 11 - Contribuição dos benefícios gerados pelos serviços ecossistêmicos (US\$) de sequestro de CO2 e controle de erosão e perda de solo pela implantação da MCmult, nas simulações de 5m, 8m, 15m e 30m para o período de 30 anos com taxas de juros de 6% e 12% para atualização dos valores futuros ..... 78

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP – Áreas de Preservação Permanente  
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CAR – Cadastro Ambiental Rural  
CDB - Convenção de Diversidade Biológica  
CEASA/SC – Centro de Abastecimento do Estado de Santa Catarina  
CIR- Color Infra Red  
CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento  
COP - Conferência das Partes  
CRA – Cotas de Reserva Ambiental  
EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
EUPS - Equação Universal de Perda de Solos  
IDRAG - Impacto Relacionado aos Custos de Dragagem  
IGMP – Índice Geral de Preços de Mercado  
IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo  
IUCN - União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais  
LASSre – Laboratório de Sistemas Silvistoris e Restauração Ecológica  
LPVN – Lei de Proteção da Vegetação Nativa  
MCmult – Mata Ciliar Multifuncional  
MDT - Modelo Digital de Terreno  
MF – Módulo Fiscal  
NDCs- Contribuições Nacionalmente Determinadas  
PDRAG - Preço Médio de Dragagem  
PFNM – Produtos Florestais Não Madeireiros  
PLANAVEG - Plano Nacional de Vegetação Nativa  
PPM – Partes Por Milhão  
PRA – Programa de Regularização Ambiental  
PRADA – Programa de Regularização de Áreas Degradadas  
PRV - Pastoreio Racional Voison  
PSA – Pagamento por Serviço Ambiental  
R B/C - Relação Custo Benefício  
REDD - Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal  
RGB- Red Green Blue  
RL – Reserva Legal  
SB III – Sub-bacia III  
SE - Serviços Ecológicos

SSPnúcleos - Sistemas Silvipastoris com núcleos arbóreos de diversidade

TAS- Taxa de Aporte de Sedimento

TIR – Taxa Interna de Retorno

TMA - Taxa Mínima de Atratividade

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

VPL – Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 1: MATA CILIAR MULTIFUNCIONAL: QUANDO A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA SE PAGA VIABILIZANDO A REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DA PROPRIEDADE RURAL FAMILIAR</b> .....	<b>37</b>
3.1	INTRODUÇÃO .....	37
3.2	MÉTODOS .....	41
3.2.1	Caracterização da área de estudo .....	41
3.2.2	Caracterização da Mata Ciliar Multifuncional .....	42
3.2.3	Análise dos dados .....	45
3.2.3.1	Análise ecológica do modelo .....	45
3.2.3.2	Análise econômica do modelo .....	45
3.3	RESULTADOS .....	48
3.3.1	Indicadores ecológicos.....	48
3.3.2	Indicadores econômicos .....	49
3.4	DISCUSSÃO .....	52
3.5	CONCLUSÕES .....	55
3.6	REFERÊNCIAS .....	56
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 2: OS MÚLTIPLOS BENEFÍCIOS DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM PROPRIEDADES RURAIS DA AGRICULTURA FAMILIAR</b> .....	<b>65</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	65
4.2	MÉTODOS .....	68
4.2.1	Área de estudo .....	68
4.2.2	Dados utilizados.....	69
4.2.2.1	Simulação de cenário de APPs para o município .....	70
4.2.3	Aplicativos utilizados .....	71
4.2.4	Custos, estimativas e valores monetários dos serviços ecossistêmicos.....	71

4.3	RESULTADOS .....	73
4.4	DISCUSSÃO .....	79
4.5	CONCLUSÕES .....	83
4.6	REFERENCIAS.....	82
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>101</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A restauração de áreas degradadas e recomposição florestal, principalmente nas zonas tropicais, vêm se destacando como solução para diversos dilemas ambientais contemporâneos: mitigação e adaptabilidade frente às mudanças climáticas, manutenção e integridade dos recursos hídricos, enriquecimento da biodiversidade e serviços ecossistêmicos (LOCATELLI et al., 2015; ADAMS et al., 2016). A intensificação no uso das terras e as pressões antropogênicas sob o ambiente, inclusive ultrapassando alguns limites planetários, nos mostram que para além da conservação e preservação das áreas florestais remanescentes, é necessário que novas áreas sejam restauradas e reabilitadas, a fim de garantir a integridade dos ecossistemas.

Três fronteiras planetárias, (1) mudanças climáticas, (2) taxas de perda de biodiversidade e (3) mudanças no ciclo de nitrogênio, já foram criticamente alteradas pelas ações antrópicas, podendo levar a desestabilização do sistema e mudanças não lineares e irreversíveis (ROCKSTRÖM et al., 2009). No que tange às mudanças climáticas, as concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico (PPM) aumentaram consideravelmente após a revolução industrial, permeando uma zona perigosa de irreversibilidade e incerteza, podendo levar a mudanças extremas como: aumento dos níveis dos oceanos, diminuição de geleiras e mortalidade de corais. Com relação ao ciclo do nitrogênio, as atividades industriais, as atividades agrícolas e a queima de biomassa e combustíveis fósseis, liberam na atmosfera mais nitrogênio do que todo os processos terrestres combinados, proporcionando mudanças no ciclo jamais presenciadas. Mudanças não lineares, como a eutrofização dos sistemas aquáticos e marítimos, podem ser consequências dessas alterações. Por fim, a atual taxa de perda de biodiversidade já é considerada o maior evento de extinção de vida no planeta, sendo o primeiro a ser impulsionado pelas atividades humanas (ROCKSTRÖM et al., 2009).

Reconhecendo o potencial das florestas na mitigação desses efeitos, diversos acordos internacionais vêm sendo firmados com o intuito de intensificar a restauração em larga escala. São exemplos: i) a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB 13) sediada no México em 2016, com objetivo global de restaurar 15% dos ecossistemas degradados até 2020; ii) o Desafio Bonn, esforço global liderado pelo governo da Alemanha e pela organização não governamental da União Internacional para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais, (IUCN, em inglês), com intuito de restaurar 150 milhões de hectares de

florestas e áreas degradadas até 2020 e 350 milhões até 2030; iii) a Iniciativa 20x20, com o objetivo de transformar 20 milhões de hectares de áreas degradadas na América Latina em áreas restauradas até 2020 e; iv) o Acordo de Paris, no âmbito da Conferência das Partes (COP 21) em 2015, buscando entre outras ações, a restauração de florestas como resposta frente às mudanças climáticas globais (WRI, 2019; CBD, 2019; BONN CHALLENGE, 2019; BRASIL, 2019).

No mundo, 2 bilhões de hectares oferecem potencial de restauração (VAN OOSTEN, 2013; CROUZEILLES et al., 2016). Somente na Mata Atlântica há um potencial de 17 milhões de hectares passíveis de restauração sem que haja a competição com as áreas favoráveis a agricultura e pastagens (CALMON et al., 2011). No entanto, dada a expectativa global, projetos de restauração em larga escala serão necessários, podendo levar a uma competição no uso das terras. Uma alternativa para evitar conflitos entre aumento das áreas agricultáveis e a maximização da restauração, é deslocar terras com baixa aptidão agrícola, como pastagens degradadas, exclusivamente para restauração (ALVES-PINTO et al., 2017). No Brasil existem aproximadamente 100 milhões de hectares de pastagens com degradação forte ou moderada, que poderiam ser melhor manejadas e/ou destinadas para outros fins (DIAS-FILHO, 2014).

Vale ressaltar que os programas de restauração em larga escala além dos benefícios ecológicos, também podem fomentar benefícios socioeconômicos locais. Dependendo dos arranjos de governança e conceitualização das propostas - especialmente se forem pensadas a partir de uma abordagem participativa, considerando as complexidades do local e integrando as comunidades - podem proporcionar benefícios como: aumento da renda, aumento da disponibilidade de alimentos e fibras, oportunidades de emprego dentro e fora da propriedade e diversificação dos meios de subsistência (ADAMS et al., 2016).

No entanto, as propostas também podem causar o efeito oposto. Estudos relatam experiências em que os programas afetaram negativamente os meios de sobrevivência das populações, influenciando na soberania alimentar das comunidades, com o impedimento de cultivos tradicionais, proibição de caça (ROS-TONEN; INSAIDOO; ACHEAMPONG, 2013; WANDERSEE et al., 2012) e causando perturbações nos sistemas coletivos de usos das terras (CLEMENT; AMEZAGA, 2009). Conflitos relacionados à implementação também são constantes, especialmente no que tange a não assimilação do conhecimento tradicional nas propostas e abordagens engessadas vindas de cima para baixo (ADAMS et al., 2016).

Diferentemente das abordagens conservacionistas, as práticas de restauração devem reconhecer a importância dos sistemas socioecológicos locais no desenvolvimento dos programas. No entanto, historicamente o enfoque prevalente foi no restabelecimento dos processos ecológicos *per se*. A transição de abordagens tecnicistas de cunho exclusivamente ecológico, para abordagens integrativas que conciliem o desenvolvimento socioeconômico e meios de vida das populações locais com os interesses ecológicos, é recente (BALL; BRANCALION, 2016).

Mesmo com essa mudança de perspectiva, os desafios para o envolvimento e participação dos atores locais são enormes. Dentre eles: garantir a participação no desenho dos programas e não apenas em momentos específicos (BALL; BRANCALION, 2016); assimilar o conhecimento tradicional nos modelos e propostas; assegurar a comercialização dos produtos florestais não madeireiros oriundos da restauração; (BALL; BRANCALION, 2016) e os custos envolvidos no processo (BRANCALION et al., 2012; MICCOLINS et al., 2017).

Nas áreas rurais o potencial de restauração está majoritariamente em propriedades particulares (SPAROVEK et al., 2010). Pensar em estratégias atrativas para envolvimento e protagonismo dos atores locais – no caso, os agricultores familiares – é fundamental para o sucesso dos programas. Estabelecer mosaicos de restauração conciliando a produção de alimentos e serviços ambientais, combinando áreas ripárias preservadas, corredores ecológicos, sistemas agroflorestais (MICCOLINS et al., 2017) e metodologias que gerem algum benefício econômico (BRANCALION et al., 2012; HOLL, 2017) podem indicar o caminho para o redesenho das paisagens rurais.

São recentes os trabalhos que buscam entender os custos, benefícios, sinergias e *trade-offs* envolvidos nos processos de restauração, o que dificulta a escolha da melhor metodologia de ação, especialmente para os pequenos proprietários rurais (MICCOLINS et al., 2017; STRASSBURG et al., 2019). Estudos recentes indicam que na Mata Atlântica, por exemplo, os custos variam de R\$ 7.788/ha à R\$ 21.271/ha em cenários mais ou menos favoráveis de acordo com as condições ambientais locais (BENINI; ADEODATO, 2017).

Tendo em vista essa problemática, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial da Mata Ciliar Multifuncional (MCMult) como metodologia para conciliar a restauração ecológica das áreas ripárias e sinergicamente gerar benefícios socioeconômicos para pequenas propriedades rurais familiares. Mais especificamente buscou-se: i) avaliar a viabilidade econômica da metodologia tendo como base os

custos de implantação, manutenção, colheita e as receitas geradas com a venda dos produtos florestais não madeireiros ii) simular cenários de restauração de áreas de preservação permanentes (APP) de curso d'água de acordo com a Lei 12.561/2012 para o município de Santa Rosa de Lima/SC iii) entender o fluxo de benefícios gerados, por meio dos serviços ecossistêmicos de sequestro de carbono, polinização e controle de erosão e retenção de sedimentos, a partir das simulações de cenários de restauração e iv) verificar se os benefícios gerados superam ou não os custos envolvidos no processo de restauração destas APPs de curso d'água para o município de Santa Rosa de Lima/SC. O presente trabalho está estruturado em dois capítulos, além de um referencial teórico sobre restauração ecológica e lei da proteção da vegetação nativa (Lei 12.560/2012), introdução e considerações finais. O capítulo 1 trata de uma análise econômica e ecológica do modelo de restauração ecológica conhecido como Matas Ciliares Multifuncionais (MCMult) desenvolvido de forma participativa com os agricultores familiares e atores locais do município de Santa Rosa de Lima/SC sob coordenação do Laboratório de Sistemas Silvopastoris & Restauração Ecológica (LASSre) da UFSC. O capítulo 2 trata de simulações de restauração de APPs de curso d'água no município, com base na lei 12.560/2012, e como esses diferentes cenários influenciam a provisão de serviços ecossistêmicos de sequestro de carbono e controle de erosão e nos custos de implantação. O objetivo é entender se os benefícios oriundos dos serviços ecossistêmicos compensam ou não os custos da restauração no nível municipal.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesse referencial teórico apresento as fundamentações que serviam como base para o desenho da Mata Ciliar Multifuncional, bem como para a sua aplicabilidade nas propriedades rurais. Essa parte do trabalho não pretende esgotar o assunto, apenas fundamentar os conceitos que inspiraram o desenho da metodologia. O desenho com base nos grupos funcionais, diversidade de espécies nativas e sucessão ecológica, amparadas nos fundamentos da restauração ecológica e a legalidade da extração de produtos florestais não madeireiros nas áreas ripárias pelos pequenos proprietários rurais, resguardadas pela legislação vigente, foram as bases para o desenho das Matas Ciliares Multifuncionais.

### **Restauração Ecológica**

O desenvolvimento do conceito de restauração ecológica é recente. Apesar do termo ser utilizado a bastante tempo, a definição mais clara do conceito remonta nos anos 1980 com a expansão da área da ecologia da restauração. Por anos, entendia-se como restauração “o retorno ao estado original do ecossistema” no âmbito mais restrito do termo. A evolução do conceito se dá a partir do entendimento que nem sempre se sabe ao certo quais são as condições originais dos ecossistemas e que os rumos a serem tomados, por conta das características dinâmicas, podem ser de fato imprevisíveis (ENGEL; PARROTA, 2003). Hoje, entende-se por restauração ecológica a “ação intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema quanto à saúde e integridade no sentido da trajetória histórica de desenvolvimento” (SER, 2004). Busca-se assim recuperar a estabilidade e integridade ecológica dos ecossistemas. Os ecossistemas que necessitam de restauração são aqueles que foram degradados, perturbados ou destruídos por alguma ação humana, agravadas ou mesmo causadas por agentes naturais como enchentes, fogo, terremotos ou deslizamentos, ou seja, as causas das perturbações podem ser naturais ou não. Independente do agente causador, são ecossistemas que aparentemente não conseguem retomar a sua trajetória histórica sem o auxílio de ações que impulsionem esse processo (SER, 2004). Sobre essa questão, vale destacar que em florestas tropicais os distúrbios são geralmente antrópicos, e em maior escala, frequência e intensidade que os naturais (ENGEL; PARROTA, 2003).

As ações de restauração podem variar de atividades simples até complexas dependendo do estado de degradação e histórico do ecossistema. As ações mais simples envolvem a retirada de perturbações que impeçam que o ecossistema, através dos seus processos ecológicos, retome seu funcionamento histórico e inicie seu processo de recuperação independente. Os processos mais complexos podem envolver a reintrodução de espécies nativas e controle das espécies exóticas (SER, 2004). Essas ações buscam favorecer a dinâmica florestal, retomar os atributos dos ecossistemas de referência da paisagem regional a fim de garantir a estrutura e funcionamento sem que haja a necessidade de intervenções externas de suporte (BRANCALION; LIMA; RODRIGUES, 2013).

Entende-se por ecossistema de referência a “unidade fitogeográfica regional que ocorria na área antes do processo de degradação” (BRANCALION; LIMA; RODRIGUES, 2013). Vale destacar que os ecossistemas de referência devem ser interpretados com base no conjunto dos mosaicos de fragmentos florestais existentes na região, e não apenas nos remanescentes mais próximos, em vistas de entender a fitofisionomia na perspectiva da paisagem. Espera-se assim que os ecossistemas restaurados restabeçam seus fluxos bióticos e abióticos, interações, funções ecossistêmicas e resiliência, isso é, a capacidade de se recuperar a partir de flutuações internas, após as intervenções da restauração.

Projetos de restauração devem promover: 1) a estrutura de comunidade, por meio de um conjunto característico de espécies encontradas nos ecossistemas de referência; 2) a introdução de espécies nativas na maior extensão possível; 3) a reestruturação dos grupos funcionais necessários para o desenvolvimento contínuo; 4) um ambiente físico restaurado que seja capaz de sustentar as populações reprodutivas das espécies; 5) ecossistemas em que os sinais de disfunção não sejam mais observados; 6) a integração com a paisagem possibilitando a troca e fluxos bióticos e abióticos; 7) a eliminação ou redução das ameaças à saúde e integridade; 8) ecossistemas resilientes a ponto de suportar eventos estressantes e; 9) ecossistemas que sejam capazes de autosustentar-se, estando suscetíveis à mudanças periódicas em respostas à estresse, como qualquer ecossistema existente (SER, 2004).

Brancalion, Lima e Rodrigues (2013) destacam que em paisagens altamente fragmentadas e degradadas o restabelecimento da

biodiversidade<sup>1</sup> também deve ser um dos objetivos primordiais da restauração, além dos demais citados acima, já que a biodiversidade serve de suporte para outras espécies animais, vegetais e microbianas se desenvolvam. Assim iniciar os projetos de restauração almejando uma elevada diversidade de espécies nativas, pode garantir a autopropagação das áreas restauradas, aumentando as chances de sucesso das propostas no médio e longo prazo.

Existem diferentes abordagens para iniciar ou acelerar a recuperação de um determinado ecossistema no sentido da sua trajetória histórica, com objetivos e resultados distintos (SER, 2004). Essas abordagens são classificadas em três grupos: restauração passiva, intermediária e ativa (NUNES et al., 2017).

A restauração passiva envolve a mínima intervenção humana possível, ancorada na regeneração natural. Geralmente apenas o isolamento da área, evitando o tráfego de animais e/ou perturbações externas, para garantir o restabelecimento da dinâmica natural. Diversos autores advogam em favor da regeneração natural para restauração ecológica, quando plausível, principalmente em função dos custos reduzidos e facilidade de execução (CHAZDON, 2014; CROUZEILLES et al., 2017; NUNES et al., 2017). No entanto, o sucesso depende do estado de degradação da área, o histórico de uso e ocupação, a proximidade de remanescentes florestais, banco de sementes no local, dispersão de propágulos, qualidade do solo e status da fauna local (CHAZDON, 2013; NAVE; RODRIGUES, 2017). Assim, em ambientes extremamente degradados recomenda-se o uso de técnicas com maior intervenção, como: o plantio de mudas em toda a extensão desejada ou núcleos formadores de microhabitats, semeadura direta de sementes e transposição de solo (RODRIGUES; BRANCALION; ISENHAGEN, 2009; REIS; TRES; BECHARA, 2006). Muitas vezes, devido ao estado acelerado de degradação e necessidade de restauração no curto prazo, esses são os métodos corriqueiramente escolhidos pelos tomadores de decisão, independentemente do custo (RODRIGUES; BRANCALION; ISENHAGEN, 2009). Brancalion et al. (2016) destacam que 78,4% de

---

<sup>1</sup> O artigo 2 da Convenção sobre Diversidade Biológica define biodiversidade como “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (BRASIL, 2019).

programas de restauração nos biomas da Mata Atlântica, ecótono Mata Atlântica Cerrado e Amazônia fazem uso da restauração ativa mesmo existindo o potencial da restauração passiva.

Independente da metodologia utilizada os programas devem ter como meta a viabilidade ecológica a longo prazo do ecossistema em restauração, buscando a estrutura semelhante ao ecossistema de referência. Parâmetros chaves como: retirada ou isolamento dos fatores de degradação, estado de conservação do solo e implantação do tipo correto de vegetação na área, podem garantir o êxito dos programas (BRANCALION; LIMA; RODRIGUES, 2013; ENGEL; PARROTA, 2003).

### **Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) e pequenas propriedades rurais**

O principal arcabouço legal destinado à proteção das florestas e vegetação nativa em propriedades rurais é a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) (lei 12.651/2012), conhecida como Código Florestal. Esta estabelece uma porcentagem de áreas que devem ser preservadas em Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas de Reserva Legal (RL) para integridade e manutenção dos processos ecológicos dos ecossistemas. As RL são áreas que devem ser mantidas com vegetação natural e tem como objetivo: “assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa”. O tamanho pode variar de acordo com o bioma que está inserido, sendo permitido o manejo florestal sustentável para fins e consumo na propriedade e para fins comerciais. Para fins comerciais, deve-se seguir as orientações de jamais descaracterizar a cobertura vegetal bem como não prejudicar conservação da vegetação nativa, garantir a diversidade de espécies e adoção de medidas que beneficiem a regeneração de espécies nativas. (BRASIL, 2012).

As APPs têm a função específica de “preservar os recursos hídricos, paisagem, estabilidade e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012). São consideradas:

I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos

d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de: a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Na última década discussões para mudanças dessa lei, com propósito de reduzir as áreas de APP e RL, emergiram no cenário nacional tendo como justificativa os prejuízos econômicos causados aos agricultores por destinar áreas exclusivamente para estes fins. Particularmente para os agricultores familiares, destinar áreas para preservação pode significar a diminuição de áreas produtivas e com isso afetar diretamente a renda da família (ALARCON; BELTRAME; KARAM, 2010). Embora algumas mudanças e flexibilizações foram consideradas retrocessos e podem provocar implicações ambientais negativas comprovadas por diversos autores (METZGER, 2010; TAMBOSI et al., 2015; SILVA et al., 2011) alguns avanços podem ser destacados (BRANCALION et al., 2016).

O debate sobre como minimizar os impactos das leis ambientais sobre os pequenos agricultores não é recente. Nos últimos anos algumas normativas surgem no Brasil com o intuito de reduzir esses conflitos, complementando a lei que dispõe sobre a vegetação nativa nas propriedades rurais. São exemplos: i) MP 2.166/2001 que estabelece em seu artigo 16, inciso § 3º que “ para o cumprimento da manutenção ou compensação da área de reserva legal em pequena propriedade ou posse rural familiar, podem ser computados os plantios de árvores frutíferas ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas” ii) a Resolução CONAMA 369/2006 que “dispõe sobre casos excepcionais que possibilitam a intervenção em APPs e permite o manejo agroflorestal, ambientalmente sustentável, praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar, desde que não descaracterize a cobertura vegetal nativa, ou impeça sua recuperação, e não prejudique a função ecológica da área” iii) a Lei da Mata Atlântica (lei 11.428/2006) que prevê que os órgãos competentes auxiliem o produtor rural com propriedade de até 50 hectares no manejo e exploração sustentáveis das espécies da flora nativa, estabelece a gratuidade dos serviços administrativos, como autorizações de corte e supressão da vegetação, bem como procedimentos simplificados, análise e julgamento prioritário, para o pequeno produtor rural. Assegura também a “supressão de vegetação secundária em estágio médio quando necessário para o exercício de atividades ou usos agrícolas, pecuários ou silviculturais imprescindíveis à sua subsistência e de sua família”,

ressalvadas as áreas de preservação permanente e, quando for o caso, após averbação da reserva legal, nos termos da lei e iv) a Resolução CONAMA 425/2010 que “permite a manutenção de culturas com espécies lenhosas ou frutíferas perenes não sujeitas a cortes rasos sazonais e atividades de manejo agroflorestal sustentável, para a produção, intervenção e recuperação de APP de agricultores familiares e empreendedores familiares rurais” (ALARCON; BELTRAME; KARAM, 2010; EWERT et al., 2016; BRASIL, 2006).

As mudanças na LPVN foram muito questionadas por diversos atores da sociedade especialmente pelo meio acadêmico (BRANCALION et al., 2016; TAMBOSI et al., 2015; SILVA et al., 2012). Podemos destacar como retrocessos as medidas que diminuíram as áreas de vegetação que devem ser protegidas com relação a lei anterior (áreas consolidadas até julho de 2008) e as anistias concedidas. A exclusão de nascentes intermitentes como APPs, as mudanças nos critérios de conservação de topos de morros, “considerando apenas morros com mais de 100 m de altitude altimétrica a contar do fundo do vale e inclinação superior a 25 graus” e o estreitamento das faixas vegetadas nos cursos d’água, deixando de ser definida a partir do nível máximo atingido pelas cheias para ser definido pelo leito regular, são exemplos (BRANCALION et al., 2016; GUIDOTTI et al., 2017; TAMBOSI et al., 2015).

No entanto, não podemos negar que algumas mudanças têm considerado de maneira distinta o pequeno produtor rural fornecendo facilidades para regularização da propriedade e amenizando as exigências de conservação.

Para a pequena propriedade rural ou posse familiar, com até 4 módulos fiscais (MF), medidas foram criadas para facilitar a conformidade dos agricultores. Sob à luz da legislação é considerado agricultor familiar aquele que pratica atividades em área rural, com mão de obra familiar e que a renda familiar esteja vinculada ao próprio estabelecimento. Também são considerados os silvicultores, aquicultores, extrativistas, pescadores, indígenas, quilombolas e assentados (Lei 11.326/2006) (BRASIL, 2006).

No que tange a questão da restauração das APPs, os imóveis rurais que possuam áreas consolidadas ao longo do curso d’água e que desmataram até julho de 2008, as medidas de recomposição foram ajustadas para: 5 (cinco) metros para imóveis com até 1 (um) módulo fiscal; 8 (oito) metros para imóveis com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais; 15 (quinze) metros para imóveis com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos

fiscais, e o mínimo de 20 (vinte) e o máximo de 100 (cem) metros imóveis com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais, contados da borda da calha do leito regular (BRASIL, 2012). O módulo fiscal varia de acordo com a ecorregião, em Santa Rosa de Lima SC, região do estudo, o módulo fiscal equivale à 14 hectares (INCRA) Essas mudanças podem afetar a integridade dos recursos hídricos. Tambosi et al. (2015) destacam que as mudanças de delimitação e consequente diminuição da largura das margens preservadas afetam diretamente a proteção das áreas de várzeas e planícies de inundação, fato grave, pois essas áreas são importantes para controle de enchentes, abrigo e alimentação para os animais.

Um avanço proposto pela LPVN é a possibilidade da pequena propriedade ou posse rural familiar explorar e manejar produtos florestais não madeireiros nas APPs bem como utilizar sistemas agroflorestais para restauração desde que não prejudique a função ambiental da área (MICCOLLINS et al., 2017; EWERT et al., 2016). A recomposição das áreas em déficit pode ser pela condução da regeneração natural, plantio de espécies nativas, ou mesmo pelas duas opções combinadas, e inclusive com o plantio intercalado com espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo com até 50% de espécies exóticas (BRASIL, 2012). Outro ponto positivo é o estabelecimento de incentivos econômicos, por meio de pagamentos por serviços ambientais (PSA), para a fomentar a regularização ambiental das propriedades. O inciso 1 do artigo 41 prevê os pagamentos para a manutenção de APPs, assim como:

- ¶ *o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono;*
- ¶ *a conservação da beleza cênica natural;*
- ¶ *a conservação da biodiversidade;*
- ¶ *a conservação das águas e dos serviços hídricos;*
- ¶ *a regulação do clima;*
- ¶ *a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico;*
- ¶ *a conservação e o melhoramento do solo;*

Brancalion et al. (2016) destacam que os instrumentos de controle estipulados pela LPVN como: Cadastro Ambiental Rural (CAR); Programa de Regularização Ambiental (PRA); Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADA) e Cotas de Reserva Ambiental (CRA) são as grandes inovações da lei possibilitando a gestão integrada e o monitoramento das ações. O CAR como sistema auto declaratório

permite um diagnóstico completo da situação dos imóveis rurais do país e o acompanhamento das irregularidades. Antes esse diagnóstico e acompanhamento era responsabilidade dos órgãos fiscalizadores que nem sempre conseguiam atender a demanda do país. Hoje, as propriedades que não informarem sua situação ambiental junto ao Serviço Florestal Brasileiro via formulário online podem receber penalidades como restrições de autorização de corte e acesso ao crédito agrícola. Como forma de incentivar a restauração nas áreas rurais, o PRA oferece como vantagem a conversão de multas, baseadas na lei que trata do tema (Decreto n 9.179/2017) e a possibilidade de legalizar as atividades agrosilvipastoris nas APPs. A partir do compromisso formal assumido com o PRA, se há a adoção do PRADA o qual cada Estado regulamenta o tempo necessário para a restauração. Mecanismos que compõe um plano nacional para dar apoio à restauração de áreas em propriedade rurais (BRANCALION et al., 2016).



### **3 CAPÍTULO 1: MATA CILIAR MULTIFUNCIONAL: QUANDO A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA SE PAGA VIABILIZANDO A REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DA PROPRIEDADE RURAL FAMILIAR**

RESUMO: O Brasil enfrenta grandes desafios para o cumprimento dos acordos internacionais de mudanças climáticas. Para o diminuir o passivo ambiental de 19 milhões de hectares nas áreas rurais, ações de restauração ecológica eficazes e atrativas para os agricultores, devem emergir. Modelos que façam uso de produtos florestais não madeireiros podem ser estratégias para viabilizar economicamente a restauração. No entanto, a falta de compreensão sobre os custos e benefícios pode ser um obstáculo. Esse estudo teve como objetivo fazer uma análise econômica e ecológica da implantação e manutenção do modelo de restauração ecológica denominado Mata Ciliar Multifuncional (MCMult) no município de Santa Rosa de Lima SC. Os métodos utilizados foram uma matriz de classificação do modelo a partir dos critérios estabelecidos pela Sociedade de Restauração Ecológica para considerar um ecossistema recuperado e o uso de indicadores econômicos para viabilidade financeira. Os resultados indicam viabilidade financeira com projeção de 10 anos em diferentes cenários de taxas de juros. Para o cenário de 6,5%, atual taxa Selic, os indicadores encontrados foram: Valor Presente Líquido (VPL) R\$ 9.798,17, Taxa Interna de Retorno (TIR) 30%, Relação Benefício-Custo (RB/C) 3.03, Período de Retorno descontado (*Payback*) de 5 anos e 1 mês. O estudo concluiu que é o modelo em sua maioria atende totalmente as diretrizes estabelecidas pela Sociedade de Restauração Ecológica, além de se caracterizar como um investimento rentável para o agricultor, dados os valores positivos encontrados no VPL, TIR e *Payback* de 5 anos e um mês. .

PALAVRAS-CHAVES: áreas ripárias, avaliação econômica, agricultura familiar, produtos florestais não madeireiros

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Iniciativas conjuntas de restauração ecológica devem emergir no cenário nacional para o cumprimento das metas estabelecidas nos acordos internacionais. O déficit de 19 milhões de hectares de vegetação natural em propriedades rurais, o aumento de quase 60% nos índices de supressão florestal na Mata Atlântica são desafios para efetivação das

negociações (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017; GUIDOTTI et al., 2017).

Ações de restauração florestal e recuperação de áreas sensíveis, eficientes e exequíveis por parte dos atores locais, associadas ao cumprimento da LPVN (BRASIL, 2012), são fundamentais para atingir os 12 milhões de hectares que devem ser restaurados até 2030. Meta estabelecida no acordo de Paris (2015) e formalizada em âmbito nacional via as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) (BRASIL, 2018).

A restauração envolve processos ecológicos e sociais para modificar as paisagens e depende dos interesses e de interações dos múltiplos atores da sociedade. Entendemos como atores: as comunidades rurais e tradicionais, os pesquisadores e especialistas no tema da restauração, agentes governamentais, instituições financeiras, e a sociedade civil. É um campo de ação transdisciplinar, pois além da aplicação do conhecimento científico, é necessário trabalhar o entusiasmo e consequentemente o envolvimento dos múltiplos atores na recuperação dos ecossistemas degradados (BALL; GOUZERH; BRANCALION, 2014).

O processo de auxiliar intencionalmente um ecossistema degradado, perturbado ou destruído, a retomar sua integridade e processos ecológicos é conhecido como restauração ecológica (SER, 2004). Historicamente as ações concentraram-se em recuperar os ecossistemas primordialmente na direção de fortalecer o reestabelecimento dos processos ecossistêmicos e recomposição de espécies, na linha da ecologia aplicada. Hoje, as iniciativas caminham na direção da restauração dos biomas, incluindo as paisagens florestais, paisagens rurais e paisagens urbanas, com o objetivo de melhorar tanto a integridade ecológica quanto o bem-estar humano, em uma abordagem transdisciplinar (HOLL, 2017).

Nessa perspectiva e considerando que 53% da vegetação nativa do Brasil está localizada em propriedades rurais, o trabalho conjunto com os agricultores é primordial para garantir uma restauração ecológica em grande escala, sendo indispensável o reconhecimento dos fatores socioeconômicos os quais estão inseridos (SOARES FILHO et al., 2014).

A Lei 12.651/2012 é o instrumento regulatório para recuperação e manutenção de áreas com vegetação nativa em propriedades rurais. Estabelece uma quantidade mínima que deve ser mantida em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) (BRASIL, 2012). Entretanto, mesmo sendo uma política coercitiva, não tem se mostrado

suficiente. Atualmente 1,6 milhões de pequenas propriedades, com até quatro módulos fiscais, apresentam algum grau de não conformidade com a lei, principalmente em APPs hídricas (GUIDOTTI et al., 2017).

As APPs dos corpos d'água, conhecidas como matas ciliares ou florestas em zonas ripárias, têm funções eco-hidrológicas específicas por se tratar de uma zona de transição entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, influenciando substancialmente as características dos corpos d'água. Entre as funções estão: proporcionar a estabilidade térmica do ambiente aquático; redução do risco de eutrofização; proteção do solo; redução de riscos de contaminação e assoreamento dos corpos d'água, proteção habitat e manutenção da biodiversidade (TAMBOSI et al., 2015).

A manutenção dessas matas está diretamente relacionada com a manutenção de processos ecológicos e provisão dos serviços ecossistêmicos hidrológicos. Todavia, é notório que as políticas ambientais e mecanismos de comando e controle não vem surtindo o efeito para preservação das matas ciliares. Os agricultores, em geral, ainda consideram áreas ocupadas com florestas como um uso inconveniente da terra, devido a percepção de que estas não produzem bens com valor de mercado, logo sem remuneração (FANTINI; SIMINSKI, 2016).

Para os pequenos agricultores familiares barreiras culturais, organizacionais e econômicas podem interferir no cumprimento dos requisitos legais. O tamanho reduzido das propriedades, a ocupação de áreas desfavoráveis à agricultura, com relevo acidentado ou com concentração de mananciais, a relação de mão de obra familiar disponível e os custos têm influenciado negativamente (BONNAL; MALUF, 2009). Com base nessa prerrogativa, a LPVN (lei 12.561/2012) permite o consórcio de árvores nativas e exóticas não invasoras e coleta de produtos florestais não madeireiros para compensar os custos e estimular a restauração ecológica (BRASIL, 2006; BRASIL, 2012).

Os custos (R\$/ha) da restauração ecológica no Brasil podem apresentar grandes variações em função do método e da localização. A restauração por regeneração natural tem apresentado custos entorno de R\$ 1.900,00/ha. O enriquecimento está por volta de R\$ 4.200,00/ha. Já o plantio mecanizado de sementes pode chegar a R\$ 5.375,00/ha. O plantio de mudas espécies nativas apresenta um custo mínimo de R\$ 8.332,00/ha com grandes variações em função do tamanho das mudas (RODRIGUES; BRANCALION; ISENHAGEN, 2009; HOFFMANN, 2015; COSTA, 2016; HOLL, 2017). Recentemente, alguns estudos

estimaram os custos por biomas a partir da combinação de diferentes cenários de condições ambientais e métodos. Na Mata Atlântica, por exemplo, com o plantio total de mudas, as estimativas podem variar de R\$ 21.271,00/ha, em um cenário com condições ambientais desfavoráveis, à R\$ 7.788,00 com condições favoráveis (BENINI; ADEODATO, 2017). Utilizando-se técnicas de restauração passiva, como a condução da regeneração natural, os valores variam de R\$ 2.940,00 à R\$ 315,00. Já na Amazônia, os custos podem variar de R\$ 17.492,00/ha à 7.430,00/ha para plantio direto e de R\$ 2.385,00/ha à 1.642,00/ha, evidenciando uma grande amplitude dependendo do bioma e métodos utilizados (BENINI; ADEODATO, 2017).

Uma estratégia para amortizar os custos, é a venda de produtos florestais não madeireiros (PFNM) oriundos da restauração. Essa estratégia também tem sido uma abordagem para a conservação de florestas tropicais nos últimos 20 anos (POKORNY; PACHECO, 2014). Nessa perspectiva os “projetos integrados de conservação e desenvolvimento” e “projetos de conservação baseado na comunidade” emergiram como propostas inclusivas de conservação envolvendo os pequenos produtores e comunidades tradicionais, viabilizando renda com a gestão sustentável da floresta. No entanto, os desafios de governança em muitos casos parecem intransponíveis. Barreiras legislativas e dificuldades em conectar a produção com comercialização se caracterizam como alguns dos obstáculos vigentes (BALL; BRANCALION, 2016).

Buscando alternativas para o cumprimento das demandas legais relacionadas à APPs e sinergicamente à geração de renda na agricultura familiar, as Matas Ciliares Multifuncionais - MCMult - têm sido adotadas por pequenos agricultores de Santa Rosa de Lima na Encosta da Serra Catarinense. O modelo foi idealizado a partir de 2009 de forma participativa pelo Laboratório de Sistemas Silvopastoris & Restauração Ecológica (LASSre) da Universidade Federal de Santa Catarina (BACK et al., 2009). A meta foi desenhar um modelo atrativo para os protagonistas da gestão da paisagem rural catarinense, os agricultores familiares (BACK et al., 2009, CARVALHO FILHO et al., 2016, KOHN, 2017, BURATTO et al. 2018).

A falta de compreensão sobre os custos e benefícios das diferentes metodologias de restauração dos ecossistemas ripários tem se caracterizado como o maior obstáculo para as tomadas de decisão, seja por instituições de fomento ou pelos gestores das unidades rurais.

Este artigo tem como objetivo fazer uma análise do modelo das Matas Ciliares Multifuncionais considerando aspectos ecológicos e

econômicos da implantação e manutenção. O estudo não se limitará a avaliação de mais uma opção de restauração das áreas ciliares mas tratará o processo de implantação como uma atividade produtiva característica da multifuncionalidade da paisagem rural. Durante as reflexões dar-se-á ênfase a discussão de políticas públicas como potencial de proporcionar a ampla adoção do modelo pelos pequenos produtores familiares catarinenses.

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Caracterização da área de estudo

Santa Rosa de Lima está localizado na região sul de Santa Catarina. A principal atividade econômica é a agricultura, com destaque para a pecuária de leite. A população residente é de 2.065 habitantes, dos quais 75% vivem na área rural, predominantemente em propriedades familiares com até 28 ha, o equivalente a dois módulos fiscais de acordo com a LPVN (IBGE, 2006). A vegetação característica da região é a Floresta Ombrófila Densa, um dos ecossistemas mais ameaçados do bioma Mata Atlântica. Este, por sua vez, está entre os grandes “hotspot de Biodiversidade” do planeta em franco processo de degradação (IBGE, 2012; MYERS et al., 2000).

O município faz parte da bacia hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, uma região hidrologicamente sensível por abrigar diversos usos dos recursos hídricos como: abastecimento urbano e rural, criação de animais e indústria (GAPP, 2017). Está entre duas importantes unidades de conservação, o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e o Parque Nacional de São Joaquim, as quais juntas, protegem mais de 50 mil hectares de vegetação nativa (TREVISAN et al., 2016). Assim, além de representar uma região referência como capital catarinense de agroecologia, é também uma área bastante sensível do ponto de vista ambiental (Figura 1).

Desde os anos de 1990, o município é assistido por programas de extensão da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), coordenados pelo então Grupo de Pastoreio Voisin (PGVoisin/UFSC), hoje Laboratório de Sistemas Silvopastoris e Restauração Ecológica (LASSre/UFSC), com objetivo de repensar as atividades produtivas através da agroecologia, restauração e reabilitação ecológica. Por meio desses programas, grande parte dos agricultores substituíram a produção pecuária semiconfinada e aderiram a produção a base de pasto, técnica

agroecológica de manejo de pastagens também conhecida por Pastoreio Racional Voison (PRV) (PINHEIRO MACHADO, 2004; SCHMITT FILHO; MURPHY; FARLEY, 2010; ALVEZ et al., 2014). Atualmente agricultores da região têm se envolvido na concepção e implementação dos Sistemas Silvopastoris com núcleos arbóreos de diversidade (SSPnúcleos) e das Matas Ciliares Multifuncionais com objetivo de aumentar a renda, cumprir com as prerrogativas legais e restaurar a paisagem rural do bioma Mata Atlântica (SCHMITT FILHO et al. 2013, BURATTO et al. 2018).

### 3.2.2 Caracterização da Mata Ciliar Multifuncional

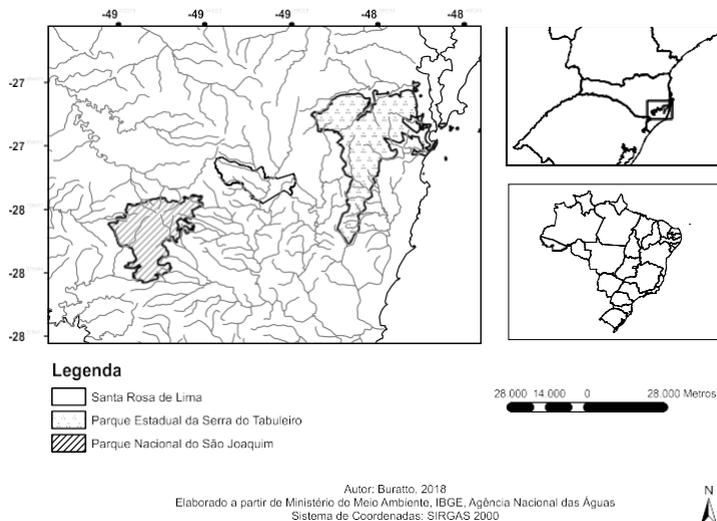
A Mata Ciliar Multifuncional é um modelo de restauração ecológica sucessional baseado na diversidade funcional de espécies nativas para áreas ripárias. Desde 2015, cinco propriedades no município adotaram esta metodologia para a restauração das matas ciliares que foram implantadas em parceria com o LASSre/UFSC. Estas propriedades estão localizadas ao longo do Rio dos Índios, um dos principais cursos d'água do município (Figura 2), e até o momento, foram restaurados 2.148,72 metros lineares em ambas as margens do rio.

O modelo desenvolvido de forma participativa entre de 2009 e 2012 pelo LASSre/UFSC é estruturado a partir de cinco grupos funcionais implantados em momentos distintos para assim criar uma dinâmica sucessional. Nesse contexto foram definidos os seguintes grupos funcionais: provisão (G1), facilitador da sucessão (G2), espécie chave (G3), enriquecimento (G4) e polinizadores (G5). Na sequência, a escolha das espécies se deu partir da definição dos grupos funcionais e seguiu os seguintes critérios, a (1) existência de um mercado local para compra dos produtos; (2) interesse dos agricultores; (3) disponibilidade de mudas próxima à região; (4) ciclo curto de produção; (5) e taxas rápidas de crescimento para criação do sub-bosque e recomposição da mata ciliar (BACK et al., 2009, CARVALHO FILHO et al., 2016, KOHN, 2017, BURATO et al. 2018). Hoje, as espécies sugeridas a partir da definição dos grupos funcionais são: Banana (*Musa* ssp.) e Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) – (G1); Bracatinga (*Mimosa scabrella*) – (G2); Palmeira Juçara (*Euterpe edulis*) – (G3); espécies climáticas – (G4) e abelhas melíponas – (G5).

O processo de implantação sucessional e acontece em 3 etapas. Primeiramente a área é protegida com cerca elétrica em toda a extensão do curso d'água para evitar a presença de animais e danos às mudas. Na primeira fase – primeiro ano – são plantadas as espécies pioneiras e

pioneiras agressivas. Na segunda fase, a partir do segundo ano, quando o processo de sucessão estiver acelerado e o dossel para sombreamento estabelecido, são introduzidas as mudas de juçara nas sombras das bananeiras e os núcleos com as espécies climáticas. Os núcleos são plantados na faixa central e compostos por espécies com alto valor energético. Na terceira fase, a partir do quarto ano, são introduzidos os polinizadores, nesse caso, representados pelas abelhas nativas melíponas (Figura 3) (BACK et al., 2009, CARVALHO FILHO et al., 2016, KOHN, 2017, BURATO et al. 2018).

Figura 1 - Mapa do município de Santa Rosa de Lima/SC com os corpos hídricos destacados e as unidades de conservação Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Parque Nacional de São Joaquim.



Fonte: LASSre/UFSC.

Figura 2 - Imagem das cinco propriedades ao longo do Rio dos Índios no município de Santa Rosa de Lima/SC que implementaram o modelo da Mata Ciliar Multifuncional para restauração ecológica das áreas ripárias nas propriedades.

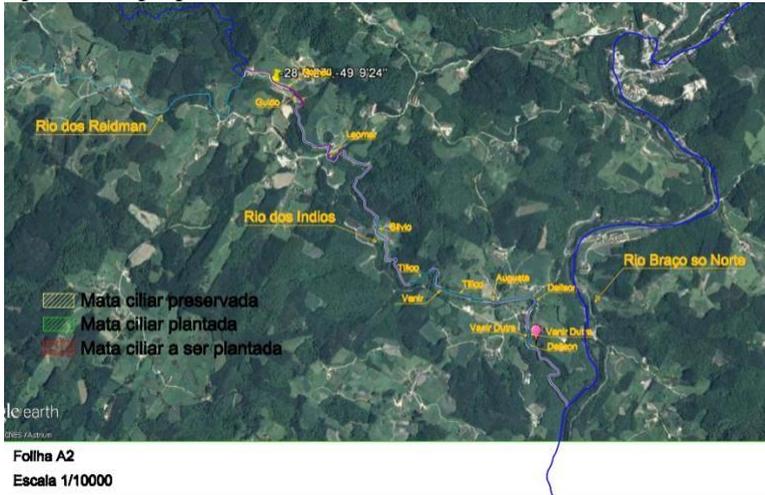
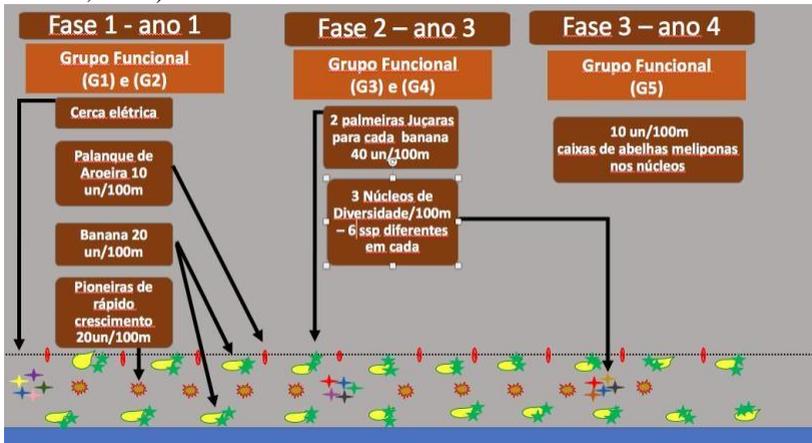


Figura 3 - Representação do processo sucessional de implantação do modelo de restauração ecológica de áreas ripárias – MCmult – com respectivas fases, ano de implantação, grupos funcionais, espaçamento e quantidade de mudas necessárias (CARVALHO FILHO et al., 2016, KOHN, 2017).



### 3.2.3 Análise dos dados

#### 3.2.3.1 Análise ecológica do modelo

Para a análise ecológica do modelo MCmult primeiramente identificou-se os critérios, também conhecidos como atributos-chave, para um ecossistema ser considerado restaurado estabelecidos pela Sociedade de Restauração Ecológica (SER, 2004). Na sequência os critérios foram dispostos em uma matriz e modelo MCmult classificado, a partir de três parâmetros estabelecidos (Tabela 1), afim de avaliar se o modelo atende pouco, parcialmente ou totalmente as diretrizes estabelecidas pela SER.

Tabela 1 - Parâmetros utilizados para classificação do modelo MCmult a partir dos critérios estabelecidos pela SER (2004).

1	Atende pouco ou nada as diretrizes da SER
2	Atende parcialmente as diretrizes da SER
3	Atende totalmente as diretrizes da SER

#### 3.2.3.2 Análise econômica do modelo

Os dados relativos aos custos de implantação foram levantados pelo LASSre/UFSC a partir do projeto piloto nas cinco propriedades que já implementaram o modelo no município. Posto que o projeto ainda está em estágio inicial, os custos de manutenção e colheita foram feitos com base em estimativas de outros trabalhos para as determinadas culturas e como custo operacional considerou-se roçadas periódicas no local.

Para avaliar a estrutura das receitas utilizou-se os valores médios de produtividade de cada espécie prevista no sistema (EPAGRI, 2018; GUIMARÃES et al., 2015; CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015) e os valores de venda dos produtos. Os valores do açaí e da banana foram utilizados com base nos dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e da pimenta rosa, a partir dos valores pago aos produtores (GOMES et al., 2013). Os valores de produção e venda do mel das abelhas melíponas foram feitos com base nos dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Foram considerados os preços médios de mercado, a fim de explicar a variação sazonal das espécies que

produzem mais de uma vez por ano. A Tabela 2 indica o início da produção, a produtividade e valores por kg de fruto para as determinadas espécies. O tempo estimado de produção e comercialização foi de dez anos e os preços de venda foram ajustados ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) até o ano de 2028. Até 2022 as projeções foram obtidas pelo FOCUS do Banco Central, e a partir de 2023 a projeção utilizada foi a meta do Banco Central de inflação (BANCO CENTRAL, 2018).

O cálculo da mão-de-obra necessário para implantação foi observado no campo durante a implantação do projeto piloto. O tempo de trabalho foi calculado a partir do dia/trabalho e valor pago aos agricultores na região, correspondente à R\$ 80,00.

Tabela 2 - Início da produção, produtividade e valores de comercialização das espécies do modelo MCMult para Santa Rosa de Lima/SC.

		<b>Início da produção após o plantio</b>	<b>Produtividade kg/planta</b>	<b>Valor do fruto R\$/kg</b>
Aroeira	( <i>Schinus terebinthifolius</i> )	3º ano	8	3.00
Palmeira	Juçara ( <i>Euterpe edulis</i> )	7º ano	9.16	2.75
Banana	( <i>Musa</i> spp.)	2º ano	15	1.75

Fonte: EPAGRI, 2013; CAMPOS FILHO; SARTORELLI, 2015; TREVISAN et al., 2015.

Para a análise econômica do modelo, primeiramente foi elaborado o fluxo de caixa e na sequência foram utilizados os seguintes indicadores:

a) Valor Presente Líquido (VPL)

Calcula a diferença entre o total de receitas e os custos, do fluxo de caixa associado ao projeto, corrigido para valores e tempo atual, analisando a variação do capital ao longo desses anos. Tem como base de cálculo sua

taxa mínima de atratividade e/ou custo de oportunidade<sup>2</sup> (COSENZA et al., 2017). O VPL é obtido através da equação (CONSEZA et al., 2017):

$$(1) \quad VPL = \sum_{t=1}^n R_t (1+i)^{-t} - \sum_{t=0}^n C_t (1+i)^{-t}$$

Onde:

$R_t$  = receita total ao final do ano ou período de tempo  $t$ ;

$C_t$  = custo total ao final do ano ou período de tempo  $t$ ;

$i$  = taxa de juros;

$n$  = duração do projeto em anos

Um VPL positivo indica que o projeto é economicamente interessante à taxa de juros considerada, uma vez que, o valor presente das entradas excede o valor presente das saídas de caixa.

#### b) Relação Benefício-Custo (RBC)

Indica a relação entre os custos e os rendimentos do projeto. Quanto maior for o benefício gerado em relação ao custo, maior será a vantagem (COSENZA et al., 2017).

#### c) Taxa interna de retorno (TIR)

Permite verificar a rentabilidade de dado investimento, apontando se os ganhos foram superiores, inferiores ou iguais ao valor investido no projeto. Por definição a TIR de um projeto é a taxa de juros para o qual o seu VPL é nulo. Para o cálculo, utiliza-se a seguinte equação (CONSEZA et al., 2017):

$$(2) \quad \sum_{t=0}^n C_t (1+i)^{-t} - \sum_{t=1}^n R_t (1+i)^{-t} = 0$$

Onde:

Onde:

TIR = taxa interna de retorno;

---

<sup>2</sup> Entende-se como custo de oportunidade, à perda que o capital investido sofre por estar vinculado ao projeto e conseqüentemente não estar investido em nenhuma outra alternativa oferecida pelo Mercado (BUARQUE, 1984).

Rt= receita total por determinado período de tempo t;  
 Ct= custo total por determinado período de tempo t  
 i = taxa de juros;  
 n = duração do projeto em anos.

Esta equação permite saber qual é a taxa (“i”) que terá que ser aplicada ao fluxo de fundos para, em termos atuais, igualar o valor de todos os custos e receitas do projeto. O projeto é considerado um investimento aceitável se a TIR é superior ao custo de oportunidade do capital, e quanto maior a TIR, mais vantagens apresenta em termos atuais.

#### d) Período de retorno descontado

Também conhecido como *payback*, informa o período necessário para a recuperação dos recursos investidos de acordo com uma taxa mínima de atratividade (TMA), representando o custo de oportunidade do capital investido.

O planilhamento dos dados, fluxo de caixa e cálculo dos indicadores econômicos foram realizados no Microsoft Excel 2009.

### 3.3 RESULTADOS

#### 3.3.1 Indicadores ecológicos

Os resultados da matriz de classificação encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação do modelo MCmult a partir dos critérios e diretrizes estabelecidos pela SER (2004) para considerar um ecossistema restaurado.

<b>Crítérios ou atributos-chave (SER, 2004)</b>	<b>Classificação</b>
Conter um conjunto característico de espécies que ocorrem em ecossistemas de referência, provendo uma estrutura de comunidade correspondente	3
Possuir espécies nativas na maior extensão possível, sendo permitido em algumas exceções, como em ecossistemas culturais, espécies exóticas domesticadas e não invasoras.	3
Conter grupos funcionais necessários para estabilidade	3

do ecossistema restaurado	
Promover um ambiente físico capaz de sustentar as populações reprodutivas de espécies para sua estabilidade continuada ou desenvolvimento ao longo da trajetória desejada.	3
Garantir a funcionalidade do ecossistema e suprimir sinais de disfunção	2
O ecossistema restaurado deve estar integrado a uma ampla paisagem ou matriz ecológica para trocas e fluxos bióticos e abióticos.	1
Reduzir o máximo possível ameaças potenciais da paisagem circundante à saúde e integridade do ecossistema restaurado	2
Promover a resiliência para suportar eventos estressantes normais e periódicos	2
Promover auto sustentação no mesmo grau que seu ecossistema de referência	3

### 3.3.2 Indicadores econômicos

Os custos referentes a implantação são apresentados na Tabela 4. Os valores de manutenção e colheita estão descritos na Tabela 5. O fluxo de caixa com recorte para 10 anos de produção está disponível no Apêndice 1.

Tabela 4 - Custos relativos a implantação do modelo MCmult em propriedades familiares em Santa Rosa de Lima/SC.

Descrição	Unidade	Quantidade/ 100m	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
<b>Roçada da área</b>	DH	1	80	80
<b>Arame eletrix</b>	Metros	220	0.36	81
<b>Alças para arame</b>	und	15	0.27	4.05
<b>Eletrificador</b>	Und	1	65	65
<b>Roldana</b>	Und	5	0.5	2.5
<b>Isolador</b>	Und	5	2.5	12.5
<b>Palanque de Aroeira</b>	Und	10	4.2	42

<b>Muda de banana</b>	Und	20	4.2	84
<b>Muda de pioneira</b>	Und	20	4.2	84
<b>Muda de juçara</b>	Und	40	4.2	168
<b>Muda de espécie climática</b>	Und	18	4.2	75.60
<b>Caixa de melípona</b>	Und	10	250	2500
<b>Mão de obra meliponário</b>	DH	1	80	80
<b>Mão de obra plantação das mudas</b>	DH	3	80	240
<b>Total/100m</b>				<b>R\$ 3.518,61</b>

Tabela 5 - Estimativa de custo de manutenção e colheita para diferentes espécies produtivas e abelhas melíponas para o recorte de dez anos de produção do modelo MCMult.

<b>Especificação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quant./100m</b>	<b>Val. Uni. (R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>
Adubação de cobertura	DH	1	80	80
				<b>Sub-total 80</b>
<b>AROEIRA</b>				
Colheita (ano 3 – 7)	DH	1	80	80
Colheita (ano 8 -10)	DH	2	80	160
<b>BANANA</b>				
Colheita (ano 2 – 10)				
Limpeza do bananal	DH	0.23	80	18.4
Desbaste	DH	0.14	80	11.2
Corte do cacho e tronco	DH	0.23	80	18.4
Transporte do cacho	DH	0.23	80	18.4
				<b>Sub-total 66.4</b>
<b>PALMEIRA JUÇARA</b>				
Colheita (ano 7)	DH	0.2	80	16
Colheita (ano 8)	DH	0.6	80	48
Colheita (ano 9)	DH	1.2	80	96

Colheita (ano 10)	DH	1.9	80	152
				<b>Sub-total 312</b>
<b>ABELHAS MELIPONAS</b>				
Manejo (ano 4 -10)	DH	8.3	80	664
Insumos (ano 4 -10)	Unidade	10	4.95	49.50
				<b>Sub-total 713.5</b>
<b>Total ano 0 -1</b>				<b>80</b>
<b>Total ano 2</b>				<b>66.4</b>
<b>Total ano 3</b>				<b>146.4</b>
<b>Total ano 4</b>				<b>859.9</b>
<b>Total ano 5</b>				<b>859.9</b>
<b>Total ano 6</b>				<b>859.9</b>
<b>Total ano 7</b>				<b>875.9</b>
<b>Total ano 8</b>				<b>987.9</b>
<b>Total ano 9</b>				<b>1035.9</b>
<b>Total ano 10</b>				<b>1091.9</b>

Fonte: FARIAS, 2009; EPAGRI, 2018, KLOGER, 2007

Nos dois primeiros anos o agricultor não terá nenhuma receita, tendo o resultado líquido negativo decorrente do investimento inicial. A partir do segundo ano os resultados são positivos, aumentando de acordo com a sequência de produção das espécies, alcançando o ápice com a produção da palmeira juçara. A relação benefício/custo, calculada com base na atual taxa Selic (6,5%), é de 3.03.

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Retorno descontado (*payback*) em diferentes cenários de taxa de juros.

Tabela 6 - Indicadores econômicos do modelo MCMult para diferentes cenários de taxas de juros de 6,5%, 9% e 12%.

<b>Taxa de atratividade</b>	<b>Valor Presente Líquido (VPL)</b>	<b>Taxa Interna de Retorno (TIR)</b>	<b>Período de Retorno Descontado (Payback)</b>
<b>6,5%</b>	R\$ 9.798,17	30%	5 anos e 1 mês
<b>9%</b>	R\$ 7.610,39	30%	5 anos e 4 meses
<b>12%</b>	R\$ 5.561,73	30%	5 anos e 8 meses

### 3.4 DISCUSSÃO

Esse estudo aponta que o modelo MCMult atende majoritariamente as diretrizes estabelecidas pela SER para considerar um ecossistema em processo de recuperação, além de ser rentável para o agricultor familiar. Assim a restauração ecológica das áreas ripárias com MCMult na agricultura familiar se mostrou economicamente viável.

O modelo atende totalmente os atributos que podem ser diretamente mensurados, como: o estabelecimento de diferentes grupos funcionais necessários para estruturação da comunidade, com os cinco grupos funcionais implementados em diferentes etapas; as espécies arbóreas que compõe o sistema são nativas e características do ecossistema de referência da região, a floresta ombrófila densa do bioma Mata Atlântica (VIBRANS et al., 2012). O processo sucessional de implantação busca um ambiente físico capaz de sustentar a estabilidade continuada e auto sustentação e no mais, introduzir espécies em etapas, à medida que as condições para o seu desenvolvimento se tornem favoráveis, é sugestão para a eficácia da restauração ecológica (VIEIRA; HOLL; PENEIREIRO, 2009). Os critérios que foram considerados atendendo parcialmente ou pouco ou nada, são aqueles que devem ser mensurados indiretamente no ecossistema e não dependem exclusivamente do modelo de restauração.

Os valores positivos encontrados no VPL e na relação benefício/custo indicam que a implantação do modelo é economicamente viável. Mais especificamente, para cada R\$ 1,00 gasto na proposta, R\$ 3,30 voltam como benefício para o agricultor. O agricultor, a partir do terceiro ano tem um resultado líquido positivo e no quinto ano consegue recuperar todo o investimento inicial. A estimativa de renda bruta máxima pode chegar à R\$ 5.378,04 proveniente da venda dos produtos florestais não madeireiros, da banana e do mel das abelhas nativas. A palmeira juçara é a espécie mais rentável do modelo, podendo tornar-se ainda mais, caso o produto venha a ser vendido na forma processada como polpa. A banana é a espécie chave, pois proporciona um fluxo rápido e contínuo de receita ao agricultor. Essa estabilidade pode garantir a continuidade do projeto de restauração ecológica na propriedade, fazendo com que o agricultor mantenha a mata ciliar em pé e cercada para evitar a presença de animais e danos às árvores.

A TIR demonstra que o projeto é um investimento rentável em todos os cenários de taxas de juros. Na análise em que a taxa mínima de

atratividade (TMA) é similar a atual taxa Selic (BANCO CENTRAL, 2018), o retorno do investimento é quatro vezes superior. Isso significa que, investir nesse modelo de restauração, além de garantir a regularização ambiental do imóvel rural, proporciona um retorno financeiro maior que outros investimentos consolidados, como a poupança.

Outros estudos também têm indicado o potencial de geração de renda de PFM em áreas ripárias (ROBLES-DIAZ-DE-LEON; KANGAS, 1999; AVOCÈVOU-AYISSO et al., 2009). Diversos autores consideram a restauração mais viável através da produção de alimentos e/ou geração de renda (LATAWIEC et al., 2015; BRANCALION et al., 2012; BALL; GOUZERH; BRANCALION, 2014).

### *Restauração a partir de grupos funcionais*

Planejar propostas de restauração com base na definição de grupos funcionais tem sido uma estratégia incentivada por autores nos últimos anos (BRANCALION et al., 2016; RODRIGUES; BRANCALION; ISENHAGEN, 2009). Isso porque, permite uma flexibilidade na escolha das espécies para o plantio uma vez que o foco deve ser na função natural e comportamento do grupo de interesse, e não necessariamente na espécie em si (RODRIGUES; BRANCALION; ISENHAGEN, 2009).

As espécies podem desempenhar papéis ecológicos semelhantes no ecossistema independente dos fenótipos. O agrupamento de espécies de acordo com comportamento ecológico e funções desempenhadas dentro da comunidade, reunidas em torno de suas similaridades, pode ser entendido como grupo funcional. Estudos indicam que a diversidade na composição funcional é determinante para a manutenção dos processos ecossistêmicos, sendo um fator mais decisivo que o número de espécies em si (TIMAN et al., 1997; HOOPER; VITOUSEK, 1997; ALLEN et al., 2005; WEIDLICH et al., 2017). A combinação de diferentes grupos funcionais influencia significativamente na produtividade das plantas (TIMAN et al., 1997), ciclagem de nutrientes (WEIDLICH et al., 2017) e na resiliência de sistemas complexos, uma vez que a perda da diversidade funcional implica na diminuição da capacidade de resposta e recuperação do sistema frente a distúrbios e perturbações (ALLEN et al., 2005).

Os grupos G1 e G2 com as espécies pioneiras, permitirão o sombreamento acelerado da área, a formação de um ambiente adequado para o crescimento das demais espécies climáticas e rápida restauração

da paisagem. O grupo G3 composto pela espécie chave da palmeira Juçara (*Euterpes edulis*), através da abundante produção de pólen e frutos, desempenhará um papel crítico na manutenção da comunidade ecológica atraindo insetos, pássaros e mamíferos, enriquecendo o habitat. O grupo G4, com as espécies dispostas em núcleos, permitirá a formação de microhabitats propícios para o restabelecimento dos fluxos e regeneração natural em áreas que necessitem de recuperação (REIS; TRES; BECHARA, 2006). Os núcleos permitem um aporte menor de recurso e trabalho ao proprietário, fatores limitantes para o agricultor familiar, e garantem a restituição do mosaico do ambiente. Funcionam como “gatilhos ecológicos” para acelerar o processo de sucessão natural (BECHARA, 2006). Os núcleos contam com seis espécies climáticas e secundárias tardias diferentes. Assim, a cada 100 metros lineares de mata ciliar, tem-se uma diversidade de dezoito espécies distintas. A diversidade de espécies, em riqueza e abundância, influencia diretamente nos processos ecossistêmicos, principalmente na resiliência e resistência a alterações ambientais (CHAPPIN et al., 2000).

O grupo G5, por meio dos polinizadores, desempenharão um papel chave na reprodução da vegetação nativa. As abelhas são responsáveis pela polinização de um terço das plantas floríferas no mundo (ROUBIK, 1995) e de 73% das espécies vegetais cultivadas (FAO, 2004). A meliponicultura vem sendo incentivada no âmbito de comunidades tradicionais e agricultura familiar, principalmente na região Sul e Sudeste, por produzir mel com alto valor de mercado e também ecológico, buscando a preservação de espécies silvestres (MAGALHÃES; VENTURIERI, 2010).

### *Restauração e benefícios econômicos aos agricultores*

O modelo MCmult tem o potencial de restaurar e ao mesmo tempo gerar benefícios econômicos ao agricultor com o manejo sustentável dos PFM. Estratégia é fortemente incentivada para garantir a restauração ecológica em paisagens rurais antropizadas, principalmente nos países em desenvolvimento (BRANCALION et al., 2012). A combinação de diferentes grupos funcionais busca o restabelecimento dos processos ecológicos para a autoperpetuação da floresta, ao mesmo tempo que, a escolha de espécies com comportamento sucessional distinto e manejo dos PFM em diferentes etapas, possibilita a comercialização contínua dos produtos, garantindo o envolvimento e entusiasmo do agricultor familiar durante todo o processo de reestruturação da floresta ripária. No mais, busca o

fortalecimento de mercados emergentes no Estado, como do açaí da Juçara e pimenta rosa. O mercado para comercialização do açaí da Juçara ainda é recente no Brasil, porém com um potencial promissor semelhante ao açaí amazônico (*Euterpe olecera*), e está em franca expansão principalmente no sul do país. Santa Catarina é destaque com as médias de produção superiores aos demais Estados que estão inseridos na Mata Atlântica. Em 2010 a manufatura foi de 5 toneladas e em 2011 os valores chegaram a mais de 90 toneladas de produção (TREVISAN et al., 2015).

### *Limites e oportunidades do modelo MCMult*

Mesmo o modelo se mostrando como uma alternativa que atende critérios e atributos-chave para a restauração de um ecossistema e ser rentável para redesenho das matas ciliares, os custos iniciais de implementação podem parecer um obstáculo para o agricultor familiar. Isto pode levar a inviabilização da restauração prejudicando a integridade do ecossistema. Nesta perspectiva, programas de pagamentos por serviços ecossistêmicos ou linhas de apoios não reembolsáveis (BNDES) podem apoiar institucionalmente ações de restauração ecológica como essa, proporcionando a antecipação da receita necessária para a implantação da MCMult, atuando como políticas públicas de incentivos econômicos para financiamento de recuperação de áreas sensíveis para conservação (SHIKI; SHIKI; ROSADO, 2015). Assim se viabilizaria o financiamento necessário para auxiliar a recuperação e integridade da Mata Atlântica. Em Santa Catarina a cobertura dos remanescentes é acentuadamente fragmentada, principalmente composta por uma vegetação secundária combinada com outros usos do solo (IFFSC, 2012). Considerando que 97,19% dos remanescentes florestais estão em propriedades familiares e estas representam 87% dos estabelecimentos agropecuários, a integridade do Bioma Mata Atlântica está diretamente relacionada com a prática cotidiana dos agricultores familiares (IBGE, 2006; SCHÄFFER, 2010). Práticas de restauração ecológica que motivem visceralmente os agricultores familiares, protagonistas da gestão das paisagens rurais, são condição para a adoção da restauração na escala compatível com a necessidade, especialmente no estado de Santa Catarina.

### 3.5 CONCLUSÕES

Esse estudo mostrou que a implementação do modelo para restauração ecológica de áreas ripárias, conhecido como Mata Ciliar Multifuncional, é economicamente viável no contexto da agricultura familiar. O retorno econômico do modelo é mediante a venda de produtos consolidados no mercado, como a banana e açaí de juçara, e PFNM em que cadeia produtiva, principalmente o escoamento, ainda precisa ser fortalecido. Para o fortalecimento desses mercados emergentes, como a pimenta rosa, é preciso que o Estado também assuma o seu papel. Investir em programas e linhas de financiamento para construção de agroindústrias que beneficiem PFNM pode indicar um caminho para fortalecer a cadeia desses produtos, aumentar os índices de exportação, diversificação de produtos da agricultura familiar e consolidar a comercialização dos produtos da sociobiodiversidade da Mata Atlântica.

A necessidade de restauração em larga escala, buscando diminuir o passivo ambiental de propriedades rurais e cumprimento de acordos internacionais de mudanças do clima, justifica o financiamento público de atividades como esta. Advogamos que esse modelo pode ser uma alternativa para lidar com as complexidades socioecológicas de pequenas propriedades, especialmente as vinculadas à agricultura familiar. Os tomadores de decisão governamentais devem se ater ao fato dessa metodologia: (1) incentivar que os processos de restauração ecológica sejam conduzidos pelo próprio agricultor familiar, afirmando seu protagonismo nas mudanças da paisagem rural; (2) favorecer o estabelecimento de processos ecológicos nas áreas ripárias em vias de garantir a integridade do ecossistema; (3) ser de simples implantação e manejo; (4) proporcionar um retorno financeiro logo nos primeiros anos, e (5) apoiá-la institucionalmente via políticas públicas.

### 3.6 REFERÊNCIAS

ALLEN, C. R., et al. The use of discontinuities and functional groups to assess relative resilience in complex systems. **Ecosystems**, v. 8, n. 8, p. 958–966, 2005.

ALVEZ, J. et al. Transition from Semi-Confinement to Pasture-Based Dairy in Brazil: Farmers' View of Economic and Environmental Performances. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 38, n. 9, p. 995-1014, 2014.

AVOCÈVOU-AYISSO, C. et al. Sustainable use of non-timber forest products: Impact of fruit harvesting on *Pentadesma butyracea* regeneration and financial analysis of its products trade in Benin. **Forest Ecology and Management**, v. 257, n. 9, p. 1930–1938, 2009.

BACK, F. et al. Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar através da Produção Ecológica inserida nos Processos de Recuperação Ambiental e Gestão da Paisagem. *Rev. Bras. de Agroecologia*, v. 4, n. 2, p. 1926-1930, 2009.

BALL, A. A.; BRANCALION, P. H. S. Governance challenges for commercial exploitation of a non-timber forest product by marginalized rural communities. **Environmental Conservation**, v. 43, n. 3, p. 208–220, 2016.

BALL, A. A.; GOUZERH, A.; BRANCALION, P. H. S. Multi-scalar governance for restoring the Brazilian Atlantic forest: A case study on small landholdings in protected areas of sustainable development. **Forests**, v. 5, n. 4, p. 599–619, 2014.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Taxa Selic, 2018. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br#!/n/SELICTAXA>>. Acesso em: 25 de abril de 2018.

\_\_\_\_\_. FOCUS – Relatório de Mercado, 2018. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/pec/GCI/PORT/readout/readout.asp>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, ESALQ-USP. Piracicaba, 2006. 249 p.

BENINI, R. M.; ADEODATO, S. **Economia da restauração florestal** = Forest restoration economy/Rubens de Miranda Benini, Sérgio Adeodato. – São Paulo (SP): The Nature Conservancy, 2017. Disponível em: <<https://www.nature.org/media/brasil/economia-da-restauracao-florestal-brasil.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2018

BONNAL, P.; MALUF, R. S. Políticas de desenvolvimento territorial e multifuncionalidade da agricultura familiar no Brasil. **Política & Sociedade**, v. 8, n. 14, p. 1–27, 2009.

BRANCALION, P. H. S. et al. Finding the money for tropical forest restoration. **Unasyuva**, v. 63, n. 239, p. 41–50, 2012.

BRANCALION, P. H. S. et al. Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 856–867, 2016.

BRASIL. **Lei no 12.651, de 25 de maio 2012**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 15 jun. 2018

\_\_\_\_\_. **Decreto n. 8.972 de 23 de janeiro de 2017**. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20152018/2017/decreto/d8972.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20152018/2017/decreto/d8972.htm)>. Acesso em: 23 abr. 2018

\_\_\_\_\_. **Lei n. 11.326 de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/.../L11326.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa no. 06 de 26 setembro de 2008**. Brasília, 2008. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/179/\\_arquivos/179\\_05122008033615.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033615.pdf)>. Acesso em: 26 jul. 2018.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de Projetos: uma apresentação didática**. 8. reimpr. com a colaboração de Hugo Javier Ochoa: traduzido do espanhol por Maria do Carmo Duarte de Oliveira. Rio de Janeiro: Elsevier, 1984.

BURATTO, T. et al. Matas Ciliares Multifuncionais (MCMult): Quando a Restauração das Matas Ciliares Gera Renda para a Agricultura Familiar. Anales do VII Congreso Latinoamericano de Agroecología da Sociedade Latinoamericana de Agroecología, Guayaquil, Equador. De 2 a 5 de octubre de 2018

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P.A. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agrocin, 2015.

CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Matas Ciliares Multifuncionais (MCMult): Quando o agricultor familiar inova na recuperação florestal das áreas ripárias. **In: 4th AGRODESARROLLO Cuba**, v. 1, 2016.

CHAPIN, F. S., et al. Consequences of changing biodiversity. **Nature**, v. 405, n. 6788, p. 234–242, 2000.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.

**Preços agrícolas, da sociobio e da pesca**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

COSENZA, D. N. et al. Avaliação econômica de projetos de sistemas agroflorestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 527-536, 2017.

COSTA, M. M. Financiamento para a restauração ecológica no Brasil. Capítulo 9, 263-260. **In: SILVA, A.P., MARQUES, H.R., SAMBUICHI, H.R.R. Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova lei**. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160812\\_livro\\_mudancas\\_codigo\\_florestal\\_brasileiro.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160812_livro_mudancas_codigo_florestal_brasileiro.pdf)>. Acesso em: 04 mai. 2018.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Florianópolis, 2018. **Recomendações técnicas para o cultivo**

em Santa Catarina. Disponível em: <[http://www.epagri.sc.gov.br/?page\\_id=1349](http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=1349)>. Acesso em: 23 fev. 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response. Pp. 19-25. In: B.M. Freitas & J.O.B. Portela (eds.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2004. 285 p.

FANTINI, A. A.; SIMINSKI, A. Manejo de florestas secundárias da Mata Atlântica para produção de madeira: possível e desejável. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 13, p. 673-698, 2016.

FARIAS, M. **Reinventando a relação humano - *Euterpe edulis*: do palmito ao açai**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009. 85 p.

GAPP. Grupo de Apoio Permanente ao Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Tubarão, 2017. **Plano de bacia volume 1**. Disponível em: <<http://gapp.unisul.br/a-bacia/plano-de-bacia-volume-1/>>. Acesso em: 04 abr. 2018.

GOMES, L. J. et al. C. **Pensando a Biodiversidade: Aroeira (*Schinus terebinthifolius Raddi*)**. São Cristóvão: Ed. UFS, 2013. 372 p.

GUIDOTTI, V. et al. Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para o PRAs. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLOA) **Sustentabilidade em debate**, p. 1–10, 2017.

GUIMARÃES, L. A. O. P. G. et al. Produção e maturação de frutos da palmeira Juçara: primeiros resultados para a região serrana do Espírito Santo. In: **ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 2015. São José dos Campos: UNIVAP. Disponível em: <

producaoematuracaodefritosdapalmeirajucara-guimaraes.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2018

HOFFMANN, M. R. M. **Restauração florestal mecanizada**. Semeadura direta sobre palhada. Instituto Centro vida – ICv. Alta Floresta, Mt. 27 p., 2015. Disponível em: <[https://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2015/11/Restauracao\\_florestal\\_novembro2015.pdf](https://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2015/11/Restauracao_florestal_novembro2015.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2017.

HOLL, K. D. Restoring tropical forests from the bottom up. **Science**, v. 355, n. 6324, p. 455-456, 2017.

HOOPER, D. U., VITOUSEK, P. M. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. **Science**, v. 277, n. 5330, p.1302–1305, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=421560&idtema=3&search=santa-catarina|santa-rosa-de-lima|censo-agropecuario-2006>>. Acesso em: 8 ago. 2018.

IFFSC. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**. Diversidade e conservação dos remanescentes florestais. Blumenau: Edifurb, v. 1, 2012. 352 p.

KOGLER, E. V. Estudo da viabilidade econômica do cultivo da banana irrigado por microaspersão em bom Jesus da Lapa. **In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL**, v. 45, 2007, Londrina. Anais. Londrina: Sober, 2007. p. 1-18. Disponível em: <<http://sober.org.br/palestra/6/460.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

KOHN, V. Análise da viabilidade econômica de um modelo de Mata Ciliar Multifuncional no município de Santa Rosa de Lima. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia UFSC, 2017.

LATAWIEC, A. E. et al. Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 211–218, 2015.

MAGALHÃES, T. L.; VENTURIERI, G. C. Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no nordeste paraense. **Embrapa Amazônia Oriental**, p. 1–38, 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883922/1/Doc364.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853–858, 2000.

NEVES, E. J. M. et al. **Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para produção de pimenta-rosa**. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. (Documentos / Embrapa Florestas)

PINHEIRO MACHADO, L. C. **Pastoreio racional Voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2004. 310 p.

POKORNY, B.; PACHECO, P. Money from and for forests: A critical reflection on the feasibility of market approaches for the conservation of Amazonian forests. **Journal of Rural Studies**, v. 36, p. 441–452, 2014.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: "Espaço para o imprevisível" In: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM ÊNFASE EM MATAS CILIARES E WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO: AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO E APRIMORAMENTO DA RESOLUÇÃO SMA 47/03, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, 2006.

ROBLES-DIAZ-DE-LEON, L. F., KANGAS, P. Evaluation of potential gross income from non-timber products in a model riparian forest for the Chesapeake Bay watershed. **Agroforestry Systems**, v.44, 215–225, 1999.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISENHAGEN, I. **Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 264 p.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the Tropics**. Roma: FAO, 1995. 199 p.

SCHÄFFER, W. B. **Mata Atlântica patrimônio nacional dos brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2010. 410 p.

SCHMITT FILHO, A; MURPHY, W.; FARLEY, J. Grass based agroecologic dairying to revitalize small family farms throughout student technical support: The development of a participative methodology responsible for 622 family farm projects Mixed grazing systems to improve production gains at pasture. **Advances in Animal Biosciences**, v. 1, n.2, p. 517–518, 2010.

SER. Society for Ecological Restoration International&Policy Working Group. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Washington, DC, 2004. Disponível em: <www.ser.org>. Acesso em: 15 jan. 2018.

SHIKI, S.; SHIKI, N. F. S.; ROSADO, P. L. Políticas de pagamento por serviços ambientais no Brasil: avanços, limites e desafios. **In: Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Org. Catia Grisa e Sergio Schneider. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 281-309, 2015.

SOS MATA ATLÂNTICA. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2015-2016**. São Paulo, 2017. Disponível em: <[https://www.sosma.org.br/link/Atlas\\_Mata\\_Atlantica\\_2015-2016\\_relatorio\\_tecnico\\_2017.pdf](https://www.sosma.org.br/link/Atlas_Mata_Atlantica_2015-2016_relatorio_tecnico_2017.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2017.

SPAROVEK, G. et al. Considerações sobre o Código Florestal brasileiro. **Usp**, p. 1–7, 2010. Disponível em: <[http://ecologia.ib.usp.br/lepac/codigo\\_florestal/Sparovek\\_etal\\_2010.pdf](http://ecologia.ib.usp.br/lepac/codigo_florestal/Sparovek_etal_2010.pdf)> Acesso em: 25 mai. 2018.

TAMBOSI, L. R. et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.

TILMAN, D., et al. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. **Science**, v. 277, n. 5330, p. 1300–1302, 1997.

TREVISAN, A. C. D. Market for Amazonian Açai (*Euterpe oleraceae*) Stimulates Pulp Production from Atlantic Forest Juçara Berries (*Euterpe edulis*). **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 39, n. 7, p. 762–781, 2015.

TREVISAN, A. C. D. et al. Farmer perceptions, policy and reforestation in Santa Catarina, Brazil. **Ecological Economics**, v. 130, p. 53–63, 2016.

VIBRANS, A. C. et al. **Inventário Florestal florístico de Santa Catarina** Diversidade e Conservação dos Remanescentes Florestais, v.1, 344 p. Blumenau: Edifurb, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Andre\\_De\\_Gasper/publication/239918352\\_Volume\\_I\\_-\\_Inventario\\_Floristico\\_Florestal\\_de\\_Santa\\_Catarina\\_Diversidade\\_e\\_Conservacao\\_dos\\_Remanescentes\\_Florestais/links/58eab1e40f7e9b978f840ba6/Volume-I-Inventario-Floristico-Florestal-de-Santa-Catarina-Diversidade-e-Conservacao-dos-Remanescentes-Florestais.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andre_De_Gasper/publication/239918352_Volume_I_-_Inventario_Floristico_Florestal_de_Santa_Catarina_Diversidade_e_Conservacao_dos_Remanescentes_Florestais/links/58eab1e40f7e9b978f840ba6/Volume-I-Inventario-Floristico-Florestal-de-Santa-Catarina-Diversidade-e-Conservacao-dos-Remanescentes-Florestais.pdf)>. Acesso em: 25 mai.2017.

VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D.; PENEIREIRO, F. M. Agro-successional restoration as a strategy to facilitate tropical forest recovery. **Restoration Ecology**, v. 17, n. 4, p. 451–459, 2009.

WEIDLICH, E. W. A., et al. The Importance of Being First: Exploring Priority and Diversity Effects in a Grassland Field Experiment. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1–12, 2017.

## **4 CAPÍTULO 2: OS MÚLTIPLOS BENEFÍCIOS DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM PROPRIEDADES RURAIS DA AGRICULTURA FAMILIAR**

**RESUMO:** Os agroecossistemas, além do potencial de produzir alimentos para a sociedade, vêm recebendo atenção pela capacidade de minimizar a perda da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos a nível global. Paisagens multifuncionais, conciliando a preservação ambiental com produção agrícola, serão cada vez mais necessárias. Em particular, manter as APPs de cursos d'água florestadas, significa garantir a integridade dos recursos hídricos para a sociedade. Posto que os índices de inconformidade legal nas APPs ultrapassam 12 milhões de hectares, pode-se supor que os desafios para os agricultores são inúmeros. Nas análises que sustentam as mudanças no uso da terra, nem sempre se há a devida incorporação dos possíveis ganhos para sociedade, expressos em serviços ecossistêmicos. Esse estudo teve por objetivo entender como diferentes cenários de restauração de APPs de curso d'água podem influenciar na provisão de serviços ecossistêmicos de sequestro de carbono e controle de erosão, e se os benefícios gerados para a sociedade são superiores ou não aos custos envolvidos. Para a delimitação das APPs, utilizou-se o software ArcGIS 10.3, e os valores monetários a partir dos custos evitados de desassoreamento e preço médio de transações de mercado de carbono. Os resultados indicam que restaurar as áreas ripárias não florestadas no município de Santa Rosa de Lima/SC, pode gerar benefícios líquidos entre US\$ 6.0 e US\$ 36.3 milhões em um período de 30 anos a taxa de juros de 6% ao ano e US\$ 4.8 e US\$ 28.7 milhões a 12%. Já os valores investidos na restauração ficam entre US\$ 3,3 e US\$ 20,2 milhões. Esse resultado justifica o envolvimento governamental para manutenção do capital natural no município, e consequente provisão dos serviços ecossistêmicos que beneficiarão a sociedade como um todo.

**PALAVRAS-CHAVE:** agroecossistemas, serviços ecossistêmicos, economia da restauração, áreas ripárias.

### **4.1 INTRODUÇÃO**

No mundo, os agroecossistemas ocupam de 28% a 37% da área terrestre predominantemente em pastagens (PORTER et al., 2009). No Brasil, essa estimativa é semelhante, visto que um terço das terras são destinadas para atividades agropecuárias, o equivalente a 211 milhões de

hectares (SPAROVEK et al., 2012). Essas estimativas variam entre os biomas, e enquanto que na Mata Atlântica 70% das terras possuem alguma atividade antropizada, como pastagens, cultivos agrícolas ou silvicultura, no Pantanal apenas 10% das terras são destinadas para esses fins (SPAROVEK et al., 2010). Nessa perspectiva e considerando a necessidade da restauração ecológica em larga escala, áreas de preservação ambiental combinadas com sistemas produtivos reabilitadores nas áreas rurais, compondo uma paisagem multifuncional, serão necessários para minimizar a perda da biodiversidade e serviços ecossistêmicos tanto no nível local como global (ALVES-PINTO et al., 2017; CROUZEILLES et al., 2015).

Os agroecossistemas, além do potencial produtivo de alimentos para a sociedade, têm a capacidade de beneficiar as funções do solo, ciclagem de nutrientes e fornecer diversos serviços ecossistêmicos, como: regulação da água, controle biológico, recursos genéticos, habitat para múltiplas espécies e polinização (POWER, 2010; PORTER et al., 2009; TURETTA et al., 2016).

Entende-se por serviços ecossistêmicos (SE) os múltiplos benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas direta ou indiretamente (MEA, 2005). Esses benefícios são resultados das estruturas, interações e processos entre as plantas, animais, microrganismos do meio biótico e abiótico nos ecossistemas naturais, e também em sistemas socioecológicos e ecossistemas manejados, como os agroecossistemas (GUERRY et al., 2015). Compartilham características comuns como: (1) aspectos de bens públicos e privados podendo assumir diferentes feições dentro do espectro de bens rivais, não rivais, excludentes e não excludentes; (2) não são homogêneos através do tempo e paisagens, ou melhor, não são fenômenos estáticos; (3) assumem um comportamento não linear, isto é, as respostas funcionais são incertas a partir de uma determinada mudança; (4) produção conjunta, isto é, as interações podem resultar em mais de um benefício final, e; (5) dinamismo espacial, ou seja, os benefícios não necessariamente obedecem aos limites geográficos (FISHER; TURNER; MORLING, 2009).

Nas paisagens rurais, diferentes formas de manejo podem influenciar na capacidade dos agroecossistemas em aumentar a biodiversidade e fornecimento de serviços ecossistêmicos. Sistemas agroflorestais biodiversos (compostos de cinco ou mais espécies, com base na sucessão ecológica, com espécies locais autóctones e produção escalonada) possuem valores 15% a 45% superiores de biodiversidade quando comparados com sistemas agroflorestais simples e sistemas

convencionais de produção, respectivamente. O mesmo é observado para os SE de provisão, suporte e regulação, que aumentam significativamente nessa forma de produção (SANTOS; CROUZEILLES; SANSEVERO, 2019). No mais, manter essas pequenas manchas florestadas na paisagem permite a criação de uma heterogeneidade na paisagem fundamental para: o controle da propagação de pragas e patógenos, reservas de biodiversidade, habitat para espécies polinizadoras, refúgios climáticos e corredores para conexão entre as propriedades e áreas florestadas. Inclusive, dependendo da região em que essas manchas florestais estão dispostas, podem atuar na proteção do solo e regulação da água (DECOCQ et al., 2016).

Florestas ripárias em topos de morros e encostas, mosaicos de vegetação e áreas alagadas são especialmente importantes para conservação dos recursos hídricos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2010; TAMBOSI et al., 2015). Já bem reconhecidas na literatura, as florestas ripárias, por exemplo, possuem funções eco-hidrológicas diretamente relacionadas com a integridade dos corpos d'água e qualidade da água, entre elas: estabilidade do solo nas margens dos rios e com isso diminuição da erosão e assoreamento; interceptação e filtragem de sólidos em suspensão, sedimentos, contaminantes e poluentes e; potencial de remoção de nitrogênio proveniente de herbicidas (TAMBOSI et al., 2015; SWEENEY; NEWBOLD, 2014). Tundisi e Matsumura-Tundisi (2010) demonstram que os indicadores de qualidade da água (condutividade elétrica, turbidez, amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), fósforo e nitrogênio) possuem melhores resultados em bacias hidrográficas com as margens dos rios vegetadas.

Na Mata Atlântica, bioma complexo, extenso e criticamente fragilizado, com apenas 12,4% dos remanescentes florestais originais (SOS MATA ATLÂNTICA, 2019), a restauração em larga escala dependerá da restauração das áreas degradadas em propriedades rurais, uma vez que, 12,5 milhões de hectares não estão em conformidade com a LPVN (SOARES FILHO et al., 2014). No recorte para áreas de preservação permanente (APP) hídricas o déficit chega a 4,1 milhões de hectares (GUIDOTI et al., 2017).

Nas análises que sustentam as mudanças sobre o uso da terra, tanto no nível da unidade produtiva como de política pública, nem sempre há a devida incorporação dos valores dos serviços ecossistêmicos para a tomada de decisão. Entender quais SE são gerados por determinada atividade e quem se beneficiará dessas mudanças, permite que as avaliações sejam mais realistas e incluam as consequências distributivas

das partes afetadas, principalmente no âmbito de políticas e ações de governança.

Esse estudo teve por objetivo avaliar como a restauração de áreas de preservação permanentes (APPs) de cursos d'água podem influenciar na provisão de serviços ecossistêmicos. Para isso, construiu-se quatro cenários de simulação de restauração, com base na lei 12.561/2012, a fim de verificar-se quais são os custos associados à implantação das matas ciliares multifuncionais nas propriedades rurais do município de Santa Rosa de Lima/SC, e os valores dos serviços ecossistêmicos de sequestro de carbono e controle de erosão e perda de solo oriundos dessa restauração. Buscou-se com essas análises entender os custos da restauração à nível municipal, o fluxo de benefícios gerados pelos ecossistemas e fornecendo subsídios para os tomadores de decisão.

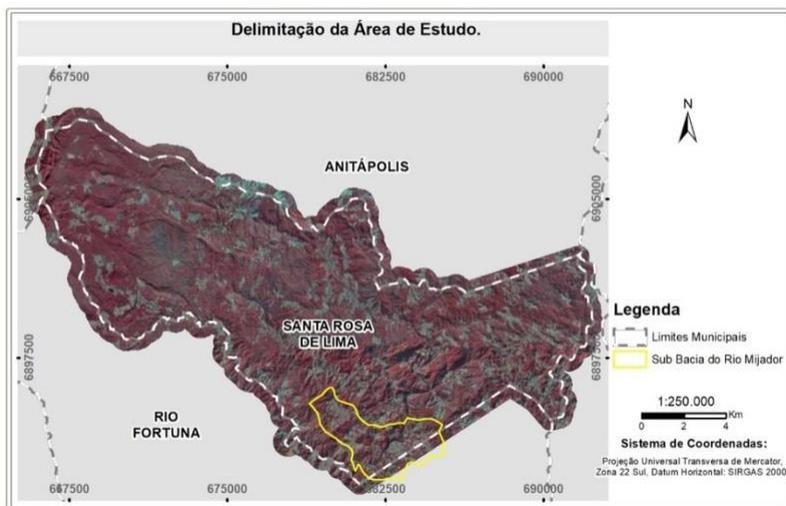
## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 Área de estudo

Santa Rosa de Lima é um município catarinense com 2.065 habitantes. Sua principal atividade econômica é a agropecuária e o salário médio mensal é de 2,1 salários mínimos. Do total de estabelecimentos agropecuários (449 unidades), 69% têm como principal atividade a criação de bovinos para pecuária de leite, seguido de galináceos (52%), milho forrageiro (37%) e suínos (32%) (IBGE, 2006).

O município está localizado na região sul do Estado, próximo à encosta da Serra Geral, totalmente inserido no bioma Mata Atlântica e parte da bacia hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar e da sub-bacia do Rio Braço do Norte (SB III) (Figura 3). A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa (VIBRANS et al., 2012) e o clima é característico da zona úmida subtropical (ALVARES et al., 2013).

Figura 4 - Área de Estudo com destaque para a sub-bacia do rio mijador.



Fonte: LASSre.

#### 4.2.2 Dados utilizados

Os dados utilizados no presente trabalho encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Dados utilizados, finalidade e referências bibliográficas usadas para a construção das simulações de restauração de áreas de preservação permanente dos cursos d'água em Santa Rosa de Lima/SC e análises do custo e benefício da implantação em escala municipal.

<b>Dado utilizado</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Referência Bibliográfica</b>
Mapas de cobertura e uso da terra do município de Santa Rosa de Lima/SC	Definição de APPs vegetadas, APPs em áreas urbanas e APPs a serem recuperadas	MACEDO et al., 2018
Malha hidrográfica, contendo os cursos d'água (rios, riachos, córregos,	Delimitação dos polígnos de APPs e cálculo da TAS	SANTA CATARINA, 2012

ribeirões, sangas) incluindo toponímias	(Taxa de Aporte de Sedimentos)	
Modelo digital de terreno (MDT), com resolução espacial de 1m, de 2010/2011 e ortofotomosaico <i>Red Green Blue</i> (RGB) e <i>Color Infra Red</i> (CIR), com resolução espacial de 0,39m, de 2010/2011	Cálculo do fator topográfico e da TAS	
Polígono de delimitação da sub-bacia do Rio Mijador	Delimitação da área para cálculo da TAS	SANTA CATARINA, 2005
Fator de uso e ocupação do solo	Cálculo da perda anual de solos	SILVA et al., 2011; BERTOLINI et al., 1993; LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994; MARQUES, 1996.
Fator de erodibilidade	Cálculo da perda anual de solo	SILVA; ALVARES 2005; MANNIGEL et al., 2002; MARQUES et al., 1997; CORRECHEL, 2003
Fator de erosividade	Cálculo da perda anual de solo	CHECCHIA et al., 2005;; TRINDADE et al., 2016; SANTA CATARINA, 2005
Estimativa de sequestro de carbono para o município de Santa Rosa de Lima/SC	Valoração econômica (preço de mercado) do serviço <u>ecossistêmico</u>	AMAZONAS et al., 2017

#### 4.2.2.1 Simulação de cenário de APPs para o município

Foram gerados quatro cenários de restauração de APPs dos cursos d'água, visando identificar quais seriam os custos e benefícios gerados. Os cenários foram delineados com base na legislação vigente considerando a largura de 5m, 8m, 15m e 30m, a partir das margens dos cursos d'água. Para fins da legislação, as faixas restauradas dependem do tamanho da propriedade e variam de acordo com o Módulo Fiscal (MF). Imóveis com até 1 MF precisam restaurar 5m; com área superior a 1 MF até 2 MF precisam restaurar 8m; com área superior a 2 MF necessitam restaurar 15m, e a faixa mínima para propriedade com mais de 4MF é de 20m e a máxima de 100m, e por isso utilizou-se como referência a simulação de 30m (BRASIL, 2012). A delimitação das APPs foi realizada utilizando-se a análise de proximidade (*buffer*) no software ArcGIS 10.3.

Na sequência foi realizado o cruzamento dos cenários de APPs com o as classes de cobertura e uso da terra, obtendo-se as APPs com classes de cobertura e uso. A partir deste cruzamento foi realizada uma reclassificação, considerando-se todas as classes com vegetação natural como áreas conformes e as demais áreas foram consideradas a serem recuperadas, com exceção da mancha urbana que foi considerada área consolidada nessas análises.

Neste ponto, são formados doze tratamentos: APPs conformes, APPs a serem readequadas e APPs com mancha urbana. Cada uma destas categorias com quatro classes de largura em relação às margens dos cursos d'água.

#### **4.2.3 Aplicativos utilizados**

Para a delimitação das APPs, cálculo de perda de solo, cálculo da TAS e do IDRAG utilizou-se o software ArcGIS 10.3, e para planilhamento e análises dos custos de implantação e benefícios oriundos dos serviços ecossistêmicos utilizou-se o MS-Excel versão 2010.

#### **4.2.4 Custos, estimativas e valores monetários dos serviços ecossistêmicos**

Para a estrutura dos custos utilizou-se: os custos de implantação da Mata Ciliar Multifuncional (MCMult) metodologia de restauração ecológica de áreas ripárias com árvores nativas (vide capítulo 1). O cálculo dos serviços ecossistêmicos foi realizado com base nos serviços

fornechos pela Mata Ciliar Multifuncional de sequestro de carbono e controle de erosão e retenção de sedimentos.

A estimativa de controle de erosão e retenção de sedimentos foi feita a partir da taxa anual de perda de solos e os valores monetários a partir dos custos evitados de desassoreamento. A taxa anual de perda de solos foi obtida a partir da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) (OLIVEIRA et al., 2010):

$$(1) A = R * K * LS * CP$$

Onde:

A = Perda anual de solo na região em toneladas por hectare ao ano ( $Mg. ha^{-1}.ano^{-1}$ );

R = Fator de erosividade das chuvas ( $Mj.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$ );

K = Fator de erodibilidade do solo ( $Mg.ha.h/ha.MJ.mm$ );

LS = Fator topográfico (adimensional);

CP= Fator de uso e ocupação do solo (adimensional);

Visando calcular o fator LS, foram gerados: i) o mapa de declividades do município de Santa Rosa de Lima; ii) o mapa das áreas de fluxo acumulado, ambos a partir do Modelo Digital de Terreno (MDT). A partir do produto entre declividade e fluxo acumulado, foi gerado o mapa correspondente ao Fator LS (PELTON et al., 2014). Os fatores R e K foram espacializados a partir do perímetro municipal. O fator CP foi espacializado a partir da reclassificação do mapa de cobertura e uso da terra de Santa Rosa de Lima/SC. Através de álgebra de mapas, foi calculada a perda anual de solo na área de estudo.

Para os cálculos de custos evitados de desassoreamento, considerou-se exclusivamente o impacto relacionado aos custos de dragagens (IDRAG) para a sub-bacia do Rio Mijador (SANTA CATARINA, 2002). Trata-se de um *subset* da área de estudo buscando um detalhamento maior em termos de superfície. Utilizou-se a seguinte equação (SOUSA JR., 2011) e os resultados extrapolados para o município como um todo:

$$(2) IDRAG = A * TAS * 0,5 * PDRAG$$

Onde:

IDRAG = Impacto relacionado aos custos de dragagem;

PDRAG = Preço médio de dragagem;

TAS = Taxa de aporte de sedimento =  $\log 2.88753 - 0.083291 \cdot \text{colog A/L}$  (SOUSA JR., 2011) sendo:

A: amplitude entre maior e menor altitudes da sub-bacia do Rio Mijador;

L: comprimento do Córrego do Mijador da sub-bacia do Rio Mijador.

Os cálculos da perda anual de solo e custos de desassoreamento foram espacializados em mapas com resolução de 1m. O resultado foi agregado em hectare para fins de comparação (SILVA et al., 2011). Os valores para cálculo de custo evitado foram com base no valor médio de dragagem, R\$ 25,00/ton ou US\$ 6.78/ton, a partir do trabalho de Sousa Jr. (2011).

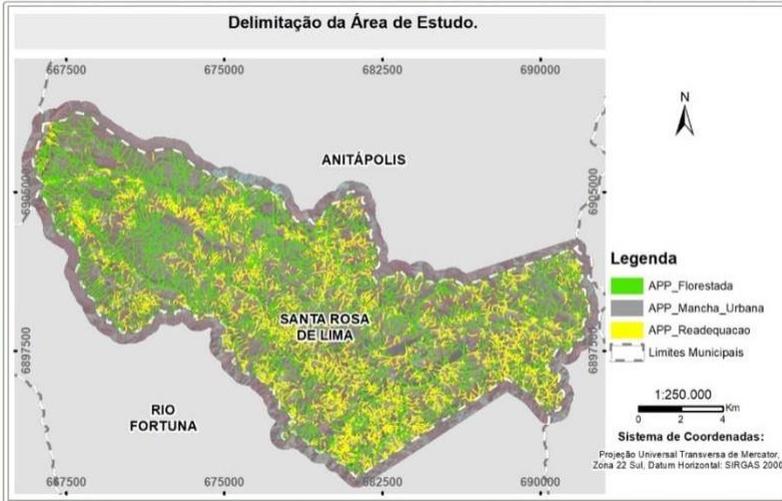
Para estimar os valores de carbono sequestrado, utilizou-se o valor médio das transações do mercado voluntário de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD) de US\$ 7.4/MgCO<sub>2e</sub> (BANCO MUNDIAL, 2012).

Os valores monetários encontrados foram ajustados pelo Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M). O tempo considerado para a análise foi de 30 anos com taxa de desconto de 6 % e 12% para a atualização financeira dos valores futuros. Para a conversão da moeda brasileira em dólar americano utilizou-se a data de 09/01/2019, e foi realizada pela ferramenta disponibilizada pelo Banco Central do Brasil. O valor atribuído na conversão foi de 3,6931 dólares americanos para cada real brasileiro.

#### 4.3 RESULTADOS

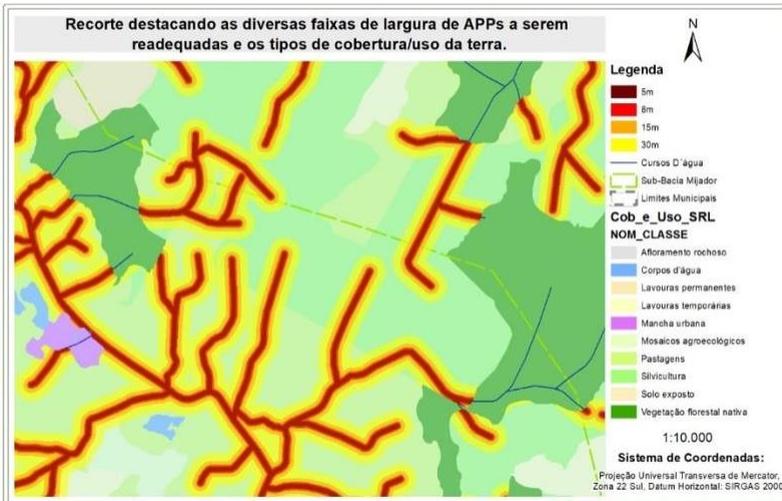
O mapa municipal com as áreas de preservação permanente dos cursos d'água conformes (florestada), a serem recuperadas (readequação) e mancha urbana encontra-se na Figura 5. As simulações de restauração das áreas de preservação permanente dos corpos d'água das propriedades rurais no âmbito municipal, nos diferentes cenários de acordo com a Lei 12.561/2012, encontram-se na Figura 6.

Figura 5 - Mapa municipal com as APPs conformes (florestadas), a serem recuperadas (readequação) e mancha urbana.



Fonte: LASSre.

Figura 6 - Mapa ressaltando as APPs com diferentes faixas de largura.



Fonte: LASSre.

Na Tabela 8 encontram-se o total de hectares florestados, mancha urbana e a serem recuperados perante as simulações.

Tabela 8 - Simulações para restauração de APPs de cursos d'água de acordo com a Lei 12.561/2012, com as respectivas quantidades de áreas florestadas (ha), áreas urbanas (ha) e a serem recuperadas (ha).

<b>Simulações das APPs corpos d'água</b>	<b>Áreas florestadas (ha)</b>	<b>Áreas mancha urbana (ha)</b>	<b>Áreas a serem recuperadas (ha)</b>	<b>Total (ha)</b>
<b>5 m</b>	835,73	1,25	616,13	1.453,11
<b>8 m</b>	1.279,31	2,10	981,23	2.262,64
<b>15m</b>	2.275,68	4,45	1.841,47	4.121,60
<b>30 m</b>	4.211,07	10,42	3.670,30	7.891,79

Na Tabela 9 encontram-se os custos de implantação por hectare atribuídos à três cenários distintos de restauração, tendo como premissa a mesma metodologia, MCmult, porém com quantidades distintas de caixas de abelhas melíponas. Buscou-se construir cenários de alto, moderado e baixo custo de implementação, apresentando alternativas para a viabilidade econômica da restauração.

Tabela 9 - Cenários de restauração (alto, moderado, baixo) com diferentes propostas da Mata Ciliar Multifuncional (10, 5 ou nenhuma caixa de abelhas melíponas) e custos de implantação expresso em R\$ e US\$/ha.

<b>Custo</b>	<b>Metodologia Mata Ciliar Multifuncional (MCmult)</b>	<b>R\$/ha</b>	<b>US\$/ha</b>
<b>Alto</b>	10 caixas de abelhas melíponas por 100/m.	70.376,69	19.056,24
<b>Moderado</b>	5 caixas de abelhas melíponas por 100/m.	45.376,60	12.286,86
<b>Baixo</b>	Sem caixas de abelhas	20.376,60	5.517,48

Os resultados referentes aos custos totais de implantação, a partir

das áreas a serem recuperadas em hectares, nos cenários que variam de acordo com a largura da extensão para recuperação: 5, 8, 15 ou 30m e opções de restauração: custo alto, moderado e baixo, são apresentados na Tabela 10. Na Tabela 11 encontram-se as contribuições dos benefícios gerados pelos serviços ecossistêmicos, no horizonte de 30 anos, com taxas de juros de 6% e 12% monetizados em dólares americanos, como resultado da implementação da política de restauração de acordo com esses cenários.

Tabela 10 - Representação das simulações de restauração de APPs em cursos d'água (SIM), de acordo com a Lei 12.561/2012, com as respectivas áreas a serem restauradas (ASR) em hectares e os custos totais de implantação nos cenários alto, moderado e baixo, expressos em reais e dólares por hectare.

SIM	ASR (ha)	Custo alto		Custo moderado		Custo baixo	
		R\$	US\$	R\$	US\$	R\$	US\$
<b>05</b>	616,13	43.361.282,35	11.740.969,34	27.957.979,85	7.570.327,59	12.554.677,35	3.399.441,45
<b>08</b>	981,23	60.055.961,99	18.698.641,92	44.525.094,49	12.056.029,37	19.994.266,99	5,413,940.81
<b>15</b>	1.841,47	129.596.292,04	35.091.461,90	83.559.579,54	22.625.861,87	37.522.867,04	10.160.261,83
<b>30</b>	3.670,30	258.302.897,17	69.942.018,64	166.545.517,17	45.09.395,75	74.788.137,17	20.250.772,80

Tabela 11 - Contribuição dos benefícios gerados pelos serviços ecossistêmicos (US\$) de sequestro de CO<sub>2</sub> e controle de erosão e perda de solo pela implantação da MCMult, nas simulações de 5m, 8m, 15m e 30m para o período de 30 anos com taxas de juros de 6% e 12% para atualização dos valores futuros.

<b>Benefícios estimados dos Serviços Ecossistêmicos (US\$)</b>		
	Sequestro de CO <sub>2</sub>	Controle de erosão e perda de solo
<b>Simulação APP com 5 metros – 616,83 (ha)</b>		
Receitas	5.855.732,58	214.029,36
<b>Total 6% a.a.</b>		<b>6.099.761,93</b>
<b>Receitas</b>	4.708.400,97	125.250,06
<b>Total 12% a.a</b>		<b>4.833.651,02</b>
<b><u>Custo implantação</u></b>		
Alto		<b>11.741.159,91</b>
Moderado		<b>7.570.327,59</b>
Baixo		<b>3.399.495,27</b>
<b>Simulação APP com 8 metros – 981,23 (ha)</b>		
Receitas	9.373.452,60	214.134,94
<b>Total 6%</b>		<b>9.587.587,54</b>
Receitas	7.498.467,31	125.311,84
<b>Total 12%</b>		<b>7.623.779,15</b>
<b><u>Custo implantação</u></b>		
Alto		<b>18.698.641,93</b>
Moderado		<b>12.056.291,37</b>
Baixo		<b>5.413.940,81</b>
<b>Simulação APP com 15 metros - 1.841,47 (ha)</b>		

<b>Receitas</b>	17.591.018,45	634.408,82
<b>Total 6%</b>		<b>18.225.427,26</b>
<b>Receitas</b>	14.072.261,56	371.256,26
<b>Total 12%</b>		<b>14.443.517,82</b>
<b>Custo implantação</b>		
Alto		<b>35.091.461,92</b>
Moderado		<b>22.625.861,87</b>
Baixo		<b>10.160.261,83</b>
<b>Simulação APP com 30 metros - 3.670,30 (ha)</b>		
<b>Receitas</b>	35.061.273,42	1.240.397,11
<b>Total 6% a.a</b>		<b>36.301.670,53</b>
<b>Receitas</b>	28.047.916,15	725.880,82
<b>Total 12% a.a</b>		<b>28.771.796,97</b>
<b><u>Custo implantação</u></b>		
Alto		<b>69.942.018,68</b>
Moderado		<b>45.096.395,75</b>
Baixo		<b>20.250.772,81</b>

#### 4.4 DISCUSSÃO

Os resultados indicam que restaurar as áreas ripárias desflorestadas no município utilizando a MCmult de custo baixo, independentemente da extensão de margem estabelecida a partir do leito do rio (5, 8, 15 ou 30m), gera benefícios líquidos no horizonte de 30 anos, a uma taxa de juros de 6% ao ano, de - US\$ 6,0 - US\$ 36, 3 milhões - superiores aos valores investidos na restauração - US\$ 3,3 - US\$ 20,2 milhões. Vale destacar, que nessas análises a estimativa dos benefícios teve como foco os serviços ecossistêmicos do sequestro de

carbono e controle de erosão. Caso outros serviços ecossistêmicos fossem considerados como, por exemplo, qualidade da água corriqueiramente associado à manutenção dos recursos hídricos, ou outras formas de valoração incorporadas, como os custos de reposição dos nutrientes perdidos junto do solo, os ganhos poderiam ser ainda maiores e cobrir todos os custos de implantação independentemente da metodologia alto, moderado ou baixo custo escolhida. Nas áreas agrícolas, as adubações buscam reverter as perdas de nutrientes associadas à erosão, como perda da camada superficial e fertilidade, a fim de aumentar sua capacidade produtiva (TELLES et al., 2013). Em seus estudos, Pugliese et al. (2011) encontraram que o custo de reposição pode variar de R\$ 41,40 – 63,92 por hectare.

Outros estudos também indicam que os benefícios gerados a partir restauração das áreas ripárias são superiores aos custos envolvidos no processo (LOMIS et al., 2000; HOLMES et al., 2004). Em projetos extensos, de larga escala e duração, como o *Programa Emscher* na Alemanha, em operação desde 1990, quando há a incorporação dos impactos econômicos diretos e os valores dos serviços ecossistêmicos, a restauração se paga (GERNER et al., 2018). Modelagens para restauração dos rios da Nova Zelândia também indicam esse resultado. A partir da combinação de diferentes cenários, 5, 10, 20 ou 30m para ambas margens, e suposições de baixo, médio ou alto custo de restauração, os benefícios gerados são significativamente maiores. Inclusive sob a premissa de alto custo de restauração, uma vez que, os benefícios gerados são duas vezes superiores aos custos (DAIGNEAULT et al., 2017).

O potencial de sequestro de carbono é o indicador com maior relevância nos resultados. Os valores de US\$ 4.708.400,97 – US\$ 28.047.916,15, a uma taxa de juros de 12% ao ano, são as maiores contribuições das receitas ecossistêmicas. Esses valores praticamente financiariam por si só a restauração das áreas ripárias. Resultado semelhante foi encontrado na restauração dos corredores ripários do Rio Sacramento na Califórnia/EUA, onde os créditos de carbono podem pagar até 100% dos custos, 30 milhões de dólares na segunda década pós-restauração (MATZEK; PULESTON; GUNN, 2015). Nessa perspectiva as empresas, via aporte no mercado voluntário de carbono, podem atuar no financiamento de programas de restauração, aportando recursos em agentes intermediários (associações e organizações da sociedade civil) para a execução das ações e com isso reduzir significativamente os custos para os órgãos públicos. Atividades que busquem aumentar os estoques de carbono e a recuperação de áreas

degradadas estão dentro do escopo das ações incentivadas pela Convenção Quadro nas Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) para mitigação das mudanças climáticas (SALLES; SALINAS; PAULINO, 2017). Não obstante aos limites relacionados à superficialidade em promover mudanças efetivas na lógica operacional das emissões de gases do efeito estufa (OLIVEIRA, 2018), esses recursos oriundos do mercado voluntário podem incentivar os esforços para a restauração.

### *Custos repartidos entre os agricultores e a sociedade*

Os custos envolvidos no processo de conformidade legal municipal, independente da largura estipulada para restauração, são elevados. No entanto, os valores por hectare da proposta de baixo custo estão em consonância com demais propostas de restauração ativa no Brasil, com custo médio de US\$ 2.000,00 – 5.000,00 (STRASSBURG et al., 2019). Na Mata Atlântica os custos podem chegar até U\$\$ 5.641,43 por hectare (BENINI; ADEODATO, 2017). Tomando como base o custo de oportunidade da produção de leite por hectare de U\$\$ 1.289,97 (CEPEA, 2019), os valores referentes podem vir a ser barreiras ao agricultor e inviabilizar o processo em escala municipal. Mesmo com a possibilidade de renda extra a partir do extrativismo dos produtos florestais não madeireiros, independente da opção de baixo, moderado ou alto custo, o agricultor começa a ter receita somente a partir do terceiro ano com a venda da banana. Visto que os financiamentos para restauração são frequentemente alocados de 1 a 3 anos (VIEIRA et al., 2009), seria fundamental que o poder público local, local ou estatal, arque com os custos, via programa de pagamento por serviços ecossistêmicos, até que as culturas vinculadas comecem a gerar uma renda palpável ao agricultor, uma vez que os benefícios gerados são iguais ou superiores aos custos. Nessa perspectiva, o programa funcionaria como agente de transferência de recurso entre atores sociais, criando incentivos para alinhar as decisões sobre o uso da terra, ao passo que as repercussões são de interesse social (MURADIN et al., 2010). Essa definição permite que o setor público seja o proponente dos pagamentos na região em que se beneficiam desses serviços ecossistêmicos gerados (SCHMIT FILHO et al., 2013). Uma proposta similar é desenvolvida pelo estado do Espírito Santo, o *Programa Reflorestar*, o qual a partir de um fundo arca com os custos de implementação junto aos agricultores com intuito de recuperar e ampliar a cobertura florestal do Estado.

### *Proteção dos recursos hídricos*

Consolidar os investimentos para reestruturação florestal das áreas ripárias é um passo importante para fortalecimento do capital natural na região, porém para garantir a integridade e funcionamento dos recursos hídricos sistemicamente, outras medidas também serão necessárias. Vale destacar que as funções eco-hidrológicas das florestas se alteram de acordo com a posição no relevo, sendo assim, para garantir a qualidade e quantidade de água no futuro, não basta apenas restaurar as áreas dos corpos d'água, e sim garantir que as demais áreas de preservação na propriedade, como topos de morro, encostas e áreas em torno de nascentes e olhos d'água também sejam recompostas (BRASIL, 2012). As florestas no topo de morro garantem que a água transferida para o restante da bacia hidrográfica tenha um aporte menor de sedimentos, retêm o escoamento superficial e influenciam na capacidade de recarga dos aquíferos (TAMBOSI et al., 2015). As florestas nas encostas são fundamentais para estabilidade no solo, garantindo a permeabilidade na interceptação da água da chuva e a integridade geológica das encostas (SILVA et al., 2012).

No mais, garantir que áreas fora dos limites das APPs, reconhecidas como intervalas, sejam florestadas também é importante para manutenção dos recursos hídricos. Essas áreas são complementares às APPs, funcionando como zonas-tampão, habitat para muitas espécies e proteção dos solos. Em termos legais, essas áreas são mantidas nas propriedades via Reserva Legal (RL) (TAMBOSI et al., 2015). A não obrigatoriedade de recomposição de Reservas Legais em propriedades com menos de 4 módulos fiscais (BRASIL, 2012), situação predominante no município, pode afetar e comprometer as funções eco-hidrológicas da bacia hidrográfica.

### *Contribuições Nacionais Determinadas (CND) na Conferência das Partes (COP 21) da UNFCCC*

A restauração de áreas ripárias não vem recebendo suficiente atenção como estratégia global para sequestro de carbono e consequente, remoção de gases do efeito estufa, por apresentar uma extensão espacial menor quando comparada com demais áreas florestais. No entanto, estudos revelam que as matas ciliares têm uma capacidade de armazenamento de carbono orgânico consideravelmente maior aos demais ecossistemas terrestres (SUCHENWIRTH et al., 2013). Sendo

assim, a restauração das áreas ripárias pode ser uma estratégia eficaz por apresentar as condições favoráveis para o crescimento das árvores e maiores taxas de acumulação no curto prazo, essenciais para o rápido sequestro de carbono (DYBALA et al., 2018).

O Brasil recentemente, junto com outros 56 países, se comprometeu a contribuir para a mitigação das mudanças climáticas no âmbito da Conferência entre as Partes da ONU em 2015. Para isso, buscará aumentar em 18% a participação das bioenergias na matriz energética e restaurar 12 milhões de hectares de áreas degradadas ou desmatadas. Metas com o objetivo de reduzir os gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005 até 2030 (BRASIL, 2018). Plantar florestas nas áreas ripárias pode ser uma alternativa para alcançar esses objetivos e é o entendimento do Plano Nacional de Restauração da Vegetação Nativa (PLANA-VEG). O plantio direto nas matas ciliares promove um salto significativo no acúmulo de carbono logo nos primeiros 10 anos, pois as taxas iniciais de crescimento são duas vezes maiores quando comparadas com a restauração por regeneração natural nestas áreas (DYBALA et al., 2018; DYBALA et al., 2019; DAIGNEAULT; EPPINK; LEE, 2017) e o atual déficit de vegetação nas áreas de preservação permanente é de 8 milhões de hectares (GUIDOTTI et al., 2017). Diversos autores defendem a regeneração natural como estratégia de restauração (CROUZEILLES et al., 2017; CHAZDON, 2008), porém se os objetivos estiveram atrelados ao sequestro de carbono e retorno econômico para o agricultor familiar, propostas de plantio de florestas como a Mata Ciliar Multifuncional podem ser uma solução viável.

#### 4.5 CONCLUSÕES

Esse estudo demonstrou que para garantir a restauração das áreas de preservação permanente dos corpos d'água no município, os custos podem variar de US\$ 11.7 – 69.9 milhões no cenário de alto custo, US\$ 7.7 – 45.6 milhões com custo moderado e US\$ 3.3 – 20.1 milhões com custo baixo. Custos extremamente elevados para ficar sob responsabilidade exclusivamente do agricultor familiar. Adicionalmente esse estudo também demonstrou que os benefícios líquidos gerados, a partir de indicadores de serviços ecossistêmicos de sequestro de carbono e controle de erosão, são na ordem de US\$ 6.0 – 36.3 milhões, com taxa de juros de 6%, à US\$ 4.8 – 28.7 milhões com taxas de juros de 12%. Os benefícios gerados, em alguns cenários, são superiores aos custos envolvidos. Esse resultado justifica o financiamento do poder público e

consequentemente da sociedade no geral, cobrindo os custos iniciais de implantação, por exemplo.

Existem algumas questões e limitações que devem ser consideradas nestas análises. Os custos de manutenção e colheita não foram considerados, pois estimamos como sendo custos desembolsáveis pelo agricultor, bem como, não foram computados os benefícios oriundos dos produtos florestais não madeireiros, por considerarmos como receitas tangíveis e exclusivas ao agricultor e não da sociedade em geral. Os serviços ecossistêmicos computados nas análises dizem respeito apenas a uma parcela dos serviços fornecidos pelos agroecossistemas, consequentemente, caso outros serviços fossem incluídos nas análises, os resultados seriam diferentes, possivelmente convergindo para cobrir todos os custos de implantação independente do cenário de custos.

Nossas análises sugerem que a utilização da metodologia da Mata Ciliar Multifuncional de baixo custo é uma abordagem interessante para: (1) mitigação das mudanças climáticas ao passo que os US\$/MgCO<sub>2</sub>e são os benefícios mais relevantes; (2) manutenção dos recursos hídricos pelos custos que podem ser evitados com desassoreamento garantindo a integridade da bacia hidrográfica como um todo; (3) estímulo para polinização e, consequentemente, melhoria na culturas agrícolas, e finalmente; (4) por apresentar custos de implantação semelhante à demais metodologias de restauração ativa, porém com o diferencial de incentivar o extrativismo de produtos florestais não madeireiros e proporcionar renda extra regular ao agricultor familiar, fato este de grande para que o agricultor familiar tenha condições de protagonizar no processo de restauração ecológica das áreas ripárias.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ALVES-PINTO, H. N. et al. Reconciling rural development and ecological restoration: Strategies and policy recommendations for the Brazilian Atlantic Forest. *Land Use Policy*, v. 60, p. 419–426, 2017.

AMAZONAS, I. et al. The role of riparian zone restoration in achieving Brazil's greenhouse gas commitments. Paper presented at: SER 2017.

**In: Proceedings of the VII World Conference on Ecological Restoration.** Foz do Iguaçu, Brazil, 2017.

BANCO MUNDIAL. Carbon Finance Unit, 2011. State of the voluntary carbon market. Disponível em: <[http://www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_2963.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_2963.pdf)> Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

BENINI, R. M.; ADEODATO, S. **Economia da restauração florestal** = Forest restoration economy. Rubens de Miranda Benini, Sérgio Adeodato. São Paulo (SP): The Nature Conservancy, 2017. 71 p. Disponível em: <<https://www.nature.org/media/brasil/economia-da-restauracao-florestal-brasil.pdf>>. Acesso em: 25 ago.2018.

BERTOLINI, D. et al. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água: tecnologias disponíveis para controlar o escoamento superficial do solo.** Campinas/SP: CATI, 1993. 65p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo/SP: Ícone Editora, 1990. 355 p.

BRASIL. **Lei no 12.651, de 25 de maio 2012.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 10 mai. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris.** Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 28 mai. 2017.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada/ESALQ/USP. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite.aspx>> Acesso em: 25 jan. 2019.

CHAZDON R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v. 320, p. 1458–1460, 2008.

CHAZDON, R. L. Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation. University of Chicago Press, Chicago, IL, 2014.

CHECCHIA, T. et al. Discretização espacial e temporal da erosividade da chuva no município de Alfredo Wagner e região adjacente em Santa Catarina. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (16: 2005: João Pessoa) Porto Alegre: ABRH, **Anais...** 2005. CD-rom. 17p. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/pt/pub-cong-more>>. Acesso em: 26nov. 2018.

CORRECHEL, V. Avaliação de índices de erodibilidade do solo através da técnica da análise da redistribuição do “fallout” do <sup>137</sup>Cs. Tese (Doutorado em Ciências). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 199p.

CROUZEILLES, R. et al. Incorporating habitat availability into systematic planning for restoration: A species-specific approach for Atlantic Forest mammals. **Diversity and Distributions**, v. 21, n. 9, p. 1027–1037, 2015.

CROUZEILLES, R. et al. Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. **Science Advances**, v. 3, n. 11, p. 1–8, 2017.

DAIGNEAULT, A. J.; EPPINK, F. V.; LEE, W. G. A national riparian restoration programme in New Zealand: Is it value for money? **Journal of Environmental Management**, v. 187, p. 166–177, 2017.

OLIVEIRA, J. P. B. et al. Espacialização da erosividade das chuvas no Brasil a partir de séries sintéticas de precipitação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 4, p. 558–563, 2015.

DECOCQ, G. et al. Ecosystem Services from Small Forest Patches in Agricultural Landscapes. **Current Forestry Reports**, v. 2, n. 1, p. 30–44, 2016.

DYBALA, K. E. et al. Optimizing carbon storage and biodiversity co-benefits in reforested riparian zones. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, p. 343–353, 2019.

DYBALA, K. E. et al. Carbon sequestration in riparian forests: A global synthesis and meta-analysis. **Global Change Biology**, v. 25, p. 57–67, 2018.

FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 643–653, 2009.

GERNER, N. V. et al. Large-scale river restoration pays off: A case study of ecosystem service valuation for the Emscher restoration generation project. **Ecosystem Services**, v. 30, p. 327–338, 2018.

GUERRY, A. D. et al. Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 24, p. 7348–7355, 2015.

GUIDOTTI, V. et al. Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para o PRAs. **Sustentabilidade em debate**, n. 5, p. 1–10, 2017.

HOLMES, T. P. et al. Contingent valuation, net marginal benefits, and the scale of riparian ecosystem restoration. **Ecological Economics**, v. 49, n. 1, p. 19–30, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=421560&idtema=3&search=santa-catarina|santa-rosa-de-lima|censo-agropecuario-2006>>. Acesso em: 8 ago. 2018.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo do solo e da água**. Secretaria de Agricultura e Abastecimento – CATI. Campinas, SP, 1995.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M.I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, v. 2, 1994. 565 p.

LOOMIS, J. et al. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. **Ecological Economics**, v. 33, p.103–117, 2000.

MACEDO, R.C. et al. Land use and land cover mapping in detailed scale: a case study in Santa Rosa de Lima-SC. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 24, n. 2, p. 217-234, 2018.

MANNIGEL, A. R. et al. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.

MARQUES, J. J. G. S. **Estimativas e comparações dos fatores das chuvas e erodibilidade de solos com horizonte b textural no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1996. 119 p.

MARQUES, J. et al. Adequação de métodos indiretos para estimativa da erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil. **Revista brasileira de ciencia do Solo**, v. 21, n. 1, p. 447–456, 1997.

MATZEK, V.; PULESTON, C.; GUNN, J. Can carbon credits fund riparian forest restoration? **Restoration Ecology**, v. 23, n. 1, p. 7–14, 2015.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, MEA. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC, 2005. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MURADIN, R. et al. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1202-1208, 2010.

OLIVEIRA, A. N. Carbon Market volunteer for brazilian companies: analysis of (in)efficiency of this instrument for the environment through ecologically balanced. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 8, n. 1, p. 83-105, 2018.

OLIVEIRA, P. T. S. et al. Estimativa do fator topográfico da USLE a partir de três algoritmos. **Ambi-Agua**, v. 5, n. 2, p. 217-225, 2010.

PELTON, J. et al. , Calculating Slope Length Factor (LS) in the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). 2014. Disponível em: <[http://gis4geomorphology.com/wpcontent/uploads/2014/05/LS-FactorinRUSLEwithArcGIS10.x\\_Pelton\\_Frazier\\_Pikcilingis\\_2014.docx](http://gis4geomorphology.com/wpcontent/uploads/2014/05/LS-FactorinRUSLEwithArcGIS10.x_Pelton_Frazier_Pikcilingis_2014.docx)>. Acesso em: 16 dez. 2018.

PORTER, J. et al. The Value of Producing Food, Energy, and Ecosystem Services within an Agro-Ecosystem. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, v. 38. n. 4, p. 186–193, 2009.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2959–2971, 2010.

PUGLIESI, A. C. V. et al. Valoração econômica do efeito da erosão em sistemas de manejo do solo empregando o método custo de reposição. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 113–121, 2011.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242–1251, 2009.

SALLES, G.; SALINAS, D.; PAULINO, S. Execução de projetos de REDD+ no Brasil por meio de diferentes modalidades de financiamento. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 3, p. 445-464, 2017.

SANTA CATARINA. Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina - CIRAM. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina - EPAGRI. Mapa de Unidades Hidrográficas de Santa Catarina, 2005. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/index.jsp>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

SANTA CATARINA. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Tubarão e Complexo Lagunar, 2012. Disponível em: <[http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib\\_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Tubarao%20e%20Complexo%20Lagunar/Volume%20II/volume2.pdf](http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Tubarao%20e%20Complexo%20Lagunar/Volume%20II/volume2.pdf)>. Acesso em: 23set. 2018.

SANTA CATARINA. Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável - SDS. Malha hidrográfica. Florianópolis, 2012.

SANTA CATARINA. Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável - SDS. Modelo Digital de Terreno. Florianópolis, 2012.

SANTOS, P. Z. F.; CROUZEILLES, R.; SANSEVERO, J. B. B. Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 433, p. 140–145, 2019.

SCHMITT, A. et al. Integrating Agroecology with Payments for Ecosystem Services in Santa Catarina's Atlantic Forest. **In: MURADIAN, R.; RIVAL, L. (Eds.): Governing the Provision of Ecosystem Services**. Netherlands: Springer, p. 333-355, 2013.

SILVA, J. A. A. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011. 124p.

SOARES FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, p. 363-364, 2014.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas da Mata Atlântica. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

SOUSA JR, W. C. **Pagamento por Serviços Ecossistêmicos: Mata Ciliar, Erosão, Turbidez e Qualidade de Água**. Projeto de Recuperação de Matas Ciliares: Produtos Técnicos, n. 1, 2011. Disponível em: <[http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Produtos%20Tecnicos/Produtos\\_Tecnicos\\_01\\_Uso\\_solo.pdf](http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Produtos%20Tecnicos/Produtos_Tecnicos_01_Uso_solo.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2017.

SPAROVEK, G. et al. The revision of the brazilian forest act: Increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science and Policy**, v. 16, p. 65–72, 2012.

SPAROVEK, G.; KLUG, I. L. F.; BARRETTO, A. G. O. P. Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046–6053, 2010.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Strategic approaches to restoring ecosystems can triple conservation gains and halve costs. **Nature ecology & evolution**, v. 3, p. 62–703, 2019.

SUCHENWIRTH, L. et al. Estimation and Mapping of Carbon Stocks in Riparian Forests by using a Machine Learning Approach with Multiple Geodata. **Photogrammetrie - Fernerkundung - Geoinformation**, v. 4, p. 333–349, 2013.

SWEENEY, B. W.; NEWBOLD, J. D. Streamside forest buffer width needed to protect stream water quality, habitat, and organisms: A literature review. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 50, n. 3, p. 560–584, 2014.

TAMBOSI, L. R. et al. P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.

TELLES, T. S. et al. Valuation and assessment of soil erosion costs. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 3, p. 209–216, 2013.

TRINDADE, A. L. F. et al. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 12, p. 1918–1928, 2016.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 4, p. 67-76, 2010.

TURETTA, A. P. D. et al. An approach to assess the potential of agroecosystems in providing environmental services. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1051–1060, 2016.

VIBRANS, A. C. et al. **Inventário Florestal florístico de Santa Catarina** Diversidade e Conservação dos Remanescentes Florestais.

Blumenau: Edifurb, v. 1, p. 344, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Andre\\_De\\_Gasper/publication/239918352\\_Volume\\_I\\_-\\_Inventario\\_Floristico\\_Florestal\\_de\\_Santa\\_Catarina\\_Diversidade\\_e\\_Conservacao\\_dos\\_Remanescentes\\_Florestais/links/58eab1e40f7e9b978f840ba6/Volume-I-Inventario-Floristico-Florestal-de-Santa-Catarina-Diversidade-e-Conservacao-dos-Remanescentes-Florestais.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andre_De_Gasper/publication/239918352_Volume_I_-_Inventario_Floristico_Florestal_de_Santa_Catarina_Diversidade_e_Conservacao_dos_Remanescentes_Florestais/links/58eab1e40f7e9b978f840ba6/Volume-I-Inventario-Floristico-Florestal-de-Santa-Catarina-Diversidade-e-Conservacao-dos-Remanescentes-Florestais.pdf)>. Acesso em: 25 mai. 2017.

VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D.; PENEIREIRO, F. M. Agro-successional restoration as a strategy to facilitate tropical forest recovery. **Restoration Ecology**, v. 17, n. 4, p. 451–459, 2009.

VOISIN, A. **Produtividade do pasto**. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1974. 520 p.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vivemos em uma época que o ser humano infelizmente assume um papel central nas mudanças globais impactando exacerbadamente os ciclos biogeoquímicos, biosfera e atmosfera. O Antropoceno é marcado por mudanças extremamente rápidas nos ecossistemas, gerando consequências sistêmicas nunca antes vivenciadas. A incerteza e a complexidade são os paradigmas que regem esse momento. Os ecossistemas são complexos e apresentam um comportamento não linear, assim a previsibilidade das respostas frente à grandes transformações, como mudanças climáticas, ciclo global de nitrogênio e perda de biodiversidade, é difícil ser medida. Aumentar a quantidade e qualidade de áreas florestadas no mundo, vêm sendo apontada como estratégia para amenizar alguns desses problemas ambientais contemporâneos, e garantir a integridade e funcionalidade dos ecossistemas, visto que a humanidade depende da natureza para o seu bem-estar e sobrevivência.

Como no Brasil grande parte das oportunidades de restauração estão nas áreas rurais, o trabalho conjunto com os gestores locais das terras é fundamental. Dentre os gestores locais estão os agricultores e, especificamente para Santa Catarina, os agricultores familiares. A decisão de recuperar ou não as áreas de preservação permanente e reserva legal na sua propriedade, pode definir o destino da restauração ecológica no país e dependem de fatores sociais e econômicos. Mesmo estando sob vigia de uma política coercitiva, Lei de Proteção da Vegetação Nativa, essas áreas não necessariamente serão destinadas para esse fim. Fato este que pode estar relacionado aos custos envolvidos no processo de restauração, trabalho alocado, mão de obra disponível na propriedade, custos de oportunidade ou mesmo pela falta de fiscalização. Nesse sentido, pensar em estratégias que possibilitem o retorno econômico enquanto regularizem a propriedade e sinergicamente fortaleçam múltiplos serviços ecossistêmicos, pode estimular a conversão de áreas e aliar o agricultor no processo de restauração ecológica em larga escala no país.

Pensando nisso, esse estudo buscou refletir sobre Mata Ciliar Multifuncional, metodologia de restauração ecológica com o uso de produtos florestais não madeireiros, como alternativa economicamente viável ao agricultor para regularização ambiental e protagonismo na restauração ecológica. Adicionalmente, buscou-se verificar quais seriam os benefícios oriundos em diferentes cenários de restauração municipal, por meio de indicadores de serviços ecossistêmicos, e se de alguma

forma esses benefícios compensariam os custos envolvidos nos processos.

Os resultados indicam que aderindo à essa metodologia, o agricultor a partir do terceiro ano tem um resultado líquido positivo e no quinto ano recupera todo investimento inicial. Com uma taxa interna de retorno de 30%, o investimento é mais rentável que investimentos consolidados como a poupança. No que tange às questões relacionadas aos benefícios gerados, restaurar as áreas ripárias que não estão em conformidade à nível municipal, com a proposta de baixo custo da Mata Ciliar Multifuncional gera no horizonte de 30 anos benefícios superiores aos valores investidos na restauração. Os resultados também indicam que enquanto o agricultor está com o fluxo de caixa negativo, aguardando a renda oriunda da venda dos produtos florestais não madeireiros, a sociedade em geral já está se beneficiando com as medidas adotadas por esse agricultor, especialmente com o sequestro de carbono que atinge seu auge no oitavo ano. Nesse sentido, é plausível pensarmos em uma transferência unilateral de recurso sob gestão do poder público, como forma de auxiliar o processo inicial de implantação. Investimento a fundo perdido pode assegurar a participação do agricultor, garantir a readequação ambiental da propriedade e a integridade dos ecossistemas ripários. A sociedade nesse sentido faz uma parceria com os agricultores para garantir que mudanças na paisagem rural aconteçam favorecendo a restauração ecológica e o fortalecimento das áreas florestadas.

A restauração ecológica dentro das propriedades agrícolas será essencial para manutenção do sistema ecológico, cumprimento de prerrogativas legais e acordos internacionais de enfrentamento às mudanças ambientais extremas. Incentivar benefícios econômicos ao agricultor, comercialização de produtos florestais não madeireiros, parcerias público-privadas para financiamento, apoio governamental e pagamentos por serviços ecossistêmicos serão ferramentas necessárias para concretização do desafio contemporâneo de restaurar os múltiplos ecossistemas globais ameaçados.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, C. et al. Impacts of large-scale forest restoration on socioeconomic status and local livelihoods: what we know and do not know. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 731–744, 2016.
- ALARCON, G. G.; BELTRAME, Â. V.; KARAM, K. F. Conflitos de interesse entre pequenos produtores e a conservação de Áreas de Preservação Permanente na Mata Atlântica. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 295–310, 2010.
- ALVES-PINTO, H. N. et al. Reconciling rural development and ecological restoration: Strategies and policy recommendations for the Brazilian Atlantic Forest. **Land Use Policy**, v. 60, p. 419–426, 2017.
- ARONSON, J. What can and should be legalized in ecological restoration? **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 451–454, 2010.
- ARONSON, J. et al. Are socioeconomic benefits of restoration adequately quantified? A Meta-analysis of recent papers (2000-2008) in Restoration Ecology and 12 other scientific journals. **Restoration Ecology**, v. 18, n. 143–154, 2010.
- BALL, A. A.; BRANCALION, P. H. S. Governance challenges for commercial exploitation of a non-timber forest product by marginalized rural communities. **Environmental Conservation**, v. 43, n. 3, p. 208–220, 2016.
- BALL, A. A.; GOUZERH, A.; BRANCALION, P. H. S. Multi-scalar governance for restoring the Brazilian Atlantic forest: A case study on small landholdings in protected areas of sustainable development. **Forests**, v. 5, n. 4, p. 599–619, 2014.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre biodiversidade**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica>>. Acesso em: 08 fev. 2019.
- BENINI, R.M.; ADEODATO, S. **Economia da restauração florestal**. Forest restoration economy/Rubens de Miranda Benini, Sérgio Adeodato. – São Paulo (SP): The Nature Conservancy, 2017. Disponível

em: <<https://www.nature.org/media/brasil/economia-da-restauracao-florestal-brasil.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

BONN CHALLENGE. **The Challenge**. Disponível em: <<http://www.bonnchallenge.org/content/challenge>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

BRANCALION, P. H. S. et al. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): Updates and ongoing initiatives. **Natureza e Conservacao**, v. 14, p. 1–15, 2016.

BRANCALION, P. H. S.; LIMA, L. R.; RODRIGUES, R. R. Restauração ecológica como estratégia de resgate e conservação da biodiversidade em paisagens antrópicas tropicais. **In: PERES, C.A.; BARLOW, J.; GARDNER, T.A.; VIEIRA, I.C.G. (Orgs.). Conservação da Biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. Curitiba: Editora da UFPR, p. 565-587, 2013.

BRANCALION, P. H. S. et al. Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 856–867, 2016.

BRANCALION, P. H. S. et al. Finding the money for tropical forest restoration. **Unasyuva**, v. 63, n. 239, p. 41–50, 2012.

BRASIL. **Lei n. 11.326 de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/.../L11326.htm>>. Acesso em: 16 Ago. 2017.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio 2012**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

CALMON, M. et al. Emerging Threats and Opportunities for Large-Scale Ecological Restoration in the Atlantic Forest of Brazil. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 2, p. 154–158, 2011.

CBD. Conventional on Biological Diversity. **Conference on the parties**. Disponível em: <<https://www.cbd.int/cop/>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

CHAZDON, R. L. **Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation**. University of Chicago Press, Chicago, IL, 2013. 472 p.

CLEMENT, F.; AMEZAGA, J. M. Linking reforestation policies with land use change in northern Vietnam: why local factors matter. **Geoforum** v. 39, p. 265–277, 2009.

CROUZEILLES, R. et al. A global meta-Analysis on the ecological drivers of forest restoration success. **Nature Communications**, v. 7, p. 1-8, 2016.

CROUZEILLES, R. et al. Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. **Science Advances**, v. 3, n. 11, p. 1–8, 2017.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA, 2014. 38 p. . Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2018.

ENGEL, L.; PARROTTA, A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. **In:** Kageyama, P.Y., de Oliveira, R.E., de Moraes, L.F.D., Engel, V.L. and Mendes, F.B.G. (Eds.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**, Botucatu (SP), Brazil, Editora FEPAF, 2003. 340 p.

EWERT, M. et al. Sistemas agroflorestais multiestrata e a legislação ambiental brasileira: desafios e soluções. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, p. 95–114, 2016.

GUIDOTTI, V. et al. Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para o PRAs. **Sustentabilidade em debate**, n. 5, p. 1–10, 2017.

HOLL, K. D. Restoring tropical forests from the bottom up. **Science**, v. 355, n. 6324, p. , p. 455-456, 2017.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Tabela com módulos fiscais.** Disponível em: <[http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices\\_basicos\\_2013\\_por\\_municipio.pdf](http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf)>. Acesso em: 10fev. 2019

LATAWIEC, A. E. et al. Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 211–218, 2015.

LOCATELLI, B. et al. Tropical reforestation and climate change: Beyond carbon. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 4, p. 337–343, 2015.

METZGER, J. P. Qual a Extensão Mínima das Áreas de Preservação Permanente? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 1–5, 2010.

MICCOLLINS, A. et al. Restoration through agroforestry: options for reconciling livelihoods with conservation in the cerrado and caatinga. **Experimental Agriculture**, v. 55, n. S1, p. 208-225, 2017.

NAVE, A.; RODRIGUES, R. R. Como as diferentes metodologias impactam o custo da restauração? **In: Economia da restauração florestal.** Forest restoration economy/Rubens de Miranda Benini, Sérgio Adeodato. São Paulo (SP): The Nature Conservancy, 2017. 71 p.

NUNES, F. S. M. et al. Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 12, p. 1-10, 2017.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: "Espaço para o imprevisível" **In: Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares e workshop sobre recuperação de áreas degradadas no estado de São Paulo: avaliação da aplicação e aprimoramento da resolução SMA 47/03, 2006, São Paulo. Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, 2006.

ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, n. 7263, p. 472–475, 2009.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242–1251, 2009.

ROS-TONEN, M. A. F.; INSAIDOO, T. F. G.; ACHEAMPONG, E. Promising start, bleak outlook: The role of Ghana’s modified Taungya system as a social safeguard in timber legality processes. **Forestry Policy Economics**, v. 32, p. 57–67, 2013.

SER. Society for Ecological Restoration International & Policy Working Group. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Washington, DC, 2004. Disponível em: <[www.ser.org](http://www.ser.org)>. Acesso em: 20 dez. 2018

SILVA, J. A. A. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011. 124p.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos estudos CEBRAP**, v. 89, p. 111-135. 2011.

SPAROVEK, G.; KLUG, I. L. F.; BARRETTO, A. G. O. P. Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046–6053, 2010.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Strategic approaches to restoring ecosystems can triple conservation gains and halve costs. **Nature Ecology & Evolution**, v. 3, p. 62–70, 2019.

TAMBOSI, L. R. et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 151-162, 2015.

VAN OOSTEN, C. Restoring Landscapes-Governing Place: A Learning Approach to Forest Landscape Restoration. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 32, n. 7, p. 659–676, 2013.

WANDERSEE, S. M. et al. Perception and decisions in modeling coupled human and natural systems: A case study from Fanjingshan National Nature Reserve, China. **Ecological Modelling**, v. 229, p. 37–49, 2012.

WRI. **World Resource Institute**. Initiative 20x20 - Bringing 20 million hectares of degraded land in Latin America and the Caribbean into restoration by 2020. Disponível em: <<https://www.wri.org/our-work/project/initiative-20x20>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

## APÊNDICES

Apêndice 1. Fluxo de caixa para o recorte de 10 anos do modelo da Mata Ciliar Multifuncional com os valores de investimento inicial (R\$), receita bruta (R\$), custos de manutenção e colheita (R\$), custos operacionais (R\$), resultado líquido (R\$) e indicadores econômicos (VPL, TIR e R B/C) nos diferentes cenários de juros, 6%, 9% e 12%.

Ano	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Per.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inv. Inicial (R\$)	3,518.83										
Receita Bruta (R\$)	0.00	0.00	546.68	829.55	3,119.35	3,241.27	3,370.92	4,781.06	4,972.30	5,171.19	5,378.04
(-) Custo de manutenção e colheita (R\$)	R\$0.00	80	66.40	146.40	859.90	859.90	859.90	875.90	987.90	1,035.90	1,091.90
(-) Outros custos operacionais (R\$)	R\$0.00	240	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
Resultado Líquido (R\$)	3,518.83	320	240.28	443.15	2,019.45	2,141.37	2,271.02	3,665.16	3,744.40	3,895.29	4,046.14

Margem Líquida			44%	53%	65%	66%	67%	77%	75%	75%	75%
Resultado Líquido Descontado	3,518.83	300.47	211.85	366.86	1,569.76	1,562.95	1,556.41	2,358.55	2,262.48	2,210.01	2,155.49
TMA	6.5%										
NPV	R\$9,798.17										
IRR	30%										
PAYBACK	5 anos										
PAYBACK DESCONTADO	5 anos e 1 mês										
R B/C	3.03										
Resultado Líquido Descontado	3,518.83	293.58	202.24	342.19	1,430.63	1,391.74	1,354.14	2,004.97	1,879.19	1,793.50	1,709.13
Taxa Atratividade	9%										

NPV												\$7,610.39
IRR												30%
PAYBACK DES.												5 anos e 4 meses
Resultado Líquido Descontado	3,518.83	285.71	191.55	315.43	1,283.39	1,215.07	1,150.57	1,657.93	1,512.30	1,404.68	1,302.75	
Taxa Atratividade e												12%
NPV												\$5,561.73
IRR												30%
PAY BACK DES.												5 anos e 8 meses