

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 13/08/2022.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA E RECUPERAÇÃO
DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM FLORESTA ATLÂNTICA**

ANA CLÁUDIA OLIVEIRA DE SOUZA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA E RECUPERAÇÃO
DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM FLORESTA ATLÂNTICA**

ANA CLÁUDIA OLIVEIRA DE SOUZA

Orientador: Marco Antonio de Assis
Coorientadora: Simone Aparecida Vieira

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

S729c

Souza, Ana Claudia Oliveira de

Considerações sobre composição, estrutura e recuperação da vegetação secundária em Floresta Atlântica. / Ana Claudia Oliveira de Souza. -- Rio Claro, 2022

116 p. : tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Marco Antonio de Assis

Coorientadora: Simone Aparecida Vieira

1. Mata Atlântica. 2. Regeneração natural. 3. Conservação de Florestas Tropicais. 4. Uso da Terra. 5. Floresta Ombrófila Densa. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

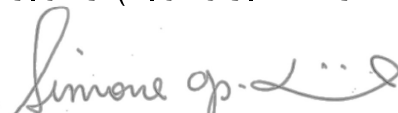
TÍTULO DA TESE: Considerações sobre composição, estrutura e recuperação da vegetação secundária em floresta tropical atlântica.

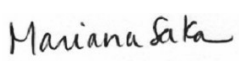
AUTORA: ANA CLAUDIA OLIVEIRA DE SOUZA

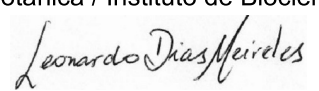
ORIENTADOR: MARCO ANTONIO DE ASSIS

COORIENTADORA: SIMONE APARECIDA VIEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. SIMONE APARECIDA VIEIRA (Participação Virtual)
Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais - NEPAM / Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP - SP


Profa. Dra. MARIANA NAOMI SAKA
Pós Doutorado do Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Rio Claro - SP


Prof. Dr. LEONARDO DIAS MEIRELES
Escola de Artes, Ciências e Humanidades / Universidade de São Paulo


Profa. Dra. MAÍRA DE CAMPOS GORGULHO PADGURSCHI
CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura / Universidade Estadual de Campinas - SP


Profa. Dra. ISABELLA ROMITELLI
Departamento de Ecologia - Instituto de Biociências / Universidade de São Paulo - SP

Rio Claro, 13 de agosto de 2020

Dedicatória

Dedico essa tese a toda comunidade acadêmica que, embora as adversidades,
busca manter a ciência e o ensino superior de qualidade “vivo” neste país.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, no âmbito de bolsa de doutorado. Adicionalmente, também agradeço o co-financiamento pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq (PELD Processo 403710/2012-0), pelo Natural Environment Research Council/NERC da Grã-Bretanha (NE/K016431/1) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP no âmbito dos Projetos PELD/BIOTA e ECOFOR (Processos 2012/51509-8 e 2012/51872-5), que fazem parte do Programa BIOTA/FAPESP - O Instituto Virtual da Biodiversidade (www.biota.org.br). Autorizações COTEC/IF 002.766/2013 e 010.631/2013.

À Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (UNESP - Campus Rio Claro, SP), à Pró-reitora de Pós-Graduação e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Ao Prof. Dr. Carlos Alfredo Joly pela coordenação geral dos projetos, que é fruto de muito trabalho e dedicação ao longo dos anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marco Antonio de Assis e minha co-orientadora Profa. Dra. Simone Aparecida Vieira por todos os ensinamentos, por me dar liberdade e acreditar no meu trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Botânica – Unesp Rio Claro pelo comprometimento em suas atividades. Em especial, aos professores Prof. Dr. Marco Antonio de Assis e Profa. Dra. Alessandra Fidelis com quem fiz os estágios de docência e pude aprender não apenas o conteúdo teórico, mas também maneiras de buscar ser um professor de excelência e ao mesmo tempo solidário com os alunos.

Ao Parque Estadual da Serra do Mar, em especial aos gestores João Paulo Vilani (Núcleo Santa Virgínia) e Luane Reni Mattos (Núcleo Cunha) por permitirem o desenvolvimento do trabalho e colaborarem com apoio logístico. Bem como, aos funcionários e moradores locais que foram acolhedores e participativos nas atividades de campo.

Aos amigos e colegas envolvidos em todo processo de coleta de dados em campo: Carla Nardin, Roberta Grillo, Vitor Kamimura, Laura Evorá, Gabriel Marcusso, Rodrigo Moraes, Rafael Ramos, Cinthia Silva, Yvone Bakker, Luis Guzmán e Renato Bellinelo.

Aos professores e pesquisadores que me auxiliaram na identificação das espécies botânicas coletadas: Luís Carlos Bernacci (Generalista e Primulaceae), João Batista Baitello (Lauraceae), Renato Goldenberg (Melastomataceae), Geraldo Antônio Daher Corrêa Franco (Generalista), Leonardo Meireles (Myrtaceae), Marcos Sobral (Myrtaceae), Sigrid Mendaçoli (Rubiaceae) e João Semir (Asteraceae).

Aos amigos e colegas de profissão Ms. Vitor Kamimura e Dra. Isabella Romitelli por toda a paciência e ajuda nas análises estatísticas.

Aos professores que compuseram a banca examinadora, pelo tempo destinado a avaliação e as contribuições importantes para este documento.

À minha família: Anderson, Milton, Neide, Patrícia, Caroline, Renato e Rodrigo, pelo apoio e compreensão de minha escolha pela pesquisa e área acadêmica como profissão.

Agradeço, de forma madura e consciente, as adversidades.

E por último, mas não menos importante, agradeço à vida, por toda sua pluralidade e beleza.

Há uma grandiosidade inerente a esta visão da vida: o Criador concentrou os diversos poderes da vida num pequeno número de formas, ou apenas numa; e enquanto este planeta girava de acordo com a lei da gravitação universal, a partir de um princípio tão simples, foram desenvolvidas, e continuam a desenvolver-se, infinitas formas do mais belo e maravilhoso que há.

(DARWIN, 1859)

RESUMO

As Florestas Tropicais, detentoras de elevada biodiversidade e endemismo, sofreram ao longo das décadas com altas taxas de desmatamento, realidade que resultou em um aumento das Florestas Secundárias Tropicais no mundo. No bioma da Mata Atlântica, encontra-se a segunda maior Floresta Tropical da América do Sul, sendo grande parte constituída por vegetação secundária decorrente de regeneração natural após diferentes tipos de uso da terra. Em Florestas Tropicais, a regeneração florestal apresenta algumas similaridades após o abandono da terra, todavia devido as peculiaridades do ecossistema e de cada tipo de uso, persiste um cenário multi dinâmico e complexo de fatores e caminhos de regeneração até que essa floresta alcance níveis similares a ambientes sem histórico de uso antrópico em termos de composição florística, estrutura e funcionalidade. Neste sentido, para aumentar o conhecimento a respeito da regeneração florestal e recuperação de seus parâmetros, após diferentes tipos de uso da terra, é necessário integrar novas abordagens que relacionem o microambiente da floresta, atributos funcionais e os diferentes estratos que compõem a vegetação, pois estas abordagens, além de pouco exploradas nos estudos científicos podem resultar em novas perspectivas em relação à temática. Dessa forma, o objetivo geral do presente trabalho foi investigar as características e recuperação do componente arbóreo (estrato adulto e regenerante) em áreas secundária de Floresta Tropical Atlântica montana com diferentes históricos de uso da terra a partir de abordagens de composição, estrutura, atributos funcionais e fatores abióticos. No primeiro capítulo, foi analisada a regeneração do componente arbóreo e a correlação com fatores químicos e luminosidade após diferentes tipos de uso da terra. Concluimos que o uso prévio da terra de corte seletivo e raso em Floresta Tropical Atlântica teve uma recuperação considerável após 45 anos de regeneração natural em termos de composição florística e estrutura da vegetação, enquanto a área de regeneração após pastagem ainda apresenta uma recuperação pequena destes parâmetros. O atual componente arbóreo entre áreas sem histórico de uso da terra e aquelas com diferentes históricos de uso correlacionam-se a um gradiente de disponibilidade de nutrientes do solo aliado a diferenças de umidade e temperatura do solo. Ainda com a finalidade de compreender as diferenças da vegetação e influências dos fatores abióticos nas áreas de estudo, o segundo capítulo teve o objetivo de atribuir quais parâmetros do solo (carbono, saturação por alumínio e temperatura) ou terreno (declividade, direção da vertente e altitude) são mais importantes e suas respectivas relações em áreas de regeneração após uso prévio da terra de corte seletivo e pastagem e também áreas sem histórico de uso prévio da terra, caracterizada pelos atributos funcionais de comprimento do fruto, densidade da

madeira e síndrome de dispersão. Concluimos que as áreas diferem em termos de atributos funcionais e que, enquanto nas áreas de regeneração os parâmetros mais importantes são edáficos, na área sem histórico de uso da terra a importância é maior para atributos do terreno, adicionalmente as principais relações negativas ocorreram com parâmetros do terreno. Para finalizar, o último capítulo buscou fazer inferências a respeito da recuperação da diversidade e densidade da madeira a partir da análise de três estratos do componente arbóreo de áreas de regeneração após diferentes tipos de uso da terra. Neste, concluimos que o estudo do estrato adulto e regenerantes da Floresta Tropical Atlântica foi eficiente para verificar a recuperação destes parâmetros da vegetação, onde evidenciou-se a recuperação total da regeneração após corte seletivo e parcial na regeneração após corte raso. A área de regeneração após pastagem não apresentou recuperação em nenhum dos estratos do componente arbóreo e neste sentido uma recuperação extremamente lenta da vegetação é esperada na área. As diferentes abordagens utilizadas neste trabalho, se mostraram complementares e foram importantes para o discernimento a respeito da relevância do histórico de uso prévio da terra nas avaliações e perspectivas de recuperação da Floresta Tropical Atlântica.

Palavras-Chave: Mata Atlântica; Floresta Ombrófila Densa; regeneração natural; densidade da madeira; uso da terra.

ABSTRACT

Tropical Forests, which have high biodiversity and endemism, have suffered over the decades with high rates of deforestation, a reality that has recently resulted in a considerable increase in Secondary Tropical Forests in the world. In the Atlantic Forest biome, there is the second largest Tropical Forest in South America, with a large part consisting of secondary vegetation resulting from natural regeneration after different types of land use. In Tropical Forests, forest regeneration has some similarities after abandoning the land, however due to the peculiarities of the ecosystem and each type of use, a dynamic and complex scenario of regeneration factors and paths persists until this forest reaches levels similar to environments with no history of anthropic use in terms of floristic composition, structure and functionality. In this sense, to increase knowledge about forest regeneration and recovery of its parameters, after different types of land use, it is necessary to integrate new approaches that relate the forest microenvironment, functional attributes and the different strata that make up the vegetation, because these approaches, besides being little explored in scientific studies, can result in new perspectives in relation to the theme. Thus, the general objective of the present work was to address issues related to the tree's floristic composition, structure, relationships with abiotic factors and the recovery of vegetation in areas of Atlantic Tropical Secondary Forest with different land use histories; (1) selective cut (use of low impact), (2) shallow cut (use of intermediate impact) and (3) shallow cut, followed by burning of biomass and establishment of pasture (use of high impact). In the first chapter, the regeneration of the tree component and the correlation with chemical factors and luminosity after different types of land use were analyzed. We conclude that the previous use of selective and shallow cut land in the Atlantic Rain Forest had a considerable recovery after 45 years of natural regeneration in terms of floristic composition and vegetation structure, while the area of regeneration after grazing still shows a small recovery of these parameters. The current tree component between areas with no history of land use and those with different history of use correlates with a gradient of soil nutrient availability combined with differences in humidity and temperature of this abiotic factor. Still in order to understand the differences in vegetation and the influences of abiotic factors in the study areas, the second chapter aimed to assign which parameters of the soil (carbon, saturation by aluminum and temperature) or terrain (slope, aspect and altitude) are more important and their respective relationships in regeneration areas after previous use of selective-cut and pasture land and also areas with no history of previous use, characterized by functional attributes of fruit length, wood density and dispersion syndrome. We conclude that the areas

differ in terms of functional attributes and that, while in the areas of regeneration the most important parameters are edaphic, in the area with no history of land use the importance is greater for attributes of the land, in addition the main negative relationships occurred with parameters of the terrain. To conclude, the last chapter sought to make inferences regarding the recovery of the diversity and density of wood from the analysis of three strata of the tree component of regeneration areas after different types of land use. In this, we conclude that the study of the adult and regenerating strata of the Atlantic Rain Forest was efficient to verify the recovery of these vegetation parameters, where the total recovery of the regeneration after selective and partial cutting in the regeneration after shallow cut was evidenced. The regeneration area after grazing did not recover in any of the strata of the tree component and in this sense an extremely slow recovery of vegetation is expected in the area. The different approaches used in this work proved to be complementary and were important for discerning the relevance of the history of previous land use in assessments and prospects for the recovery of the Atlantic Rainforest.

Key-words: Atlantic forest; Dense Ombrophilous Forest; natural regeneration; wood density; land use.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	15
Objetivo geral e específicos.....	19
Referências bibliográficas	21

CAPÍTULO I: REGENERAÇÃO ARBÓREA EM FLORESTA ATLÂNTICA E CORRELAÇÃO COM PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO E LUMINOSIDADE

Resumo.....	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Materiais e métodos.....	28
Resultados.....	33
Discussão.....	41
Conclusão.....	45
Referências bibliográficas.....	45
Anexos.....	51

CAPÍTULO II: A RELEVÂNCIA DE PROPRIEDADES DO SOLO E TERRENO EM ATRIBUTOS FUNCIONAIS NA FLORESTA SECUNDÁRIA ATLÂNTICA MONTANA.

Resumo.....	62
Abstract.....	63
Introdução.....	63
Materiais e métodos.....	66
Resultados.....	71
Discussão.....	77
Conclusão.....	80

Referências bibliográficas.....	80
Anexos.....	85

CAPÍTULO III: DIVERSIDADE E PERSPECTIVAS DA RECUPERAÇÃO DA FLORESTA SECUNDÁRIA TROPICAL ATLÂNTICA A PARTIR DE AVALIAÇÕES DA DENSIDADE DE MADEIRA

Resumo.....	93
Abstract.....	94
Introdução.....	95
Materiais e métodos.....	97
Resultados.....	99
Discussão.....	105
Conclusão.....	108
Referências bibliográficas.....	108
Anexos.....	113

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
----------------------------------	------------

INTRODUÇÃO GERAL

As taxas de regeneração florestal cresceram nos últimos anos (MAYAUX *et al.*, 2005; ASNER *et al.*, 2009) e embora exista a dificuldade de quantificar essas taxas (ASNER *et al.*, 2009), dados reportados a FAO (2010) remetem que apenas 19 nações dentre 106 afirmam possuir mais área de florestas primárias de que florestas secundárias. Neste cenário, o grande número de áreas de floresta secundária ganha destaque a nível global (CHAZDON, 2014).

Dentre os ecossistemas mundiais, as florestas tropicais estão ameaçadas devido aos altos índices de desmatamento observados nas últimas décadas (MAYAUX *et al.*, 2005) e, na atualidade, observa-se um elevado número de áreas secundárias de floresta tropical em diferentes condições de recuperação. As florestas tropicais possuem reconhecimento por sua elevada biodiversidade e endemismo (MYERS, 1988 e 1990; MITTERMEIER *et al.*, 2013), sabe-se que esses ambientes fornecem importantes serviços ecossistêmicos para a humanidade, tais como: biomassa acumulada, água potável, regulação do clima, etc (CHAZDON, 2014). A degradação destes ecossistemas acarretará em consequências negativas a médio e longo prazo na biodiversidade global, clima, etc., justificando a crescente necessidade de ampliarmos nossos conhecimentos a respeito das florestas secundárias formadas a partir da interferência humana nestes ambientes (DENT e WRIGHT, 2009; CHAZDON, 2009; CHAZDON, 2014).

As áreas secundárias de vegetação podem ser definidas como aquelas resultantes de um processo natural de regeneração, em locais onde no passado houve corte parcial ou raso da floresta original para diversos fins (CONAMA Nº 1, 1994; CHAZDON, 2014). Envolve um processo de sucessão secundária em dois níveis ecológicos, comunidade e ecossistemas, e dessa forma possui uma complexidade considerável durante a progressão dos estágios observados até a regeneração da floresta (CHAZDON, 2012).

Para as florestas tropicais a sucessão secundária apresenta algumas similaridades após o abandono da terra sendo estes o estabelecimento e a extinção de ervas, arbustos, árvores pioneiras de ciclo de vida curto e árvores pioneiras de ciclo de vida longo, consecutivamente, além da redução da densidade total de indivíduos e o aumento da biomassa e do volume de madeira (GUARIGUATA e OSTERTAG, 2001; CHADZON, 2014). Entretanto, persiste um cenário multi dinâmico e complexo de fatores e caminhos de regeneração que podem resultar em uma variação de décadas ou mesmo séculos para a recuperação da floresta (LIEBSCH *et al.*, 2008), ainda se considerarmos o mesmo tipo florestal ou uma região (WALKER *et al.*, 2010; MESQUITA *et al.*, 2001).

Em partes esse cenário multi dinâmico e complexo de regeneração florestal está relacionado aos fatores que influenciam a estrutura e a diversidade de florestas tropicais

secundárias, como descrevem importantes revisões do tema, como por exemplo: BROWN e LUGO (1990), GUARIGUATA e OSTERTAG (2001), CHAZDON (2008) e NORDEN *et al.* (2011). Dentre estes fatores, aqueles locais (dispersão de sementes, germinação, composição e estrutura do componente arbóreo, etc.) e paisagísticos (fragmentação, fertilidade do solo, complexo de matriz, luminosidade, etc.) podem agir como barreiras em processos como dispersão (HOLL *et al.*, 2000; CHAZDON, 2014) e que são essenciais e agem em vários componentes da vegetação, inclusive o arbóreo. O dossel atual de uma floresta é composto por árvores que iniciaram seu ciclo de vida anos atrás e que mantêm, abaixo de si, os sobreviventes de sucessivos períodos de regeneração (STEVEN e WRIGHT, 2002; LEIGH *et al.*, 2004). Dessa forma, o estudo destes regenerantes é desejável e pode ajudar a compreender como as espécies podem ocupar o estrato arbóreo adulto (BARREIRA *et al.*, 2002; ALVES e METZGER, 2006; COMITA *et al.*, 2007).

Dentre outras possibilidades de abordagens para avaliação da recuperação da floresta durante a regeneração, temos a descrição das comunidades a partir de atributos das espécies pode permitir a extrapolação dos padrões de processos gerais a níveis mais amplos (regional, bioma, etc.), bem como direcionar a respeito sobre a recuperação de seus processos ecológicos, ou seja, as interações entre componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas que envolvem transferência de energia ou matéria e que usualmente são estimados em termos de taxas (ANDRADE e ROMERO, 2009). Alterações ao longo de sucessão já foram observadas para diferentes processos ecossistêmicos como biodiversidade, estoque de biomassa, etc. (GUARIGUATA e OSTERTAG, 2001; MARIN-SPIOTTA *et al.*, 2007; ANDRADE e ROMERO, 2009) e nas regiões tropicais, pesquisas têm associado às características funcionais das espécies à dinâmica de sucessão secundária pós-distúrbio antrópico (CHAZDON *et al.*, 2010; LEBRIJA-TEJOS *et al.*, 2010; CARREÑO-ROCA *et al.*, 2012).

A Mata Atlântica, uma floresta tropical exuberante e reconhecida mundialmente como um dos maiores centros de biodiversidade do mundo (CAMPANILI e PROCHNOW, 2006; TABARELLI *et al.*, 2010), encontra-se altamente fragmentada devido ao desmatamento (aproximadamente 12.562 hectares nos 17 estados de ocorrência em 2017 - SOS Mata Atlântica e INPE, 2017) ao longo de décadas (GHAZOUL e SHEIL, 2010; REZENDE *et al.*, 2018; Figura 1), sendo o número de áreas secundárias de vegetação expressivo e importante neste bioma (REZENDE *et al.*, 2018). Dessa forma, a segunda maior floresta tropical do continente americano (MORELLATO e HADDAD, 2000) ainda é essencial em termos de conservação da biodiversidade, processos ecossistêmicos e, conseqüentemente serviços ambientais, tornando-

se uma demanda urgente para avançar com o entendimento destas florestas e o processo de regeneração que nelas ocorre (CHAZDON, 2009; CHAZDON, 2014; REZENDE *et al.*, 2018).

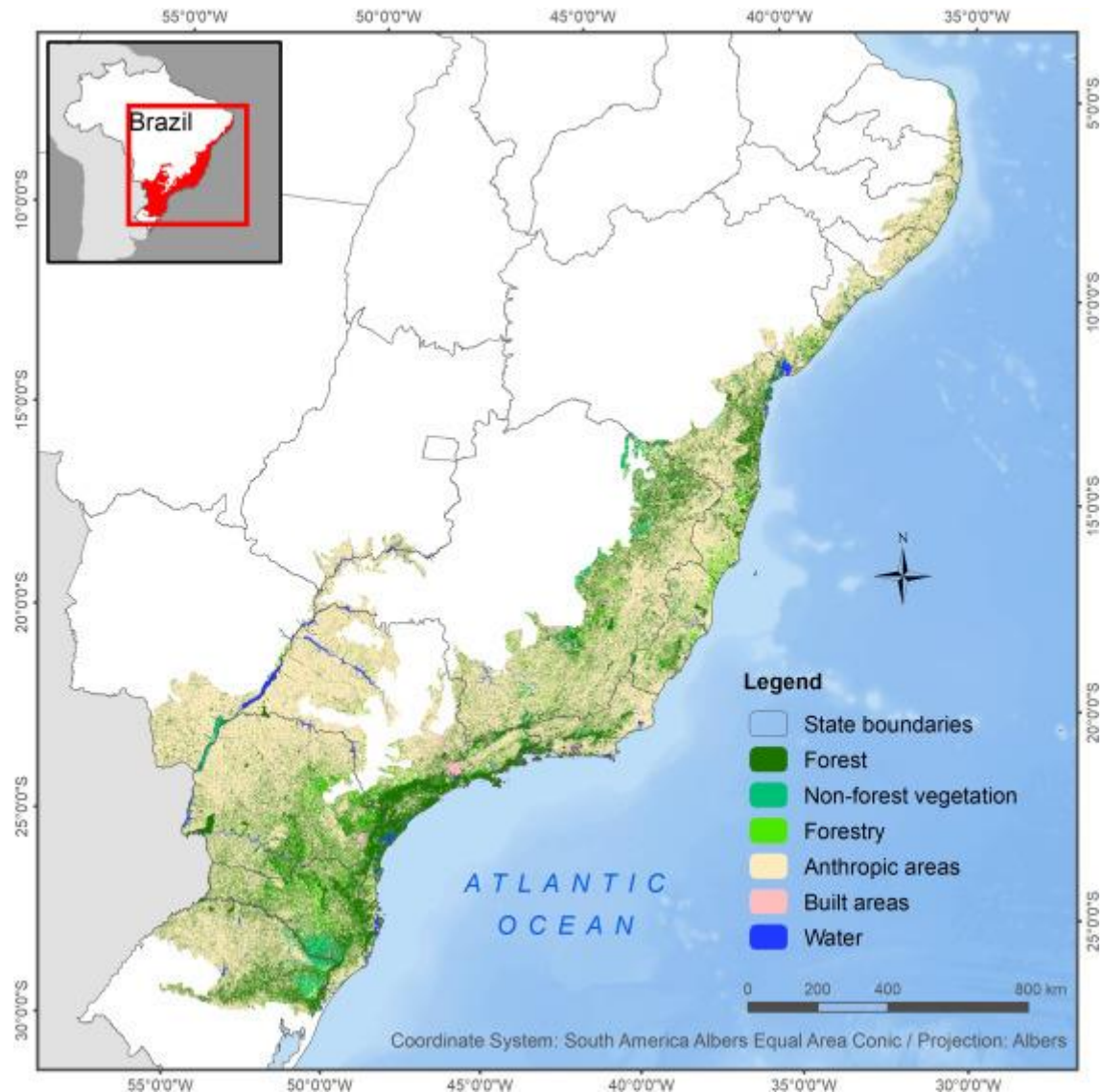


Figura 1. Mapa do bioma da Mata Atlântica com estimados 28% de cobertura de vegetação nativa de acordo com Rezende et al. (2018).

Na Floresta Atlântica montana secundária o estudo pioneiro de KLEIN (1980) e posteriores como de TABARELLI e MANTOVANI (1999) identificaram alguns padrões em relação a recuperação da floresta após o uso da terra como; a dominância dos estádios arbustivo-arbóreos pioneiros, em termos de número de indivíduos, por espécies anemocóricas; similaridades florísticas marcantes em nível genérico com sequências relativamente definidas de substituição; e ocorrência similar a nível de espécies pioneiras e tolerantes a sombra. Entretanto, estudos comparativos entre florestas secundárias com diferentes históricos de uso

da terra e maduras para verificar a recuperação da vegetação são pouco frequentes e compreender a longo prazo as consequências destas práticas é uma necessidade urgente (SIST *et al.*, 2015).

Verifica-se, diante do exposto, que uma abordagem unificada, na qual se englobe desde a composição florística e estrutura de diferentes estratos do componente arbóreo em Floresta Tropical Atlântica, aliada ao estudo de relações dos fatores locais e paisagísticos com a vegetação, bem como a inclusão de atributos funcionais das espécies relacionados ao processo de regeneração florestal, pode ser fundamental para a compreensão dos vários caminhos de sucessão e dessa forma prever a importância das florestas secundárias como repositórios de biodiversidade tropical e também como fonte de funções e serviços essenciais do ecossistema (ARROY-RODRÍGUER *et al.*, 2015) ou sumidouros de carbono atmosférico (PAN *et al.*, 2011), colocando-as em destaque frente as discussões sobre as mudanças climáticas globais.

Área de estudo, objetivo geral e específicos

As áreas de estudo pertencem a uma fitofisionomia da Mata Atlântica denominada Floresta Ombrófila Densa Montana. Parte destas áreas foram implementadas durante o Projeto Temático Biota Gradiente Funcional (FAPESP 03/12595-7) que teve início em 2005 com o intuito de investigar de maneira multidisciplinar a composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa localizada na região nordeste do Estado de São Paulo, no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). Posteriormente, para ampliar as áreas de amostragem e consolidar as parcelas permanentes ao longo do gradiente altitudinal (0-1200 m), o programa PELD/CNPq incluiu áreas em 600, 800 e 1200 metros de altitude ainda dentro das dependências do PESM.

Neste trabalho, três áreas são denominadas controle ou floresta madura (NSV 01, NSV 02 e NSV 03), pois não apresentam histórico anterior conhecido de uso da terra. Nestas áreas encontra-se considerável número de árvores de grande porte, uma vegetação com vários estratos, presença de epífitas e algumas lianas. Enquanto outras três áreas possuem diferentes tipos de histórico de uso da terra: NSV 04, teve o histórico de uso da terra de corte seletivo; NSV 05, teve histórico de uso de corte raso seguido de abandono da terra e a área NUC 01 teve histórico de uso da terra de corte raso, seguido por queima de biomassa e estabelecimento de pastagem. Estas áreas com histórico de uso são heterogêneas entre si, algumas já é possível verificar árvores de grande porte, a estratificação da vegetação e a diversidade de formas de vida, todavia em outras áreas ainda não observamos essas condições (Figura 2).

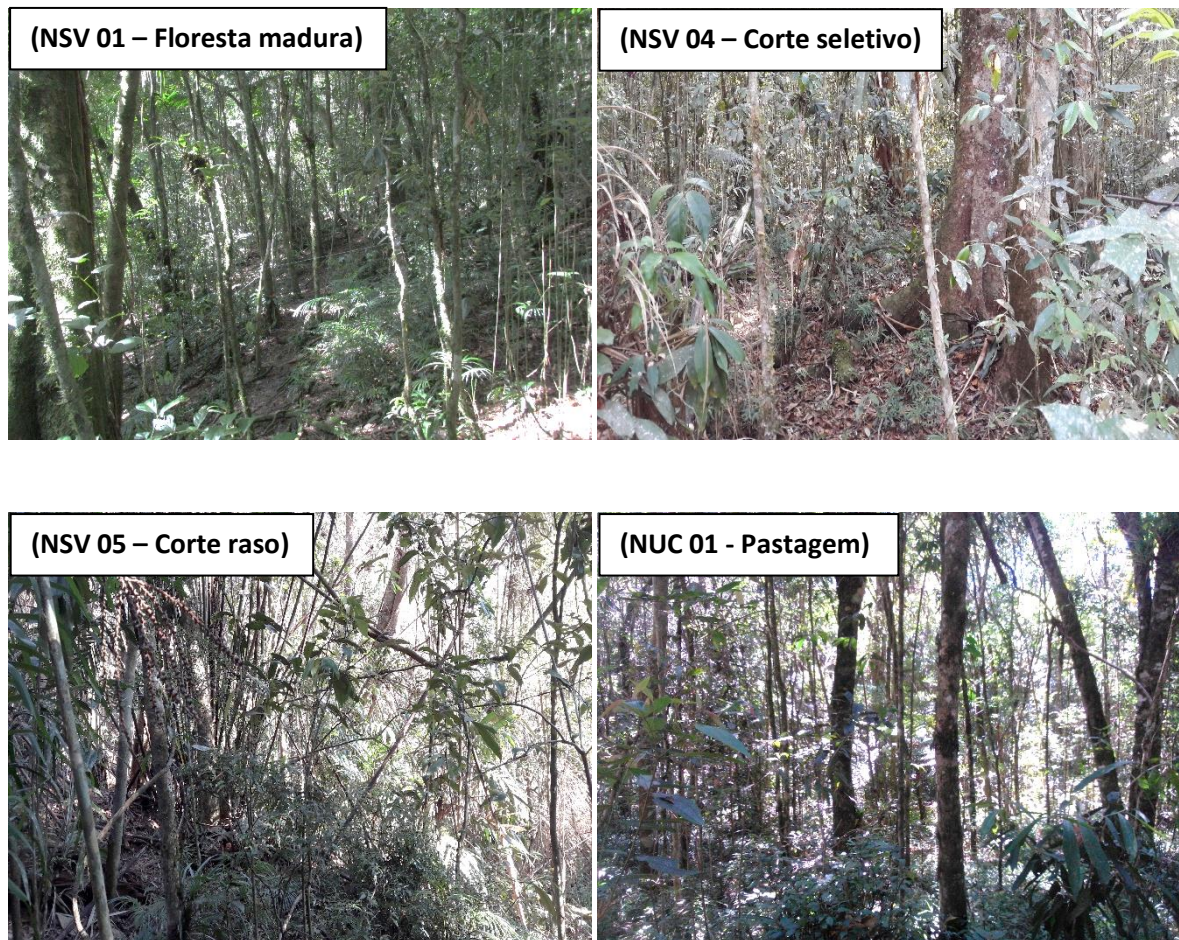


Figura 2. Imagens das áreas de Floresta Ombrófila Densa Montana utilizadas neste estudo, todas as áreas são localizadas no Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) no estado de São Paulo, Brasil.

Neste contexto, o objetivo principal deste estudo é abordar questões referentes a composição florística, estrutura, relações com fatores abióticos e a recuperação da vegetação em áreas de regeneração de Floresta Tropical Atlântica montana com diferentes históricos de uso da terra; (1) corte seletivo (uso de menor impacto), (2) corte raso (uso de impacto intermediário) e (3) corte raso, seguido de queima de biomassa e estabelecimento de pastagem (uso de grande impacto). Esperamos ampliar o conhecimento sobre a vegetação secundária na Floresta Atlântica, pois estamos na “era das florestas secundárias” (LUGO, 2009) e tais dados poderão ser subsídio para um planejamento adequado do uso da terra e uma política de conservação da natureza.

Para tanto esta tese foi estruturada em três capítulos que cumprirão com os objetivos específicos do trabalho. O primeiro capítulo intitulado “**Regeneração do componente arbóreo**

em Floresta Secundária Atlântica Montana e correlação com parâmetros químicos do solo e luminosidade”, busca avaliar a regeneração natural do componente arbóreo (estrato adulto e regenerante) em um gradiente de impacto de uso da terra de Floresta Ombrófila Densa Montana após aproximadamente 45 anos de abandono da terra e sua relação com os fatores abióticos (químicos do solo e luminosidade). A partir dos resultados do primeiro capítulo, buscamos investigar as relação de fatores abióticos e vegetação, sob a perspectiva de atributos funcionais, e dessa forma, o segundo capítulo **“A relevância de propriedades do solo e terreno em atributos funcionais na Floresta Secundária Atlântica Montana”** foi elaborado para investigar as estratégias ecológicas das espécies através de atributos funcionais em dois tipos uso da terra (corte seletivo, menor impacto e pastagem, maior impacto) bem como quantificar quais fatores abióticos, de solo ou terreno, influenciam a composição destes atributos nos trechos florestais. Para finalizar, o último capítulo intitulado **“Diversidade e perspectivas da recuperação da Floresta Secundária Tropical Atlântica a partir de avaliações da densidade de madeira”** teve por objetivo fazer uma previsão a respeito do futuro dos trechos de regeneração após cada tipo de uso da terra (corte seletivo – uso de menor impacto, corte raso – uso de impacto intermediário e pastagem – uso de grande impacto) a partir da avaliação do atributo funcional de densidade da madeira e diversidade encontrados no estrato adulto e regenerante do componente arbóreo das áreas.

Referências bibliográficas

- ALVES, L. F.; METZGER, J. P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande Cotia, SP. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 1-26, 2006.
- ASNER, G. P. et al. A contemporary assessment of change in humid tropical forest. **Conservation Biology**, [s. l.], v. 23, p. 1386-95, 2009.
- BARREIRA, S.; SCOLFORO, J. R. S.; BOTELHO, S. A.; MELLO, J. M. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado sensu stricto para fins de manejo florestal. **Scientia Forestalis**, [s. l.], v. 61, p. 64-78, 2002.
- BROWN, S.; LUGO, A. E. "Tropical Secondary Forests". **Journal of Tropical Ecology**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 1-32, 1990.
- CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica: uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006.
- CARREÑO-ROCA, G. et al. Effects of disturbance intensity on species and functional diversity in a tropical forest. **Journal of Ecology**, [s. l.], v. 100, n. 6, p. 1453-1463, 2012.
- CHAZDON, R. L. **Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation**. University of Chicago Press, Chicago, IL, 2014.
- CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais. [s. l.], v.7, n 3, p. 195-218, 2012.
- CHAZDON, R. L. et al. Composition and Dynamics of Functional Groups of Trees During Tropical Forest Succession in Northeastern Costa Rica. **Biotropica**, [s. l.] v. 42, n. 1, p. :31-40, 2010.
- CHAZDON, R. L. et al. The potential for species conservation in tropical secondary forests. **Conservation Biology**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 1406-1417, 2009.
- CHAZDON, R. L. Chance and determinism in tropical forest succession. In: CARSON W. P.; SCHNITZERL, S. A. (eds). **Tropical forest community ecology**. Wiley-Blackwell, West Sussex, p. 384-408, 2008.
- CONAMA Nº 1, 1994. Definir vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica e para efeito de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração de recursos florestais no Estado de São Paulo.
- DENT, D. H.; WRIGHT, S. J. The future of tropical species in secondary forests: a quantitative review. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 142, p. 2833-2843, 2009.
- FAO, Global Forest Resources Assessment. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy, 2010.
- GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecol. Manag.**, [s. l.], v. 148, p. 185-206, 2001.

GHAZOUL, J.; SHEIL, D. **Tropical rain forest: Ecology, diversity, and conservation.** Oxford University Press, Oxford. 2010.

HOLL K. D. et al., 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology**, 8:339-349.

HOLL, K. D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 229–242, 1999.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, [s. l.], v. 32, p. 165-389, 1980.

LEBRIJA-TREJOS, E. et al. Functional traits and environmental filtering drive community assembly in a speciesrich tropical system. **Ecology**, [s. l.], v. 91, n. 2, p. 386-398, 2010.

LEIGH, E. G. J. et al. Why Do Some Tropical Forests Have So Many Species of Trees?. **Biotropica**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 447-473, 2004.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. M.; GOLDENBERG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 141, p. 1717-1725, 2008.

LUGO, A.E. The emerging era of novel tropical forests. **Biotropica**, [s. l.], v.41, p. 589-591, 2009.

MARIN-SPIOTTA, E.; OSTERTAG, R.; SILVER, W. L. Long-term patterns in tropical reforestation: plant community composition and aboveground biomass accumulation. **Ecological Applications**, [s. l.], v. 17, p. 828–839, 2007.

MAYAUX, P. et al. Tropical forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, [s. l.], v. 360, p. 373-384, 2005.

MESQUITA, R. C. G.; ICKES, K.; GANADE G.; WILLIAMSON, G. B. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. **Journal of Ecology**, [s. l.], v. 89, n. 4, p. 528-537, 2001.

MITTERMEIER, R.; SCARANO, F. Ameaças globais à biodiversidade de plantas. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da Flora do Brasil**, v. 1, p. 20-26, 2013.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica** Lawrence, v.32, p.786-792, 2000.

MYERS, N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *Environmentalist*, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1988.

MYERS, N. The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. **Environmentalist**, v.10, p. 243–256, 1990.

- NORDEN, N. et al. Contrasting Community compensatory trends in alternative successional pathways in central Amazonia. **Oikos**, [s. l.], v. 120, n. 1, p. 143-151, 2011.
- PAN, Y. D. et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. **Science**, [s. l.], v. 333, p. 988–993, 2011.
- REZENDE, C. L. et al. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 208-214. 2018.
- SIST, P. et al. The tropical managed forests observatory: a research network addressing the future of tropical logged forests. **Appl. Veg. Sci.**, [s. l.], v. 18, p. 171–174, 2015.
- SOS Mata Atlântica e INPE. 2017 [Internet]. Novos dados sobre a situação da Mata Atlântica. Disponível em: <httphttps://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>. Acesso em 16 de dezembro de 2017.
- STEVEN, S. D.; WRIGHT, S. J. Consequences of variable reproduction for seedling recruitment in three neotropical tree species. **Ecology**, [s. l.], v. 83, n. 8, p. 2315-2327, 2002.
- TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, [s. l.], v.143, p. 2328-2340. 2010.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo - Brasil). **Rev. Bras. Biol.**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 239-250, 1999.
- WALKER, et al. The use of chronosequences in studies of ecological succession in soil development. **Journal of Ecology**, [s. l.], v. 98, p. 725-36, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do objetivo geral de abordar questões referentes a composição florística, estrutura, relações com fatores abióticos e a recuperação da vegetação em áreas de regeneração de Floresta Secundária Tropical Atlântica com diferentes históricos de uso da terra; corte seletivo (impacto baixo de uso), corte raso (impacto intermediário) e corte raso seguido de pastagem (impacto alto) e, refletindo a respeito dos objetivos específicos abordados em cada capítulo, podemos fazer as seguintes considerações:

A recuperação de parâmetros de composição florística e estrutura da vegetação diferiu entre os tipos de uso da terra prévio e mesmo após 45 anos de regeneração natural, nota-se diferenças acerca dos trechos de regeneração e daqueles sem histórico de uso da terra. A área mais recuperada em termos de composição e estrutura foi daquela de regeneração após corte seletivo, seguida por corte raso e corte raso com estabelecimento de pastagem, ou seja, a ordem segue o uso de menor para maior impacto.

O trecho florestal após corte raso e pastagem, mesmo após 45 anos de regeneração natural, ainda apresenta predominância de espécies generalistas, elevado número de indivíduos, menor biomassa arbórea e menor diversidade e uniformidade da vegetação. Neste trecho é pequena a representatividade de grupos importantes e característicos da Floresta Ombrófila Densa Montana, tais como fetos arborescentes e palmeiras. Tais aspectos indicam que a área deverá levar mais algumas décadas ou até mesmo séculos para atingir níveis similares às áreas não impactadas por uso da terra.

As áreas de regeneração após corte seletivo e pastagem diferem de floresta sem histórico de uso da terra em termos de comprimento do fruto, densidade de madeira e síndromes de dispersão. Espécies com características aquisitivas como; baixa densidade de madeira, frutos menores e síndrome de dispersão anemocórica prevalecem na regeneração após pastagem, enquanto que, a área sem histórico de uso da terra, possui prevalência de espécies com características conservadoras, e a área de regeneração após corte seletivo, possui espécies com ambas características.

Os fatores edáficos, principalmente aqueles relacionados a temperatura do solo e fertilidade, são os que mais influenciam a composição florística da Floresta Secundária Tropical Atlântica. Enquanto, em áreas sem histórico de uso da terra, fatores do terreno, principalmente direção da vertente, são os maiores influenciadores da composição florística da comunidade arbórea.

Perspectivas da recuperação do componente arbóreo utilizando diferentes estratos deste componente e a média da densidade da madeira da comunidade foram eficientes para

avaliar o estudo atual e futuro da recuperação deste atributo chave na comunidade arbórea. Uma recuperação total deste atributo foi observada para o uso prévio da terra de corte seletivo e uma recuperação parcial no uso prévio da terra de corte raso, evidenciando boa resiliência da floresta mesmo em casos de impacto intermediário de uso antrópico. O uso prévio da terra de pastagem, considerado de alto impacto, condicionou uma recuperação lenta da média de densidade da madeira dentro da comunidade arbórea e não foi possível verificar indícios de recuperação deste parâmetro em nenhum estrato do componente.

Tais resultados reforçam a necessidade de estudos a longo prazo em áreas de regeneração após uso prévio da terra de alto impacto para verificar se essas áreas realmente estão recuperando lentamente os parâmetros ou se encontram em um estado alternativo. Nestas condições, viabilizar de forma ativa a recuperação da floresta em termos de composição, estrutura e consequentemente funcionalidade pode se tornar uma opção a ser considerada, mesmo porque no futuro destas áreas ainda podem ser fundamentais em termos de conversação de biodiversidade e manutenção de serviços ecossistêmicos.