



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E  
EVOLUÇÃO**

**Thalline Rodrigues da Silva**

**ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO  
NO ESTADO DE GOIÁS**

**Orientador: Prof. Dr. Rafael Loyola**

GOIÂNIA

JUNHO – 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação       Tese

#### 2. Nome completo do autor

Thalline Rodrigues da Silva

#### 3. Título do trabalho

Áreas prioritárias para restauração no estado de Goiás

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM       NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

**a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Dias Loyola, Professor do Magistério Superior**, em 01/10/2020, às 11:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de](#)



Documento assinado eletronicamente por **THALLINE RODRIGUES DA SILVA, Usuário Externo**, em 01/10/2020, às 13:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1555715** e o código CRC **E9B764B4**.



Thalline Rodrigues da Silva

## **ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO NO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ecologia e Evolução, na área de concentração em Ecologia e Evolução.

GOIÂNIA  
JUNHO – 2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Thalline Rodrigues da  
Áreas prioritárias para restauração no estado de Goiás  
[manuscrito] / Thalline Rodrigues da Silva. - 2020.  
LII, 52 f.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Loyola.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Goiânia, 2020.

Bibliografia.

Inclui mapas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Priorização espacial. 2. Restauração. 3. Cerrado. 4. Planejamento sistemático. 5. Imóveis rurais. I. Loyola, Rafael, orient. II. Título.

CDU 574



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº 176 da sessão de Defesa de Dissertação de **Thalline Rodrigues da Silva**, que confere o título de **Mestre em Ecologia e Evolução**, na área de concentração em **Ecologia e Evolução**.

Aos **três dias do mês de julho de dois mil e vinte (03/07/2020)**, a partir das **14h00min**, por **videoconferência**, seguindo portaria **CAPES no. 36 de 16 de março de 2020** e recomendação da **UFG**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**Áreas prioritárias para restauração no estado de Goiás**”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, **Professor Doutor Rafael Dias Loyola - Depto. de Ecologia/UFG**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Professor Doutor José Alexandre Felizola Diniz Filho - Depto. de Ecologia/UFG**, membro titular interno; e **Dra. Fernanda Thiesen Brum - Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação/UFPR**, membro titular externo. Durante a argüição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professor Doutor **Rafael Dias Loyola**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) **três dias do mês de julho de dois mil e vinte (03/07/2020)**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Dias Loyola, Professor do Magistério Superior**, em 03/07/2020, às 15:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Alexandre Felizola Diniz Filho, Professor do Magistério Superior**, em 03/07/2020, às 15:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Thiesen Brum, Usuário Externo**, em 03/07/2020, às 15:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1403443** e o código CRC **1880501E**.

À Deus e ao Mestre Gabriel por tudo,  
Aos meus pais Carlos e Flora, pela dedicação e amor incondicional,  
À minha irmã Thallita pelo apoio,  
Ao meu marido Reidner e ao meu filhote João Victor pela paciência.

“Foi o tempo que dedicastes à tua rosa que a  
fizeste tão importante.”

Antoine de Saint - Exupéry

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grata ao amadurecimento obtido por cada experiência vivida ao longo desse percurso da realização do mestrado.

Agradeço...

Á Deus e ao Mestre Gabriel, meu guia espiritual, pela força, saúde, e luz na minha consciência para continuar nessa caminhada e sempre em frente.

Aos meus pais, Carlos e Flora, pela motivação e principalmente pelo amor e zelo incondicional e pela frase célebre “não vai trabalhar não?” mesmo em finais de semana. A minha irmã Thallita pelos conselhos e nunca me deixar ficar em estado de “vítima das situações”.

Ao meu companheiro Reidner e ao meu filhote João Victor pela tolerância em aguentar alguns “estresses” devido a pressão e ao medo do fracasso.

Ao meu orientador Rafael Loyola, por todo aprendizado que me proporcionou, além de me ensinar sobre organização do tempo e motivação para nunca desistir. Grata mesmo, Rafa! levo seu exemplo de pessoa e orientador para o resto da minha vida.

Aos professores do Programa, em especial, ao José Alexandre Felizola Diniz Filho, Luís Mauricio Bini, Paulo De Marco Jr. e Mário de Almeida Neto pelas aulas emocionantes e debates em corredores construtivos.

Aos meus amigos do CB-Lab, em especial, ao Bruno Ribeiro, grata por todo auxílio que me deu vejo em ti um dom para orientação; e a Luiza e ao Fernando.

Aos meus amigos e colegas de serviço da SEMAD, em especial, aos meus chefes Robson e Lucas por permitirem eu continuar no mestrado e sempre que possível me auxiliaram em algumas dúvidas. Ao Daniel Guzzo, por elevar meu conhecimento em outro nível em ferramentas de geoprocessamento e por todo auxílio que me deu nos

dados do CAR. Aos meus amigos da Gerência de CAR, A Cristiane, Diego e Arianne pela amizade e por escutar meus lamentos de medo e fracasso nas primeiras análises. Ao Lucas Lemes, meu amigo que me recebeu em sua casa até altas horas na noite me auxiliando na verificação do algoritmo.

Finalmente a pessoa que me convenceu a me matricular no programa, a Andressa Meireles, minha florzinha da caatinga, que sempre me incentivou em continuar na vida acadêmica e não deixou desistir na primeira insegurança.

A UFG e toda comunidade acadêmica pela oportunidade.

Grata meu Deus por todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

<b>Resumo .....</b>	<b>9</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>10</b>
<b>Introdução geral .....</b>	<b>11</b>
Referências .....	18
<b>Capítulo 1 .....</b>	<b>21</b>
Introdução .....	22
Material e Métodos .....	24
Dados de Biodiversidade .....	27
Custo para restauração.....	28
Informações sobre serviços ecossistêmicos .....	28
Priorização para restauração .....	28
Resultados.....	30
Remanescentes de vegetação nativa no estado .....	30
Passivo ambiental nas propriedades rurais .....	32
Custo oportunidade para restauração nas propriedades rurais .....	35
Áreas prioritárias para restauração .....	36
Discussão .....	38
Referências .....	42
<b>Conclusão .....</b>	<b>48</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Validação visual do desmatamento utilizando base de dados do terrabrasilis.....	25
Figura 2. Modelo utilizado para computo do passivo ambiental dentro das propriedades rurais.....	26
Figura 3. Regiões com maior incidência de desmatamento no estado.....	31
Figura 4. Sobreposição de Áreas de Proteção Permanente e Reservas Legais. ....	32
Figura 5. Uso da terra no estado de Goiás.....	33
Figura 6. Uso da terra dentro das Reservas Legais declaradas no CAR para o estado de Goiás. ....	34
Figura 7. Agricultura, pastagem e passivo total encontrado dentro da área de reserva legal no estado de Goiás. ....	35
Figura 8. Áreas prioritárias para restauração no estado de Goiás em diferentes cenários de priorização.....	36
Figura 9. Análise comparativa dos cenários de priorização para o estado de Goiás.....	38

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Pesos agregados utilizados em cada cenário de restauração proposto nesta dissertação .....	30
Tabela 2. Custo para restauração dentro dos imóveis rurais.....	35

## RESUMO

Paralelamente às estratégias e ações destinadas à conservação da biodiversidade, cientistas, tomadores de decisão e diferentes setores de nossa sociedade tem se debruçado sobre estratégias focadas na restauração de áreas degradadas. Este é um tema especialmente importante para o Brasil, que é signatário do Acordo de Paris, no qual o governo brasileiro se comprometeu em restaurar 12 milhões de hectares de áreas degradadas até 2030. Tal restauração será regionalizada e os estados do Brasil precisaram indicar suas prioridades, estratégias e ferramentas para realizar essa grande tarefa. Nesta dissertação, nos propusemos a indicar áreas prioritárias para a restauração no estado de Goiás de maneira a desenvolver cenários nos quais se otimizam a manutenção do estoque de carbono no solo, a biodiversidade de espécies de plantas, ao mesmo tempo que busca o menor custo de oportunidade para executar essa restauração em proprietários rurais. Fizemos a priorização, seguindo os princípios do planejamento sistemático para a conservação. Também consideramos o passivo ambiental dentro das propriedades rurais e, a partir desse, avaliamos os tipos de cultura agrícola nas propriedades para gerar custos de oportunidade associados à restauração. Após analisar 166.635 imóveis rurais em todo o estado, encontramos um passivo total de aproximadamente 1.682.804,1330 hectares dentro de Reserva Legal. Também observamos que a maioria dos imóveis rurais que deveriam fazer restauração tem um custo de oportunidade abaixo de 5 mil reais. Em todos os cenários de priorização, áreas à leste e nordeste do estado de Goiás foram consideradas prioritárias. Nosso melhor cenário para restauração capturou ~35% de todo o estoque de carbono do estado, cerca de 70% (em média) da distribuição das espécies ameaçadas incluídas no estudo e uma redução do custo de oportunidade superior a 70%. O planejamento sistemático para a restauração, como proposto nesta dissertação, se realizado de forma organizada e transparente, pode maximizar a conectividade de áreas protegidas no interior das propriedades rurais, trazendo maior proteção de espécies e garantia de provisão de serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: priorização espacial, restauração, cerrado, planejamento sistemático, imóveis rurais

## **ABSTRACT**

In parallel with strategies and actions focused on the conservation of biodiversity, scientists, decisionmakers, and different sectors of our society have been developing on strategies focused on the restoration of degraded areas. This is a particularly important issue for Brazil as signatory to the Paris Agreement, in which the Brazilian government is committed to restoring 12 million hectares of degraded areas by 2030. Such restoration will be regionalized, and the states of Brazil will need to indicate their priorities, strategies and tools to accomplish such task. Here, we identified priority areas for restoration in the state of Goiás in order to build scenarios in which the retention of soil carbon stock is maximized, as well as the representation of plant species, while seeking the lowest cost of opportunity to perform this restoration on rural landowners. We ran prioritizations following the principles of systematic conservation planning. We also considered the environmental debt within rural properties and, based on that, we evaluated all types of agricultural culture found on the properties to generate opportunity costs associated with restoration. After analyzing 166,635 rural properties across the state, we found a total debt of approximately 1,682,804.1330 hectares within properties' Legal Reserve. We also observed that most rural properties that should be restored have an opportunity cost below R\$5,000. In all prioritization scenarios, areas to the east and northeast of the state of Goiás were considered as priority. Our best restoration scenario captured ~35% of the state's entire carbon stock, nearly 70% (on average) of the distribution of endangered plant species included in the study and a reduction in opportunity cost of more than 70%. Systematic planning for restoration, as proposed here, if carried out in an organized and accountable way, can maximize the connectivity of protected areas within rural properties, bringing greater protection of species and guarantee of the provision of ecosystem services.

Key words: spatial prioritization, restoration, cerrado, systematic planning, rural properties

# **INTRODUÇÃO GERAL**

O Cerrado representa a maior savana da América do Sul, sendo o segundo maior bioma do Brasil (Brasil, 2009) a sua extensão original foi superada somente pela floresta amazônica, lhe conferindo um aspecto ecológico único no país (Brasil, 2009; Queiroz, 2009).

Este bioma é caracterizado por sua impressionante vegetação, com árvores e arbustos pequenos e médios de até 10 metros de altura, existindo cinco fitofisionomias diferentes, listadas em ordem de conteúdo de biomassa (do menor para o maior) da seguinte forma: campo limpo, campo sujo, campo de Cerrado, cerrado estrito e Cerrado (Goodland, 1972; Coutinho, 1990).

A riqueza de fitofisionomias no Cerrado é resultado da ampla diversidade de solos, relevos e climas presentes na região central do Brasil. Por conta dessa complexidade e, sobretudo, devido à sua riqueza em biodiversidade, o Cerrado é reconhecido como um dos biomas mais abundantes, mas também figura entre os mais ameaçados do planeta. Myers (1979) identifica áreas com grande diversidade biológica, especialmente aquelas com espécies únicas na região, assim como locais altamente degradados, como pontos críticos para a biodiversidade.

Desta forma, o Cerrado é o maior *Hotspot* de biodiversidade do Hemisfério Ocidental, abrangendo mais de 2 milhões de km<sup>2</sup> no Brasil (CEPF, 2016). Além de sua vastidão, desempenha um papel crucial na geração e manutenção de renda para povos tradicionais através de práticas de extrativismo (Felfili, 2001).

Para compreender a perda e/ou manutenção da biodiversidade do Cerrado e em especialmente, no estado de Goiás, se faz necessário uma análise histórica da ocupação humana e do desenvolvimento de atividades econômicas que, conseqüentemente, ocasionaram na redução de fauna e flora nesse bioma. As terras do Brasil Central, que hoje abrange o estado de Goiás, ficaram à margem do processo de colonização até aproximadamente a metade do século XVIII. Quando, segundo Diniz (2006), foi descoberto o ouro, em Goiás e Mato Grosso, ocorreu uma migração populacional, com isso acelerou-se o processo de ocupação e criação de vilas e povoados.

Segundo Queiroz (2009), a atividade de mineração na região deixou marcas visíveis ao longo do tempo, como erosões decorrentes da exploração mineral e seus impactos sobre a rede hídrica, afetada pelo uso do mercúrio e pela sedimentação dos cursos d'água. Na metade do século XIX, parte da região central do Brasil passou a participar do comércio internacional, exportando produtos primários por meio de rotas fluviais, impulsionado pelo estreitamento das relações do país com a Europa e América do Norte.

Em meados do início do século XX, a região central do Brasil sofreu um avanço significativo devido ao *boom* econômico do café em São Paulo, isso demandou apoio para o fornecimento de matérias-primas e coincidiu com a construção da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil. De acordo com Cano (1977) e Silva (1976) *apud* por Diniz (2006), a ampliação das terras no oeste paulista foi viabilizada pelo aumento dos valores do café e pela disponibilidade de mão de obra imigrante, o que impulsionou a expansão das ferrovias. Inicialmente centradas em São Paulo, essas vias ferroviárias se estenderam até Corumbá (MS) e o Sudoeste Goiano (GO), impulsionando o desenvolvimento das plantações que forneciam matérias-primas nessas regiões.

Segundo França (1984) as ferrovias impulsionaram dois processos distintos: primeiro, concentraram e impulsionaram as atividades agropecuárias; segundo, viabilizaram e estimularam a migração, especialmente para o sul de Goiás, devido à presença de linhas férreas conectando Goiás a Minas Gerais, facilitando o transporte de mercadorias para os mercados litorâneos do Rio de Janeiro e São Paulo. O Triângulo Mineiro foi beneficiado com a expansão das ferrovias e se tornou o principal centro comercial, conforme destacado por Brandão (1989), conectando Goiás, Minas Gerais e São Paulo.

Entre 1900 e 1930, a economia de Goiás experimentou um notável crescimento, impulsionado pela pecuária e agricultura, especialmente com o desenvolvimento da ferrovia até Anápolis. A integração entre a ferrovia, imigração e expansão agrícola resultou na criação de diversos novos povoados. No entanto, a pressão exercida por essas atividades sobre a vida selvagem e vegetação levou à conversão de áreas naturais em sistemas agrícolas, identificados como grandes ameaças à biodiversidade do cerrado, conforme apontado pelo WWF (2000).

Diniz (2006) relata que a população na região do Cerrado Goiano teve um crescimento lento e desigual até o século XX. A partir dessa época, houve mudanças significativas devido à construção de Brasília e à expansão para o oeste, com a criação da malha rodoviária nacional, conectando o Norte e Centro-Oeste ao restante do país. Nesse período também começaram o surgimento de políticas de incentivos fiscais, os programas de colonização e programas de avanços tecnológicos que facilitaram a ocupação produtiva do Cerrado, caracterizado por vastas áreas planas, foi ocupado de maneira mais produtiva graças a essas transformações, conforme indicado por Galindo (1995), Bertran (1988) e Monteiro Neto (2000).

Dessa maneira, para Queiroz (2009), o contínuo processo de degradação do Cerrado goiano, resultante da ocupação humana recente e do desenvolvimento de atividades econômicas, sem uma eficaz gestão sustentável dos recursos naturais por parte do Estado, fez com que este bioma, depois da mata atlântica, seja considerado o ecossistema brasileiro mais ameaçado. A ação antrópica tem sido fator determinante no processo de perda de biodiversidade do cerrado ao promover a destruição de habitats naturais essenciais à manutenção de suas espécies, desmatamento, introdução de espécies exóticas, poluição por agrotóxicos, erosão dos solos além da destruição de rios e nascentes.

Quando o Brasil sediou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) e a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20) sendo notórias as discussões realizadas para formulação de políticas para promover o desenvolvimento sustentável, a proteção das florestas e a redução de emissões de gases. A partir desse marco na história do Brasil, foi acordado no ano de 2015, o Acordo de Paris, sendo um dos principais acordos mundiais sobre mudanças climáticas que, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), "foi aprovado pelos 195 países parte da CQNUMC (Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima) para reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) no contexto do desenvolvimento sustentável", o acordo

de Paris subsidiaria futuramente a criação e estruturação do PLANAVEG (Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa) que possui como foco principal a restauração do passivo ambiental refletido nas áreas de APP (Área de Preservação Permanente) e RL (Reserva Legal), desta forma buscando averiguar e estipular a regularização ambiental de diversos remanescentes de vegetação nativa suprimidos irregularmente com base na Lei nº 12.651/2012 ou seja , de acordo com o código florestal (MMA , 2017).

Segundo o MMA (2017), o PLANAVEG está baseado em oito estratégias que visão desde programas de produção de mudas e sementes, incentivo de mercado para produtores comercializarem madeira provido de extrativismo regulamentado, práticas de extensão rural até mecanismos de criação de fomento e base de monitoramento. No entanto já existem três programas e políticas que requerem continuidade na sua implementação a citar: Intensificação sustentável da agropecuária, que visa o aumento de produtividade de pastagens e diminuição de áreas de abandono destas; lei de proteção da vegetação nativa, que visa implementar as determinações e instrumentos da Lei nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal) com a implementação do CAR (Cadastro Ambiental Rural) e dos Programas de Regularização Ambiental (PRAs); e a regularização fundiária.

No cenário estadual, tendo o estado de Goiás como área de estudo, este implementou a Lei 6.707 de 2007 que instituiu a criação da Comissão Coordenadora do Zoneamento Agro-Ecológico-Econômico do Estado de Goiás, que possui as seguintes atribuições (Casa Civil, 2007)

Art. 1º:

I - planejar, coordenar, acompanhar e avaliar os trabalhos de Zoneamento Agro-Ecológico-Econômico do Estado de Goiás;

II - elaborar o Termo de Referência do Zoneamento Agro-Ecológico-Econômico do Estado de Goiás;

III - discutir o Termo de Referência, juntamente com o Grupo de Trabalho Permanente para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional, e aprová-lo, bem como os respectivos planos de trabalho;

IV - avaliar, com o apoio do Grupo de Trabalho Permanente, e aprovar as ações intermediárias e finais previstas nos planos de trabalho, acompanhando os prazos determinados no cronograma;

V - promover a articulação entre os diversos órgãos e entidades da administração direta e indireta do Poder Executivo e com outras instituições públicas ou privadas cujas ações tenham reflexos na organização do território estadual e no seu desenvolvimento social e econômico, com vistas ao Zoneamento Agro-Ecológico-Econômico do Estado de Goiás;

VI - articular e compartilhar o Zoneamento Agro-Ecológico-Econômico do Estado de Goiás com os diversos planos e políticas setoriais do Governo Estadual, bem como com os trabalhos de zoneamento ecológico-econômico executados pelo Governo Federal;

VII - articular-se com o Governo Federal, por intermédio do Grupo de Trabalho Permanente, na busca de apoio técnico e financeiro para elaboração e implementação do zoneamento Agro-Ecológico-Econômico do Estado de Goiás.

O ZEE serviu como base para a formulação e implantação Lei Estadual nº 18.104, de 18/07/2013 que dispõem sobre a proteção da vegetação nativa, instituindo a Política Florestal do Estado de Goiás que dentre outros prevê:

Art. 1º Esta Lei estabelece normas sobre a proteção da vegetação, dispõe sobre as áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal, define regras sobre a exploração florestal, cria o Cadastro Ambiental Rural do Estado de Goiás – CAR GOIÁS.;

Art. 3º Fica criado o Cadastro Ambiental Rural do Estado de Goiás – CAR GOIÁS, registro público eletrônico de âmbito estadual, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais destes, compondo uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental, econômico, registro declaratório da reserva legal, áreas de preservação permanente e combate ao desmatamento ilegal.

§ 1º O cadastramento de imóveis rurais utilizará o módulo de cadastro ambiental rural, disponível no Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, por meio de instrumentos de cooperação com o órgão federal do Meio Ambiente.

Art. 5º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

II – Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III – Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 25 desta Lei, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar na conservação e na reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como proporcionar abrigo e proteção à fauna silvestre e à flora nativa;

Sendo que a Reserva Legal:

Art. 25. Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área de imóveis localizados no Estado de Goiás, excetuados os casos previstos no art. 68 da Lei federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012:

I - 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado na Amazônia Legal acima do paralelo 13º;

II - 20% (vinte por cento), no imóvel situado nas demais regiões do Estado.

Art. 27. As florestas e outras formas de vegetação nativa e aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de Reserva Legal, em no mínimo 20% (vinte por cento), na propriedade rural situada em área de vegetação nativa localizada no Estado de Goiás.

Art. 41. Os proprietários ou possuidores de imóveis rurais que fizeram supressão de vegetação natural em área de Reserva Legal após 22 de julho de 2008 ficam obrigados à cessação da atividade, bem como à recomposição da área suprimida.

Desta forma, os produtores rurais são obrigados a declarar a porcentagem de Reserva Legal após a data de 22/07/2008, em conformidade com a Lei 12.651/2012 (Novo Código Florestal) que impõe a recuperação de Reservas Legais antropizadas (em um mínimo de 20% da propriedade), como forma de ajuste de passivos ambientais em consonância com o funcionamento da Plataforma do CAR.

O CAR (Cadastro Ambiental Rural) foi criado pela Lei nº 12.651/2012 e regulamentado pela Instrução Normativa MMA nº 2, de 5 de maio de 2014, o Cadastro Ambiental Rural–CAR sendo um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar informações ambientais das propriedades e posses rurais referentes às Áreas de Preservação Permanente - APP, de uso restrito, de Reserva Legal, de remanescentes de florestas e demais formas de vegetação nativa, e das áreas consolidadas, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento (SICAR, 2018). Desta forma, é a primeira tentativa de mapeamento da cobertura do solo do Brasil como método de controle e monitoramento de possíveis alterações.

Nesta dissertação, analisamos a cobertura vegetal nas propriedades rurais do estado de Goiás, consolidando a base de dados do CAR e outros dados secundários associados à legislação atual (por exemplo, o atual passivo em reserva legal nos municípios do estado) e aplicamos um protocolo que visa identificar áreas prioritárias para a restauração no estado. As áreas foram identificadas em diferentes cenários de planejamento, que focavam (1) na redução dos custos envolvidos em estratégias de restauração, (2) na maximização da representação de espécies, (3) na maximização da manutenção do estoque de carbono no solo e, finalmente, (4) em uma estratégia otimizada que visa identificar oportunidades e perdas em todos os cenários anteriores e propor uma estratégia combinada de atuação.

## REFERÊNCIAS

BERTRAN, P. Uma Introdução à História Econômica do Centro-Oeste do Brasil. Brasília: CODEPLAN, 1988.

BRANDÃO, C. A. Triângulo: Capital Comercial, Geopolítica e Agroindústria. Dissertação (Mestrado). CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte, 1989.

BRASIL. Lei nº 18.104, de 18/07/2013. Disponível em: [http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis\\_ordinarias/2013/lei\\_18104.htm](http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/2013/lei_18104.htm). Acesso em: 20/05/2018

BRASIL, **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado**. Ministério do Meio Ambiente, 2009.

BRASIL, Lei 12.651/2012. Disponível em: [www.planalto.gov.br /ccivil\\_03/ \\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.html). acesso em: 20/05/2018

CANO, W. Raízes da Concentração Industrial em São Paulo. Rio de Janeiro: DIFEL, 1977.

CASA CIVIL, Decreto nº 6.707, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2007. Disponível em:[http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/decretos/numerados/2007/decreto\\_6707.htm](http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/decretos/numerados/2007/decreto_6707.htm). Acesso em: 27/05/2020

CEPF - CRITICAL ECOSYSTEM PARTNERSHIP FUND. Perfil do Ecosistema Hotspot de Biodiversidade do Cerrado. Brasília, 2016.

COUTINHO, L. M.. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges (J. G. Goldammer, ed.). **Ecological Studies**. Vol. 8A. Springer Verlag, Berlin, p.82-105.1990

DINIZ, B. P. C. O Grande Cerrado do Brasil Central: Geopolítica e Economia. 231 p. Tese (Doutorado)- Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006

FELFILI, J.M. & SILVA Jr., M.C. Biogeografia do bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na chapada do espigão mestre do São Francisco. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal. 2001.

FRANÇA, M. O Cerrado e a Evolução Crescente da Agricultura Capitalista: A Experiência de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado). CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte, 1984.

GALINDO, O.; SANTOS, V. M. Centro-Oeste: Evolução Crescente da Economia Regional. In: AFFONSO, R. B. A.; SILVA, P. L. B. (Org.) **Desigualdades Regionais de Desenvolvimento**. São Paulo: FUNDAP; Universidade Estadual Paulista, 1995. (Col. Federalismo no Brasil).

GOODLAND, R. A. Physiognomic analysis of the cerrado vegetation of Central Brazil. **Journal of Ecology**, v. 59, n. 1880, p. 411-419, 1972.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Recuperação da vegetação nativa (planaveg). Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/> Acesso em:16/05/2019

MONTEIRO NETO, A.; GOMES, G. M. Quatro Décadas de Crescimento Econômico no Centro-Oeste brasileiro: recursos públicos em ação. **Texto para Discussão**, n. 712, Brasília: IPEA, 2000.

MYERS, Norman. The Sinking Ark: A New Look at the Problem of Disappearing Species. Oxford, United Kingdom: Pergamon Press, 1979.

QUEIROZ, F.A. Impactos da sojicultura de exportação sobre a biodiversidade do cerrado. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG, n. 21. p. 193-209, 2009.

SILVA, S. Expansão Cafeeira e Origens da Indústria no Brasil. São Paulo: **Afa-Omega**, 1976.

WWF- WORLD WILDLIFE FUND. **Expansão Agrícola e Perda da Diversidade no Cerrado**: Origens Históricas e o Papel do Comércio Internacional. Brasília: WWF Brasil, 2000.

# **CAPÍTULO I**

# ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO NO ESTADO DE GOIÁS

Thalline Rodrigues da Silva<sup>1,2</sup>, Bruno R Ribeiro<sup>1,2</sup> & Rafael Loyola<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Biogeografia da Conservação, Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Goiás, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ecologia & Evolução, Universidade Federal de Goiás, Brasil

<sup>3</sup> Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro, Brasil

## INTRODUÇÃO

A restauração de áreas degradadas visa a recuperação da integridade ecológica de ecossistemas degradados (Chazdon *et al.*, 2016; Rodrigues *et al.*, 2009), não se atentando somente a restauração física de habitats fragmentados (Fahrig, 2013), mas também aos aspectos sociais e econômicos regionais (Rodrigues *et al.*, 2009; Freire, 2017). Esse é um assunto especialmente importante para o Brasil devido à assinatura de acordos internacionais como o acordo de Paris em 2015 (Klein, 2018), no qual o governo brasileiro se comprometeu em restaurar cerca de 12 milhões de hectares de áreas degradadas até 2030 (BNDS, 2017; Strassburg *et al.*, 2019).

Essa restauração proposta se dará principalmente em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs), mas também em terras com baixa produtividade (MMA, 2017) como forma de aumento do estoque de carbono. Políticas públicas nacionais para que essa meta seja cumprida já existem, a saber, o decreto federal de nº 8972 que cria tanto o Plano como a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg) e (Proveg) respectivamente (BNDS, 2017; MMA, 2017).

O Cerrado acumulou uma perda de cerca de 46% de vegetação nativa (Strassburg *et al.*, 2017; Vieira *et al.*, 2018) ao longo dos últimos 50 anos devido à expansão agrícola (Queiroz, 2009) gerando enorme passivo ambiental. Essa rápida perda de vegetação é preocupante se levarmos em consideração que o Cerrado ocupa 25% do território brasileiro (Rabelo, 2013) e é fundamental para a manutenção da biodiversidade devido à variedade de fitofisionomias descritas como formações

campestres, florestais e savânicas e por toda sua extensão (Eiten, 2006; Ribeiro *et al.*, 1981; Felfili *et al.*, 2002; Heringer *et al.*, 1975; Ratter *et al.*, 1997), seu papel como conector entre outros biomas brasileiros (Machado *et al.*, 2004) e a entrega de serviços ecossistêmicos como a polinização (Vieira *et al.*, 2018; Overbeck *et al.*, 2015).

O estado do Goiás, especificamente, devido aos padrões históricos de uso e ocupação envolviam atividades de mineração e agricultura de subsistência anteriores ao século XVI, (Coelho, 1997; Funes, 1996) já teve grande perda de biodiversidade e de recursos naturais (Klink e Machado, 2005; Borges, 1996; Barberi, 2008; Miziara & Ferreira, 2008). Desta forma, o estado encontra-se no foco da discussão de políticas que visem a manutenção e/ou criação de novas áreas para conservação do Cerrado.

Uma dessas políticas instituiu o Decreto Estadual nº 6.707/2007 que implementou como ferramenta de gestão o Planejamento do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). O ZEE serviu como base de dados para a implantação da Lei Estadual nº 18.104, de 18/07/2013 que, por sua vez, regularizou e estipulou ferramentas para seu cumprimento (i.e., o Cadastro Ambiental Rural - CAR e o Plano de Regularização Ambiental - PRA). Assim, os produtores rurais são obrigados a declarar as Áreas de Vegetação Nativa e Áreas de Uso e/ou Antropizadas após a data de 22/07/2008, em conformidade com a Lei 12.651/2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa) que impõe a recuperação de APPs e RLs antropizadas (em um mínimo de 20% da propriedade), como forma de ajuste de passivos ambientais.

Para ocorra o alinhamento entre os interesses ambientais e econômicos e que seja assegurado a aplicação de leis ambientais (Freire, 2017) como subsídio à elaboração de políticas públicas de ordenamento territorial (Sartori, 2010), é necessário a utilização de estratégias e ferramentas que otimizem o zoneamento espacial. Tal otimização é importante pois os recursos são escassos e as opções múltiplas (Margules e Pressey, 2000). Além disso, a identificação de áreas prioritárias para a restauração relaciona-se com diversos fatores tais como edafoclimáticos, ecológicos, áreas de influência antrópica atual e potencial, estoque de carbono, custos financeiros, dentre outros (Arcoverde *et al.*, 2011; Polasky *et al.*, 2001; Sartori, 2010; Freire, 2017).

Este trabalho teve como objetivo indicar áreas prioritárias para restauração no estado de Goiás, de maneira que esse conjunto de áreas proporcione maior manutenção de biodiversidade, provisão de serviços ecossistêmicos, ao menor custo possível, mantendo a conectividade dentro e entre paisagens.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo selecionada foi todo o estado de Goiás que possui localização geográfica estratégica, com posição central no país com relação aos outros estados brasileiros, com uma área superior a 347.000 Km<sup>2</sup>, e é representado por 97% de sua área por bioma cerrado e 3% por bioma Mata Atlântica (Medeiros *et. al.*, 2009; SIEG, 2018).

A priorização foi realizada seguindo os princípios do planejamento sistemático para a conservação e em diferentes etapas nas quais foram realizados o levantamento de informações, a definição das metas, a análise de representatividade do sistema existente, a seleção de novas áreas, a implementação e a geração de cenários (Margules e Pressey, 2000).

O estudo foi realizado, levando em consideração o passivo ambiental dentro das propriedades rurais, ou seja, a porcentagem de área dentro de cada propriedade rural que deveria ser restaurada para que o produtor cumpra a legislação vigente (Lei 12.651/2012). As informações destas áreas foram obtidas pela plataforma do SICAR (<http://www.car.gov.br>; 100% de mapeamento das propriedades rurais do estado de Goiás já foi realizado segundo a SFB, 2018) e pelo banco de dados do INCRA, com arquivo vetorial das áreas das propriedades rurais georreferenciadas no ano de 2019 (<http://www.incra.gov.br>).

Vale ressaltar que, de acordo com a lei 12651/2012, o remanescente de vegetação corresponde ao que a propriedade rural continha antes de 22 de julho de 2008 e no qual se estabelece a sua recuperação. Para obter essa informação com precisão, partiu-se para a obtenção de todo o remanescente de vegetação nativa existente no ano de 2008 e partir dessa informação calculamos o que faltaria para compor a extensão da Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL). Esse

valor foi obtido por meio do valor atribuído ao uso proveniente da base de dados disponibilizada pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), associado ao desmatamento ocorrido entre o período de 2008-2014, obtido na base de dados do Terrabrasilis (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>).

Para averiguação da confiabilidade desses dados foram baixadas imagens Landsat 5, nos meses de julho-agosto de 2008 e nos meses outubro-dezembro de 2014, sendo realizado a composição colorida nas bandas 543 (RGB), “false color”, correções atmosféricas e geração de mosaico para o estado, a partir disso foi averiguado visualmente se os arquivos vetoriais de desmatamento provindos da base do Terrabrasilis, sensor Deter, coincidiam com a supressão de vegetação encontradas nas imagens Landsat 5 (Fig. 1). Na figura 1 pode-se observar pelos círculos azuis que as áreas de desmatamento apontadas pelo sensor coincidiam com áreas sem vegetação apontadas no ano de 2014 pela imagem Landsat 05.

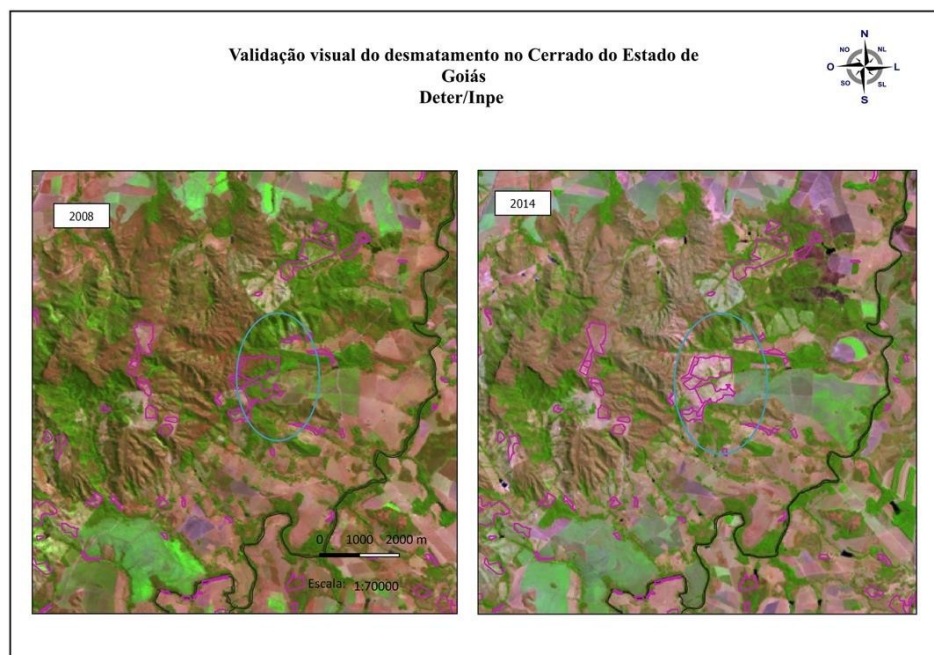


Figura 1. Validação visual do desmatamento utilizando base de dados do terrabrasilis.

O valor do passivo ambiental dentro das propriedades rurais foi calculado a partir da subtração do vetor da Reserva Legal proveniente da base do SICAR e do

remanescente de vegetação nativa calculado anteriormente. No entanto, como esse valor é diretamente relacionado ao tamanho da propriedade rural, dado em módulos fiscais, e os dados que obtivemos são relacionados aos municípios, optamos por utilizar como entrada de dados da base do SICAR recortes por município, concomitante com utilização do mesmo recorte para utilização da Base FBDS para, desta forma, calcular o passivo ambiental a ser “restaurado”.

A base do SICAR teve sua recente atualização em maio de 2019 sendo este o banco de dados mais recente disponível e utilizado para calcular o passivo ambiental, sendo que para cálculo deste foi confeccionado um *plugin* dentro do software Qgis versão 3.4 (Fig. 2), no qual em cor amarela são as “entradas” de dados que alimentaram o modelo, cor branca as equações com vetores (diferença e união) e a calculadora de campo são equações que ocorrerão na tabela de atributos dos vetores, e o resultado em cor verde que serão os passivos obtidos.

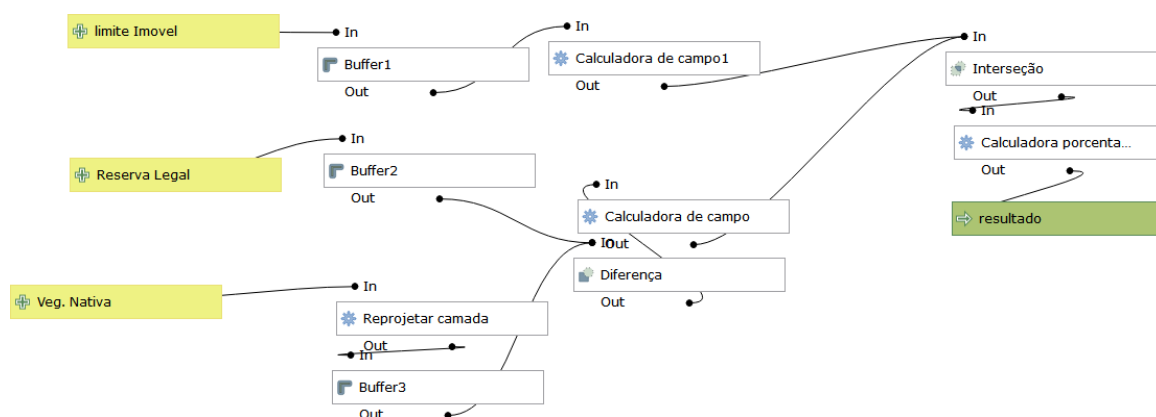


Figura 2. Modelo utilizado para computo do passivo ambiental dentro das propriedades rurais.

Os bancos de dados utilizados nesse modelo foram: limite do imóvel e reserva legal, ambos provindos da base do CAR passaram por filtros que visavam a correção de sobreposição de áreas, presença de erros em polígonos como intersecção de vértices, duplicatas de pontos, e polígonos com menos de três vértices, os polígonos que tiveram área inferior a 1 hectare, ou seja, a 10 mil metros quadrados foram excluídos na filtragem. Após a obtenção desse valor por município, respeitando os respectivos valores de módulo fiscal, o vetor final passivo ambiental foi fixado a uma

grade de 1km<sup>2</sup> (1km x 1 km) no qual subsidiará o cálculo da porcentagem a ser restaurada.

O modelo utilizado foi baseado em equações matemáticas de soma e subtração de vetores. Devido à grande presença de erros atribuídos a base vetorial do CAR, optou-se por realizar um procedimento experimental denominado “Merge de zero”, no qual se aplicou um “merge” de valor zero, automaticamente as duplicadas de pontos e de linhas são excluídas, ao final deste tratamento, o vetor “passivo ambiental” foi convertido em formato “raster” para uso e tratamento no programa “Zonation” (ver abaixo).

Vale ressaltar que o modelo foi aplicado em unidade “micro” de município, uma vez que, buscava corrigir a falha da base do CAR, no qual continha uma mesma propriedade lançada em dois municípios ou mais, e a partir do resultado final, este foi expandido para a unidade “macro” estado e reajustado de acordo com a malha proposta de 1km<sup>2</sup>.

### **Dados de biodiversidade**

Para o levantamento da biodiversidade, a área de estudo total foi dividida em células de 1km<sup>2</sup> (1km x 1 km) no qual foram associadas a pontos de presença de espécies ameaçadas da flora e fauna com base em informações obtidas do site do Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e do site do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora; <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>) do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. A distribuição das espécies foi associada à essa grid, utilizando o software R.

## **Custo para restauração**

O custo para restauração foi estimado como “custo de oportunidade” e levou em consideração o custo estimado da produção de diferentes culturas (p.ex. milho, soja, sorgo, algodão, custo de manutenção de gado de corte) por hectare nas propriedades com passivo ambiental. Esse dado de custo estimado de produção foi obtido pelo Agrianual de 2017 com complementação de informações coletadas na Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás e Emater (ver Macedo, 2013).

## **Informações dos Serviços Ecossistêmicos**

Para o levantamento de informações de serviços ecossistêmicos foi usado o banco de dados do Laboratório de Conservação e Biogeografia (CB-Lab/UFG), usando as informações sobre estoque de carbono no solo (modelado segundo método proposto por Soares-Filho, 1998) ; para mais detalhes ver Resende et al. (2019).

## **Priorização para restauração**

As quadrículas da grid e as propriedades do estado de Goiás foram identificadas como prioritárias ou não a partir de análises realizadas no software Zonation (Lehtomaki e Moilanen, 2013). A saída principal dessa análise traz uma classificação da importância de áreas a serem priorizadas para a restauração no cerrado goiano (Kareksela *et al.* 2013).

O software Zonation (Moilanen *et al.*, 2005) viabiliza uma classificação hierárquica baseada nas relações de complementaridade e aninhamento de regiões prioritárias ao longo da área a ser estudada. O método de zoneamento pode ser dividido em duas partes, no qual na primeira parte, o meta-algoritmo produz uma classificação de prioridade, que é gerada pela remoção interativa das células com a menor perda marginal, em outras palavras, aquelas células com menor contribuição de conservação em relação ao valor total de conservação da região (Loyola *et al.*, 2014; Moilanen *et al.*, 2009).

Neste trabalho, as análises seguiram a função matemática de benefício aditivo (em inglês, *additive benefit function*). Essa função agrega o valor de perda marginal de cada alvo de conservação na célula. Sendo assim, a importância de cada local foi definida por um valor somado da perda marginal associada aos alvos, garantindo que a célula não foi selecionada devido à ocorrência de apenas um alvo, por exemplo (ver mais detalhes em Moilanen, 2007 e Loyola *et al.*, 2014).

A importância (peso) das espécies foi diferenciada e representada de acordo com sua classificação provinda de bancos obtidos do site do ICMBio e do CNCFlora). Desta forma espécies criticamente em perigo (CR) tiveram importância diferenciada em relação a espécies vulneráveis (VU), influenciando no valor de conservação que será agregado a cada unidade de planejamento (exatamente como em Loyola, *et al.*, 2014).

Além disso, foram criados quatro cenários: um de menor custo (1) que minimizam o custo de oportunidade ao tentar maximizar a representação da biodiversidade e a quantidade de carbono, outro que (2) privilegia a biodiversidade, dando menos importância ao custo de oportunidade das áreas e ao estoque de carbono presente, um terceiro cenário que (3) visa maximizar a representação do estoque de carbono nas áreas prioritárias e, finalmente, (4) um cenário otimizado, no qual todos esses elementos tentam atingir uma representação máxima possível, ao passo que o custo de oportunidade é minimizado. No Zonation, esses cenários tiveram pesos agregados, para que cada um desses atributos (biodiversidade, carbono e custo) fosse privilegiado no cenário. A Tabela 1 mostra os pesos agregados por cenários.

Tabela 1. Pesos agregados utilizados em cada cenário de restauração proposto nesta dissertação.

<b>CENÁRIOS DE RESTAURAÇÃO</b>				
<b>Atributos considerados</b>	<b>MAIOR REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES</b>	<b>MAIS ESTOQUE DE CARBONO</b>	<b>MENOR CUSTO</b>	<b>OTIMIZADO</b>
<b>Biodiversidade</b>	80	10	10	33,3
<b>Carbono</b>	10	80	10	33,3
<b>Custo de oportunidade</b>	10	10	80	33,3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

A partir dos resultados da análise foram produzidos mapas que indicam diferentes níveis de prioridades para restauração. Os níveis incluem o que já se encontra representado em unidades de conservação (UCs) e RPPNs do estado, assim como áreas que acrescentam 5% de prioridades para além das UCs, 15%, 25% e 50% (ver resultados).

## **RESULTADOS**

### **Remanescentes de vegetação nativa no estado**

A partir do procedimento para computo do desmatamento e posterior cálculo da remanescente de vegetação nativa para 2008 observou-se que existe para o período de 2008-2018 e 2008-2014 regiões com maior índice de desmatamento ou seja, frentes de desmatamento ocorreram no estado nesse período principalmente nas microrregiões de Vão do Paranã (próximo ao Oeste Baiano) e São Miguel do Araguaia (divisa com Mato Grosso) representados por círculos em cor azul na Fig. 3.

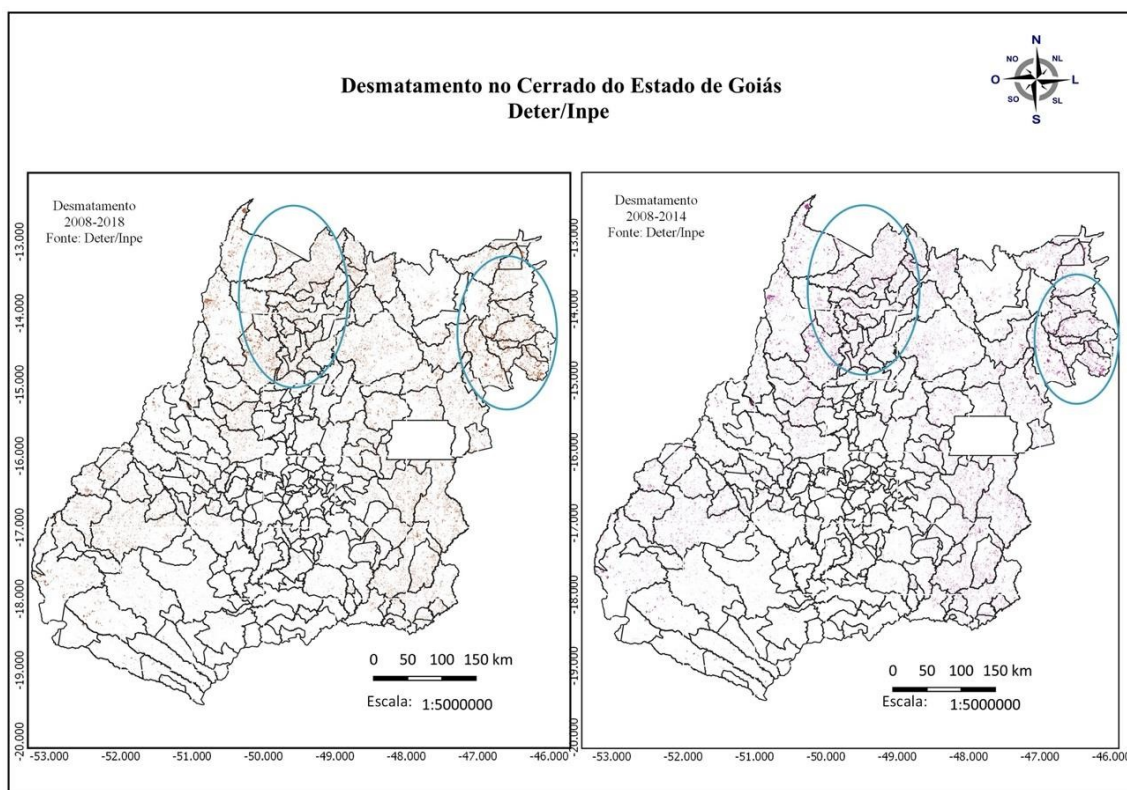


Figura 3. Regiões com maior incidência de desmatamento no estado. \*

\*Ao todo foram contabilizados 160 mil polígonos de desmatamentos entre o período de 2008-2014 para o estado.

Nosso cruzamento do mapeamento de APPs (Áreas de Preservação Permanente mapeadas pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável) com as Reservas Legais declaradas na base de dados do SICAR (para computo do Passivo ambiental em APPS), observamos que 156.837 propriedades rurais possuíam sobreposição de Reserva Legal em APP (uma área total de aproximadamente 4.652.917 hectares). Portanto, e acordo com a lei 12.651/2012, tais propriedades estariam impossibilitadas de conseguirem liberação de licenciamento para supressão vegetal. Essa maior sobreposição ocorre em áreas próximas a microrregião do Vão do Paranã (próximo ao Oeste Baiano, Fig. 4).

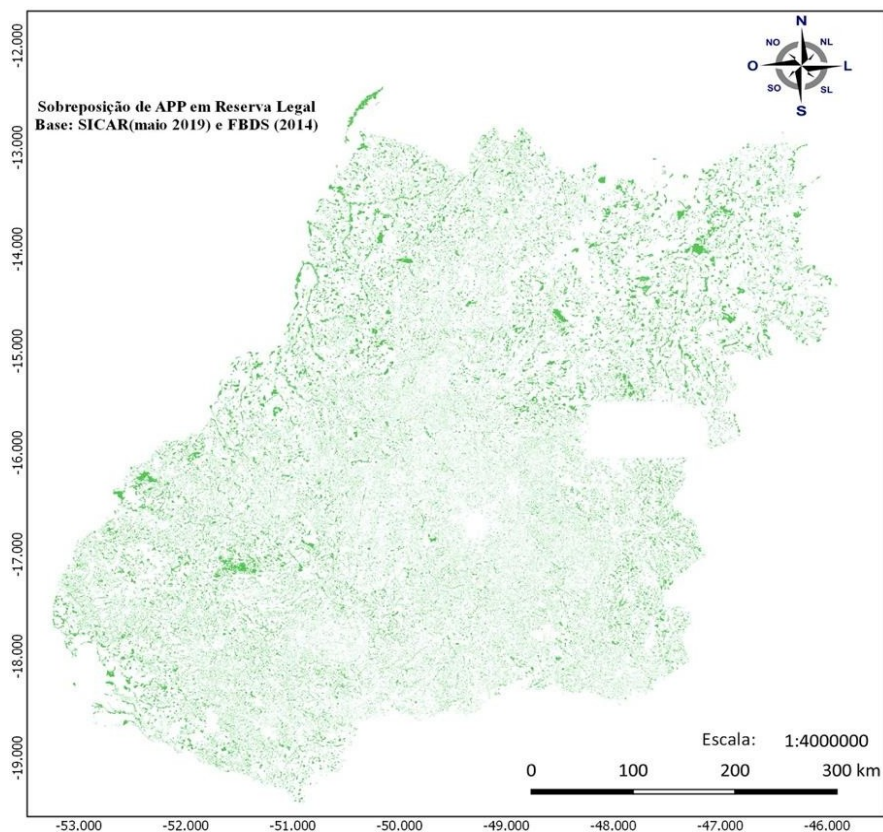


Figura 4. Sobreposição de Áreas de Proteção Permanente e Reservas Legais.

### Passivo Ambiental nas propriedades rurais

Para a realização do mapeamento e computo do passivo ambiental dentro de Reserva Legal foi necessário a realização da classificação do uso do solo do estado (Fig. 5) e a dentro da Reserva Legal declarada na base do CAR (Fig. 6) para essa classificação utilizou-se os dados do Projeto MapBiomas - Coleção 3.0 com o intuito de averiguação das informações obtidas como “passivo” com a classificação do uso do solo tanto do Estado como das Reservas Legais para o ano de 2018. Com isso, pode-se observar que as “tipologias” predominantes nas microrregiões do Vão do Paranã (próximo ao Oeste Baiano) são: “Savana” e “Pastagem”, o que ocorre também para a região de São Miguel do Araguaia (divisa com Mato Grosso).

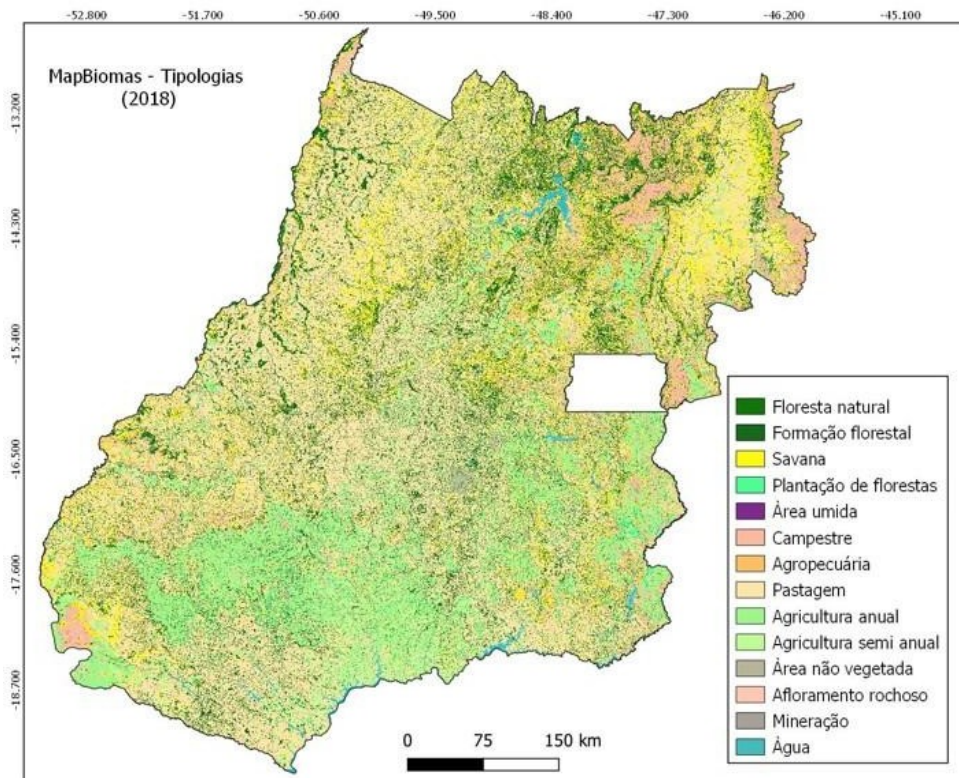


Figura 5. Uso da terra no estado de Goiás.

A partir da classificação do uso do solo dentro das Reservas Legais (Fig. 6) foi possível calcular o montante do passivo total para o estado (Fig. 7) e desta forma subsidiar o cálculo do custo de oportunidade para a restauração.

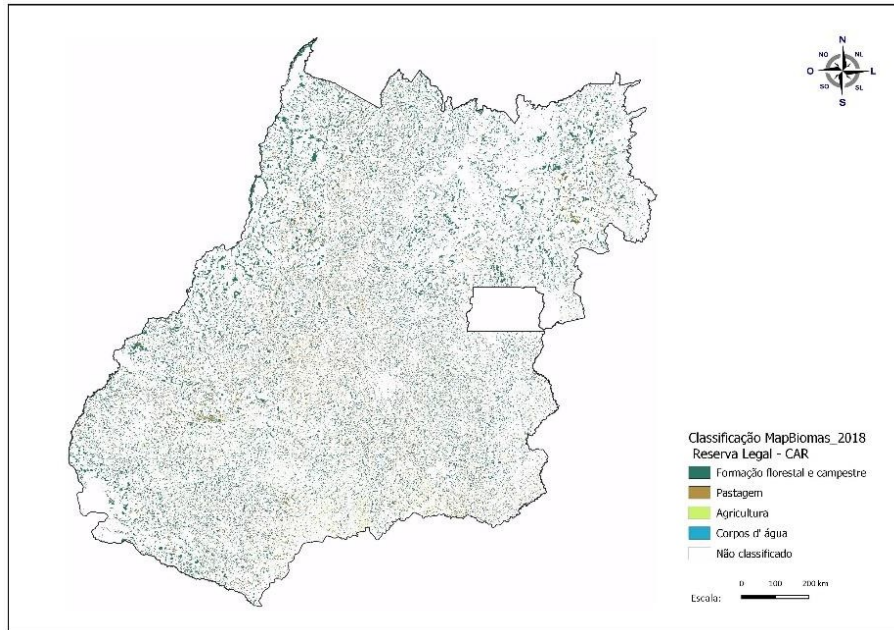


Figura 6. Uso da terra dentro das Reservas Legais declaradas no CAR para o estado de Goiás.

Para o estado foi encontrado um passivo total de aproximadamente 1.682.804,1330 hectares dentro de Reserva Legal declarada na base do CAR, sendo que foram analisados aproximadamente 166.635 imóveis rurais e destes 138.110 apresentaram passivo dentro de Reserva Legal, como pode-se observar na (Fig. 6). O passivo se refere à área dentro da Reserva Legal declarada que não possui vegetação natural, para isso além das informações obtidas pelo uso do solo dentro da Reserva Legal (Fig. 6) foram inseridas informações de uso do solo com as tipologias “agricultura” e “pastagem” para computo do valor do custo de oportunidade para restauração a partir do montante do passivo total (Fig. 7) que deverá ser restaurado dentro dos respectivos 138.110 imóveis rurais.

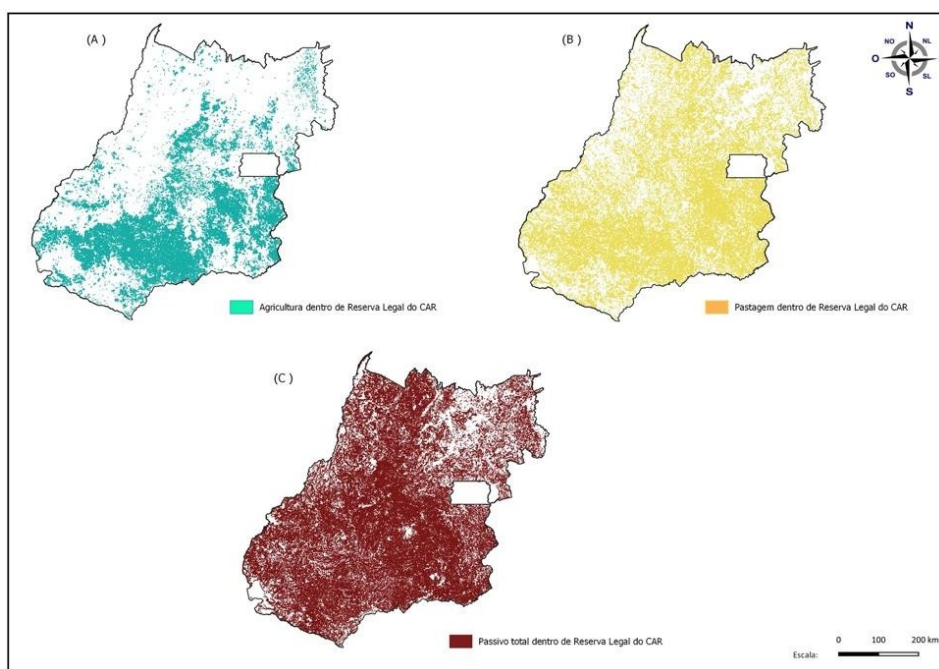


Figura 7. Agricultura, pastagem e passivo total encontrado dentro da área de reserva legal no estado de Goiás.

### Custo oportunidade para restauração nas propriedades rurais

O custo oportunidade foi mapeado de acordo com a passivo ambiental dentro das Reservas Legais (Fig. 7) e foi averiguado as seguintes informações (Tabela 02).

Tabela 2. Custo para restauração dentro dos imóveis rurais.

<b>Classe</b>	<b>Custo (\$)</b>	<b>Nº de imóveis</b>
<b>01</b>	Acima de 10 milhões	1
<b>02</b>	10 milhões - 1 milhão	215
<b>03</b>	1 milhão - 500 mil	732
<b>04</b>	500 mil - 100 mil	8697
<b>05</b>	100 mil - 50 mil	8903
<b>06</b>	50 mil - 10 mil	36885
<b>07</b>	10 mil - 5 mil	21144
<b>08</b>	Abaixo de 5 mil	61532

Com a análise da Tabela 02 pode-se averiguar que o maior número de imóveis rurais que deveria ser restaurados teriam um custo de oportunidade abaixo de 5 mil reais, ou seja, o custo que o produtor rural deixaria de obter caso investisse em restauração em seu imóvel rural e abandonasse a atividade atual que estaria

causando degradação em sua Reserva Legal. e a presença de um imóvel rural com custo superior a 10 milhões reais.

### Áreas prioritárias para restauração

Em todos os cenários de priorização, áreas à leste e nordeste do estado de Goiás foram consideradas prioritárias (Fig. 8), em especial aquelas consideradas com prioridade extremamente alta, muito alta e alta.

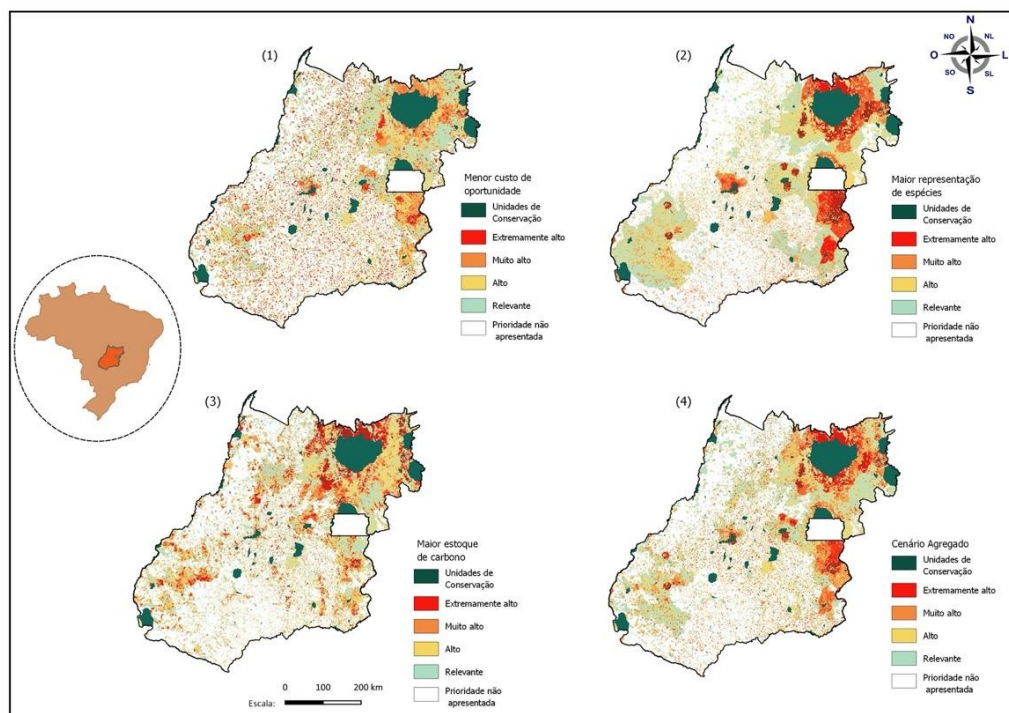


Figura 8. Áreas prioritárias para restauração no estado de Goiás em diferentes cenários de priorização: 1) cenário de menor custo de oportunidade, 2) cenário com maior representação de espécies, 3) cenário com maior estoque de carbono e 4) cenário agregado, no qual, no qual todos os elementos (custo, carbono e representação de espécies) foram otimizados.

Há também uma concentração de áreas prioritárias em regiões próximas às unidades de conservação do estado; ver, por exemplo, áreas ao redor do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros no nordeste do estado (Fig.8).

O cenário de priorização com menor custo de oportunidade (Fig. 8.1), as áreas prioritárias foram mais espalhadas e distribuídas ao longo de todo o estado. Esse cenário traz o menor custo total de oportunidade encontrado (Fig. 9), porém a dispersão das áreas torna menos efetiva a implementação das ações de restauração, pois as mesmas não seriam feitas em bloco.

Ao contrário, o cenário que privilegia a maior representação de espécies, apresentou a solução espacial mais agregada, com grandes blocos de áreas prioritárias no nordeste e leste do estado (Fig. 8.2). Entretanto, esse cenário é o que traz o segundo maior custo de oportunidade (Fig. 9) dentre os outros.

O cenário que maximiza o estoque de carbono (Fig. 8.3) também apresentou áreas prioritárias mais dispersas, embora o norte do estado se destaque com áreas prioritárias para restauração. Este cenário, contudo, é o que tem o maior custo de oportunidade e a menor representação de espécies no estado.

Finalmente, o cenário agregado, mostrou-se o melhor cenário possível (Fig. 8.4) ao combinar todos os atributos e tentar maximizar os mesmos ao mesmo tempo. Esse cenário não consegue trazer o máximo de cada atributo, mas é o segundo melhor cenário para todos os atributos (Fig. 9), sendo, portanto, o mais adequado de nossos resultados. Esse cenário captura ~35% de todo o estoque de carbono do estado, cerca de 70% (em média) da distribuição das espécies ameaçadas incluídas no estudo e uma redução do custo de oportunidade superior a 70% (Fig. 9).

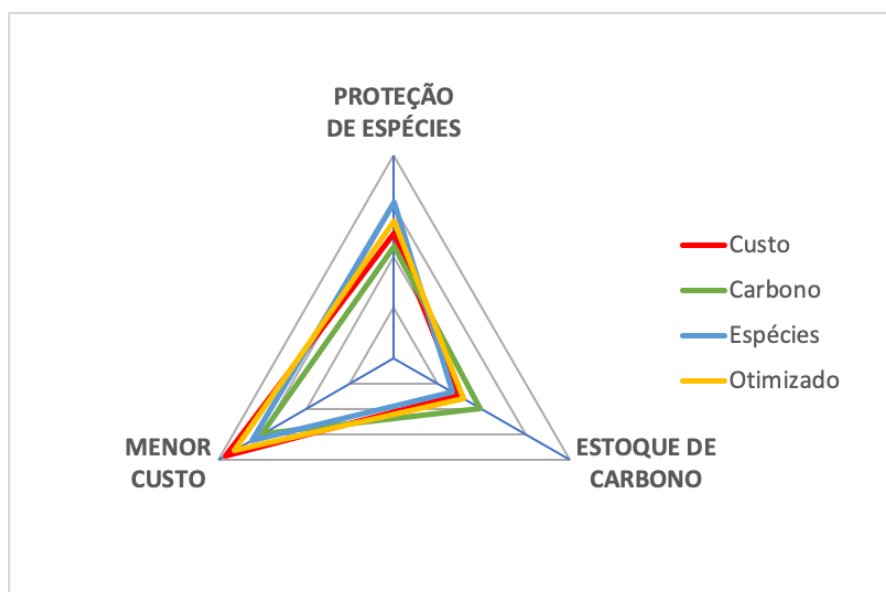


Figura 9. Análise comparativa dos cenários de priorização para o estado de Goiás.

Os vértices do triângulo mostram o máximo de cada atributo otimizado na análise de priorização (proteção de espécies, estoque de carbono e menor custo de oportunidade). Quando mais próximo ao vértice, maior porcentagem daquele atributo está contida no cenário. Quanto mais perto do centro do triângulo, menor a porcentagem daquele atributo está contida no cenário. As linhas do gráfico representam essa porcentagem e variam de 0% (centro do gráfico) à 80% (vértice do triângulo).

## DISCUSSÃO

Neste trabalho mensuramos o passivo ambiental relacionado à perda de vegetação nativa no estado de Goiás e apontamos caminhos para restauração desse passivo por meio de um modelo otimizado que (1) é benéfico para a biodiversidade, pois maximiza a representação de espécies de plantas, hoje em dia ameaçadas de extinção; (2) colabora para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, pois também maximiza a possibilidade de retenção do estoque de carbono encontrado no solo, ao mesmo tempo que (3) apresenta o menor custo de oportunidade, relacionado ao uso alternativo da terra para agricultura, para uma iniciativa dessa natureza.

O estado de Goiás possui estrutura atual de divisão territorial baseada em um processo histórico de expansão da agricultura extensiva (Castro, 2010). Até o início do século XX o estado teve seu crescimento e ocupação influenciados diretamente pela expansão da economia cafeeira, construções de estradas de ferro que realizavam o escoamento da produção e interligava o estado de Goiás ao norte do país e aos estados de Minas Gerais e São Paulo (Diniz, 2006; Brandão 1989). Assim, ocorreu uma ocupação desordenada que fez com que o cerrado sofresse uma gradual perda de biodiversidade com substituição da vegetação nativa (Queiroz, 2009; Monteiro Neto, 2000). Conforme nossos resultados, estimamos um passivo total de aproximadamente 1.682.804 hectares de áreas que deveriam ser restauradas para cumprimento da Lei nº 12.651/ 2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa). Isso seria necessário para que as atividades que ocorram dentro do imóvel rural sejam passíveis de licenciamento ambiental. Devido a essa problemática se faz necessário um planejamento adequado para possibilitar a restauração da vegetação degradada dentro do passivo ambiental dos imóveis rurais, uma vez que, essas técnicas incluiriam custos econômicos e perda de produção ao se utilizar terras com atividades agropecuárias já instaladas.

O planejamento sistemático para a restauração, se realizado de forma organizada e transparente, pode maximizar a conectividade de áreas protegidas no interior das propriedades rurais, trazendo maior proteção de espécies e garantia de provisão de serviços ecossistêmicos. Esta nova tendência de planejamento, pode ainda, conciliar a produção com a conservação e gerar renda adicional para a população local por meio de negócios que surgem a partir da restauração (p. ex., criação de cooperativas para produção de sementes e mudas, extrativismo sustentável em Reserva Legal, entre outros. (Crouzeilles *et al.* 2019). Planejamentos que indicam áreas prioritárias para restauração já foram realizados com diferentes objetivos. Em estudos na Mata Atlântica, Crouzeilles *et al.* 2015 indicou os melhores locais para a restauração visando a conservação de espécies de mamíferos; Zwiener *et al.* 2017 apontou áreas que trariam mais retorno para conservação de remanescentes florestais diante das possíveis mudanças climáticas; finalmente, Strassburg *et al.*

2019 fizeram um planejamento que considerava o custo, a representação da biodiversidade e o potencial de estoque de carbono para atender as metas de restauração da Mata Atlântica. No entanto, essas iniciativas concentraram-se apenas neste bioma, não havendo estudos semelhantes para o Cerrado. Por isso nossa análise focada nas propriedades rurais inicia esse tipo de estudo para o bioma e visa contribuir para as discussões sobre a restauração da vegetação nativa no estado.

De fato, ao assumir compromisso com o Acordo de Paris em 2016, o Brasil declarou a intenção de restaurar cerca de 12 milhões de hectares degradados nos próximos 20 anos (Soares-Filho et al. 2014; Crouzeilles *et al.* 2019). Esse acordo instituiu em outro momento o PLANAVERG (Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa) que é o instrumento que orientará a restauração do passivo ambiental em Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legais suprimidas em desacordo com a lei 12.651/2012 (Lei de Proteção da Vegetação) e auxiliará na implementação do Programa de Regularização Ambiental – PRA (PLANAVERG, 2017). Dessa forma, as próximas décadas serão focadas na temática da busca por sustentabilidade e reparação de crimes ambientais, com o estabelecimento de técnicas e ferramentas que busquem maior otimização e planejamento de ações. Destacamos que nosso estudo poderá subsidiar na tomada de decisões da política estadual e nortear programas que estão caminhando para a implementação no estado (p. ex., o programa produtor de água, o programa Juntos pelo Araguaia e o PEQUI – Procedimento Estadual de Monitoramento e Quitação da Restauração da Vegetação Nativa, que encontra-se em fase de escrita de minuta). Sendo assim, o estado poderá se tornar pioneiro e auxiliar o Brasil a atingir seus objetivos e garantir segurança alimentar, hídrica e climática para sua população.

Nossos resultados apontam para uma solução espacial importante, visando a restauração da vegetação nativa no estado de Goiás. No entanto, é importante ressaltar algumas de suas limitações. Em primeiro lugar, diversos fatores que são essenciais para a implementação de um programa de restauração não foram considerados. Por exemplo, não foi considerada a vontade real dos proprietários em

restaurar suas áreas, assim como não foram considerados outros cenários de adequação à lei ambiental como, por exemplo, a possibilidade de compensar áreas em outros locais do estado ou fora dele ou até mesmo utilizar o mecanismo de cotas de reserva ambiental. Em segundo lugar, como em qualquer análise de otimização espacial, o melhor cenário funciona como um conjunto completo. Isto quer dizer que, se apenas um subconjunto de locais sofrer intervenção, não há garantia de que estes sejam os mais adequados. Nesse caso, talvez uma análise de planejamento multicritérios fosse mais indicada. Finalmente, há incertezas inerentes aos dados utilizados devido à sua própria natureza ou à maneira como foram coletados e mensurados. Assim, pode haver variação na distribuição real das espécies, nas medidas e localização dos passivos e nas estimativas de estoque de carbono. Ainda assim, ressaltamos que ter um cenário espacial para a restauração do estado é mais uma camada essencial para a elaboração de um programa consistente para recuperação da vegetação nativa do estado.

Finalmente, esse estudo revela às áreas prioritárias para restauração próximas as regiões que sofreram frentes de desmatamento nos anos de 2008 - 2018 (p. ex., microrregiões do Vão do Paranã e São Miguel do Araguaia). Além disso, ressaltamos que na região do Vão do Paranã encontra-se a maior concentração de unidades de conservação, o que torna essa região especialmente vulnerável a mudanças bruscas na cobertura do solo. Nosso estudo alavanca discussões sobre a restauração e manutenção da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos para essa localidade, colocando o estado de Goiás como pioneiro no cenário brasileiro a possuir estudos cujo enfoque seja a restauração do passivo ambiental em reserva legais que é um instrumento da Lei 12.651/2012 (Lei de Proteção da Vegetação) e do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa.

## REFERÊNCIAS

ARCOVERDE, G.F.B.; et al. Identificação de áreas prioritárias para recuperação florestal com o uso de rede neural de mapas auto-organizáveis. **Boletim Ciências geod**, Curitiba, PR, v. 17, n. 3, p. 379-400, jul/set. 2011.

BARBERI, M.R. Evolução da paisagem nas áreas de cerrado. **Universo do cerrado**, Goiânia, GO, v.1., n.1, p.25-29, 2008.

BNDS – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social; UICN – união internacional para conservação da natureza. 2015. Disponível em: [www.bndes.gov.br/sitebndes/bndes/bndes\\_pt/galerias/convivencia/restauracaoecologia/noticias/2017](http://www.bndes.gov.br/sitebndes/bndes/bndes_pt/galerias/convivencia/restauracaoecologia/noticias/2017). Acesso em: 05/08/2019.

BORGES, B.G. A expansão agrícola no Goiás. **História Revista**, Goiânia, GO, v.1., n.1, p. 37-55,1996.

BRASIL. Lei 12.651/2012. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011\\_\\_-2014/2012/lei/l12651.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011__-2014/2012/lei/l12651.html). Acesso em: 20/05/2018

BRANDÃO, C. A. Triângulo: Capital Comercial, Geopolítica e Agro-indústria. Dissertação (Mestrado). CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte, 1989.

CASTRO, S. S.; ABDALA, K.; SILVA, A. A.; BÔRGES, V. M. S. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano e Geografia**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 171-191, 2010.

CHAZDON, R.L. Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. **Paper When is a forest a forest?** v.1, n.1, p.36, 2016.

COELHO, G.N. Goiás a ocupação pela agropecuária. **História Revista**, Goiânia, GO v.2, p.23-51,1997.

DINIZ, B. P. C. O Grande Cerrado do Brasil Central: Geopolítica e Economia. 231 p. Tese (Doutorado)- Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

Crouzeilles, R., Beyer, H. L., Mills, M., Grelle, C. E. V., & Possingham, H. P. Incorporating habitat availability into systematic planning for restoration: A species-specific approach for **Atlantic Forest mammals**. **Diversity and Distributions**, 21, 1027–1037. 2015.

Crouzeilles R., Rodrigues R.R., Strassburg B.B.N (eds.) BPBES/IIS: Relatório Temático sobre Restauração de Paisagens e Ecossistemas. Editora Cubo, São Carlos pp.77.2019.

EITEN, G. Delimitation of the cerrado concept. **Plant ecology**, vol 36: Springer Netherlands,2006.

FAHRIG, L. Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. **Journal of biogeography**, v. 40, p.1649–1663, 2013.

FELFILI, J.M., NOGUEIRA, P.E. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no Município de Água Boa – MT. **Acta botanica brasílica**, v.16, p.103-112, 2002.

FREIRE, R.B. Priorização de áreas para restauração ecológica na ugrhi 22 – Pontal do Paranapanema, São Paulo. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2017.

FUNES, E.A. Goiás 1800-1850:um período de transição da mineração a agropecuária. Goiânia: editora da UFG, 1986.

HERINGER, E. P.; EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: ENCONTRO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasília: **O homem e o cerrado**; Brasília, UnB, p.6, 1975.

KAREKSELA, S. et al. Use of inverse spatial conservation prioritization to avoid biological diversity loss outside protected areas. **Conservation Biology**, v.27,p.1294–303, 2013.

KLEIN, C; ROSAS, R. Bolsonaro ameaça deixar o Acordo de Paris se mudanças não forem aceitas. Valor, Rio de Janeiro, 12 dez. 2018. Disponível em: <https://www.valor.com.br/politica/6023525/bolsonaro-ameaca-deixar-acordo-de-paris-se-mudancas-nao-forem-feitas>. Acesso em: 10/02/2020.

KLINK, C.A.; MACHADO, R. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, vol. 1, nº 1, julho,2005. Disponível em: <http://www.conservacao.org/publicacoes/files>. Acesso em:16/12/18.

LEHTOMAKI, J.; MOILANEN, A. Methods and workflow for spatial conservation prioritization using zonation environ. Model. Software. v. 47, p.128–137, 2013.

LOYOLA, R.; et al. Áreas prioritárias para conservação e uso sustentável da flora brasileira. **Instituto de Pesquisas Jardim Botânico**, Rio de Janeiro, RJ, p.80, 2014.

MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B. Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação internacional, Brasília, DF,2004.

MARGULES, C., PRESSEY, R. Systematic conservation planning. **Nature** v. 405, p. 243–253, 2000.

MEDEIROS, L. C.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Avaliação de modelos digitais de elevação para delimitação automática de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**. n. 61, v. 02, p. 137-151, 2009.

MIZIARA, F.; FERREIRA, N. C. Expansão da fronteira agrícola e evolução da ocupação e uso do espaço no estado de Goiás: subsídios à política ambiental, Goiânia: editora UFG, p.223, 2008.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Recuperação da vegetação nativa (planaveg). Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/> Acesso em:16/05/2019.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Decreto 6.707/2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/8744-regiao-centro-oeste>. Acesso em:20/05/2019.

MOILANEN, A. Landscape zonation, benefit functions and target-based planning: Unifying reserve selection strategies. **Biological Conservation**, 134, 571-579, 2007.

MONTEIRO NETO, A.; GOMES, G. M. Quatro Décadas de Crescimento Econômico no Centro-Oeste brasileiro: recursos públicos em ação. Texto para Discussão, n. 712, Brasília: IPEA, 2000.

OVERBECK, G. E., et al. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity and distributions**, v. 21, p.1455–1460, 2015.

POLASKY, S.; CAMM, J.D.; GARBER-YONTS, B. Selecting biological reserves cost effectively: an application to terrestrial vertebrate conservation in Oregon. **Land economics**, V.1, EUA. 2001.

QUEIROZ, F.A. Impactos da sojicultura de exportação sobre a biodiversidade do cerrado. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG, n. 21. p. 193-209, 2009.

RABELO, B. Impacto de gramínea nativa e exótica no desenvolvimento inicial de espécies arbóreas do cerrado.2013.60f. Dissertação (mestrado em botânica) - Programa de pós-graduação em botânica da Universidade de Brasília, Brasília.

RATTER, J.A; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, n. 80, p.223-230,1997.

RESENDE, FERNANDO M.; CIMON-MORIN, JÉRÔME ; POULIN, MONIQUE ; MEYER, LEILA ; LOYOLA, RAFAEL . Consequences of delaying actions for safeguarding ecosystem services in the Brazilian Cerrado. **BIOLOGICAL CONSERVATION** , v. 234, p. 90-99, 2019.

RIBEIRO, J.F; SANO S.M. Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do cerrado. in: Anais do xxxii Congresso Nacional de Botânica. Sociedade botânica do Brasil, Teresina, PI, p. 124-133, 1981.

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.

SARTORI, A.A.A. Análise multicritérios na definição de áreas prioritárias à conectividade entre fragmentos florestais. 2010. 112 fls. Mestrado em agronomia. Faculdade de ciências agrônômicas. UNESP– Campus de Botucatu.

SBF-SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, disponível em: [www.florestal.gov.br](http://www.florestal.gov.br).; acesso em: 18/05/2018.

SIEG-SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS, disponível em:[www.sieg.gov.br/rgg/](http://www.sieg.gov.br/rgg/). Acesso em: 16/12/18.

SOARES-FILHO, B.S. et al. Metodologia para elaboração do mapa do potencial erosivo da bacia do rio das velhas, **Revista Geonomos**, v.5. p-34-56,1998.

STRASSBURG, B. B. N.; et al. Moment of truth or the cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v.1, 0099, 2017.

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.

VIEIRA, R.R.S.; et al. Compliance to brazil's forest code will not protect biodiversity and ecosystem services. **Diversity and distributions**, v. 24, p. 434-438, 2018.

ZWIENER, V. P. et al. Planning for conservation and restoration under climate and land use change in the Brazilian Atlantic Forest. **Divers. Distrib.** 23, 955–966. 2017.

## CONCLUSÃO

Esta dissertação propôs indicar áreas prioritárias para a restauração no estado de Goiás de maneira a proporcionar cenários no qual se otimizem a manutenção de serviços de estoque de carbono no solo, biodiversidade de espécies vegetais ao menor custo de oportunidade para proprietários rurais.

Ao se buscar uma resposta para esse desafio, encontramos que de um universo de análise de 166.635 imóveis rurais, aproximadamente 94,12% destes imóveis se encontram com sobreposição de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente e 82,88% possuem degradação ambiental nas suas Reservas Legais declaradas na base do Cadastro Ambiental Rural.

Outrossim podemos averiguar que o enquadramento do maior número de imóveis rurais encontra-se com custo para restauração abaixo de R\$5.000,00. Vale ressaltar que nosso estudo apontou como regiões com “alta prioridade” para restauração locais próximos ao Vão do Paranã que é uma região próxima aos municípios de Cavalcante, Alto Paraiso, São da Aliança, Jaciara, além desses municípios a priorização apontou também os municípios de Campo Alegre de Goiás, Cristalina e Luziânia que são próximos ao Distrito Federal.

Esperamos que esta dissertação possa corroborar para futuros estudos e que possa tornar o estado de Goiás como pioneiro nessa temática. Desta forma, auxiliando na formulação de políticas públicas direcionadas a um planejamento sistemático com a busca da otimização do uso de recursos.