



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**OPORTUNIDADES PARA A CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO DO
CERRADO EM PASTAGENS CULTIVADAS**

TAMILIS ROCHA SILVA

DANIEL LUIS MASCIA VIEIRA

Orientador

Brasília, 2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**“OPORTUNIDADES PARA A CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO DO
CERRADO EM PASTAGENS CULTIVADAS”**

Tese de doutorado submetida ao Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutora em Ciências Florestais.

Aprovada por:

Prof. Dr. Daniel Luis Mascia Vieira - Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
(Orientador)

Prof. Dr. Eraldo A. T. Matricardi - Departamento de Engenharia Florestal – UnB
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Edson Eyji Sano - Embrapa Cerrados
(Examinador Externo)

Dr. Alexandre Bonesso Sampaio - Instituto Chico Mendes de Conservação da
Biodiversidade
(Examinador Externo)

FICHA CATALOGRÁFICA

SS586o Silva, TAMILIS ROCHA
Oportunidades para a conservação da vegetação do Cerrado em pastagens cultivadas / TAMILIS ROCHA SILVA; orientador Daniel Luis Mascia Vieira. -- Brasília, 2021.
160 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências Florestais) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. Cerrado. 2. pastagens. 3. regeneração natural. 4. sistemas silvipastoris. 5. recuperação da vegetação nativa. I. Vieira, Daniel Luis Mascia, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, T.R. (2021). Oportunidades para a conservação da vegetação do Cerrado em pastagens cultivadas. Tese de doutorado em Ciências Florestais. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília (UnB), Brasília/DF, 2021. 160p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: TAMILIS ROCHA SILVA

TÍTULO: Oportunidades para a conservação da vegetação do Cerrado em pastagens cultivadas

GRAU: Doutor ANO: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Tese de Doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa Tese de Doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito dos autores.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	5
AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	8
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Oportunidades de Sistemas Silvopastoris com árvores nativas no Cerrado	16
1.2 O conhecimento estratégico do potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas	19
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
Capítulo I - AS ÁRVORES NATIVAS DO CERRADO EM PASTAGENS CULTIVADAS	37
Capítulo II – A REGENERAÇÃO NATURAL DO CERRADO EM PASTAGENS CULTIVADAS E SEUS PREDITORES	58
Capítulo III – AS PERCEPÇÕES DOS PECUARISTAS DO CERRADO PARA A RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS EM PROPRIEDADES PRIVADAS	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
APÊNDICE I	137
APÊNDICE II	143
APÊNDICE III	150

DEDICATÓRIA



“Sertão é isto: o senhor empurra para trás, mas de repente ele volta a rodear o senhor dos lados. Sertão é quando menos se espera”

[...]

“O sertão é dentro da gente.”

(João Guimarães Rosa – Grande Sertão Veredas)

Dedico esse grande passo da minha vida a todas as minhas ancestrais mulheres. A maioria delas foram agricultoras do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, e muitas guardavam em seus corações o desejo de estudar, como um sonho doado por gerações.

Dedico esse trabalho àqueles que o lerão com olhos de esperança,
buscando respostas e caminhos melhores entre o
humano e a natureza.

AGRADECIMENTOS

Acredito que todo grande trabalho só pode ser construído com a união de muitas mãos. Neste grande trabalho da minha vida, isso não foi diferente. Não caberia neste pequeno espaço todas as pessoas que contribuíram para essa construção. Por isso, aquelas que não tiveram seus nomes escritos aqui, deixo o meu mais sincero obrigada.

Agradeço ao meu orientador, Daniel Vieira, por ter me confiado essa missão. Daniel, obrigada pelas oportunidades que você me abriu, pela liberdade em acertar e errar que você me concedeu, por se fazer presente e acessível, me mostrando sempre como se deve fazer um trabalho com responsabilidade, criatividade e transparência.

Agradeço a João Bernardo Bringel pela dedicação e excelente trabalho na identificação das espécies desse estudo, e principalmente, pela amizade e partilha de histórias ao longo das nossas viagens de campo.

Agradeço a Silvia Barbosa Rodrigues pela luz que ela trouxe no momento necessário. Por toda sua dedicação em campo e fora dele, sempre disposta a contribuir com o seu melhor. Silvia, obrigada pela sua força e por ter se tornado uma amiga tão querida e presente.

Agradeço a Bruno Walter pela generosa avaliação do questionário aplicado em campo, pelos momentos de conversas e pela amizade.

Agradeço a Emilie Coudel pelas contribuições no desenvolvimento do questionário aplicado em campo e ao longo do meu processo de qualificação do doutorado.

Agradeço a Edson Sano por sua disponibilidade amável e cuidadosa em me orientar no desenvolvimento de um dos métodos aplicados nesse estudo. Agradeço também pelas contribuições e sugestões dadas no meu processo de qualificação.

Agradeço a Alexandre Sampaio pela sua disponibilidade e orientação na escolha das áreas para amostragem em pastagens inativas. Agradeço também as preciosas sugestões dadas no meu processo de qualificação.

Agradeço a Natanna Horstmann pela ajuda em campo, pelas conversas, partilhas e pela amizade. Também agradeço a Bianca Benedito pela amizade e conversas que nos fortaleceu frente aos desafios do doutorado e da pandemia. Agradeço a Luma Poletti pelos cafés na UnB, quando isso era possível, e pela amizade que suavizou tantos momentos. Agradeço aos demais colegas e amigos pelas conversas, ajudas, mensagens e todas as trocas que tornaram esse caminho menos difícil.

Agradeço ao meu companheiro, Milton, por estar ao meu lado em todas as etapas desse processo, me motivando a acreditar na minha força de superação e também comemorando cada passo alcançado. Obrigada por viver isso comigo.

Agradeço a minha família por sempre apoiar minhas escolhas e vibrar com cada etapa vencida.

Agradeço a todas as instituições de assistência técnica rural e pecuária que de forma solícita participaram desse trabalho (Emater, Agraer, CATI, ADAB, RuralTins, Empaer, INDEA), aos sindicatos dos produtores rurais, cooperativas e principalmente aos agricultores que abriram suas casas para nos receber.

Agradeço a estrutura da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia disponibilizada para o desenvolvimento dessa pesquisa e a equipe do Prédio da Botânica e Ecologia – PBE por todo apoio prestado.

Agradeço ao Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos – CEPF e ao Instituto de Educação do Brasil – IEB pelo financiamento do projeto “Mapeamento de árvores isoladas e do potencial de regeneração natural em pastagens do Cerrado”, do qual esse trabalho esteve vinculado.

Agradeço ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília por possibilitar o desenvolvimento do doutorado, mesmo diante de tantos desafios. Em especial, agradeço ao professor e coordenador Eraldo Matricardi por sua excelência em buscar melhorar nosso curso.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida, fundamental e imprescindível para o desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

O bioma Cerrado abrange cerca de 24% do território brasileiro e é considerado a savana mais biodiversa do mundo. No entanto, aproximadamente 44% da cobertura do Cerrado já foram convertidas em áreas para uso do solo, das quais 30% correspondem a pastagens cultivadas em diferentes níveis de produtividade. Atualmente, uma grande proporção das pastagens cultivadas no Cerrado, em contextos regionais específicos, se encontra em algum estágio de degradação ou improdutividade. Diante da necessidade de conservação da biodiversidade do Cerrado, se torna urgente identificar oportunidades que conciliem a integração da vegetação nativa com a intensificação sustentável, ou que possibilitem a restauração ecológica nas pastagens de baixa produtividade e em estágio de degradação. Esse estudo propôs identificar oportunidades para a conservação da vegetação nativa do Cerrado em pastagens consideradas ativas, que ainda estão sob manejo do pecuarista, e pastagens inativas, sem a presença do manejo e em estado de abandono. No Capítulo 1 objetivou-se identificar a presença de árvores remanescentes em pastagens ativas no Cerrado e verificar a relação entre o manejo e a idade das pastagens sobre a ocorrência dessas árvores, além da contribuição dessas em serviços ecossistêmicos. No Capítulo 2, buscou-se analisar a cobertura de vegetação nativa regenerante nas pastagens do Cerrado. Nessa etapa, foram considerados diferentes grupos funcionais em pastagens ativas e inativas. A cobertura de regenerantes encontrada foi relacionada com variáveis biofísicas, manejo, paisagem, tempo, competição com o capim exótico e facilitação da presença de árvores adultas remanescentes. Foi feito um modelo com a cobertura de Cerrado regenerante e camadas espaciais para a construção do mapa com potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens. Por fim, o Capítulo 3 teve, como objetivo, analisar a percepção e o interesse de pecuaristas de diferentes ecorregiões em restaurar a vegetação nativa do Cerrado em pastagens degradadas ou áreas improdutivas nas propriedades privadas. A construção dos capítulos contou com entrevistas em 90 propriedades rurais, distribuídas em 15 ecorregiões do Cerrado. As amostragens de campo foram realizadas em 93 pastagens cultivadas ativas e 15 pastagens inativas. As pastagens cultivadas do Cerrado possuem árvores nativas mantidas pelos produtores por fornecerem serviços ecossistêmicos (sombra e melhoria do clima) e interesses econômicos (frutos e madeira). Essas árvores também contribuem para o aumento no estoque médio de carbono acima do solo e podem facilitar a implementação de sistemas silvipastoris com árvores nativas, como uma alternativa de pecuária mais sustentável no Cerrado. Na camada regenerante

do solo, as espécies de capins, ervas e árvores nativas do Cerrado apresentaram influência de variáveis biofísicas (déficit hídrico, declividade, solos distróficos) e do manejo das pastagens (idade das pastagens, uso de herbicidas e fertilizantes) nas 93 áreas de pastagens ativas amostradas. As 15 áreas de pastagens inativas apresentaram pouca contribuição da paisagem e do tempo de abandono. Contudo, as gramíneas exóticas não são eliminadas das pastagens inativas, mesmo após 44 anos de abandono das áreas. A presença de árvores adultas contribui para a regeneração desse grupo nas pastagens cultivadas e a competição com o capim exótico é determinante para o potencial de regeneração natural de gramíneas, herbáceas e árvores do Cerrado. Essas informações podem subsidiar programas de restauração ecológica em pastagens degradadas e direcionar o manejo de pastagens pouco produtivas para a condução da regeneração em sistemas silvipastoris com árvores nativas e pastagens seminaturais. As entrevistas com os pecuaristas do Cerrado mostraram que 36% possuem interesse em restaurar áreas de mata ciliar, montante de córregos, nascentes, topo de morro e erosão do solo avançada. Porém, nenhum pecuarista teve interesse em restaurar pastagens degradadas ou improdutivas. Os pecuaristas que desejam restaurar áreas degradadas são aqueles que declararam cultivar árvores em suas pastagens, possuem assistência técnica, em grande parte por empresas privadas, e são proprietários de grandes terras em ecorregiões onde têm ocorrido intensa ocupação e uso do solo. Os programas de restauração de paisagens no Cerrado devem considerar a percepção desses pecuaristas para estratégias que atraiam o setor agropecuário para as atividades de restauração ecológica.

Palavras-chave: Cerrado, pastagens, regeneração natural, sistemas silvipastoris, recuperação da vegetação nativa, pecuária sustentável.

ABSTRACT

The Cerrado biome covers around 24% of the Brazilian territory and is considered the most biodiverse savanna in the world. However, approximately 44% of the Cerrado have been converted to land use areas, in which 29% are pastures cultivated with different levels of productivity. Currently, a large part of the cultivated pastures in different regional contexts of the Cerrado biome, are in some level of degradation or low productivity. Given the need to conserve Cerrado biodiversity, it is urgent to identify opportunities capable of conciliating integration of native vegetation with sustainable intensification or allowing ecological restoration in cultivated pastures of low productivity or high level of degradation. In Chapter 1, we proposed to analyze the presence of remaining trees in active pastures in the Cerrado, as well as to verify the relationship between management and age of pastures with the occurrence of trees and the contribution of ecosystem services. In Chapter 2, we aimed to analyze the coverage of regenerating native vegetation, considering different functional groups, in active and inactive pastures in the Cerrado. The coverage of regenerants was related with biophysical, management, landscape, and climate variables, competition with exotic grasses, and facilitation with the presence of remaining mature trees. A model with regenerating Cerrado cover and spatial layers was made to produce a map of potential for natural regeneration of Cerrado in pastures. Finally, in Chapter 3, we aimed to analyze the perception and interest of ranchers from different ecoregions in restoring native Cerrado vegetation in degraded or unproductive pastures on private properties. This study included interviews from 90 rural properties distributed in 15 ecoregions of the Cerrado. Field sampling was carried out in 93 active cultivated pastures and 15 inactive pastures. The cultivated pastures of the Cerrado have native trees maintained by ranchers for providing ecosystem services (shade, climate improvement) and economic interests (fruit and wood). These trees also contribute to increase the average aboveground carbon stock and can facilitate the implementation of silvopastoral systems with native trees, a more sustainable livestock alternative in the Cerrado. In the regenerating layer of the soil, the species of native grasses, shrubs and trees were influenced by biophysical variables (water deficit, slope, dystrophic soils) and pasture management (age of pasture, use of herbicides and fertilizers) in the 93 areas of active pastures. The 15 areas of inactive pastures presented a contribution from the landscape and the time of pasture abandonment. However, exotic grasses are not eliminated from inactive pastures even after 44 years of

abandonment. The presence of mature trees contributes to the regeneration of this group of pastures and competition with exotic grasses is crucial for the potential of natural regeneration of grasses, shrubs and trees in the Cerrado. This information can support ecological restoration programs in degraded pastures and assist the management of unproductive pastures to conduct regeneration in silvopastoral systems with native trees and semi-natural pastures. Interviews with ranchers in the Cerrado showed that 36% are interested in restoring areas of riparian forest, streams, springs, hilltops, and soil erosion. However, they are not interested in restoring degraded or unproductive pastures. Ranchers interested in restoring areas are those who said to cultivate trees in their pastures, have technical assistance from private companies, and own large lands in ecoregions where there has been intense land use and occupation. Landscape restoration programs in the Cerrado should consider the perception of these ranchers for strategies that attract the agricultural sector for restoration activities.

Keywords: Cerrado, pastures, natural regeneration, silvopastoral systems, recovery of native vegetation, sustainable livestock.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado possui uma área de aproximadamente 2 milhões de km² e é a segunda maior formação vegetal do Brasil, cobrindo cerca de 24% do território nacional, menor apenas que a Floresta Amazônica (Sano et al., 2019). O Cerrado abrange nove dos 26 estados da federação brasileira, mais o Distrito Federal e pode ser caracterizado por meio de ecorregiões que se diferenciam em termos de topografia, solo e clima (Silva et al., 2008; Sano et al., 2019). A vegetação do Cerrado é composta por paisagens heterogêneas, com fitofisionomias de florestas, savanas e campos (Ribeiro e Walter, 2008). Nas formações florestais, a dominância do estrato arbóreo está relacionada às matas ciliares, matas de galeria, matas secas e cerradões (Ribeiro e Walter, 2008). As formações savânicas possuem codominância dos estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo e gramíneo (Ribeiro e Walter, 2008). E as formações campestres com dominância de gramíneas e herbáceas estão presentes nas regiões de maiores altitudes do bioma, podendo ou não ter afloramentos rochosos, com forte influência da topografia (Ribeiro e Walter, 2008).

A topografia do Cerrado possui, além dos vales, chapadas e planaltos que contribuem no abastecimento e distribuição de água para todo o Brasil (Lima et al., 2011; Lima et al., 2017). Entre as doze principais bacias hidrográficas brasileiras, oito ocorrem no Cerrado, atribuindo a este o título de “caixa d’água” do país (Lima et al., 2017b). O Cerrado contribui com 3,8% da bacia Amazônica; 8,6% da bacia do Oeste Atlântico Norte; 21% do Atlântico Leste; 50% da bacia do rio Paraná; 60% do Tocantins-Araguaia; 94% do rio São Francisco; 100% do Parnaíba e do rio Paraguai (Lima et al., 2011). A posição geográfica central e de elevada altitude do bioma também tem importância estratégica na distribuição das águas das chuvas vindas da região Amazônica e do Oceano

Atlântico para o restante do país, em um fenômeno denominado “efeito guarda-chuva” (Lima et al., 2011).

O Cerrado também se destaca por ser a savana mais biodiversa do mundo (Myers et al., 2000). A composição e biogeografia de espécies vegetais do bioma são uma consequência evolutiva da adaptação ao clima, solo e presença do fogo (Ribeiro e Walter, 2008). De modo geral, as regiões ocupadas por savanas no Brasil possuem estações climáticas bem definidas, com chuvas concentradas em determinada época do ano (outubro a março), variando entre 300 a 1.800 mm, e períodos de seca que variam entre 5–6 meses (Accatino et al., 2010). As secas com baixa disponibilidade hídrica e altas temperaturas ocasionam, nas árvores, gramíneas e ervas dos ecossistemas savânicos, mecanismos evolutivos que reduzem a perda de água pela evapotranspiração, proporcionam maior capacidade fotossintética e estabelecem estratégias de dispersão e fenologia para resistir os períodos com ausência de água (Accatino et al., 2010). O fogo é um distúrbio natural de importância evolutiva para a vegetação das savanas que contribui na estratificação da vegetação e também na adaptação das espécies em estratégias morfológicas e reprodutivas (Higgins et al., 2000; Pilon et al., 2020).

A disponibilidade de recursos hídricos, as tipologias topográficas de planaltos e as formações campestres do Cerrado atraíram a ocupação territorial e o crescimento agropecuário nos limites do bioma desde o período colonial no Brasil (Overbeck et al., 2015; Silva et al., 2015). As regiões de campos e savanas do Cerrado possibilitaram a introdução do gado para subsistência e pequenos comércios a partir do século XVII (Valverde, 1967; Silva et al., 2015; Silva, 2018). O início da pecuária no Cerrado foi caracterizado pela criação dos animais soltos em pastos com grandes extensões de gramíneas nativas que eram manejados apenas a partir de queimas controladas (Valverde,

1967; Silva et al., 2015; Silva, 2018). Além dos pastos nativos, o cultivo de gramíneas exóticas em currais, como complemento para alimentação dos animais, também é relatado no Cerrado desde o século XVII, período em que a atividade pecuária foi difundida no Brasil (Freitas e Pivello, 2005).

A partir da década de 1970, a pecuária no Cerrado foi impulsionada por incentivos políticos e fiscais para a abertura de fronteiras agropecuárias, estimulando a mudança do perfil da criação de gado para uma atividade industrial, em grandes escalas, com cultivo unicamente de gramíneas exóticas (Valverde, 1967; Mueller e Martha, 2008; Silva, 2018). A intensificação de grandes áreas de pastagens cultivadas com capins exóticos introduziu o conceito de *land sparing* que significa “poupar terras”, compartimentalizando a paisagem em áreas de produção agropecuária, zonas urbanas e fragmentos de vegetação nativa (Lusiana et al., 2012; Grau et al., 2013).

Dentro do contexto de mudanças do uso da terra, as dinâmicas da pecuária no Cerrado podem ser retratadas sob diferentes perfis regionais (Mueller e Martha, 2008). A diversidade nos tipos de produção pecuária, escala e formas de manejo são um reflexo das condições ambientais, históricas e sociais de cada região (Sabourin, 2009). Os planaltos do Cerrado, com solos profundos, possibilitaram propriedades a terem intensa mecanização e produção agropecuária em larga escala empresarial, com ambientes mais compartimentalizados (Sabourin, 2009; Silva, 2018). As regiões de vales do bioma e com menor regime de chuvas, abrigaram propriedades que diversificaram seus sistemas de produção a partir das condições específicas locais (Sabourin, 2009). Esse cenário de múltiplas paisagens rurais do Cerrado soma-se às diferenças biofísicas das ecorregiões (Sano et al., 2019) e vegetacionais (Françoso et al., 2015) que juntamente com os fatores históricos vivenciados, tornaram cada local do bioma com um perfil único do uso da terra (Mueller e Martha, 2008).

O Cerrado é a região com maior extensão de pastagens destinadas à pecuária no Brasil (Lapola et al., 2014). Atualmente, cerca de 44% da área total do Cerrado já foi convertida para uso e, deste total, 30% são pastagens cultivadas com capins exóticos (MapBiomas, 2020). Apesar da expressiva proporção territorial, as pastagens cultivadas no Cerrado se encontram em diferentes níveis de produtividade (Arantes et al., 2018; Pereira et al., 2018). Estima-se que 39% das pastagens no Brasil estão em algum estágio de degradação e pelo menos 74% são subutilizadas diante da capacidade de suporte e quantidade de animais que se tem no país (Arantes et al., 2018; Pereira et al., 2018). O aumento da produtividade das pastagens no Brasil poderia atender o consumo nacional de produtos da pecuária, principalmente de carne, manter terras para plantios de alimentos, grãos, madeira e biocombustíveis, além de poupar áreas para a conservação da biodiversidade até o ano de 2040 (Strassburg et al., 2014).

A intensa fragmentação do Cerrado o tornou um *hotspot* de conservação mundial: uma região com alta diversidade biológica, porém grande pressão em perda de habitat (Myers et al., 2000). Considerando apenas as atuais unidades de conservação do Brasil, não é possível atingir a meta mínima de proteção da biodiversidade de 17%, definida pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) da Organização das Nações Unidas (Françoso et al., 2020). Dessa forma, a conservação *in situ* de populações e espécies é necessária em estratégias abrangentes dentro do cenário de uso da terra (Colli et al., 2020). Além disso, é de grande importância compreender as dinâmicas da regeneração natural local para a restauração ecológica ou mesmo para a recuperação de populações reduzidas em ambientes locais (Diniz-Filho et al., 2020).

Diante da necessidade de conservação do Cerrado, as pastagens degradadas ou pouco produtivas são um objeto em disputa para intensificação da agropecuária ou restauração da vegetação nativa (Strassburg et al., 2014). Neste estudo, é proposto o olhar

para as possibilidades de modificação do uso da terra, considerando alternativas para a conservação *in situ* da vegetação do Cerrado em pastagens.

1.1. Oportunidades de sistemas silvipastoris com árvores nativas no Cerrado

Uma das alternativas possíveis para conservar a vegetação nativa do Cerrado em pastagens cultivadas é a implementação de sistemas silvipastoris (SSP) com árvores nativas. Atualmente, os sistemas de integração chamados Integração Lavoura Pecuária Floresta - ILPF são realizados combinando os pastos com lavouras de grãos, como a soja e o milho, e plantios de árvores de *Eucaliptus* sp (Almeida et al., 2013; Silva, 2018). A ILPF possui a proposta de sustentabilidade no meio agropecuário e considera em seus ciclos a redução na emissão de carbono, um dos principais gases do efeito estufa (Balbino et al., 2011). No entanto, a fragmentação da paisagem em plantios intensificados de espécies exóticas pouco abrange a conservação da biodiversidade (Grau et al., 2013).

A implementação do ILPF com espécies exóticas contribui no efeito *land sparing* de repartição da paisagem (Grau et al., 2013). Para a conservação da biodiversidade, a repartição da paisagem pode causar desconexão de corredores ecológicos que são importantes como habitat de animais, além de impossibilitar o deslocamento desses, que também são dispersores e polinizadores da vegetação (Begon et al., 2006). As espécies da fauna e da flora são afetadas com a fragmentação da paisagem, podendo ocorrer extinções por processos endogâmicos, escassez de recursos locais, ou ausência de agentes da sucessão ecológica da vegetação (Begon et al., 2006). Assim, ainda que a ILPF utilize de políticas e metodologias com a proposta de baixa emissão de carbono, a intensificação pela repartição de ambientes (*land sparing*), ainda deve considerar maiores implementações para a conservação da biodiversidade (Grau et al., 2013).

A integração da paisagem com SSP com árvores nativas pode oferecer políticas mais sustentáveis na agropecuária do Cerrado. O compartilhamento da paisagem no chamado efeito *land sharing* integra espacialmente cadeias produtivas da agropecuária com elementos da biodiversidade para conservação *in situ* (Lusiana et al., 2012; Grau et al., 2013). Trabalhos anteriores apontam que existe potencial no cultivo de árvores do Cerrado nas pastagens (Bruziguessi 2016; Bruziguessi et al., 2021). Além das árvores remanescentes na abertura das pastagens, o manejo da rebrota das árvores do Cerrado, em áreas com potencial de regeneração natural, pode tornar SSP com árvores nativas eficientes e com menor custo de implantação do que com *Eucaliptus* sp. ou outras árvores exóticas (Bruziguessi et al., 2021).

A integração de árvores nativas em pastagens cultivadas possui motivação de agricultores em diversos países do mundo, sob diferentes condições ambientais específicas de cada local e diferenças culturais (Manning et al., 2006). De modo geral, árvores podem prover sombra e forragem para consumo dos animais de criação, melhoria do microclima da propriedade rural, biomassa para a ciclagem de nutrientes nas pastagens, facilitação da infiltração de água, melhorando a qualidade do solo e diversos outros serviços ecossistêmicos (Cubbage et al., 2012). As árvores em pastagens também podem prover frutos, madeira, óleos e castanhas para uso ou incremento econômico da propriedade rural (Cubbage et al., 2012). Os sistemas de montado em Portugal e *dehesa* na Espanha são um exemplo de conservação genética e da biodiversidade, em que antigas árvores de carvalhos, sobreiros e azinheiras são manejadas em pastagens para obter a cortiça, além de outros benefícios (Ferraz-de-Oliveira et al., 2016). Outros diversos países do mundo possuem experiências positivas com SSP com árvores nativas e conseguem manter grande produtividade e benefícios ecossistêmicos (Cubbage et al., 2012). Desta forma, a integração de árvores nativas com sistemas produtivos não é algo novo, mas

pode ser considerado inovador para as necessidades de conservação da biodiversidade e recursos naturais conciliado com produção.

O uso de produtos madeireiros e não madeireiros (frutos, óleos e castanhas) das árvores do Cerrado em pastagens pode agregar o valor da biodiversidade na pecuária e serviços ecossistêmicos, como ciclagem de nutrientes e maior capacidade de retenção de água no solo (Montagnini et al., 2013; Bruziguessi et al., 2021). A integração da paisagem rural do Cerrado com conservação *in situ* utilizando de um modelo misto entre *land sparing* e *land sharing*, pode apresentar melhores resultados para o desenvolvimento agropecuário de forma sustentável (Lusiana et al., 2012; Grau et al., 2013).

O melhor caminho para assegurar segurança alimentar, econômica e conservação da biodiversidade regional é através de um planejamento do uso da terra em escala local, observando necessidades e aptidões de cada lugar (Mattison e Norris, 2005; Kennedy et al., 2016; Wittman et al., 2017). Neste sentido, para o desenvolvimento da sustentabilidade na agropecuária do Cerrado é preciso detectar as áreas de uso que devem ter o aumento da produtividade e também identificar as áreas apartadas da intensificação, degradadas ou que tenham potencial para restauração (Kennedy et al., 2016). Para isso, são necessárias informações precisas sobre as dinâmicas de extensificação e intensificação do uso da terra, a partir de coletas de dados locais (Dias et al., 2016). As ferramentas de sensoriamento remoto e mapeamento também podem contribuir na integração de dados e identificação de áreas a serem intensificadas no Cerrado (Dias et al., 2016; Kennedy et al., 2016). Assim, as informações geradas podem subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas, programas, incentivos fiscais e assessoria técnica de manejo produtivo mais sustentável que insiram elementos da biodiversidade nos sistemas (Dias et al., 2016; Kennedy et al., 2016).

1.2. O conhecimento estratégico do potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas

A regeneração natural é a capacidade que o próprio ecossistema possui de se restabelecer através dos processos sucessionais ecológicos após distúrbios (Chazdon, 2017). O espontâneo repovoamento de espécies nativas ao longo de um espaço temporal, em áreas perturbadas, pode retornar a estrutura da vegetação e atributos funcionais da comunidade, alcançando a escala de paisagem (Chazdon, 2017). Entretanto, os fatores que levam à regeneração natural de um local podem variar com as características edáficas, climáticas e ecológicas de cada ecossistema, além do nível de exposição, intensidade e frequência de distúrbios (Latawiec et al., 2017; Chazdon, 2017).

O conhecimento da regeneração natural do Cerrado pode ser importante tanto para contribuir na implementação de SSP com árvores nativas, como para restaurar áreas de pastagens degradadas, retornando com a vegetação nativa para servir de reserva à propriedade rural. No entanto, pouco se sabe sobre os fatores que contribuem na regeneração natural do Cerrado. Além disso, a competição entre as espécies nativas do Cerrado e as gramíneas exóticas cultivadas em pastagens é um desafio a ser enfrentado na restauração ecológica (Schmidt et al., 2019).

As espécies utilizadas em pastagens cultivadas desde o período colonial se adaptaram no Cerrado de forma agressiva devido à grande capacidade de disseminação, competição por recursos e resiliência (Freitas e Pivello, 2005). Os capins exóticos mais cultivados desde o início da pecuária no Brasil são o *Melinis minutiflora*, *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus* e posteriormente, *Urochloa* sp. (Freitas e Pivello, 2005). Essas gramíneas são em maioria de origem africana e a propagação dessas espécies no bioma se tornou tão evidente que os pecuaristas as classificam como capins “naturalizados” (Freitas e Pivello, 2005). As gramíneas exóticas utilizadas em pastagens

cultivadas se tornaram as principais inibidoras das espécies nativas do Cerrado (Pivello et al., 1999; Almeida-Neto et al., 2010; Zenni e Ziller, 2011).

A competição de gramíneas exóticas com espécies do Cerrado é facilitada quando os ambientes estão em condições de sol pleno atingindo o solo, favorecendo o estabelecimento das sementes dessas espécies (Pivello et al., 1999; Almeida-Neto et al., 2010; Zenni e Ziller, 2011). Por isso, formações savânicas e campestres são naturalmente mais sensíveis à invasão dos capins exóticos (Almeida-Neto et al., 2010). No entanto, formações florestais sob distúrbios com a abertura do dossel, como o fogo antrópico, também podem ter a invasão dessas gramíneas facilitada (Pivello et al., 1999; Almeida-Neto et al., 2010; Zenni e Ziller, 2011). Uma das principais características que tornam os capins exóticos competidores agressivos com as espécies nativas é a grande e constante produção de sementes (Damasceno et al., 2018). As braquiárias (*Urochloa* sp.), por exemplo, produzem flores e sementes pelo menos duas vezes ao ano, com sementes longevas que apresentam alta viabilidade, dominando o banco de sementes do solo (Damasceno et al., 2018). Já as espécies nativas que também possuem essa estratégia de deposição de sementes no solo (Salazar et al., 2011), geralmente investem em estratégias reprodutivas (flores e sementes) apenas no final da estação chuvosa, garantindo disponibilidade de água para a germinação (Batalha e Martins, 2004). Outra característica que torna os capins exóticos fortes competidores com as espécies nativas é a grande produção de biomassa (Hoffmann e Haridasan, 2008). A alta densidade de capim gordura (*Melinis minutiflora*), por exemplo, pode inibir o estabelecimento de espécies arbóreas e arbustivas das formações savânicas (Hoffmann e Haridasan, 2008). A densidade e deposição de biomassa das gramíneas exóticas podem excluir definitivamente espécies nativas de capins e ervas das comunidades, por competição de recursos (Pivello et al., 1999). Ainda, as espécies de braquiária em grande densidade podem reduzir a germinação

das espécies nativas devido a produção de compostos alelopáticos (Damasceno et al., 2018). O acúmulo de biomassa de gramíneas exóticas pode gerar incêndios que se propagam rapidamente nos períodos de seca, como um estágio alternativo da invasão biológica, causando grande impacto às comunidades nativas do Cerrado (Brooks et al., 2010).

Em contrapartida, o potencial de regeneração natural das savanas é caracterizado pela estratégia de reprodução vegetativa por meio da rebrota de raízes e gemas no solo (Higgins et al., 2000). Embora nas formações florestais a regeneração natural seja possibilitada também pela chegada de sementes com a proximidade de fragmentos, na chamada chuva de sementes, boa parte das espécies arbóreas de cerradão e formações savânicas do Cerrado possuem alta capacidade de rebrota (Durigan et al., 1998; Vieira e Scariot 2006; Ferreira e Vieira 2017; Pilon et al., 2020). As árvores e arbustos do Cerrado possuem uma arquitetura morfológica caracterizada por raízes com rápido crescimento, que atingem grandes profundidades do solo para obter e conter reservas subterrâneas (Eiten, 1972). Essas características, permitem maior resiliência às espécies lenhosas após distúrbios como o fogo ou quando suas partes aéreas sofrem algum tipo de poda, utilizando dos recursos armazenados para a rebrota (Brando e Durigan, 2004; Simon et al., 2009; Pilon et al., 2020).

Nos ambientes de campos e savanas do Cerrado existem espécies herbáceas e gramíneas que também utilizam da estratégia de rebrota após a perda da parte aérea, principalmente pelo fogo (Pilon et al., 2020). No entanto, a maior parte das ervas e gramíneas do Cerrado depositam suas sementes no solo em estado de dormência para a germinação após o estabelecimento das chuvas (Batalha e Martins, 2004; Salazar et al., 2011). A dormência das sementes de ervas e capins nativos do Cerrado ao longo da seca, favorece a dispersão, principalmente por anemocoria (Batalha e Martins, 2004; Salazar

et al., 2011). As sementes de espécies herbáceas e gramíneas nativas do Cerrado ocupam maior proporção no banco de sementes do solo e possuem a germinação sincronizada com as chuvas para obter recurso hídrico e da biomassa acumulada, após a seca (Salazar et al., 2011). Assim, a regeneração natural de gramíneas e herbáceas nativas do Cerrado depende do equilíbrio do banco de sementes e gemas do solo (Batalha e Martins, 2004; Sampaio et al., 2007a; Sampaio et al., 2007b; Salazar et al., 2011).

A regeneração natural contribui no direcionamento dos investimentos e esforços da restauração ecológica de um ambiente, considerando as populações chaves que darão suporte para a sucessão natural (Walker et al., 2007). O conhecimento das populações de espécies que passam a recompor a comunidade que sofreu degradação, pode prever possíveis estados ecológicos finais e, desta forma, escolher a melhor técnica a ser utilizada para a restauração da área (Suding et al., 2017). Quando o ambiente perturbado é resiliente e apresenta grande potencial de regeneração natural, é possível optar pela restauração passiva, técnica que monitora a regeneração natural, não utilizando de intervenções diretas como plantios (Zahawi et al., 2014). A restauração passiva através do potencial de regeneração natural pode ser empregada em grandes áreas apresentando menor custo que outras técnicas e efetividade desejável (Holl and Aide, 2011; Chazdon, 2016).

A tomada de decisão para a restauração ecológica do Cerrado em áreas onde ocorreu implantação de pastagens com gramíneas exóticas deve avaliar as diferenças entre as ecorregiões, os fatores que favorecem a regeneração natural das espécies nativas, além de características do manejo das pastagens (Schmidt et al., 2019). O tempo de abandono, com ausência de manejo das pastagens, é uma variável que pode influenciar na regeneração natural de árvores nativas (Cava et al., 2018). No entanto, para as espécies de gramíneas e herbáceas nativas do Cerrado apenas o abandono das pastagens não é suficiente para a regeneração natural, considerando que as gramíneas exóticas levam

muito tempo para saírem do sistema (Cava et al., 2018). Da mesma maneira, a resiliência das espécies lenhosas do Cerrado pode ser comprometida com a intensificação de manejos mecanizados do solo, como aragem e gradagem, removendo o banco de raízes e gemas, reduzindo a capacidade de rebrota (Sampaio et al., 2007a; Sampaio et al., 2007b). Assim, as diferenças regionais do Cerrado devem ser consideradas em pesquisas base para estratégias de restauração (Hanson et al., 2015).

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

Este estudo tem como objetivo caracterizar a flora remanescente e regenerante em pastagens cultivadas no Cerrado, assim como, analisar os fatores relacionados à essa vegetação nas diferentes paisagens do bioma e contextos regionais. A partir das informações adquiridas, objetivou-se também identificar oportunidades de conservação *in situ* da vegetação do Cerrado nas pastagens, considerando a restauração ecológica e implementação de sistemas silvipastoris com árvores nativas.

A tese está organizada em três capítulos que abordam: 1) a presença de árvores remanescentes nas pastagens cultivadas do Cerrado; 2) o potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas, 3) a percepção dos produtores rurais do Cerrado em fazerem parte de programas de restauração ecológica de pastagens degradadas.

O primeiro capítulo buscou investigar a densidade de árvores nativas do Cerrado em pastagens cultivadas, além de caracterizar as espécies mais frequentes. Foi analisado se manejo e usado pelos produtores a idade das pastagens influenciam na densidade de árvores do Cerrado em pastagens. Também buscou-se investigar como essas árvores contribuem na fixação de carbono no solo e em recursos nas propriedades rurais. As hipóteses nessa etapa do estudo foram:

i) Pastagens mais antigas têm menos árvores, pois os proprietários as abandonam durante o processo de desmatamento para formar as pastagens e, geralmente, as árvores não são substituídas após a senescência ou corte;

ii) Pastagens com manejo intensivo teriam menor densidade de árvores.

O segundo capítulo tem como objetivo entender a resiliência da regeneração natural em pastagens. Nessa etapa, buscou-se caracterizar a composição das espécies regenerantes, a porcentagem dessas espécies na cobertura do solo e a densidade de regenerantes de árvores do Cerrado presentes em pastagens cultivadas ativas e não-ativas.

Foram analisados preditores do ambiente, de manejo, da paisagem e do tempo de inativação das pastagens que influenciam no potencial de regeneração natural do Cerrado. A partir das informações analisadas, utilizou-se um modelo para mapear áreas com maior potencial de regeneração natural em pastagens no Cerrado. As hipóteses deste capítulo foram:

i) A regeneração natural do Cerrado será maior em regiões onde a fitofisionomia de origem era savana ou campo, com solos menos férteis, mais declivosos e com maior déficit hídrico, pois nessas áreas, o manejo é menos intensificado e o capim exótico, principal competidor, não se estabelece bem;

ii) A porcentagem de cobertura, densidade e riqueza de regenerantes do Cerrado será menor em pastagens mais antigas, pois o manejo foi prolongado ao longo dos anos;

iii) A paisagem terá pouca ou nenhuma influência na regeneração natural do Cerrado, pois a maioria das espécies nativas regeneram da capacidade de rebrota;

iv) As árvores nativas remanescentes em pastagens serão facilitadoras na densidade e riqueza de regenerantes arbóreos, pois essas contribuem em sementes, gemas e raízes no solo.

O terceiro capítulo teve como objetivo identificar as percepções e os fatores de influência dos pecuaristas do Cerrado em participar de programas de restauração de paisagens em suas propriedades, com enfoque nas pastagens improdutivas e degradadas. Para isso, foram realizadas entrevistas com os produtores rurais em diferentes ecorregiões do Cerrado. As perguntas realizadas identificaram se existiam pastagens ou outras áreas degradadas na propriedade e se os produtores possuíam interesse em restaurá-las, retornando com a vegetação do Cerrado. O perfil das propriedades também pôde ser traçado com as entrevistas, como tamanho da propriedade, a existência de Reserva Legal demarcada, assistência técnica e se os pecuaristas valorizavam o Cerrado. A partir das

informações, foram realizadas análises considerando as diferenças socioambientais e regionais no interesse dos pecuaristas em restaurar paisagens nas propriedades privadas do Cerrado. As hipóteses nessa etapa do estudo foram:

i) Produtores rurais em ecorregiões mais secas e quentes do Cerrado terão maior interesse em participar de programas de restauração para melhorar a disponibilidade de água e outros recursos ecossistêmicos em suas propriedades;

ii) Produtores que possuem déficit de vegetação nativa nas suas Reservas Legais terão maior interesse em restaurar pastagens degradadas para adequar suas propriedades diante da legislação;

iii) As grandes propriedades rurais não terão interesse em restaurar a paisagem para retornar com a vegetação do Cerrado, porque representaria perder áreas de produção;

iv) Os pecuaristas que possuem iniciativas e que demonstram preocupação com o meio ambiente, terão maior interesse em restaurar pastagens degradadas, por valorizarem o Cerrado;

v) Produtores que possuem assistência técnica terão maior interesse em fazer parte de programas de restauração, por terem maior acesso à informação e compreenderem a importância e os benefícios de restaurar paisagens degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accatino, F., De Michele, C., Vezzoli, R., Donzelli, D., Scholes, R.J., 2010. Tree-grass co-existence in savanna: Interactions of rain and fire. *J. Theor. Biol.* 267. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.08.012>
- Almeida-Neto, M., Prado, P.I., Kubota, U., Bariani, J.M., Aguirre, G.H., Lewinsohn, T.M., 2010. Invasive grasses and native Asteraceae in the Brazilian Cerrado. *Plant Ecol.* 209, 109–122. <https://doi.org/10.1007/s11258-010-9727-8>
- Almeida, R.G., Maurício, C., Andrade, S., Paciullo, D.S.C., Fernandes, P.C.C., Clara, A., Cavalcante, R., Barbosa, R.A., Valle, C.B., 2013. Brazilian agroforestry systems for cattle and sheep. *Trop. Grasslands-Forrajes Trop.* 1, 175–183.
- Arantes, A.E., Couto, V.R. de M., Sano, E.E., Ferreira, L.G., 2018. Livestock intensification potential in Brazil based on agricultural census and satellite data analysis. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 53, 1053–1060. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000900009>
- Balbino, L.C., Barcellos, A.O., Stone, L.F., 2011. Reference Document Crop-Livestock-Forestry Integration 130.
- Batalha, M.A., Martins, F.R., 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Aust. J. Bot.* 52. <https://doi.org/10.1071/BT03098>
- Brando, P.M., Durigan, G., 2004. Changes in Cerrado Vegetation after Disturbance by Frost (São Paulo State , Brazil) Author (s): Paulo Monteiro Brando and Giselda Durigan Changes Brazil) in cerrado vegetation after disturbance by frost (Sao Paulo State ,. *Plant Ecol.* 175, 205–215.

- Brooks, K.J., Setterfield, S.A., Douglas, M.M., 2010. Exotic grass invasions: Applying a conceptual framework to the dynamics of degradation and restoration in Australia's tropical savannas. *Restor. Ecol.* 18, 188–197.
<https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00470.x>
- Bruziguessi E.P., Silva T.R, Moreira G.D.L.B, Vieira D. L.M., 2021. Sistemas Silvopastoris com Árvores Nativas no Cerrado. Mil Folhas IEB, Brasília.
- Cava, M.G.B., Pilon, N.A.L., Ribeiro, M.C., Durigan, G., 2018. Abandoned pastures cannot spontaneously recover the attributes of old-growth savannas. *J. Appl. Ecol.* 55, 1164–1172. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13046>
- Chazdon, R.L., 2017. Landscape Restoration , Natural Regeneration and the forests of the future 1 251–257. <https://doi.org/10.3417/2016035>
- Chazdon, R.L., 2016. Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics 48, 709–715.
- Colli, G.R., Vieira, C.R., Dianese, J.C., 2020. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. *Biodivers. Conserv.* 29, 1465–1475.
<https://doi.org/10.1007/s10531-020-01967-x>
- Cubbage, F., Balmelli, G., Bussoni, A., Noellemeyer, E., Pachas, A.N., Fassola, H., Colcombet, L., Rossner, B., Frey, G., Dube, F., de Silva, M.L., Stevenson, H., Hamilton, J., Hubbard, W., 2012. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. *Agrofor. Syst.* 86, 303–314.
<https://doi.org/10.1007/s10457-012-9482-z>
- Damasceno, G., Souza, L., Pivello, V.R., Gorgone-Barbosa, E., Giroldo, P.Z., Fidelis, A., 2018. Impact of invasive grasses on Cerrado under natural regeneration. *Biol.*

- Invasions 20, 3621–3629. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1800-6>
- Dias, L.C.P., Pimenta, F.M., Santos, A.B., Costa, M.H., Ladle, R.J., 2016. Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. *Glob. Chang. Biol.* 22, 2887–2903. <https://doi.org/10.1111/gcb.13314>
- Diniz-Filho, J.A.F., de Oliveira Ferraz Barbosa, A.C., Chaves, L.J., da Silva e Souza, K., Dobrovolski, R., Rattis, L., Terribile, L.C., Lima-Ribeiro, M.S., de Oliveira, G., Brum, F.T., Loyola, R., de Campos Telles, M.P., 2020. Overcoming the worst of both worlds: integrating climate change and habitat loss into spatial conservation planning of genetic diversity in the Brazilian Cerrado. *Biodivers. Conserv.* 29, 1555–1570. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1667-y>
- Durigan, G., Contieri, W.A., Franco, G.A.D.C., Garrido, M.A.O., 1998. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, assis, SP. *Acta Bot. Brasilica* 12, 421–429. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061998000400011>
- Eiten, G., 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Bot. Rev.* 38. <https://doi.org/10.1007/BF02859158>
- Ferraz-de-Oliveira, M.I., Azeda, C., Pinto-Correia, T., 2016. Management of Montados and Dehesas for High Nature Value: an interdisciplinary pathway. *Agrofor. Syst.* 90, 1–6. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9900-8>
- Ferreira, M.C., Vieira, D.L.M., 2017. Topsoil for restoration: Resprouting of root fragments and germination of pioneers trigger tropical dry forest regeneration. *Ecol. Eng.* 103, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.03.006>
- Françoso, R.D., Brandão, R., Nogueira, C.C., Salmona, Y.B., Machado, R.B., Colli,

- G.R., 2015. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Nat. e Conserv.* 13, 35–40.
<https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.001>
- Françoso, R.D., Dexter, K.G., Machado, R.B., Pennington, R.T., Pinto, J.R.R., Brandão, R.A., Ratter, J.A., 2020. Delimiting floristic biogeographic districts in the Cerrado and assessing their conservation status. *Biodivers. Conserv.* 29, 1477–1500.
<https://doi.org/10.1007/s10531-019-01819-3>
- Glauco Kimura de Freitas; Vânia Regina Pivello, 2005. A Ameaça das Gramíneas Exóticas à Biodiversidade. In: O desafio da conservação dos recursos naturais na região. Cap. 22, Paat V., *Circumscribere: International Journal for the History of Science*. <https://doi.org/10.23925/1980-7651.2019v23;p45-64>
- Grau, R., Kuemmerle, T., Macchi, L., 2013. Beyond “land sparing versus land sharing”: Environmental heterogeneity, globalization and the balance between agricultural production and nature conservation. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 5, 477–483.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.06.001>
- Hanson, C., Buckingham, K., Dewitt, S., Laestadius, L., 2015. The Restoration Diagnostic 96. <https://doi.org/978-1-56973-875-7>
- Higgins, S.I., Bond, W.J., Trollope, W.S.W., 2000. Fire, resprouting and variability: A recipe for grass-tree coexistence in savanna. *J. Ecol.* 88.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00435.x>
- Hobbs, R.J., Walker, L.R., Walker, J., 2007. Integrating Restoration and Succession, Linking Restoration and Ecological Succession. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35303-6_8

- Hoffmann, W.A., Haridasan, M., 2008. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. *Austral Ecol.* 33, 29–36.
<https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2007.01787.x>
- Holl, K.D., Aide, T.M., 2011. Forest Ecology and Management When and where to actively restore ecosystems ? *For. Ecol. Manage.* 261, 1558–1563.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.004>
- Kennedy, C.M., Hawthorne, P.L., Miteva, D.A., Baumgarten, L., Sochi, K., Matsumoto, M., Evans, J.S., Polasky, S., Hamel, P., Vieira, E.M., Develey, P.F., Sekercioglu, C.H., Davidson, A.D., Uhlhorn, E.M., Kiesecker, J., 2016. Optimizing land use decision-making to sustain Brazilian agricultural profits, biodiversity and ecosystem services. *Biol. Conserv.* 204, 221–230.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.039>
- Lapola, D.M., Martinelli, L.A., Peres, C.A., Ometto, J.P.H.B., Ferreira, M.E., Nobre, C.A., Aguiar, A.P.D., Bustamante, M.M.C., Cardoso, M.F., Costa, M.H., Joly, C.A., Leite, C.C., Moutinho, P., Sampaio, G., Strassburg, B.B.N., Vieira, I.C.G., 2014. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. *Nat. Clim. Chang.* 4, 27–35. <https://doi.org/10.1038/nclimate2056>
- Latawiec, A.E., Strassburg, B.B.N., Silva, D., Alves-Pinto, H.N., Feltran-Barbieri, R., Castro, A., Iribarrem, A., Rangel, M.C., Kalif, K.A.B., Gardner, T., Beduschi, F., 2017. Improving land management in Brazil: A perspective from producers. *Agric. Ecosyst. Environ.* 240, 276–286. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.043>
- Lima, J.E.F.W., da Silva, E.M., Oliveira-Filho, E.C., Martins, E.S., Reatto, A., Bufon, V.B., 2011. The relevance of the Cerrado's water resources to the Brazilian

- development. Proc. XIVth IWRA World Water Congr.
- Lima, J.E.F.W., de Gois Aquino, F., Chaves, T.A., Lorz, C., 2017. Development of a spatially explicit approach for mapping ecosystem services in the Brazilian Savanna – MapES. *Ecol. Indic.* 82. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.028>
- Lusiana, B., van Noordwijk, M., Cadisch, G., 2012. Land sparing or sharing? Exploring livestock fodder options in combination with land use zoning and consequences for livelihoods and net carbon stocks using the FALLOW model. *Agric. Ecosyst. Environ.* 159, 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.07.006>
- Manning, A.D., Fischer, J., Lindenmayer, D.B., 2006. Scattered trees are keystone structures - Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 132, 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.023>
- MapBiomass, 2019. Coleção 4 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. Proj. MapBiomass.
- Mattison, E.H.A., Norris, K., 2005. Bridging the gaps between agricultural policy, land-use and biodiversity. *Trends Ecol. Evol.* 20, 610–616. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.08.011>
- Michael Begon; Colin R. Townsend; John L. Harper;, 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*.
- Montagnini, F., Ibrahim, M., Murgueitio Restrepo, E., 2013. Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. *Bois Forests des Trop.* 67, 3–16. <https://doi.org/10.19182/bft2013.316.a20528>
- Mueller, C.C., Martha, G.B.M., 2018. A agropecuária eo desenvolvimento sócio-

econômico recente do Cerrado A agropecuária e o desenvolvimento sócio-econômico recente do Cerrado. Simpósio Int. Savanas Trop. 41.

- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities articles. *Nature* 403, 853–858. <https://doi.org/doi.org/10.1038/35002501>.
- Overbeck, G.E., Vélez-Martin, E., Scarano, F.R., Lewinsohn, T.M., Fonseca, C.R., Meyer, S.T., Müller, S.C., Ceotto, P., Dadalt, L., Durigan, G., Ganade, G., Gossner, M.M., Guadagnin, D.L., Lorenzen, K., Jacobi, C.M., Weisser, W.W., Pillar, V.D., 2015. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Divers. Distrib.* 21, 1455–1460. <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>
- Pereira, O.J.R., Ferreira, L.G., Pinto, F., Baumgarten, L., 2018. Assessing pasture degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of MODIS NDVI time-series. *Remote Sens.* 10. <https://doi.org/10.3390/rs10111761>
- Pilon, N.A.L., Cava, M.G.B., Hoffmann, W.A., Abreu, R.C.R., Fidelis, A., Durigan, G., 2020. The diversity of post-fire regeneration strategies in the cerrado ground layer. *J. Ecol.* 109, 154–166. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13456>
- Pivello, V.R., Shida, C.N., Meirelles, S.T., 1999. Alien grasses in Brazilian savannas: A threat to the biodiversity. *Biodivers. Conserv.* 8. <https://doi.org/10.1023/A:1008933305857>
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *Cerrado Ecol. e flora.*
- Sabourin, E., 2009. Camponeses do Brasil: entre a troca mercantil e a reciprocidade 328.

- Salazar, A., Goldstein, G., Franco, A.C., Miralles-Wilhelm, F., 2011. Timing of seed dispersal and dormancy, rather than persistent soil seed-banks, control seedling recruitment of woody plants in Neotropical savannas. *Seed Sci. Res.* 21, 103–116.
<https://doi.org/10.1017/S0960258510000413>
- Sampaio, A.B., Holl, K.D., Scariot, A., 2007a. Regeneration of seasonal deciduous forest tree species in long-used pastures in central Brazil. *Biotropica* 39, 655–659.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00295.x>
- Sampaio, A.B., Holl, K.D., Scariot, A., 2007b. Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in central Brazil? *Restor. Ecol.* 15.
<https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2007.00242.x>
- Sano, E.E., Rodrigues, A.A., Martins, E.S., Bettiol, G.M., Bustamante, M.M.C., Bezerra, A.S., Couto, A.F., Vasconcelos, V., Schüler, J., Bolfe, E.L., 2019. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. *J. Environ. Manage.* 232, 818–828.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.108>
- Schmidt, I.B., Ferreira, M.C., Sampaio, A.B., Walter, B.M.T., Vieira, D.L.M., Holl, K.D., 2019. Tailoring restoration interventions to the grassland-savanna-forest complex in central Brazil. *Restor. Ecol.* 27, 942–948.
<https://doi.org/10.1111/rec.12981>
- Silva, C.M. da, 2018. Between fenix and ceres: The great acceleration and the agricultural frontier in the brazilian cerrado. *Varia Hist.* 34, 409–444.
<https://doi.org/10.1590/0104-87752018000200006>
- Silva, F.A.M., Assad, E.D., Steinke, E.T., Müller, A.G., 2008. Clima do Bioma

- Cerrado. Albuquerque, ACS.; Silva, AG., eds. *Agric. Trop. quatro décadas inovações tecnológicas, Inst. e políticas*. Brasília, DF Embrapa Informação Tecnológica. 93–148.
- Silva, S.D., Mateus, R., Braz, V., Peixoto, J., 2015. A Fronteira do Gado e a Melinis Minutiflora P. Beauv. (POACEAE): A História Ambiental e as Paisagens Campestres do Cerrado Goiano no Século XIX. *Sustentabilidade em Debate* 6, 17. <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v6n2.2015.15469>
- Simon, M.F., Grether, R., De Queiroz, L.P., Skemae, C., Pennington, R.T., Hughes, C.E., 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 106, 20359–20364. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903410106>
- Strassburg, B.B.N., Latawiec, A.E., Barioni, L.G., Nobre, C.A., da Silva, V.P., Valentim, J.F., Vianna, M., Assad, E.D., 2014. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Glob. Environ. Chang.* 28, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.001>
- Suding, K., Spotswood, E., Chapple, D., Beller, E., Gross, K., 2017. Ecological dynamics and ecological restoration, in: *Foundations of Restoration Ecology: Second Edition*. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-698-1_2
- Valverde, O., 2012. *Geografia da pecuária no Brasil*. Finisterra. <https://doi.org/10.18055/finis2524>
- Vieira, D.L.M., Scariot, A., 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restor. Ecol.* 14, 11–20. <https://doi.org/10.1111/j.1526->

100X.2006.00100.x

Walker, L.R., Walker, J., Hobbs, R.J., 2007. Linking Restoration and Ecological

Succession, in: Manipulation of Succession. pp. 121–149.

https://doi.org/10.1007/978-0-387-35303-6_6

Wittman, H., Chappell, M.J., Abson, D.J., Kerr, R.B., Blesh, J., Hanspach, J., Perfecto,

I., Fischer, J., 2017. A social–ecological perspective on harmonizing food security and biodiversity conservation. *Reg. Environ. Chang.* 17, 1291–1301.

<https://doi.org/10.1007/s10113-016-1045-9>

Zahawi, R.A., Reid, J.L., Holl, K.D., 2014. Hidden Costs of Passive Restoration.

Restor. Ecol. 22, 284–287. <https://doi.org/10.1111/rec.12098>

Zenni, R.D., Ziller, R.S., 2011. Visao geral das plantas exoticas invasoras no Brasil.

Rev. Bras. Bot. 34. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000300016>

CAPÍTULO I:

AS ÁRVORES NATIVAS DO CERRADO EM PASTAGENS CULTIVADAS

RESUMO

As pastagens cultivadas ocupam 30% do Cerrado brasileiro. Cerca de 70% das pastagens no Brasil possuem baixa produtividade, exigindo intensificação. A intensificação da pastagem, conforme proposto convencionalmente, promete a conservação por meio da preservação da terra. No entanto, não inclui sistemas silvipastoris, um tipo de intensificação que aumenta o balanço de carbono e a conservação da biodiversidade *in situ*. No Cerrado, os sistemas silvipastoris seriam facilmente estabelecidos, pois pastagens com árvores nativas são comumente encontradas na paisagem. Neste estudo, identificou-se as espécies mais frequentes de árvores nativas remanescentes em 93 áreas de pastagens cultivadas distribuídas ao longo de 15 ecorregiões no bioma Cerrado. Esperava-se que a densidade de árvores variasse em função da idade da pastagem e intensificação do manejo da pastagem. Foram identificadas em campo 832 árvores ($8,95 \text{ árvores ha}^{-1} \pm 16,11 \text{ DP}$) de 132 espécies ($1,42 \text{ espécies ha}^{-1} \pm 4,34 \text{ DP ha}^{-1}$). As espécies arbóreas mais frequentes foram aquelas de alto valor comercial, como a árvore madeireira *Astronium urundeuva* (aroeira) e a frutífera *Caryocar brasiliense* (pequi). O estoque médio de carbono acima do solo de árvores nativas do Cerrado em pastagens foi estimado em $1,2 \text{ Mg ha}^{-1} (\pm 1,2 \text{ DP})$. Esse estudo indica que existem pastagens produtivas com a riqueza de espécies de árvores nativas que podem ser utilizadas como modelos para estratégias de intensificação sustentável em diferentes ecorregiões do Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

As pastagens extensas e degradadas são vistas como oportunidade para intensificação e integração da pecuária com lavoura ou para a conversão das áreas de pasto em agricultura, como plantio de soja e milho em terras aráveis (Garcia et al., 2017; Ermgassen et al., 2018; Sparovek et al., 2018). Embora a intensificação sustentável possa incluir práticas que integram a biodiversidade à agricultura para aumentar a produção de alimentos, energia e a conservação da terra (Garnett et al., 2013), a intensificação das pastagens no Brasil é feita apenas para a finalidade de aumento da produtividade (Garcia et al., 2017; Oliveira Silva et al., 2017). Conseqüentemente, os sistemas silvipastoris (SSPs) com árvores nativas não são considerados uma opção de intensificação sustentável para a pecuária brasileira (Tonucci et al., 2011; Santos et al., 2018). Os SSPs são caracterizados por uma presença significativa de árvores ou arbustos, que são plantados, manejados ou permitidos em pastagens cultivadas ou naturais (Cubbage et al., 2012). Eles podem aumentar a diversidade de produtos, como madeira e frutas, também como a produtividade da pastagem, melhorando a qualidade do solo e o microclima para o gado e as gramíneas (Belsky et al., 1989; Cubbage et al., 2012). O SSP também aumenta significativamente o estoque de carbono em pastagens em relação àsquelas sem árvores (Tapasco et al., 2019).

Pastagens com árvores dispersas podem conservar proporções consideráveis da riqueza de espécies encontradas em ecossistemas naturais (Athayde et al., 2015; Plieninger et al., 2015; Le Roux et al., 2018). Elas também fornecem recursos para a fauna nativa (Pizo e Santos, 2011) e aumentam a permeabilidade da paisagem, apoiando o movimento dos animais entre manchas de habitat (Manning et al., 2006; Harvey et al., 2011). Embora as árvores dispersas sejam importantes para a produtividade bovina e a conservação da biodiversidade, sua densidade está diminuindo nas paisagens agrícolas do

mundo devido às práticas de manejo inadequadas que causam alta mortalidade e baixo recrutamento (Gibbons et al., 2008). Políticas públicas, incentivos de mercado e capacitação podem ser determinantes para os agricultores adotarem práticas que aumentem (por exemplo, plantando e mantendo espécies de árvores nativas) ou reduzam (por exemplo, capina e mecanização) o número e a diversidade de árvores espalhadas (Fischer et al., 2008; Bergmeier et al., 2010; Cabbage et al., 2012).

A diversidade e densidade de árvores espalhadas em pastagens podem estar relacionadas com atributos biofísicos, culturais e socioeconômicos locais (Manning et al., 2006; Dohn et al., 2013). Em regiões com baixo índice pluviométrico e alto déficit hídrico, raízes profundas de árvores dispersas podem trazer benefícios para a produtividade da pastagem, pois podem aumentar a disponibilidade de nutrientes e água por meio de levantamento hidráulico, enquanto em regiões com níveis mais elevados de precipitação (ou seja, pastagens com maior umidade do solo), a sombra das árvores pode reduzir a produtividade da pastagem (hipótese do gradiente de estresse; Dohn et al., 2013). Árvores dispersas em pastagens também podem ter valor cultural ou econômico, como frutas, madeira, serviços ecossistêmicos e valores recreativos (Manning et al., 2006; Blicharska e Mikusinski, 2014; Garrido et al., 2017). A combinação desses fatores orienta os proprietários de terras sobre como gerenciar a densidade e a composição de espécies de árvores espalhadas nas pastagens.

O Cerrado é a savana brasileira de maior biodiversidade do planeta, abrigando 12 mil espécies de plantas com flores, das quais 35% são endêmicas e 645 em risco de extinção (BFG, 2015; Joly et al., 2019). Este bioma, com mais de 2 milhões de km² de extensão na parte central do país, é considerado um *hotspot* para a conservação da biodiversidade devido às suas altas taxas de perda de habitat (Myers et al., 2000). O Cerrado já perdeu 46% de sua vegetação natural (MMA, 2015) e apenas 8,7% de seu

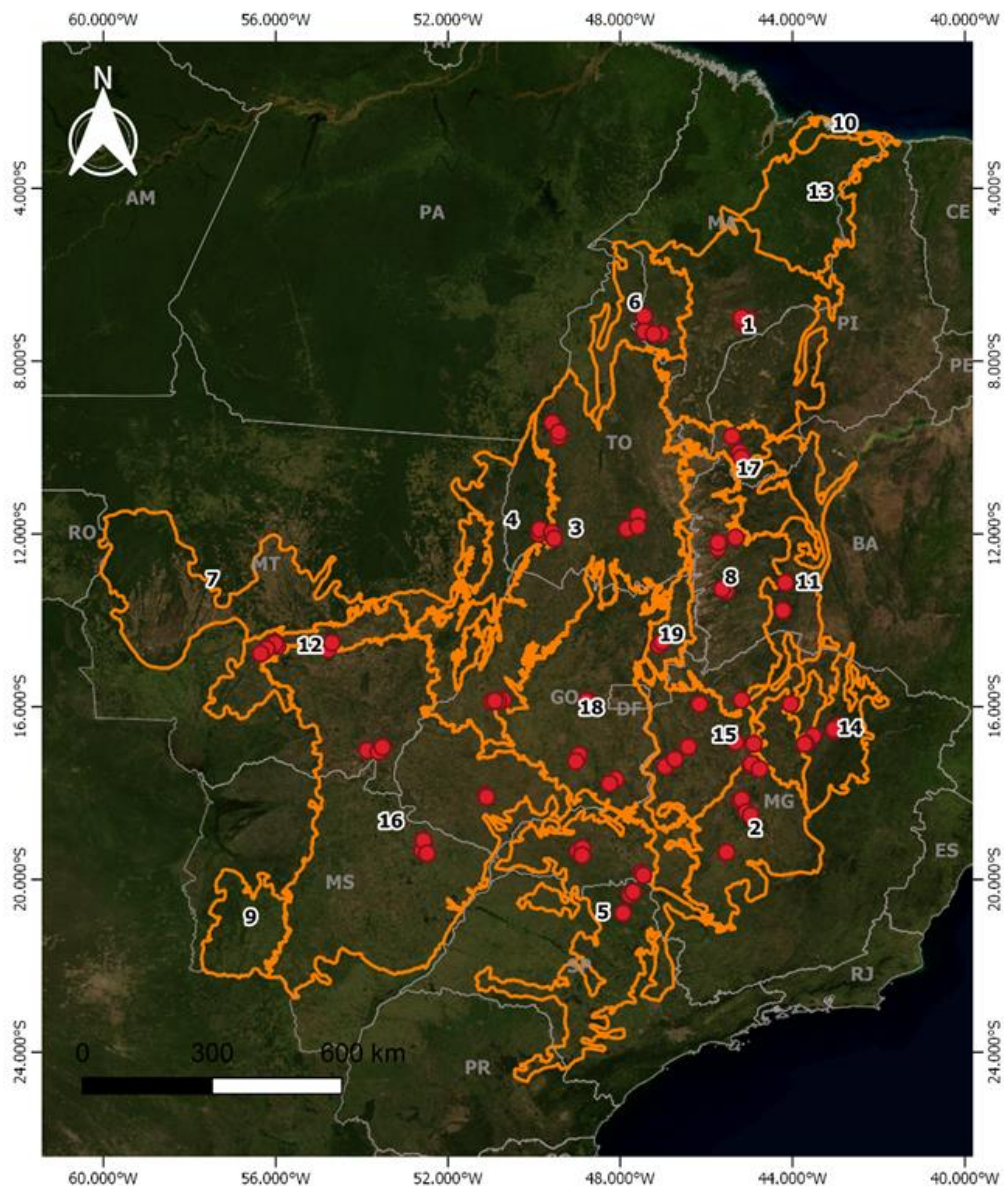
território está protegido em unidades de conservação (Pacheco et al., 2018). Pastagens cultivadas (29,5% do Cerrado) e agricultura (11,7%) são os dois maiores tipos de uso da terra encontrados no Cerrado (MMA, 2015). Em 2018, o Cerrado tinha quase 56 milhões de hectares de pastagens cultivadas que correspondiam a 32% do total de pastagens do Brasil (MapBiomas, 2019).

Os objetivos deste estudo foram (1) avaliar a diversidade de árvores nas pastagens cultivadas do Cerrado; (2) verificar o papel da intensificação do manejo da pastagem na densidade das árvores; e (3) estimar a contribuição das árvores para o estoque de carbono acima do solo. As hipóteses relacionadas nesta etapa do trabalho foram que a) pastagens mais antigas tivessem menos árvores, pois os proprietários deixam as árvores durante o processo de desmatamento para formar as pastagens e, geralmente, as árvores não são substituídas após a senescência ou corte; b) pastagens com manejo intensivo tivessem menor densidade e riqueza de árvores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Amostragem de campo: composição de espécies de árvores

A composição de espécies arbóreas foi determinada em amostragem de campo de 93 pastagens em 90 propriedades rurais, distribuídas em 15 ecorregiões (Figura 1). A localização das amostras de campo em cada ecorregião foi definida de acordo com a disponibilidade e aprovação dos produtores rurais. Em cada pastagem amostrada, estabeleceu-se uma parcela de 200 m × 50 m (1 ha). Todas as árvores com diâmetro na altura da base ≥ 5 cm foram identificadas. As espécies arbóreas foram identificadas no campo ou o material botânico foi coletado e depositado no Herbário da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Recursos Genéticos e Biotecnologia para posterior identificação. O número total de árvores e espécies amostradas foi calculado e estimou-se a frequência relativa das espécies por ecorregião do Cerrado.



● Áreas amostradas

▭ Limite das Ecorregiões do Cerrado

- | | | |
|-----------------------|------------------------------|--|
| 1. Alto Parnaíba | 6. Bico do Papagaio | 11. Depressão Cárstica do S. Francisco |
| 2. Alto São Francisco | 7. Chapada dos Parecis | 12. Depressão Cuiabana |
| 3. Araguaia Tocantins | 8. Chapadão do São Francisco | 13. Floresta de Cocais |
| 4. Bananal | 9. Complexo Bodoquena | 14. Jequitinhonha |
| 5. Basaltos do Paraná | 10. Costeiro | 15. Paracatu |
| 16. Paraná Guimarães | | |
| 17. Parnaguá | | |
| 18. Planalto Central | | |
| 19. Vão do Paraná | | |

Figura 1: Amostragem de campo realizada em 93 áreas de pastagens cultivadas, distribuídas em 15 ecorregiões do Cerrado.

2.2. Características do manejo e da idade das pastagens

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas (Apêndice I) com os produtores rurais das 90 propriedades amostradas, afim de identificar o tipo de manejo usado e a idade das pastagens amostradas. O manejo foi graduado de 0 a 5 pontos, de acordo com a soma da atribuição de um ponto às seguintes características analisadas nas entrevistas: sistematização do pastejo; uso de herbicidas; uso de fertilizantes; uso de gradeamento e mecanização; lanço de sementes do capim cultivado com periodicidade.

2.3. Estoque de carbono acima do solo

O estoque de carbono acima do solo das árvores nas pastagens foi estimado através das amostradas de campo com medidas de diâmetro do tronco e altura das árvores, seguindo a equação proposta por Rezende et al. (2006):

$$C = 0.24564 + 0.01456 * (Db^2) * H$$

Onde C é o estoque de carbono (kg árvore⁻¹), Db é o diâmetro da base (cm) e H é a altura total da árvore (m). Estimou-se o estoque de carbono acima do solo para cada pastagem amostrada em campo.

2.4. Análise estatística

Usou-se a análise de regressão linear múltipla no R (RCoreTeam, 2015) para avaliar a influência do manejo e da idade das pastagens na densidade de árvores encontradas em campo. A densidade das árvores foi previamente transformada em logaritmo. As variáveis foram normalizadas para atender às premissas para o uso da regressão e validadas usando parcelas residuais versus valores ajustados, para verificar a homogeneidade e probabilidade quantil-quantil (QQ) para normalidade (Zuur et al., 2009).

3. RESULTADOS

3.1. Avaliação de árvores dispersas

Nas 93 pastagens amostradas no campo (93 ha), foram identificadas 832 árvores (8,95 árvores ha⁻¹ ± 16,11 DP) de 132 espécies (1,42 espécies ha⁻¹ ± 4,34 DP). Apenas *Eucalyptus* sp. e *Litchi chinensis* Sonn. não eram nativas do Brasil, mas foram amostradas em apenas uma pastagem (Apêndice II). As ecorregiões Depressão Cárstica do São Francisco e Jequitinhonha apresentaram a maior riqueza de espécies por pastagem (9 e 7 espécies por hectare em média), enquanto Basaltos do Paraná, Chapadão do São Francisco, Paraná Guimarães e Depressão Cuiabana tinha apenas uma espécie (Figura 2). Algumas espécies estavam bem distribuídas nas ecorregiões, como *Astronium urundeuva* Allemão & M. Allemão (aroeira), *Pterodon emarginatus* Vogel (sucupira branca) e *Bowdichia virgilioides* Kunth. (sucupira preta), que são árvores de grande porte e alto valor madeireiro, e *Caryocar brasiliense* Cambess (pequizeiro) e *Anacardium occidentale* L. (cajuzeiro), ambas valorizadas para consumo frutífero (Figura 3). Outras espécies foram amostradas em apenas uma ecorregião.

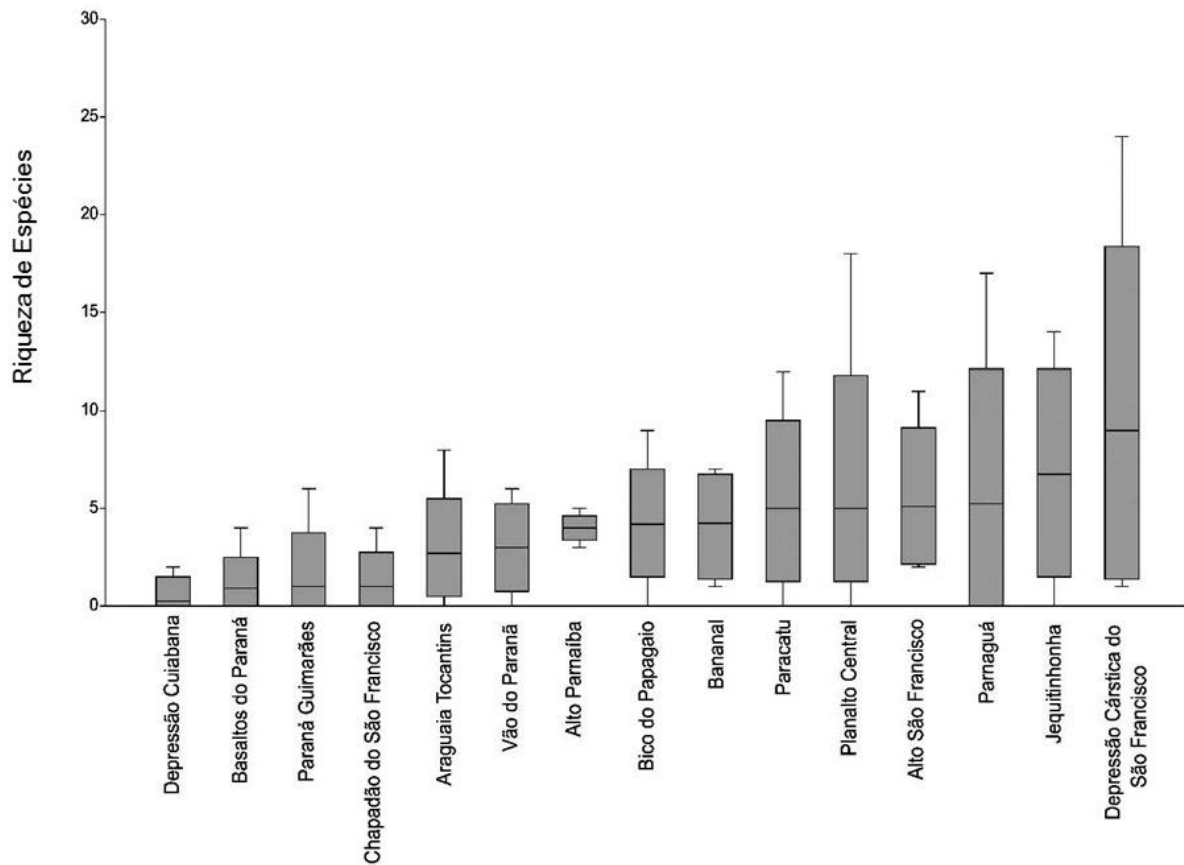


Figura 2: Riqueza de árvores nas pastagens das ecorregiões do Cerrado. Valores de mediana, quartis mínimos e máximos do número de espécies amostrados em parcelas de 1 ha.

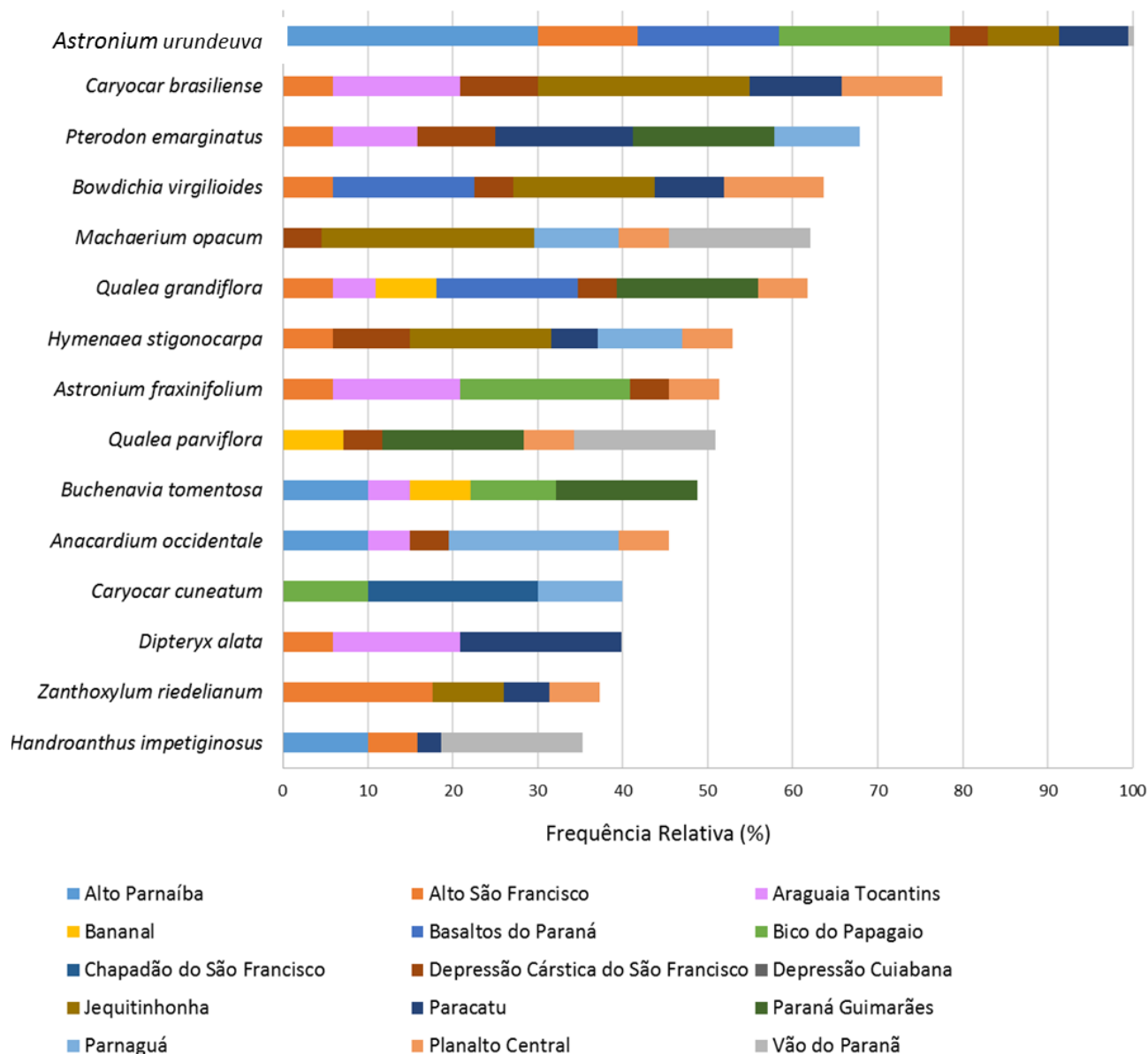


Figura 3: Espécies de árvores nativas mais frequentes nas pastagens cultivadas por ecorregião do Cerrado.

A densidade de árvores foi significativamente relacionada ao nível de intensificação da pastagem ($R^2 = 0,11$; $F(2,90) = 5,7$; $p = 0,00450$; estimativa de intensificação = $-0,33$; $t = -3,27$; $p = 0,00155$; Figura 4), mas não relacionada à idade das pastagens, de acordo com a regressão múltipla (estimativa de idade = $-0,11$; $t = -1,17$; p

= 0,24467). O carbono da parte aérea das árvores foi em média 1,2 Mg C ha⁻¹ (\pm 1,2 DP), variando de <0,1 a 6,0 Mg C ha⁻¹ nas 93 pastagens amostradas.

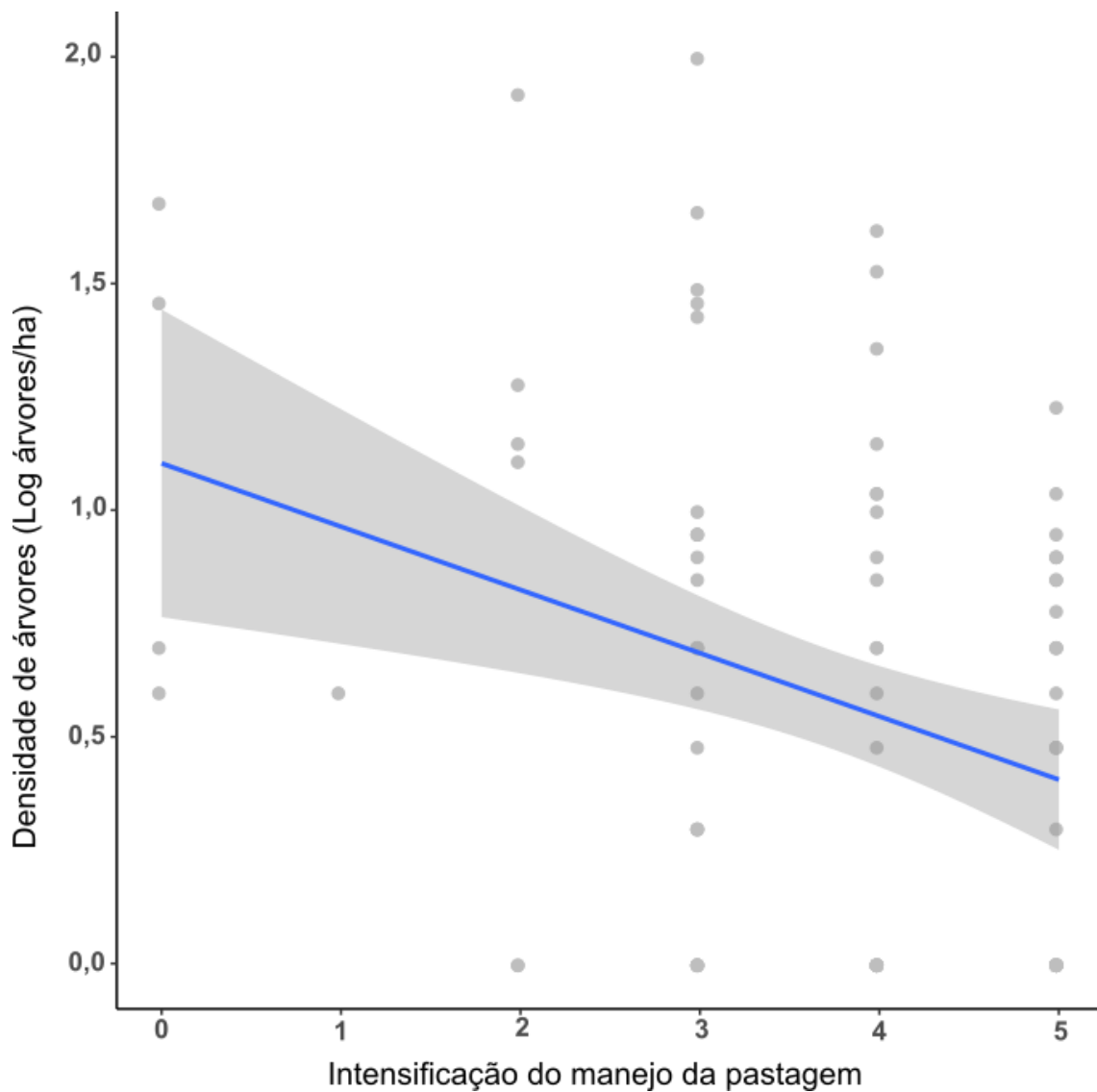


Figura 4: Regressão linear ($R^2 = 0,11$; $p < 0,05$) indicando relação inversa entre a densidade de árvores e a intensificação do manejo das 93 áreas de pastagens cultivadas no Cerrado.

4. DISCUSSÃO

As pastagens cultivadas na paisagem do Cerrado não são apenas pastagens exóticas homogêneas. Em 93 ha, foram observadas 132 espécies de árvores distribuídas em todas as ecorregiões do Cerrado consideradas. Os agricultores que conservam essas árvores apontam para uma grande variedade de benefícios proporcionados pelas árvores nativas, como disponibilidade de sombra, folhas e frutos comestíveis para o gado, outros animais e pessoas (Bruziguessi, 2016). Assim, esses resultados destacam o potencial de implantação de SSP em pastagens no bioma Cerrado. Pastagens produtivas com alta densidade e diversidade de árvores podem ser posteriormente avaliadas como modelos para a intensificação sustentável de pastagens cultivadas no Cerrado.

A riqueza de espécies de árvores dispersas encontradas nas pastagens do Cerrado foi elevada, em decorrência das árvores nativas deixadas na pastagem durante as operações de desmatamento em corte raso. Considerando que as savanas e matas do Cerrado brasileiro possuem em média 814 espécies arbóreas (Françoso et al., 2020), as pastagens consideradas neste estudo mantiveram 16% dessa riqueza de espécies. Havia pastagens com 25 árvores e 24 espécies em um hectare, que de acordo com os proprietários, são pastagens altamente produtivas. Assim, as pastagens cultivadas no Cerrado têm enorme potencial para conservar a diversidade de espécies e fornecer suporte para uma variedade de recursos para a vida selvagem (Manning et al., 2006; Fischer et al., 2010), em comparação com os modelos de SSPs que recomendam espécies não-nativas, como *Eucalyptus* sp. (Almeida et al., 2013; Lana et al., 2016; Santos et al., 2018). Apesar da cadeia produtiva de *Eucalyptus* sp. bem estabelecida, com produção padronizada por plantas clonais de ciclos curtos, o estabelecimento do SSPs com árvores nativas pode representar um custo menor para o agricultor por aproveitar o manejo de árvores remanescentes ou em regeneração natural (Vieira et al., 2007; Hermuche et al.,

2013). Além disso, a diversidade de espécies de árvores em pastagens diversificará a produção da propriedade com madeira, frutas, nozes, resinas e óleos e fornecerá serviços ecossistêmicos, com aumento da capacidade de retenção de água do solo e ciclagem de nutrientes (Montagnini et al., 2013; Bruziguessi, 2016). Agregar valor à pecuária em fazendas que conservam e cultivam árvores nativas do Cerrado, além de promover cadeias produtivas de produtos e serviços da biodiversidade, pode contrabalançar as possíveis vantagens do uso de árvores não nativas no SSPs (Murgueitio et al., 2011; Montagnini et al., 2013; Bruziguessi, 2016).

Esperava-se que as pastagens mais antigas tivessem menos árvores por causa da senescência das árvores e por causa do manejo para evitar a regeneração natural. No entanto, os resultados encontrados mostraram que a densidade de árvores não foi relacionada com a idade da pastagem, mas sim com a intensificação da pastagem. A retenção de árvores nas pastagens é uma decisão que os agricultores tomam com base em seus conhecimentos e interesses próprios, que não depende da lucratividade da propriedade, tamanho, taxas de lotação animal e idade da pastagem (Bruziguessi, 2016). Porém, uma intensificação mais forte, como a integração lavoura-pecuária, provavelmente cortará árvores para desbloquear a passagem de equipamentos amplos, como pulverizadores, semeadoras e colhedoras. Nesses sistemas altamente intensificados, o plantio de árvores pode ser necessário para organizar as árvores espacialmente, como na integração lavoura-pecuária-floresta (Figueiredo et al., 2017). Portanto, a intensificação da pastagem pode permitir árvores do Cerrado, se o planejamento correto e os incentivos adequados estiverem presentes.

As ecorregiões do Cerrado são unidades geográficas que expressam homogeneidade em termos de variáveis biofísicas, sociais, econômicas e culturais (Sano et al., 2019). Esse conjunto de características que determinam as ecorregiões influenciou

os resultados de riqueza de árvores em pastagens no Cerrado. As ecorregiões Depressão Cuiabana, Basaltos do Paraná e Paraná Guimarães apresentaram menor riqueza de espécies de árvores. Essas ecorregiões abrangem estados brasileiros que estão adotando a integração lavoura-pecuária em larga escala, cujas paisagens homogêneas por meio da mecanização utilizam de maquinário pesado (Filho e Costa, 2016; Silva, 2018). Manter ou cultivar árvores em pastagens também pode ser uma escolha individual do agricultor, que é influenciado pela cultura, personalidade ou afinidade com a natureza (Manning et al., 2006; Blicharska e Mikusinski, 2014; Bruziguessi, 2016). Em ecorregiões apontadas com maior densidade de árvores nas pastagens (Silva et al., 2021), como Vão do Paranã, Floresta de Cocais e Paracatu, os agricultores revelaram que cultivam árvores ou as mantêm em pastagens por causa da beleza, da ética com as gerações futuras e da preocupação com as questões ambientais (Bruziguessi, 2016).

Árvores dispersas também contribuíram consideravelmente para os estoques de carbono. A biomassa acima do solo, a biomassa abaixo do solo e o estoque de carbono no solo das pastagens no Cerrado foram estimados em 1,3, 2,6 e 51,7 Mg C ha⁻¹, respectivamente (Dionizio et al., 2020). Nas pastagens estudadas, estimou-se que as árvores nativas do Cerrado adicionam 1,2 Mg C ha⁻¹ de biomassa acima do solo em média, chegando a 6 ton C ha⁻¹ nas pastagens de maior densidade arbórea (100 árvores ha⁻¹). Embora seja um aumento significativo, é mínimo em comparação com os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto no Cerrado, que sequestram (na madeira) 170 Mg C ha⁻¹ em um ciclo de 10 anos com 250-500 árvores ha⁻¹ (Figueiredo et al., 2017). Tais sistemas utilizam uma árvore exótica de rápido crescimento, em alta densidade arbórea, alta adição de insumos, com a finalidade única de colher madeira, evitando, portanto, o desmatamento do Cerrado nativo. Na verdade, tal sistema constitui uma solução dominante para a pegada de carbono da pecuária de corte no Brasil

(Figueiredo et al., 2017). No entanto, as árvores do Cerrado podem se tornar uma opção para contribuir na pegada de carbono, ao aprimorar o conhecimento da genética das espécies, combinações de espécies e densidades, além de serem responsáveis por suas múltiplas funções em pastagens e propriedades rurais.

5. CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo mostraram que as pastagens cultivadas no Cerrado podem conservar uma alta diversidade de árvores nativas. As espécies arbóreas mais comuns em pastagens cultivadas no Cerrado estão diretamente relacionadas ao seu valor comercial. Os SSPs de fácil implementação com árvores nativas têm potencial para ser disseminado no Cerrado para múltiplos usos. Esse trabalho pode contribuir em estratégias de planejamento e manejo para integração de árvores nativas em pastagens cultivadas. Os agricultores devem ser incentivados a adotar práticas de manejo para conservar e cultivar árvores nativas nas pastagens. Tal integração pode contribuir para a intensificação da pecuária no Cerrado brasileiro, alinhada ao desenvolvimento econômico, sustentabilidade e conservação da biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- Almeida, R.G., Maurício, C., Andrade, S., Paciullo, D.S.C., Fernandes, P.C.C., Clara, A., Cavalcante, R., Barbosa, R.A., Valle, C.B., 2013. Brazilian agroforestry systems for cattle and sheep. *Trop. Grasslands-Forrajes Trop.* 1, 175–183.
- Athayde, E.A., Cancian, L.F., Verdade, L.M., Morellato, L.P.C., 2015. Functional and phylogenetic diversity of scattered trees in an agricultural landscape: Implications for conservation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 199, 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.003>
- Belsky A. J. , Amundson R. G. , Duxbury J. M., Riha S. J., A.A.R. and M.S.M., 2016. The Effects of Trees on Their Physical , Chemical and Biological Environments in

- a Semi- Arid Savanna in Kenya Author (s): A . J . Belsky , R . G . Amundson , J . M . Duxbury , S . J . Riha , A . R . Ali and S . M . Mwonga Source : Journal of Applied Ec. J. Appl. Ecol. 26, 1005–1024.
- Bergmeier, E., Petermann, J., Schröder, E., 2010. Geobotanical survey of wood-pasture habitats in Europe: Diversity, threats and conservation. *Biodivers. Conserv.* 19, 2995–3014. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9872-3>
- BFG, 2015. Growing knowledge: An overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguesia* 66, 1085–1113. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>
- Blicharska, M., Mikusiński, G., 2014. Incorporating Social and Cultural Significance of Large Old Trees in Conservation Policy. *Conserv. Biol.* 28, 1558–1567. <https://doi.org/10.1111/cobi.12341>
- Bruziguessi, E.P., 2016. ÁRVORES NATIVAS DO CERRADO NA PASTAGEM: POR QUÊ? COMO? QUAIS? Procapim Pós-Graduação em Ciências Florestais, Univ. Brasília - UnB. 163.
- Cubbage, F., Balmelli, G., Bussoni, A., Noellemeyer, E., Pachas, A.N., Fassola, H., Colcombet, L., Rossner, B., Frey, G., Dube, F., de Silva, M.L., Stevenson, H., Hamilton, J., Hubbard, W., 2012. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. *Agrofor. Syst.* 86, 303–314. <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9482-z>
- Dionizio, E.A., Pimenta, F.M., Lima, L.B., Costa, M.H., 2020. Carbon stocks and dynamics of different land uses on the Cerrado agricultural frontier. *PLoS ONE.* 15,11: e0241637. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241637>
- Dohn, J., Dembélé, F., Karembé, M., Moustakas, A., Amévor, K.A., Hanan, N.P., 2013. Tree effects on grass growth in savannas: Competition, facilitation and the stress-gradient hypothesis. *J. Ecol.* 101, 202–209. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12010>
- Ermgassen, E.K.H.J., de Alcântara, M.P., Balmford, A., Barioni, L., Neto, F.B., Bettarello, M.M.F., de Brito, G., Carrero, G.C., Florence, E. de A.S., Garcia, E., Gonçalves, E.T., da Luz, C.T., Mallman, G.M., Strassburg, B.B.N., Valentim, J.F., Latawiec, A., 2018. Results from on-the-ground efforts to promote sustainable cattle

- ranching in the Brazilian Amazon. *Sustain.* 10. <https://doi.org/10.3390/su10041301>
- Filho, A.C., Costa, K., 2016. A expansão da soja no Cerrado - caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável. *Agroicone* 30.
- Figueiredo, E.B., Jayasundara, S., Bordonal, R.O., Berchielli, T.T., Reis, R.A., Wagner-Riddle, C., La Scala Jr., N. 2017. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil. *Journal of Cleaner Production.* 142, 420-431, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.132>.
- Fischer, J., Brosi, B., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., Goldman, R., Goldstein, J., Lindenmayer, D.B., Manning, A.D., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ranganathan, J., Tallis, H., 2008. Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? *Front. Ecol. Environ.* 6, 380–385. <https://doi.org/10.1890/070019>
- Fischer, J., Stott, J., Law, B.S., 2010. The disproportionate value of scattered trees. *Biol. Conserv.* 143, 1564–1567. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.030>
- Fisher, A., Danaher, T., Gill, T. 2017. Mapping trees in high resolution imagery across large areas using locally variable thresholds guided by medium resolution tree maps. *Int. J. of Applied Earth Obs. and Geoinf.* 58, 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.02.004>.
- Françoso, R.D., Dexter, K.G., Machado, R.B., Pennington, R.T., Pinto, J.R.R., Brandão, R.A., Ratter, J.A., 2020. Delimiting floristic biogeographic districts in the Cerrado and assessing their conservation status. *Biodivers. Conserv.* 29, 1477–1500. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01819-3>
- Garcia, E., Filho, F.S.V.R., Mallmann, G.M., Fonseca, F., 2017. Costs, benefits and challenges of sustainable livestock intensification in a major deforestation frontier in the Brazilian amazon. *Sustain.* 9. <https://doi.org/10.3390/su9010158>
- Garnett, T., Appleby, M.C., Balmford, A., Bateman, I.J., Benton, T.G., Bloomer, P., Burlingame, B., Dawkins, M., Dolan, L., Fraser, D., Herrero, M., Hoffmann, I., Smith, P., Thornton, P.K., Toulmin, C., Vermeulen, S.J., Godfray H.C.J., 2013. Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies. *Science.* 341, 33-

34. [https://doi.org/ 10.1126/science.1234485](https://doi.org/10.1126/science.1234485)

- Garrido, P., Elbakidze, M., Angelstam, P., 2017. Stakeholders' perceptions on ecosystem services in Östergötland's (Sweden) threatened oak wood-pasture landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 158, 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.08.018>
- Gibbons, P., Lindenmayer, D.B., Fischer, J., Manning, A.D., Weinberg, A., Seddon, J., Ryan, P., Barrett, G., 2008. The future of scattered trees in agricultural landscapes. *Conserv. Biol.* 22, 1309–1319. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00997.x>
- Harvey, C.A., Villanueva, C., Esquivel, H., Gómez, R., Ibrahim, M., Lopez, M., Martinez, J., Muñoz, D., Restrepo, C., Saénz, J.C., Villacís, J., Sinclair, F.L., 2011. Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *For. Ecol. Manage.* 261, 1664–1674. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.004>
- Hermuche, P.M., Vieira, D.L.M., Sano, E.E., 2013. Modeling tree cover changes in a pasture-dominated landscape by adopting silvopastoral practices in a dry forest region in Central Brazil. *Agrofor. Syst.* 87, 881–890. <https://doi.org/10.1007/s10457-013-9604-2>
- Joly, C.A., Scarano, F.R., Seixas, C.S., Metzger, J.P., Ometto, J.P., Bustamante, M.M.C., Padgurschi, M.C.G., Pires, A.P.F., Castro, P.F.D., Gadda, T., Toledo, P., 2019. *BPBES_Diagnostico Brasileiro de Biodiversidade e SE*. Ed. Globo 351.
- Lana, R.M.Q., Lana, Â.M.Q., Reis, G.L., Lemes, E.M., 2016. Productivity and nutritive value of brachiaria forage intercropping with eucalyptus in a Silvopastoral system in the Brazilian Cerrado biome. *Aust. J. Crop Sci.* 10, 654–659. <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.05.p7346>
- Le Roux, D.S., Ikin, K., Lindenmayer, D.B., Manning, A.D., Gibbons, P., 2018. The value of scattered trees for wildlife: Contrasting effects of landscape context and tree size. *Divers. Distrib.* 24, 69–81. <https://doi.org/10.1111/ddi.12658>
- Manning, A.D., Fischer, J., Lindenmayer, D.B., 2006. Scattered trees are keystone structures - Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 132, 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.023>

- MapBiomias. MapBiomias v. 4.0. <http://mapbiomas.org>.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2015. Mapeamento do uso e cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília: MMA, 66.
- Montagnini, F., Ibrahim, M., Murgueitio Restrepo, E., 2013. Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. *Bois Forets des Trop.* 67, 3–16. <https://doi.org/10.19182/bft2013.316.a20528>
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., Solorio, B., 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *For. Ecol. Manage.* 261, 1654–1663. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027>
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities articles. *Nature* 403, 853–858. <https://doi.org/doi.org/10.1038/35002501>.
- Oliveira Silva, R., Barioni, L.G., Hall, J.A.J., Moretti, A.C., Veloso, R. F., Alexander, P., Crespolini, M., Moran, D, 2017. Sustainable intensification of Brazilian livestock production through optimized pasture restoration. *Agricultural Systems.* 153, 201–211, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.001>.
- Pizo, M.A., Santos, B.T.P., 2011. Frugivory, Post-Feeding Flights of Frugivorous Birds and the Movement of Seeds in a Brazilian Fragmented Landscape - Pizo - 2010 - *Biotropica* - Wiley Online Library %U <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2010.00695.x/abstract> 43, 335–342.
- Plevich, J.O., Gyenge, J., Delgado, A.S., Tarico, J.C., Fiandino, S., Utello, M.J., 2019. Production of fodder in a treeless system and in silvopastoral system in central Argentina. *Floresta e Ambient.* 26, 1–12. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.051716>
- Rezende, A., Do Vale, A., Sanquetta, C., Figueiredo Filho, A., Felfili, J., 2006. Comparison of mathematical models to volume, biomass and carbon stock estimation of the woody vegetation of a cerrado sensu stricto in Brasília, DF. *Scientia Forestalis.* 71, 65–76.
- Sano, E.E., Rodrigues, A.A., Martins, E.S., Bettioli, G.M., Bustamante, M.M.C., Bezerra,

- A.S., Couto, A.F., Vasconcelos, V., Schüler, J., Bolfe, E.L., 2019. Cerrado Ecorregiões: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. *J. Environ. Manage.* 232, 818–828. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.108>
- Santos, D.C.; Guimarães Junior, R.; Vilela, L.; Maciel, G.A.; França, A.F.S. 2018. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with *Eucalyptus urograndis* and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. *Agr., Eco. and Envir.*, 266, 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.017>.
- Silva, T.R., Pena, J.C., Martello, F., Bettiol, G.M., Sano, E.E., Vieira, D.L.M., 2021. Not only exotic grasslands: The scattered trees in cultivated pastures of the Brazilian Cerrado. *Agric. Ecosyst. Environ.* 314. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107422>
- Silva, C.M. da, 2018. Between fenix and ceres: The great acceleration and the agricultural frontier in the brazilian cerrado. *Varia Hist.* 34, 409–444. <https://doi.org/10.1590/0104-87752018000200006>
- Sparovek, G., Guidotti, V., Pinto, L.F.G., Berndes, G., Barretto, A., Cerignoni, F., 2018. Asymmetries of cattle and crop productivity and efficiency during Brazil's agricultural expansion from 1975 to 2006. *Elementa* 6. <https://doi.org/10.1525/elementa.187>
- Tapasco, J., LeCoq, J., Ruden, A., Rivas, J., Ortiz, J., 2019. The Livestock Sector in Colombia: Toward a Program to Facilitate Large-Scale Adoption of Mitigation and Adaptation Practices. *Front. Sustain. Food Syst.* 3-61. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00061>
- Tonucci, R.G., Nair, P.K.R., Nair, V.D., Garcia, R., Bernardino, F.S., 2011. Soil Carbon Storage in Silvopasture and Related Land-Use Systems in the Brazilian Cerrado. *J. Environ. Qual.* 40, 833–841. <https://doi.org/10.2134/jeq2010.0162>
- Vieira, D. L. M.; Dourado, B. F.; Moreira, N. dos S; Figueiredo, I. B.; Pereira, A. V. B.; Oliveira, E.L. de, 2014. Agricultores que cultivam árvores no Cerrado. WWF Brasil.

Vieira, D.L.M., Scariot, A., Holl, K.D., 2007. Effects of habitat, cattle grazing and selective logging on seedling survival and growth in dry forests of Central Brazil: Short communications. *Biotropica* 39, 269–274. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00246.x>

Zuur, A., Ieno, E.N., Walker, N., Saveliev, A.A., Smith, G.M., 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. A Mod. Approach to Regres. with R* 573. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2011.01614.x>

CAPÍTULO II:

A REGENERAÇÃO NATURAL DO CERRADO EM PASTAGENS CULTIVADAS E SEUS PREDITORES

RESUMO

Identificar pastagens com alta regeneração natural no Cerrado pode se tornar uma oportunidade para a implementação de intensificação sustentável ou restauração ecológica. A regeneração natural assistida é uma estratégia viável para restauração em larga escala, com uma alta relação custo-benefício. O objetivo deste estudo foi investigar os fatores que influenciam a regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas. Os efeitos do manejo da pastagem, ambiente, paisagem e tempo na regeneração natural da vegetação nativa foram analisados em 93 pastagens ativas e 15 pastagens inativas ao longo do Cerrado. As informações obtidas em campo foram analisadas junto à dados de plataformas digitais para compor um mapa do potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas. Pastagens com vegetação original de savana ou campos, solos menos férteis, maior déficit hídrico, presença de remanescentes de árvores adultas, antigas e com menor cobertura de gramíneas exóticas, apresentaram maior regeneração natural do Cerrado. Em pastagens inativas, o tempo sem manejo contribuiu para a regeneração natural do Cerrado. A amostragem nessas pastagens encontrou 206 espécies de ervas, 61 espécies de gramíneas, 133 espécies lenhosas e até 70% da cobertura do Cerrado. No entanto, as gramíneas exóticas estiveram presentes mesmo em pastagens desativadas por 44 anos. Variáveis do manejo de pastagens são essenciais para entender o potencial de regeneração natural do Cerrado, principalmente porque seu mecanismo de regeneração é a capacidade de rebrota de espécies lenhosas e dispersão local de ervas em solos inférteis e ácidos. Diferentemente das florestas tropicais, é menos possível determinar a regeneração natural do Cerrado sem realizar amostragens de campo e levantar o histórico de manejo das áreas.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado tem grande vocação para a implantação de sistemas silvipastoris com árvores nativas (Silva et al., 2021; Bruziguessi et al., 2021). Em regiões mais secas, os produtores rurais optam por deixar considerável densidade e diversidade de espécies de árvores nativas em seus sistemas de produção que contribuem para a sombra, ciclagem de nutrientes, microclima e uso de frutas e madeira (Silva et al., 2021). No entanto, pastagens degradadas e de baixa produtividade, impedidas de intensificar, também podem ser uma oportunidade para a restauração ecológica (Feltran-Barbieri and Féres, 2021; Vieira et al., 2021b). A restauração da vegetação nativa em pastagens exóticas cultivadas que não oferecem retorno econômico aos proprietários rurais atende ao cumprimento da Lei de Proteção à Vegetação Nativa (Brasil, 2012) que determina a conservação ou restauração de Áreas de Proteção Permanente, ou seja, mata ciliar e encostas íngremes, e Reservas Legal, que abrangem 20% da área agrícola no bioma Cerrado e 35% em manchas de Cerrado no bioma Amazônia.

Tanto os sistemas silvipastoris com árvores nativas e a restauração ecológica apresentam menor custo de implantação e maiores chances de sucesso em pastagens onde a vegetação do Cerrado está se regenerando naturalmente (Vieira et al., 2021a). Auxiliar a regeneração natural reduz os custos de restauração e reintrodução de árvores, e tem maior previsibilidade de sucesso, onde há um potencial de regeneração natural (Crouzeilles et al., 2017; Nunes et al., 2017; Bruziguessi et al., 2021). Isso é especialmente importante para o Cerrado, uma vez que a restauração ativa está em desenvolvimento e enfrenta os desafios de introduzir ervas nativas e espécies com difícil reprodução sexual, solo cultivado enriquecido com PH aumentado e competição com gramíneas africanas (Schmidt et al., 2019).

Espera-se que a intensidade do manejo agrícola seja o principal preditor do potencial de regeneração natural (Schmidt et al., 2019; Cava et al., 2020). Isso porque locais sujeitos à fertilização e mecanização do solo limitam fortemente a regeneração natural da vegetação do Cerrado, reduzindo a capacidade de rebrota das plantas nativas e favorecendo gramíneas exóticas por meio de um solo mais rico e menos ácido (Schmidt et al., 2019). As savanas apresentam forte regeneração natural após perturbação devido à forte capacidade de rebrota de suas espécies (Ferreira e Vieira, 2017; Schmidt et al., 2019), embora a regeneração por reprodução sexuada seja baixa ou ocorra apenas para algumas espécies (Hoffmann e Moreira, 2002; Pilon et al., 2020). A maioria das espécies lenhosas no Cerrado tem a capacidade de rebrotar de colares de raízes, raízes laterais e rizomas (Durigan et al., 1998; Pilon et al., 2020). Algumas gramíneas e outras ervas também são capazes de rebrotar e se propagar vegetativamente (Pilon et al., 2020). Essa capacidade de regeneração é uma característica evolutiva para enfrentar distúrbios endógenos, como secas e incêndios naturais (Eiten, 1972; Simon et al., 2009; Souchie et al., 2017). No entanto, ainda existem gramíneas e ervas que têm a produção de sementes como sua principal estratégia de regeneração (Pilon et al., 2020). Da mesma forma, espécies de formações florestais do Cerrado se regeneram a partir de sementes (Sampaio et al., 2018).

Para savanas, o potencial de regeneração natural em pastagens e seus preditores são pouco conhecidos. O único estudo publicado mostra que algumas espécies lenhosas podem se regenerar em pastagens abandonadas e que os preditores clássicos de regeneração florestal, idade desde o abandono e cobertura da paisagem com vegetação nativa, se aplicam apenas às savanas do extremo sul do Cerrado brasileiro (Cava et al., 2020). O gatilho da regeneração natural das florestas tropicais é a colonização de árvores pioneiras das fontes de sementes em remanescentes próximos (Ganade e Brown, 2002;

Hartshorn, 2015; Crouzeilles et al., 2017), que não está presente na vegetação do Cerrado. Assim, os preditores de regeneração natural do Cerrado podem ser peculiares e encontrá-los é necessário para estimar e mapear seu potencial de regeneração natural.

É importante entender os efeitos dos preditores biofísicos, da paisagem e do manejo de pastagens sobre a regeneração natural do Cerrado, a fim de contribuir para o mapeamento de seu potencial de regeneração natural e para subsidiar a restauração e implantação de sistemas silvopastorais (Schmidt et al., 2019; Cava et al., 2020; Bruziguessi et al., 2021). O Brasil possui o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa - PLANAVEG, que tem como meta restaurar 12 milhões de hectares até 2030 (Brasil, 2017). Apenas o passivo de Reservas Legais no Cerrado pode contribuir para a obtenção de cerca de 3,7 milhões de ha de restauração (Brasil, 2017). O Plano de Agricultura de Baixo Carbono + (Brasil, 2021), principal incentivo do governo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa da agricultura, adotou práticas agroflorestais (incluindo sistemas silvipastoris). Para cumprir essas estratégias políticas de restauração e agricultura sustentável no país com redução de custos e de forma precisa, é necessária a informação segura sobre o potencial de regeneração natural do Cerrado (Crouzeilles et al., 2017; Nunes et al., 2017).

Neste estudo, investigou-se os fatores que influenciam a regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas ativas, aquelas ainda sob manejo do pecuarista, e inativas, aquelas permanentemente sem manejo ou em abandono. Ao longo de toda a distribuição do Cerrado, avaliou-se os efeitos de variáveis biofísicas, de paisagem e de manejo local nas comunidades de plantas encontradas em pastagens. A principal hipótese é que a regeneração natural do Cerrado será mais influenciada pelo manejo local e atributos biofísicos do que pela cobertura vegetal nativa da paisagem, pois seu principal mecanismo de regeneração é a capacidade de rebrota. Espera-se que os locais

originalmente cobertos por savanas tenham grande regeneração natural, devido à grande capacidade de rebrota das espécies. Espera-se que formações florestais tenham baixa regeneração natural nas áreas de pastagens, porque estas dependem da chuva de sementes, através de fragmentos de vegetação próximos às pastagens e da ausência de manejo para possibilitar a germinação. Espera-se que locais em solos menos férteis, encostas mais íngremes e regiões com maior déficit hídrico tenham maior regeneração natural, já que o manejo das pastagens é menos intensificado e as gramíneas exóticas, o principal competidor com as espécies nativas, não são muito produtivas nessas regiões. Para as variáveis de manejo, espera-se que os locais onde o manejo ocorreu por mais tempo e com maior intensificação da pastagem tenham menor regeneração natural. Espera-se que a cobertura da paisagem com vegetação nativa tenha pouca influência na regeneração natural. Complementar às informações obtidas, foram avaliados modelos com variáveis espaciais disponíveis para todo o Cerrado em bancos de dados para compor o melhor mapa de regeneração natural para o Cerrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção das áreas amostrais

A camada de pastagens cultivadas em todo o bioma Cerrado com resolução espacial de 30 m foi baixada da plataforma Pastagem.org (LAPIG, 2019). Para determinar as idades das pastagens, sobrepôs-se a série histórica da camada de pastagem (1985 a 2018) e obteve-se a idade de estabelecimento em 2018 para cada pixel. As idades foram agrupadas em três classes: pastagens ≤ 15 , 16-29 e ≥ 30 anos. A classificação foi baseada na análise de *cluster k means* do número de pixels em cada idade. A distribuição das idades das pastagens nas ecorregiões do Cerrado foi verificada para cobrir diferentes condições biofísicas (Sano et al., 2019). Foram selecionadas para amostragem as

ecorregiões com mais de 0,4% da área total de pastagem, contendo as três classes de idade da pastagem (Silva et al., 2021). Em seguida, no recorte de cada ecorregião selecionada, sobrepôs-se a classificação etária das pastagens na camada de municípios do Cerrado, para identificar aquelas com disponibilidade de pastagens nas três classes de idade. Após a seleção dos municípios, foi realizado o contato com os escritórios locais das agências de extensão rural para obter auxílio dos técnicos de extensão no contato com os produtores rurais. As fazendas amostradas foram definidas de acordo com a disponibilidade e concordância dos produtores, sem restringir nenhuma característica. Um total de 93 pastagens cultivadas ativas foram amostradas e seus proprietários ou gerentes entrevistados para a coleta de informações de manejo (Figura 1).

Para identificar as pastagens inativas, a classificação das pastagens do Cerrado em 2018 foi sobreposta pela camada de Áreas Protegidas do Brasil. As áreas detectadas foram verificadas com os gestores das Unidades e amostradas após autorização. Um total de 15 pastagens inativas foram amostradas (Figura 1). Todas as coletas foram realizadas durante a estação chuvosa para amostrar plantas em pleno vigor vegetativo.

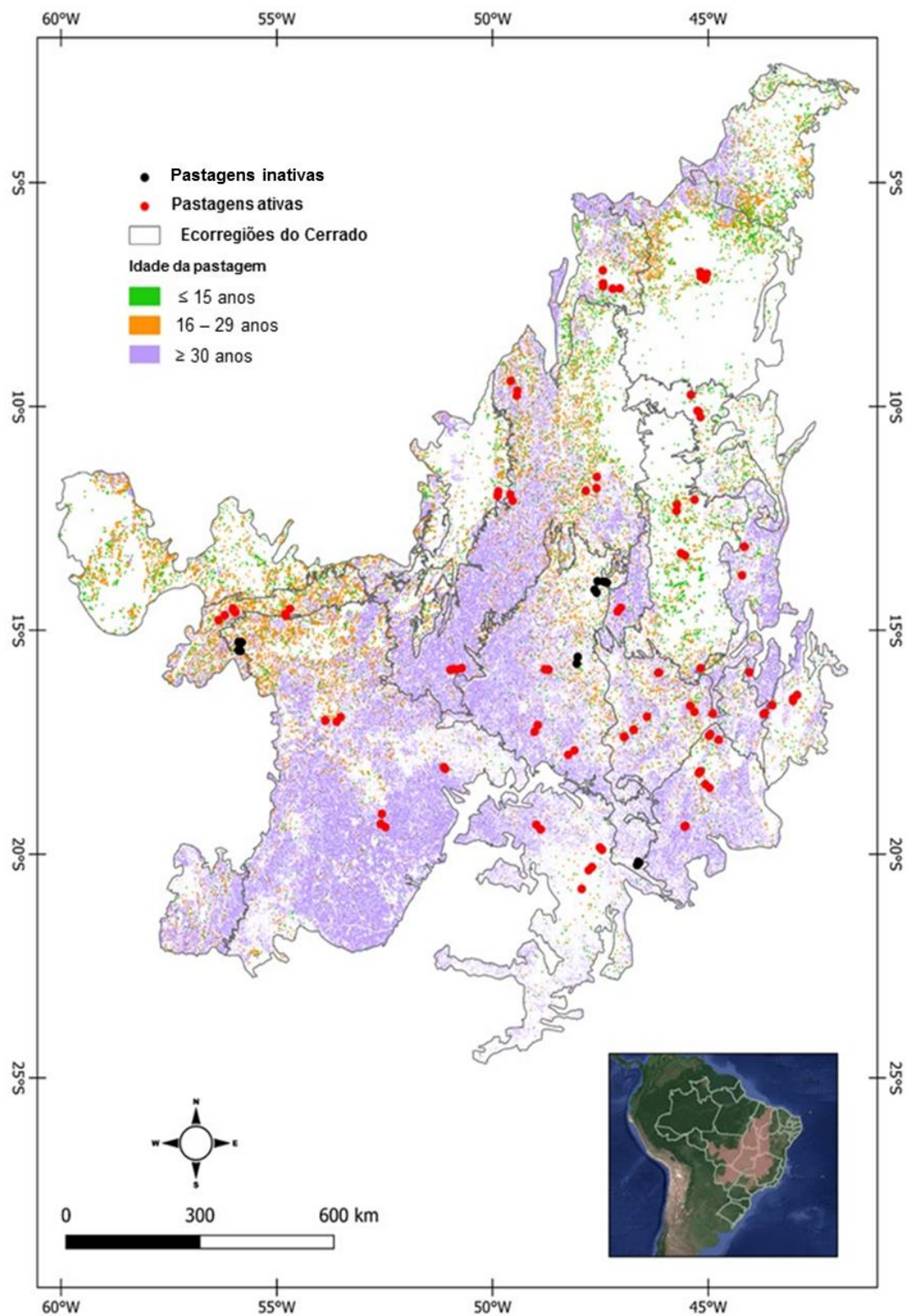


Figura 1: Amostragem em pastagens cultivadas ativas e inativas nas ecorregiões do Cerrado. As pastagens foram agrupadas em três classes de idade: pastagens com mais de 30 anos, pastagens com idade entre 16 e 29 anos e pastagens com menos de 15 anos.

2.2 Amostragem da vegetação

Em cada área de pastagem, estabeleceu-se uma parcela de 50 × 200 m (1ha) para amostrar árvores adultas (> 5 cm de diâmetro na base). Estabeleceu-se uma subparcela de 4 × 200 m ao longo do eixo central da parcela para amostrar árvores recrutadas (> 30 cm de altura, <5 cm de diâmetro na base). A cobertura de espécies lenhosas, gramíneas e herbáceas foi amostrada a partir do método de interceptação de pontos. Com auxílio de uma vara, interceptou-se um ponto a cada metro ao longo do eixo central da parcela, totalizando 200 pontos. Em cada ponto, observou-se todas as espécies que tocaram a vara, ou a existência de solo exposto (sem toque) (Herrick et al., 2009).

Todas as plantas amostradas foram identificadas em campo ou posteriormente no herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Herbário Cen em nível de espécie. As espécies foram classificadas em capins, ervas, árvores, exóticas ou nativas, de acordo com a plataforma Flora do Brasil 2020 (Flora do Brasil 2020; Apêndice III) . As plantas arbustivas foram agrupadas à classe de espécies lenhosas e as subarbustivas foram agrupadas à classe de ervas.

2.3. Variáveis preditoras

Para cada pastagem ativa amostrada, o proprietário ou administrador (doravante denominado agricultor) foi entrevistado para caracterizar o manejo da pastagem. Primeiramente, os objetivos do projeto foram explicados, solicitou-se a permissão para a gravação da entrevista e o consentimento para participar da pesquisa; todos os agricultores concordaram. Perguntou-se sobre (i) idade da pastagem, (ii) uso de herbicidas para controlar a regeneração do Cerrado e ervas daninhas, (iii) uso de fertilizantes para aumentar a produtividade da pastagem, (iv) frequência e tempo de reforma da pastagem desde a última reforma, e (v) o tempo desde o último fogo na área.

Assim, para representar o manejo de pastagens ativas, as respostas das entrevistas foram consideradas na construção das variáveis. O uso de herbicida e fertilizantes foi transformado em variável binária, sendo (1) quando a resposta foi favorável para cada uso e (0) quando não ocorreu uso (Tabela 1). Os gestores das Unidades de Conservação onde estavam localizadas as pastagens inativas também foram entrevistados, para identificar a data em que a área de pastagem ficou inativa e obter a variável tempo desde a desativação da pastagem (Tabela 1).

Para pastagens ativas, ainda sob manejo constante, as variáveis idade da pastagem e tempo desde a última reforma, extraídas das entrevistas, foram confirmadas por métodos de sensoriamento remoto (Tabela 1). Usou-se diagnósticos visuais da série histórica de imagens *Landsat* 5 e 8 (1985 - 2018) com refletância atmosférica superior calibrada com correção Tier 1 (TOA), usando bandas de cores falsas. A reforma foi detectada quando a refletância da cobertura vegetal foi alterada para refletância do solo exposto. Quando ocorreram conflitos entre as informações, as respostas das entrevistas foram priorizadas, devido às limitações do sensoriamento remoto nas escalas espacial (30 m) e temporal (1985 - 2018).

O tempo desde o último incêndio foi considerado como variável para pastagens ativas e inativas (Tabela 1). Para pastagens ativas, foram consideradas as informações das entrevistas. Para pastagens inativas, foi realizado um diagnóstico visual das séries históricas *Landsat* 5 e 8 Tier 1, correção (TOA) e bandas de cores falsas. Os locais identificados como queimados tiveram o valor de refletância das bandas próximo a zero.

As variáveis biofísicas para cada amostra de pastagens ativas e inativas foram adquiridas em bancos de dados online gratuitos. O déficit hídrico (mm) foi obtido por meio do projeto *Terra Climate* (Abatzoglou et al., 2018), disponível na plataforma

Google Earth Engine. A proporção de areia no solo (g / kg) na profundidade de 0 a 5 cm foi obtida em *SoilGrids* (<https://soilgrids.org>). A inclinação (em graus) foi adquirida da *Shuttle Radar Topography Mission - SRTM*, fornecida pelo *Earth Explorer - USGS* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) (Tabela 1). Utilizou-se a camada vetorial de classificação de solos no Brasil, disponível no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, e foram separadas apenas as classes de fertilidade “solos distróficos” e “solos eutróficos” identificadas na tabela de atributos (Tabela 1). Para obter o tipo de vegetação original das áreas de pastagens, utilizou-se a classificação de cobertura do solo de 1985 (idade mais antiga disponível) do projeto MapBiomias (MapBiomias, 2020), com uma resolução espacial de 30 m. Quando a área já havia sido convertida em pastagem em 1985, utilizou-se a camada vetorial da classificação da vegetação brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE, 2012), com escala de 1:250.000. As áreas de savana e campo foram analisadas em conjunto, considerando o gradiente natural da estrutura da vegetação entre esses ambientes que gera um alto grau de confusão espectral entre essas classes (Alencar et al., 2020). Dessa forma, os locais foram originalmente classificados como campo / savanas (a partir de agora apenas "savana") ou florestas.

Para entender o efeito da paisagem na regeneração natural das pastagens, foram utilizadas métricas da camada de classificação da cobertura do solo MapBiomias 2018 (MapBiomias, 2020). Assumiu-se um *buffer* com raio de 5 km como influente no potencial de regeneração natural (Crouzeilles e Curran, 2016). As porcentagens de remanescentes naturais de savana e floresta foram calculadas na área de amortecimento de pastagens cultivadas ativas (Tabela 1). Para pastagens cultivadas inativas, seguiu-se a mesma metodologia para o *buffer* com raio de 5 km como influente no potencial de regeneração natural (Crouzeilles e Curran, 2016), e considerou-se um *buffer* de 1 km para aquelas

dentro de Unidades de Conservação com paisagens menos fragmentadas pelo uso (Tabela 1).

2.4 Análise dos dados

A vegetação amostrada foi analisada por densidade de árvores recrutadas e riqueza, porcentagem de capim nativo, ervas nativas, cobertura de lenhosas e cobertura nativa total (capim + ervas + lenhosa), riqueza de espécies nativas (capim + ervas + lenhosa), porcentagem da cobertura de capim exótico, ervas exóticas e solo exposto. O percentual de vegetação na cobertura do solo foi calculado em relação aos 200 pontos ao longo da parcela, equivalente a 100% da cobertura. A contagem das plantas identificadas em cada ponto ao longo da parcela e a contagem do solo exposto foram somadas em classes (solo exposto e grupos funcionais de espécies nativas e exóticas). Dessa forma, obteve-se o percentual de cada grupo por parcela (200 pontos equivalentes a 100% da cobertura).

Para verificar os efeitos de variáveis biofísicas, de manejo e de paisagem na regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas ativas, a técnica *stepwise* foi utilizada para selecionar modelos com melhor desempenho usando todas as variáveis de interesse. Foram utilizados modelos de equações estruturais (SEM) entre os preditores selecionados de manejo, paisagem e ambiente e as variáveis resposta riqueza de espécies, porcentagem de cobertura de capim nativo, ervas, lenhosa e cobertura total nativa. A densidade de árvores adultas e cobertura de gramíneas exóticas amostradas em campo foram consideradas variáveis mediadoras no modelo estrutural (aquelas que são afetadas por variáveis preditoras e afetam variáveis e resposta). O pacote 'PiecewiseSEM' foi usado em linguagem R (Lefcheck, 2016) para realizar SEM. O pacote 'PiecewiseSEM' permite a execução de equações estruturais de forma mais flexível, incluindo interações e respostas não normais (Lefcheck, 2016). Os SEM são modelos probabilísticos que unem

múltiplas variáveis preditoras e de resposta em uma única rede causal, usando estatísticas básicas, como análise de regressão e análise fatorial (Lefcheck, 2016). Em 'PiecewiseSEM' cada hipótese foi representada em uma equação usando modelos lineares generalizados, para melhor ajustar os dados.

A densidade e a riqueza de árvores regenerantes em pastagens cultivadas ativas foram analisadas separadamente. Usou-se modelos lineares múltiplos generalizados com técnica *stepwise* para verificar os modelos que melhor explicam a regeneração de árvores em pastagens.

Os dados de pastagens inativas foram analisados por meio de modelos lineares múltiplos generalizados para cada variável resposta: densidade e riqueza de árvores regenerantes; e porcentagem total de cobertura nativa do Cerrado (porcentagem de capim nativo + ervas + lenhosas). A técnica *stepwise* foi utilizada para selecionar os modelos que melhor explicam as variáveis resposta. Para todas as análises realizadas com dados de pastagens ativas e inativas, verificou-se a normalidade dos resíduos e ajustou-se os dados para atender aos parâmetros de análise. As variáveis resposta de densidade foram transformadas em logaritmos, as porcentagens de cobertura foram transformadas em arco-seno e os valores de riqueza foram transformados em raiz quadrada com distribuição de Poisson.

A composição de espécies e cobertura de gramíneas, ervas e lenhosas em pastagens ativas e inativas foram analisadas por frequência relativa, densidade e cobertura. Esses parâmetros foram usados para estimar a dominância das espécies. Para as árvores recrutadas, somou-se a frequência relativa com a densidade relativa e para a cobertura das espécies, somou-se a frequência relativa com a cobertura relativa.

Para compor o mapa do potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens, foi utilizada a técnica de aprendizado de máquina por meio do algoritmo de

regressão *Random Forest* em linguagem R (Liaw e Wiener, 2018). A regressão de “florestas aleatórias” realiza uma combinação entre preditores e árvores, em que cada árvore depende dos valores de um vetor numérico amostrado com a mesma distribuição para todas as árvores na floresta (Breiman, 2001). A porcentagem de cobertura do Cerrado (capim nativa + ervas + porcentagem lenhosa) foi usada como vetor amostral das pastagens cultivadas ativas. As camadas de variáveis biofísicas (déficit hídrico, declividade, porcentagem de areia, fertilidade do solo, vegetação original de floresta e savana) e variáveis da paisagem (cobertura de floresta e savana) também foram usadas como preditores (Tabela 1). Para representar o manejo das pastagens, utilizou-se a camada da idade da pastagem usada na seleção das áreas de amostragem, último fogo (ha) e o Índice de Vigor da Pastagem - PVI, que representa a cobertura de gramíneas exóticas, estes últimos disponíveis em (<https://maps.lapig.iesa.ufg.br/lapig.html>) (Tabela 1).

Foram realizados testes com regressão *Random Forest* removendo as camadas preditoras que geraram o pior desempenho do modelo ou não geraram predição. Para gerar o mapa de previsão, todas as camadas foram ajustadas para uma resolução espacial de 1 km² / pixel. Na análise *Random Forest*, utilizou-se um total de 1000 árvores para construir a regressão a fim de aumentar o limite de convergência do erro de generalização (Breiman, 2001). Os dados foram separados em 80% para treino e 20% para teste. O desempenho do modelo foi medido pela raiz do erro quadrático médio (RMSE) dos dados de teste, pela porcentagem média da variância explicada e pelo R quadrado ajustado (Breiman, 2001). A importância das variáveis para o modelo foi medida pela diminuição total das impurezas do nó de divisão da variável, calculada como a média de todas as árvores (IncNodePurity).

Tabela 1: Variáveis utilizadas nas análises com dados de pastagens ativas e inativas e no mapa do potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens.

Pastagens ativas	Mediana	Min -Max
Declividade (graus)	2	0-8
Déficit hídrico (mm)	201	0-777
Cobertura de floresta em 5 km (%)	22	0-50
Cobertura de savana em 5 km (%)	46	0-80
Tempo desde o último fogo (anos)	2	0-29
Uso de herbicida e fertilizante	1	0-2
Tempo desde a última reforma (anos)	3	0-24
Idade da pastagem (anos)	25	1-100
Vegetação original de savana	0,5	0-1
Solos distróficos	0,5	0-1
Pastagens inativas	Mediana	Min -Max
Areia (g/kg)	393	304-566
Declividade (graus)	3	1-18
Tempo desde o último fogo (anos)	3	0,5-30
Tempo desde a desativação da pastagem (anos)	13	2-44
Cobertura de floresta em 5 km (%)	5	1-45
Cobertura de savana em 5km (%)	79	0-98
Cobertura de floresta em 1 km (%)	2	0-49
Cobertura de savana em 1 km (%)	71	16-98
Vegetação original de savana	0,5	0-1
Solos distróficos	0,5	0-1
Mapa da regeneração natural do Cerrado em pastagens	Mediana	Min -Max
Declividade (graus)	2	0-8
Déficit Hídrico (mm)	201	0-777
Areia (g/kg)	479	247-672
Cobertura de floresta (%)	1,3	0-20
Cobertura de savana (%)	10	0-100
Último fogo (ha)	3	0-287
Solo distrófico	0,5	0-1
Vegetação original de savana	0,5	0-1
Idade da pastagem (anos)	19	1-34
PVI (índice)	0,3	0-0,8

3. RESULTADOS

3.1. Pastagens ativas

Em 93 pastagens cultivadas ativas (1 ha de amostragem cada), foram identificadas 832 árvores (8,95 árvores / local \pm 16,11 DP) de 132 espécies (1,42 espécies / local \pm 4,34 DP). Identificou-se 2.601 indivíduos de árvores recrutadas (0,08 ha de amostragem cada) (350 árvores recrutadas / local \pm 4,5 DP) de 190 espécies (25 espécies / local \pm 0,8 DP). Um total de 330 espécies de gramíneas, ervas e plantas lenhosas foram amostradas na cobertura do solo, das quais 285 foram identificadas como nativas e 45 como espécies exóticas. Capins nativos cobriram 1,5% (mediana; variando de 0,0% a 44,0%), ervas nativas cobriram 1,0% (0,0% a 49,0%), vegetação lenhosa nativa cobriu 0,5% (0,0% a 21,5%), gramíneas exóticas 69,5% (1,0 % a 99,5%), ervas exóticas 0,5% (0,0% a 31,0%) e solo exposto 29,5% (2,5% a 76,0%) (Figura 2).

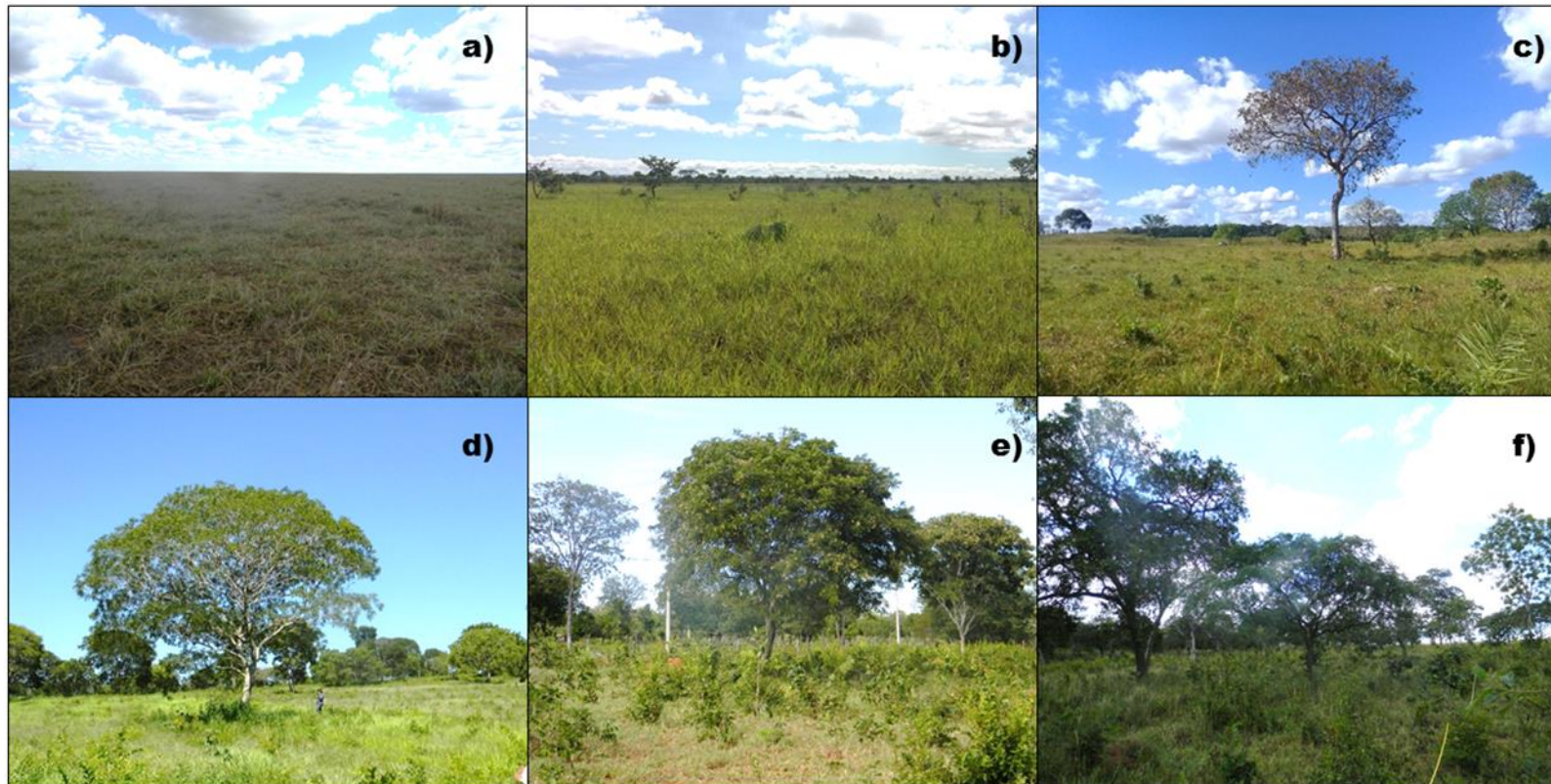


Figura 2: Pastagens ativas no Cerrado amostradas para cobertura de plantas nativas e exóticas. a) 0% de cobertura vegetal nativa; b) 4% de cobertura vegetal nativa; c) 6% de cobertura vegetal nativa; d) 42% de cobertura vegetal nativa; e) e f) 70% da cobertura vegetal nativa.

O modelo de equações estruturais teve desempenho estatístico satisfatório (Fisher's C = 82,6, p-valor = 0,39; Critério de Informação de Akaike (AIC) = 182,6; Figura 3). A riqueza de espécies nativas foi relacionada à vegetação original de savana, tempo desde a última reforma da pastagem, menor uso de fertilizantes e herbicidas e menor cobertura de gramíneas exóticas ($R^2 = 0,67$; Tabela 2). A cobertura de espécies lenhosas foi relacionada à maior densidade de árvores adultas e maior déficit hídrico ($R^2 = 0,35$; Tabela 2). A cobertura de capim nativo foi relacionada ao maior declive, menor uso de herbicidas e fertilizantes e menor cobertura de capim exótico ($R^2 = 0,31$; Tabela 3). A cobertura de ervas nativas foi relacionada à vegetação original de savana, pastagens mais antigas e menor cobertura de capim exótico ($R^2 = 0,28$; Tabela 2). A soma das formas de vida lenhosas, ervas e gramíneas nativas do Cerrado (cobertura nativa total) foi relacionada à vegetação de origem savana, pastagens mais antigas e menor cobertura de gramíneas exóticas ($R^2 = 0,47$; Tabela 2; Figura 3).

A cobertura de capim exótico foi relacionada à menor densidade de árvores adultas, vegetação de origem florestal e menor tempo desde a última reforma da pastagem ($R^2 = 0,33$; Tabela 2; Figura 3). A densidade de árvores nativas (facilitação) foi relacionada com solos distróficos, menor uso de herbicida e fertilizante, maior tempo desde a última reforma da pastagem, menor cobertura de gramíneas exóticas e maior déficit hídrico ($R^2 = 0,39$; Tabela 2; Figura 3).

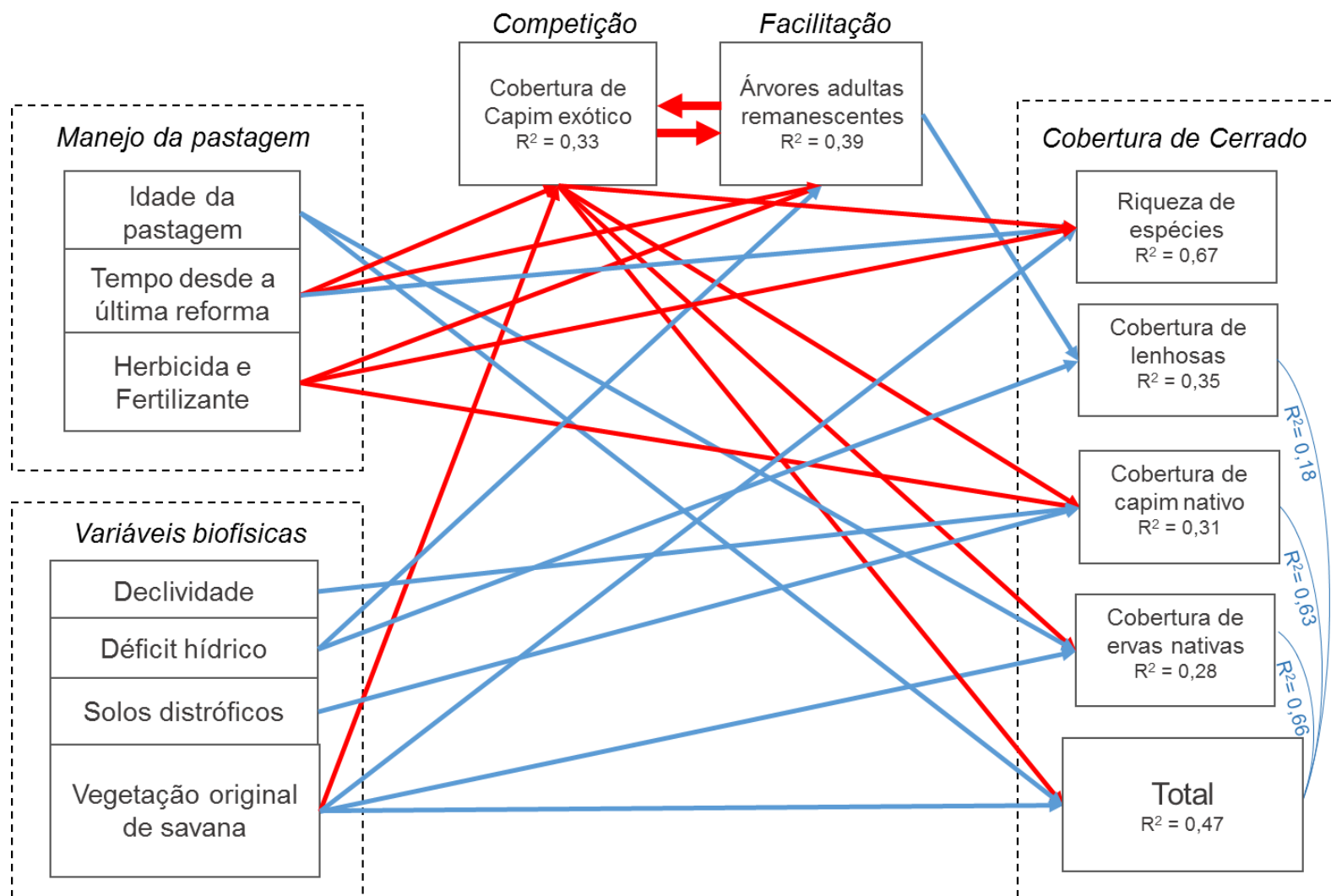


Figura 3: Diagrama do modelo de equações estruturais - SEM. Setas azuis indicam relacionamentos positivos entre a variável preditora e a variável de resposta. As setas vermelhas representam relacionamentos negativos entre a variável preditora e a variável de resposta.

A densidade de árvores recrutadas em pastagens cultivadas ativas foi relacionada ao maior déficit hídrico e menor cobertura de gramíneas exóticas ($R^2 = 0,33$; Tabela 2). A riqueza de espécies de árvores recrutadas foi relacionada ao maior déficit hídrico, menor tempo desde a última reforma da pastagem e vegetação de savana original ($R^2 = 0,26$; Tabela 2). As espécies de árvores recrutadas com maior dominância foram *Eugenia dysenterica* e *Annona coriacea* (Figura 4). As coberturas de espécies nativas com maior dominância nas pastagens cultivadas ativas foram *Paspalum notatum* (capim) e *Desmodium barbatum* (erva) (Figura 4).

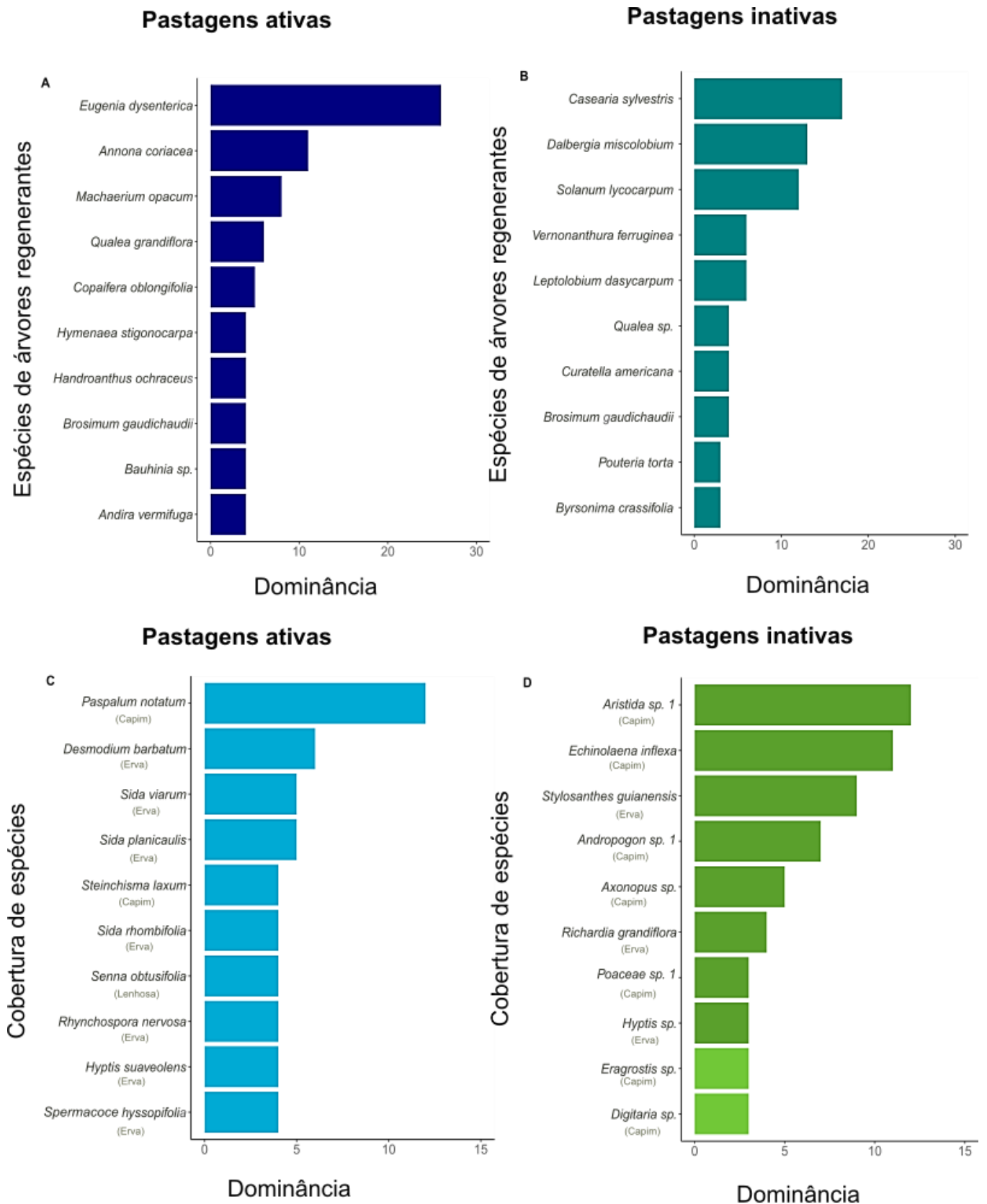


Figura 4: As vinte espécies mais dominantes de regenerantes de árvores (frequência relativa + densidade relativa) e cobertura de plantas nativas (frequência relativa + cobertura relativa; incluindo gramíneas, ervas e espécies lenhosas) em pastagens cultivadas ativas e inativas.

3.2. Pastagens inativas

Nas 15 pastagens inativas (amostragem de 1 ha cada) encontramos 613 árvores adultas (41,0 árvores / local \pm 36,6 DP) e 167 espécies (11,0 espécies / local \pm 8,3 DP). Identificamos 659 árvores recrutadas em 0,08 ha de cada amostragem (550 recrutadas / local \pm 30 DP) e 162 espécies (135 espécies / local \pm 7,2 DP). Um total de 208 espécies de gramíneas, ervas e plantas lenhosas foram amostradas na cobertura do solo, das quais 189 foram identificadas como espécies nativas e oito espécies exóticas. Gramíneas nativas cobriram 11,0% (mediana; variando de 0,0% a 54,5%), ervas nativas 7,5% (0,0% a 36,5%), cobertura de lenhosas nativas 3,0% (0,0% a 30,0%), gramíneas exóticas 72,5% (7,5% a 100%) e solo exposto 40,5% (11,0% a 86,5%). Em pastagens inativas não encontramos ervas exóticas.

A cobertura do Cerrado (capim nativo + ervas + espécies lenhosas) em pastagens inativas foi relacionada à vegetação original de savana, tempo desde a desativação da pastagem e menor cobertura de capim exótico ($R^2 = 0,85$; Tabela 2; Figura 5). A cobertura de capim exótico foi relacionada a um menor tempo desde o último fogo ($R^2 = 0,21$; Tabela 2). A densidade de árvores recrutadas em pastagens inativas foi relacionada à densidade de árvores adultas, menor fertilidade do solo (solos distróficos) e menor cobertura de capim exótico ($R^2 = 0,84$; Tabela 2). A riqueza de espécies de árvores recrutadas foi relacionada à maior densidade de árvores adultas, menor fertilidade do solo (solos distróficos), cobertura de savana a 1km e inversa ao tempo desde a desativação da pastagem ($R^2 = 0,92$; Tabela 2; Figura 5).

As espécies de árvores recrutadas em pastagens inativas com maior dominância foram *Casearia sylvestris* e *Dalbergia miscolobium* (Figura 4). As espécies nativas com maior dominância em pastagens inativas foram *Aristida* sp.1 (capim) e *Echinolaena inflexa* (capim) (Figura 4).

Tabela 2: Suporte estatístico de equações do modelo estrutural e modelos múltiplos entre preditores de manejo, tempo, paisagem e ambiente e as variáveis resposta de cobertura de Cerrado, cobertura de capim exótico, densidade de árvores adultas remanescentes, densidade e riqueza de árvores recrutadas em pastagens ativas e inativas.

Variável resposta	Preditor	Estimate	Std,Error	Valor de P	R ²	Valor de P geral
Pastagens ativas						
Riqueza de espécies nativas	Vegetação original de savana	0,3728	0,0955	<0,0001	0,67	<0,0001
	Cobertura de capim exótico	-0,0113	0,0016	<0,0001		
	Tempo desde a última reforma	0,0221	0,0099	0,0250		
	Herbicida e Fertilização	-0,1122	0,0521	0,0310		
Cobertura de lenhosas	Densidade de árvores adultas	0,0017	0,0001	0,0037	0,35	0,0958
	Déficit hídrico	0,0001	0,0001	0,0083		
Cobertura de capim nativo	Cobertura de capim exótico	-0,0041	0,0001	<0,0001	0,31	<0,0001
	Declividade	0,0205	0,0091	0,0268		
	Herbicida e Fertilização	-0,0500	0,0242	0,0422		
Cobertura de ervas nativas	Cobertura de capim exótico	-0,0031	0,0001	0,0007	0,28	0,0258
	Vegetação original de savana	0,1270	0,0412	0,0028		
	Idade da pastagem	0,0016	0,0001	0,0222		
Cobertura de Cerrado	Cobertura de capim exótico	-0,0083	0,0013	<0,0001	0,47	<0,0001
	Vegetação original de savana	0,1370	0,0615	0,0285		
	Idade da pastagem	0,0021	0,0010	0,0318		
Cobertura de capim exótico	Vegetação original de savana	-0,2080	0,0521	0,0001	0,33	<0,0001
	Densidade de árvores adultas	-0,0059	0,0016	0,0003		
	Tempo desde a última reforma	-0,0155	0,0058	0,0089		
Densidade de árvores adultas	Cobertura de capim exótico	-0,0161	0,0041	<0,0001	0,39	<0,0001
	Solos distróficos	1,7574	0,0895	<0,0001		
	Déficit hídrico	0,0022	0,0001	0,0004		
	Tempo desde a última reforma	-0,0661	0,0217	0,0031		
	Herbicida e Fertilização	-0,3080	0,1323	0,0223		

Densidade de árvores recrutadas	Déficit hídrico	0,3492	0,0949	<0,0001	0,33	0,0430
	Cobertura de capim exótico	-0,0103	0,0041	0,0142		
Riqueza de árvores recrutadas	Déficit hídrico	0,0023	0,0008	0,0054	0,26	0,0180
	Tempo desde a última reforma	0,0859	0,0306	0,0062		
	Vegetação original de savana	0,5646	0,2712	0,0404		
Pastagens inativas						
Cobertura de Cerrado	Vegetação original de savana	1,0329	0,2063	0,0015	0,85	0,0134
	Cobertura de capim exótico	-0,0074	0,0027	0,0279		
	Tempo desde a desativação da pastagem	0,0197	0,0073	0,0304		
Densidade de árvores recrutadas	Solos eutróficos	-5,4305	0,8685	<0,0001	0,84	<0,0001
	Cobertura de capim exótico	-0,0182	0,0082	0,0472		
	Densidade de árvores recrutadas	0,0146	0,0066	0,0493		
Riqueza de árvores recrutadas	Densidade de árvores adultas	0,0339	0,0032	<0,0001	0,92	<0,0001
	Tempo desde a desativação da pastagem	-0,0469	0,0094	0,0006		
	Solos eutróficos	-1,9702	0,4689	0,0018		
	Cobertura de savana em 1 km	0,0179	0,0044	0,0022		
Cobertura de capim exótico	Tempo desde o último fogo	0,0290	0,0123	0,0359	0,21	<0,0001

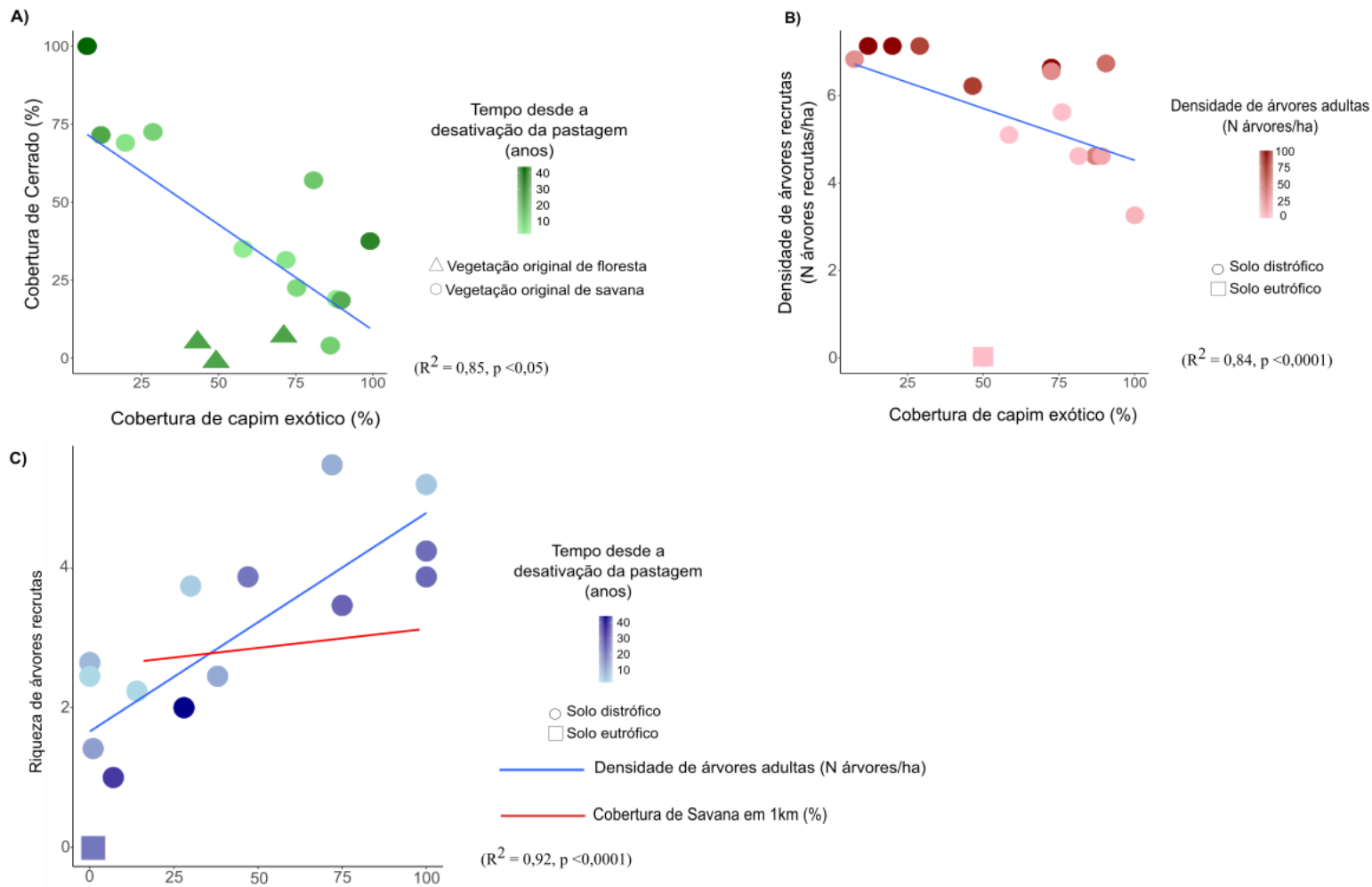


Figura 5: Relação entre as variáveis resposta cobertura de Cerrado, densidade de árvores recrutadas, riqueza de árvores recrutadas e variáveis predictoras em pastagens cultivadas inativas no Cerrado. A) Cobertura do Cerrado B) Densidade de árvores recrutadas C) Riqueza de árvores recrutadas.

3.3. Mapa do potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas

As variáveis preditoras selecionadas na análise Random Forest que geraram a melhor previsão foram: déficit hídrico, declividade, vegetação original de savana, idade da pastagem e PVI. O modelo com algoritmo de regressão Random Forest utilizando o percentual de cobertura do Cerrado em pastagens ativas apresentou RMSE para dados de teste igual a 0,22, indicando uma predição de baixo erro e boa generalização. A porcentagem da variância explicada foi de 6,3%, porém, o R quadrado ajustado apresentou uma predição de 47%. A variável com maior importância para o modelo a partir do “IncNodePurity” foi o déficit hídrico (0,72), seguida pela declividade (0,63), PVI (0,54), idade da pastagem (0,21) e vegetação original de savana (0,17). As ecorregiões ao sudoeste do bioma Cerrado apresentaram menor probabilidade de regeneração natural nas pastagens (Figura 6). As ecorregiões na área *core* do bioma Cerrado e norte apresentaram maior potencial de regeneração natural (Figura 6).

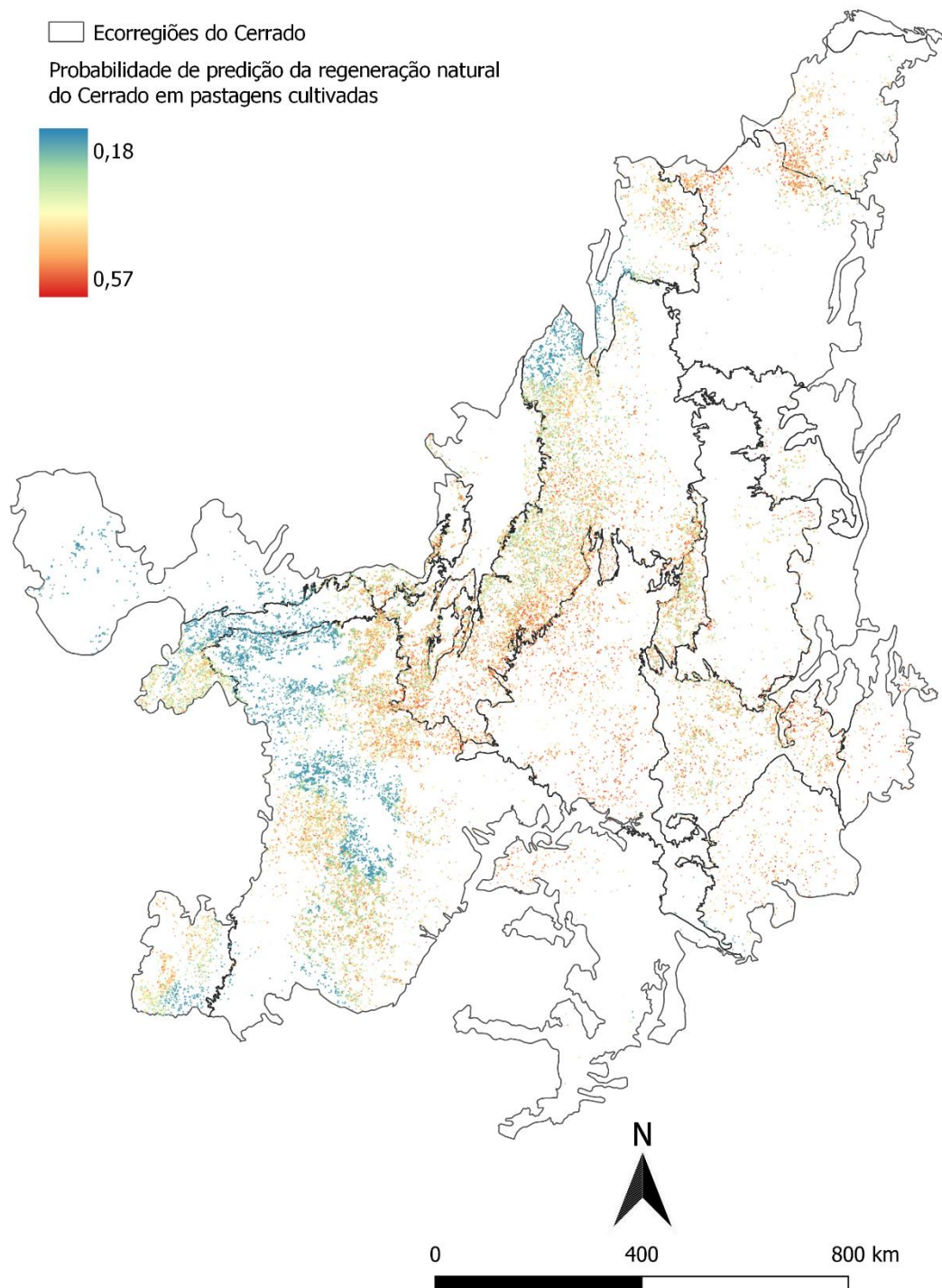


Figura 6: Mapa do potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens cultivadas. Regiões com cores quentes indicam maior potencial da regeneração natural e regiões com cores mais frias indicam menor potencial da regeneração natural.

4. DISCUSSÃO

Em todo o Cerrado, as pastagens cultivadas foram altamente heterogêneas em relação à cobertura do solo e regeneração natural das árvores. Em pastagens ativas, encontramos de 0% a 70% de cobertura de espécies nativas, incluindo alta diversidade de gramíneas, ervas, arbustos e árvores. Isso contribui para revelar o valor real e potencial de conservação das pastagens e gerar informação para a implantação de sistemas de restauração e silvipastoril com árvores nativas no Cerrado. A heterogeneidade da cobertura vegetal nativa, das formas de manejo e das condições biofísicas implicam na necessidade de mapear o potencial de regeneração natural. Os preditores de campo e de camadas espaciais explicaram apenas 47% da regeneração do Cerrado em pastagens. No entanto, a avaliação local da regeneração natural é necessária para certificar o potencial de regeneração natural para o Cerrado, conforme recomendado para pastagens no extremo sul do Cerrado (Cava et al., 2020). Se a verificação local é necessária para decidir sobre a abordagem de restauração ou implantação silvipastoril, nosso mapa aprimora o conhecimento sobre a regeneração do Cerrado em pastagens. Para estimar os custos de restauração para cada bioma brasileiro, o plano nacional de vegetação nativa do Brasil classificou todas as pastagens em vegetação de cerrado como de baixo potencial de regeneração natural (Brasil, 2017). Foi baseado em entrevistas com especialistas experientes. A única pesquisa publicada foi feita em uma porção restrita na distribuição sul do Cerrado, considerando 30 pastagens abandonadas (Cava et al., 2018; 2020).

Nossa hipótese principal de que a regeneração natural do Cerrado é afetada pelo manejo e variáveis biofísicas e não pela cobertura vegetal nativa da paisagem foi confirmada. Em primeiro lugar, como a rebrota de propágulos superficiais e subterrâneos é o principal mecanismo de regeneração das savanas, o estabelecimento eficaz de pastagens e alvos de manejo para eliminar a regeneração natural evita a competição com

gramíneas exóticas (Schmidt et al., 2019). Em segundo lugar, as gramíneas exóticas mais produtivas superam as plantas nativas, principalmente semeadoras (Damasceno et al., 2018). Variáveis biofísicas são mediadoras entre a intensidade do manejo e a força competitiva de gramíneas exóticas. Regiões com maior déficit hídrico, em terrenos com declives acentuados, estão associadas a manejo menos intenso e menor produtividade de gramíneas exóticas (Silva et al., 2021). Assim, o aumento da regeneração natural nas pastagens do Cerrado foi resultado do manejo ineficaz para eliminar as espécies nativas, a fim de estabelecer e manter a produtividade de gramíneas exóticas. Além disso, o manejo de baixa intensidade é uma relação emaranhada entre más condições ambientais para alta produtividade da pastagem, forte relação cultural com os recursos naturais do Cerrado e dificuldade econômica (Bruziguessi, 2016). Após a inativação das pastagens, a paisagem pouco contribui para a riqueza de espécies arbóreas recrutadas capazes de colonizar essas áreas.

As pastagens com maior cobertura de gramíneas exóticas, um *proxy* para pastagens mais produtivas, tiveram menos regeneração natural. Sua alta produtividade é mantida com calagem, fertilização e taxas de lotação de gado adequadas (Braz et al., 2013). Os solos ácidos e de baixa fertilidade do Cerrado, especialmente na vegetação original de savana (Haridasan, 2008), oferecem condições desfavoráveis para a produtividade de pastagens de gramíneas exóticas (Braz et al., 2013). Uma vez que o solo é enriquecido com calagem e fertilização, após o desmatamento ou reforma, as gramíneas exóticas tornam-se altamente competitivas contra as espécies nativas (Schmidt et al., 2019b). Além disso, nas ecorregiões do Cerrado com maior déficit hídrico (menor precipitação e maior evapotranspiração), as pastagens são menos produtivas (Pereira et al., 2018), criando espaço para a colonização de espécies nativas. Nessas ecorregiões, os agricultores costumam fazer uso da regeneração natural de espécies nativas para

alimentar o gado durante os períodos de seca (Bruziguessi 2016), favorecendo a regeneração natural, em vez de eliminá-la.

Gramíneas, ervas e plantas lenhosas nativas responderam de forma diferente aos preditores. Ervas e gramíneas nativas são mais vulneráveis à mecanização agrícola, por causa de suas raízes mais rasas (Schmidt et al., 2019), e à competição com gramíneas exóticas, pois elas se regeneram principalmente por propagação de sementes e ocupam estratos semelhantes acima e abaixo do solo (Damasceno et al., 2018). Diferentemente das espécies rebrotadoras, as ervas são capazes de produzir sementes após uma estação chuvosa, se regenerar por meio de sementes e são encontradas em pastagens próximas, como beiras de estradas (Ferreira et al., 2015; Pellizzaro et al., 2017), podendo facilmente colonizar pastagens onde antes eram eliminadas. Essa pode ser a causa de sua maior cobertura em pastagens mais antigas, que perderam produtividade por falta de manejo, com alta compactação do solo e baixa fertilidade do solo (Braz et al., 2013). A cobertura lenhosa em pastagens ativas foi relacionada ao maior déficit hídrico e à presença de árvores dispersas nas pastagens. As árvores adultas remanescentes podem aumentar a densidade de recrutas nas pastagens, contribuindo em sementes e propágulos das raízes (Esquivel et al., 2008).

A cobertura vegetal nativa aumentou com o tempo desde a desativação das pastagens, principalmente gramíneas típicas do Cerrado. Embora o tempo de desativação das pastagens não favoreça a riqueza de espécies arbóreas recrutas, os remanescentes do Cerrado circundantes equilibram a composição das espécies arbóreas recrutadas capazes de colonizar pastagens não manejadas. No entanto, em todas as pastagens inativas, gramíneas exóticas ainda estavam presentes na cobertura do solo, mesmo após 40 anos sem manejo da pastagem. Esses resultados sugerem que gramíneas exóticas co-ocorrem na cobertura do solo de savanas secundárias e, pelo menos nos locais estudados, espécies

nativas ganharam cobertura em relação às exóticas. No Cerrado meridional, pastagens abandonadas sofreram o efeito *encroachment* ou de invasão por árvores, onde gramíneas exóticas foram excluídas, assim como as gramíneas nativas foram drasticamente reduzidas em comparação com savanas antigas (Cava et al., 2018). Assim, parece que a recuperação de savanas em pastagens exóticas é influenciada por condições ambientais que alteram o equilíbrio de árvores, gramíneas nativas, ervas e gramíneas exóticas. Enquanto no sul, a recuperação da savana parece estar associada à dominância de árvores (Cava et al., 2018), no Cerrado Central, gramíneas exóticas e nativas são mantidas. Em regiões mais secas, como as ecorregiões do leste, tanto as árvores quanto as gramíneas exóticas são menos capazes de colonizar e expandir a cobertura (Horstmann, 2021). O fogo também medeia o equilíbrio entre gramíneas e árvores exóticas e nativas (Higgins et al., 2000; (Miranda et al., 2009; Gorgone-Barbosa et al., 2015). A cobertura de capim exótico foi maior nas pastagens inativas queimadas mais recentemente. Apesar do fogo ser um dos agentes direcionadores da vegetação do Cerrado, o fogo antrópico exerce uma relação positiva com gramíneas exóticas, favorecendo as condições de propagação e invasão (D'Antonio, 1992; Hoffmann e Haridasan, 2008; Damasceno et al., 2018) e impactos negativos na resiliência de vegetação nativa (Machida et al. 2021). Por outro lado, no sul do bioma Cerrado a ausência de fogo pode levar ao efeito *encroachment* de pastagens abandonadas, reduzindo a cobertura de gramíneas exóticas, mas também a cobertura de gramíneas e ervas nativas (Cava et al., 2018). O efeito do fogo para favorecer a regeneração natural do Cerrado em pastagens abandonadas ou áreas com invasão de gramíneas exóticas deve considerar as diferenças regionais do bioma.

Para fins de restauração, a regeneração natural nos locais de alto potencial deverá ser facilitada pelo controle de gramíneas exóticas. Controlar ou extinguir localmente as gramíneas exóticas é fundamental para uma restauração ativa eficaz (Sampaio et al.,

2019; Schmidt et al., 2019). O enriquecimento de espécies também pode ser bem-vindo, especificamente espécies rebrotadoras, com pouca capacidade de colonização (Pausas e Keeley, 2014). As estratégias com enriquecimento de espécies também são importantes porque as savanas secundárias suportaram 37% menos espécies de plantas do que as savanas primárias antigas e podem levar séculos para restaurar a composição e a diversidade, particularmente de ervas e gramíneas nativas perenes (Nerlekar e Veldman, 2020). Porém, para o estabelecimento de pastagens seminaturais, ou sistemas silvopastoris, encontramos um enorme potencial para a condução da regeneração natural, que acelera o estabelecimento e reduz seus custos (Bruziguessi et al., 2021). Os sistemas silvipastoris com espécies nativas do Cerrado são uma alternativa viável para conciliar a produção agrícola e a conservação da biodiversidade com árvores que contribuem em serviços ecossistêmicos, madeira, frutas, forragens, medicamentos, benefícios socioeconômicos e meios de subsistência locais (Lima et al., 2017; Silva et al., 2021; Bruziguessi et al., 2021). A capacidade de rebrota das espécies lenhosas do Cerrado reduz os custos de implantação de sistemas integrados de produção com o preparo do solo, fertilização, plantio de mudas e outras etapas que envolvem o cultivo de árvores em pastagens (Mauricio et al., 2018; Bruziguessi et al., 2021). Da mesma forma, espécies nativas de gramíneas e ervas podem ser usadas em pastagens seminaturais em regiões mais secas, onde o capim exótico não se estabelece bem. Pastagens semi-naturais têm valor de conservação para plantas nativas, insetos e pássaros (Söderström et al., 2001) e devem ser melhor estudadas em ecossistemas campestres e de savana no Brasil que estão sob pressão da expansão agrícola (Overbeck et al., 2015).

Em estudos anteriores, o potencial de regeneração natural do Cerrado estava associado apenas a variáveis geoespaciais da paisagem que geravam baixa previsão homogênea para todo o território do bioma (Sampaio et al., 2018). Nossa previsão do

mapa do potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens gerou um gradiente ao longo do bioma, explicado em 47% por variáveis biofísicas e de manejo. Embora os fatores da paisagem contribuam para explicar a regeneração da vegetação do Cerrado, essa contribuição é muito pequena (Cava et al., 2020) e não gerou uma boa previsão espacial. Maiores investimentos em informações coletadas em campo do manejo das pastagens serão necessários para enriquecer informações locais sobre o potencial de regeneração natural do Cerrado. Em nossa análise, dados de idade da pastagem, ciclo de reforma da pastagem, uso de fertilizantes e produtos químicos influenciam a dinâmica de pelo menos alguns grupos funcionais da vegetação do Cerrado. Quando não é possível mapear essas informações, os dados das entrevistas e o conhecimento prévio do local onde os programas de restauração são implementados devem ser priorizados pelos gestores (Hanson et al., 2015). Para a construção de um mapa efetivo do potencial de regeneração natural do Cerrado será necessário buscar melhores variáveis explicativas, principalmente que representem de forma mais precisa as diferenças entre o manejo ao longo do bioma. O mapa do potencial de regeneração natural do Cerrado com maior precisão preditiva será muito útil para orientar o planejamento e implementação de possíveis medidas territoriais no bioma (Crouzeilles et al., 2020).

A priorização de locais com baixa aptidão para a agricultura, que coincide com alta regeneração natural, torna a restauração ecológica duplamente mais barata. Primeiro, pelo fato dessas áreas não estarem sob disputa territorial de uso e terem baixo custo de oportunidade (Feltran-Barbieri e Féres, 2021). Em segundo lugar, porque a regeneração natural reduz significativamente os custos das atividades de restauração em grande escala e possíveis custos de mitigação (Crouzeilles et al., 2020). No entanto, para empregar a conservação em todo o bioma Cerrado e reduzir o efeito agropecuário na pecuária, também é necessário pensar nas regiões que ficarão de fora dessa priorização (Vieira et

al., 2021b). Em 93 ha de pastagens ativas, identificamos um número considerável de indivíduos e espécies da vegetação nativa do Cerrado, incluindo árvores adultas e recrutas que podem ser manejadas em combinação com pastagens produtivas (Bruziguessi et al., 2021). Nesse sentido, identificar possíveis locais para restauração ou conciliação da vegetação na produção também requer um trabalho fundamental com os proprietários, entendendo o quanto eles estão dispostos a participar dessas atividades (Nunes et al., 2017).

5. CONCLUSÃO

O potencial de regeneração natural do Cerrado em pastagens ativas e inativas e seu mapa tem contribuições do manejo, ambiente, tempo e paisagem. No entanto, as variáveis de manejo interferem diretamente nas estratégias de regeneração dos grupos de vegetação do Cerrado. Pastagens ativas em regiões mais secas, vegetação original de savana, com solos menos férteis e manejo de pastagens menos intensificado, apresentam grande regeneração natural do Cerrado. As árvores adultas remanescentes facilitam a regeneração natural das árvores regenerantes. A cobertura de gramíneas exóticas, principal competidor da vegetação nativa, é um *proxy* de pastagens mais produtivas e com menor regeneração natural. Quando a cobertura de capim exótico perde produtividade, espécies nativas, especialmente ervas e gramíneas, podem se regenerar. Assim, pastagens ativas mais antigas com manejo inadequado apresentam maior regeneração natural do Cerrado.

Em pastagens inativas, a vegetação nativa aumenta sua cobertura com o tempo. No entanto, as gramíneas exóticas não são eliminadas das áreas mesmo após 40 anos. No Cerrado Central, gramíneas exóticas e nativas são mantidas em pastagens inativas, diferentemente do Cerrado meridional, em que ocorre *encroachment* com dominância de

árvores nas pastagens abandonadas e exclusão de gramíneas exóticas, ervas nativas e capins nativos. O controle local ou a extinção de gramíneas exóticas é crítico para uma restauração ativa efetiva junto ao enriquecimento de espécies nativas do Cerrado para acelerar a composição e diversidade, especialmente com espécies rebrotadoras, ervas e capins nativos perenes.

Investimentos em informações sobre o manejo local de pastagens serão necessários para enriquecer o planejamento de programas de restauração no Cerrado. Quando não for possível mapear essas informações, os dados de entrevistas e o conhecimento prévio do local onde os programas de restauração são implantados devem ser priorizados pelos gestores. A diferenciação espacial do Cerrado quanto ao potencial de regeneração natural e aptidão para agricultura, poderão contribuir para destinar vocação em restauração ecológica ou sistemas silvipastoris e pastagens seminaturais que favorecem em serviços ecossistêmicos, madeira, frutas, forragens, medicamentos, benefícios socioeconômicos, meios de subsistência locais e conservação biológica. Para isso, entender as possibilidades de envolvimento dos proprietários de terras nessas atividades torna-se essencial.

REFERÊNCIAS

- Abatzoglou, J.T., Dobrowski, S.Z., Parks, S.A., Hegewisch, K.C., 2018. TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958-2015. *Sci. Data* 5. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.191>
- Alencar, A., Shimbo, J.Z., Lenti, F., Marques, C.B., Zimbres, B., Rosa, M., Arruda, V., Castro, I., Fernandes, M., Alencar, I., Piontekowski, V., Ribeiro, V., 2020. Savanna Native Vegetation Using Landsat Data Processed in the Google Earth Engine Platform. *Remote Sens.* 12, 1–23.
- Barton, K., Barton, M.K., 2020. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.17. Version 1, 18.
- Batalha, M.A., Martins, F.R., 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Aust. J. Bot.* 52. <https://doi.org/10.1071/BT03098>
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2015. Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013. Mapeamento do Uso e Cober. do Cerrado Proj. TerraClass Cerrado 2013.
- Brasil, 2021. Consulta Pública ABC + Relatório de Análise das Contribuições. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF.
- Brasil, 2017. Plano nacional de recuperação da vegetação nativa, Ministério do Meio Ambiente.
- Brasil, 2012. Lei de proteção da vegetação nativa N° 12651, Presidência da República.
- Braz, S.P., Urquiaga, S., Alves, B.J.R., Jantalia, C.P., Guimarães, A.P., dos Santos, C.A., dos Santos, S.C., Machado Pinheiro, É.F., Boddey, R.M., 2013. Soil Carbon Stocks

- under Productive and Degraded Brachiaria Pastures in the Brazilian Cerrado . Soil Sci. Soc. Am. J. 77, 914–928. <https://doi.org/10.2136/sssaj2012.0269>
- Breiman, L., 2001. Random Forests, University of California. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2016.070603>
- Bruziguessi E.P., Silva T.R, Moreira G.D.L.B, Vieira D. L.M., 2021. Sistemas Silvopastoris com Árvores Nativas no Cerrado. Mil Folhas IEB, Brasília.
- Bruziguessi, E.P., 2016. ÁRVORES NATIVAS DO CERRADO NA PASTAGEM: POR QUÊ? COMO? QUAIS? Programa Pós-Graduação em Ciências Florestais, Univ. Brasília - UnB, Brasília, DF. 163.
- Cava, M.G.B., Pilon, N.A.L., Priante, C.F., Ribeiro, M.C., Durigan, G., 2020. The recovery rates of secondary savannas in abandoned pastures are poorly explained by environmental and landscape factors. *Appl. Veg. Sci.* 23, 14–25. <https://doi.org/10.1111/avsc.12457>
- Cava, M.G.B., Pilon, N.A.L., Ribeiro, M.C., Durigan, G., 2018. Abandoned pastures cannot spontaneously recover the attributes of old-growth savannas. *J. Appl. Ecol.* 55, 1164–1172. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13046>
- Crouzeilles, R., Beyer, H.L., Monteiro, L.M., Feltran-Barbieri, R., Pessôa, A.C.M., Barros, F.S.M., Lindenmayer, D.B., Lino, E.D.S.M., Grelle, C.E.V., Chazdon, R.L., Matsumoto, M., Rosa, M., Latawiec, A.E., Strassburg, B.B.N., 2020. Achieving cost-effective landscape-scale forest restoration through targeted natural regeneration. *Conserv. Lett.* 13, 1–9. <https://doi.org/10.1111/conl.12709>
- Crouzeilles, R., Curran, M., 2016. Which landscape size best predicts the influence of forest cover on restoration success? A global meta-analysis on the scale of effect. *J.*

Appl. Ecol. 53, 440–448. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12590>

Crouzeilles, R., Ferreira, M.S., Chazdon, R.L., Lindenmayer, D.B., Sansevero, J.B.B., Monteiro, L., Iribarrem, A., Latawiec, A.E., Strassburg, B.B.N., 2017. Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. *Sci. Adv.* 3, 1–8. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701345>

Crouzeilles, R., Maurenza, D., Prieto, P. V., Barros, F.S.M., Jakovac, C., Ferreira, M.S., Chazdon, R.L., Lindenmayer, D.B., Brancalion, P.H.S., Ceccon, E., Adams, C., Lazos-Chavero, E., Monteiro, L., Junqueira, A.B., Strassburg, B.B.N., Guariguata, M.R., 2021. Associations between socio-environmental factors and landscape-scale biodiversity recovery in naturally regenerating tropical and subtropical forests. *Conserv. Lett.* 14, 1–9. <https://doi.org/10.1111/conl.12768>

D'Antonio, C., 1992. Biological Invasions by Exotic Grasses, the Grass Fire Cycle, and Global Change. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 23, 63–87. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.23.1.63>

Damasceno, G., Souza, L., Pivello, V.R., Gorgone-Barbosa, E., Giroldo, P.Z., Fidelis, A., 2018. Impact of invasive grasses on Cerrado under natural regeneration. *Biol. Invasions* 20, 3621–3629. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1800-6>

Durigan, G., Contieri, W.A., Franco, G.A.D.C., Garrido, M.A.O., 1998. Indução do processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, assis, SP. *Acta Bot. Brasilica* 12, 421–429. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061998000400011>

Eiten, G., 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Bot. Rev.* 38. <https://doi.org/10.1007/BF02859158>

- Esquivel, M.J., Harvey, C.A., Finegan, B., Casanoves, F., Skarpe, C., 2008. Effects of pasture management on the natural regeneration of neotropical trees. *J. Appl. Ecol.* 45, 371–380. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01411.x>
- Feltran-Barbieri, R., Féres, J.G., 2021. Degraded pastures in Brazil: Improving livestock production and forest restoration. *R. Soc. Open Sci.* 8. <https://doi.org/10.1098/rsos.201854>
- Ferreira, M.C., Vieira, D.L.M., 2017. Topsoil for restoration: Resprouting of root fragments and germination of pioneers trigger tropical dry forest regeneration. *Ecol. Eng.* 103. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.03.006>
- Ferreira, M.C., Walter, B.M.T., Vieira, D.L.M., 2015. Topsoil translocation for Brazilian savanna restoration: Propagation of herbs, shrubs, and trees. *Restor. Ecol.* 23. <https://doi.org/10.1111/rec.12252>
- Flora do Brasil 2020, 2020. List of Species of the Brazilian Flora [WWW Document]. Reflora.
- Ganade, G., Brown, V.K., 2002. Succession in old pastures of central Amazonia: Role of soil fertility and plant litter. *Ecology* 83, 743–754. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[0743:SIOPOC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[0743:SIOPOC]2.0.CO;2)
- Gorgone-Barbosa, E., Pivello, V.R., Bautista, S., Zupo, T., Rissi, M.N., Fidelis, A., 2015. How can an invasive grass affect fire behavior in a tropical savanna? A community and individual plant level approach. *Biol. Invasions* 17, 423–431. <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0740-z>
- Hanson, C., Buckingham, K., Dewitt, S., Laestadius, L., 2015. The Restoration Diagnostic 96. <https://doi.org/978-1-56973-875-7>

- Haridasan, M., 2008. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. *Brazilian J. Plant Physiol.* 20, 183–195. <https://doi.org/10.1590/s1677-04202008000300003>
- Hartshorn, G.S., 2015. Application of Gap Theory to Tropical Forest Management : Natural Regeneration on Strip Clear-cuts in the Peruvian Amazon Linked references are available on JSTOR for this article : APPLICATION OF GAP THEORY TO TROPICAL FOREST MANAGEMENT : NATURAL REGENER 70, 567–576.
- Herrick J. E. , Van Zee J. W., Havstad K. M. , Burkett L. M., Whitford W.G., 2009. Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems, USDA-ARS Jornada Experimental Range. New Mexico.
- Higgins, S.I., Bond, W.J., Trollope, W.S.W., 2000. Fire, resprouting and variability: A recipe for grass-tree coexistence in savanna. *J. Ecol.* 88. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00435.x>
- Hoffmann, W.A., Haridasan, M., 2008. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. *Austral Ecol.* 33, 29–36. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2007.01787.x>
- Hoffmann, W.A., Moreira, A.G., 2002. The Role of Fire in Population Dynamics of Woody Plants, The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/oliv12042-010>
- Horstmann, N., 2021. Regeneração de comunidades graminóides após degradação severa no Cerrado. Universidade de Brasília.
- IBGE, 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

- Ladouceur, E., Shackelford, N., 2021. The power of data synthesis to shape the future of the restoration community and capacity. *Restor. Ecol.* 29, 4–9. <https://doi.org/10.1111/rec.13251>
- LAPIG, 2019. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento [WWW Document].
- Lapola, D.M., Martinelli, L.A., Peres, C.A., Ometto, J.P.H.B., Ferreira, M.E., Nobre, C.A., Aguiar, A.P.D., Bustamante, M.M.C., Cardoso, M.F., Costa, M.H., Joly, C.A., Leite, C.C., Moutinho, P., Sampaio, G., Strassburg, B.B.N., Vieira, I.C.G., 2014. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. *Nat. Clim. Chang.* 4, 27–35. <https://doi.org/10.1038/nclimate2056>
- Lefcheck, J.S., 2016. piecewiseSEM: Piecewise structural equation modelling in r for ecology, evolution, and systematics. *Methods Ecol. Evol.* 7, 573–579. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12512>
- Liaw, A., Wiener, M., 2018. Package ‘randomForest,’ Repository CRAN R. <https://doi.org/10.1023/A>
- Lima, I.L.P., Scariot, A., Giroldo, A.B., 2017. Impacts of the implementation of silvopastoral systems on biodiversity of native plants in a traditional community in the Brazilian Savanna. *Agrofor. Syst.* 91, 1069–1078. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9981-4>
- Lima, J.E.F.W., de Gois Aquino, F., Chaves, T.A., Lorz, C., 2017. Development of a spatially explicit approach for mapping ecosystem services in the Brazilian Savanna – MapES. *Ecol. Indic.* 82, 513–525. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.028>
- Lisbôa, F.M., Donagemma, G.K., Burak, D.L., Passos, R.R., Mendonça, E. de S., 2016.

- Indicadores de qualidade de Latossolo relacionados à degradação de pastagens. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 51, 1184–1193. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900018>
- Machida, W.S., Gomes, L., Moser, P., Castro, I.B., Miranda, S.C., da Silva-Júnior, M.C., Bustamante, M.M.C., 2021. Long term post-fire recovery of woody plants in savannas of central Brazil. *For. Ecol. Manage.* 493, 119255. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119255>
- MapBiomas, 2020. Project MapBiomas - Collection 5.0 of Brazilian Land Cover & Use Map Series [WWW Document]. 2020.
- Mauricio, R.M., Ribeiro, R.S., Paciullo, D.S.C., Cangussú, M.A., Murgueitio, E., Chará, J., Estrada, M.X.F., 2018. Silvopastoral systems in latin america for biodiversity, environmental, and socioeconomic improvements, in: *Agroecosystem Diversity: Reconciling Contemporary Agriculture and Environmental Quality*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811050-8.00018-2>
- Miranda, H.S., Sato, M.N., Neto, W.N., Aires, F.S., 2009. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna, in: *Tropical Fire Ecology*. https://doi.org/10.1007/978-3-540-77381-8_15
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities articles. *Nature* 403, 853–858. <https://doi.org/doi.org/10.1038/35002501>.
- Nerlekar, A.N., Veldman, J.W., 2020. High plant diversity and slow assembly of old-growth grasslands. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 117, 18550–18556. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922266117>

- Nunes, F.S.M., Soares-Filho, B.S., Rajão, R., Merry, F., 2017. Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil. *Environ. Res. Lett.* 12. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6658>
- Overbeck, G.E., Vélez-Martin, E., Scarano, F.R., Lewinsohn, T.M., Fonseca, C.R., Meyer, S.T., Müller, S.C., Ceotto, P., Dadalt, L., Durigan, G., Ganade, G., Gossner, M.M., Guadagnin, D.L., Lorenzen, K., Jacobi, C.M., Weisser, W.W., Pillar, V.D., 2015. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Divers. Distrib.* 21, 1455–1460. <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>
- Pausas, J.G., Keeley, J.E., 2014. Evolutionary ecology of resprouting and seeding in fire-prone ecosystems. *New Phytol.* 204, 55–65. <https://doi.org/10.1111/nph.12921>
- Pellizzaro, K.F., Cordeiro, A.O.O., Alves, M., Motta, C.P., Rezende, G.M., Silva, R.R.P., Ribeiro, J.F., Sampaio, A.B., Vieira, D.L.M., Schmidt, I.B., 2017. “Cerrado” restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. *Rev. Bras. Bot.* 40. <https://doi.org/10.1007/s40415-017-0371-6>
- Pereira, O.J.R., Ferreira, L.G., Pinto, F., Baumgarten, L., 2018. Assessing pasture degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of MODIS NDVI time-series. *Remote Sens.* 10. <https://doi.org/10.3390/rs10111761>
- Pilon, N.A.L., Cava, M.G.B., Hoffmann, W.A., Abreu, R.C.R., Fidelis, A., Durigan, G., 2020. The diversity of post-fire regeneration strategies in the cerrado ground layer. *J. Ecol.* 109, 154–166. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13456>
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. *Cerrado Ecol. e flora.*

- Salazar, A., Goldstein, G., Franco, A.C., Miralles-Wilhelm, F., 2011. Timing of seed dispersal and dormancy, rather than persistent soil seed-banks, control seedling recruitment of woody plants in Neotropical savannas. *Seed Sci. Res.* 21, 103–116. <https://doi.org/10.1017/S0960258510000413>
- Sampaio, A., Arantes, A.E., Luis, D., Vieira, M., Aquino, F.D.G., 2018. Potencial de regeneracao natural cerrado.
- Sampaio, A.B., Holl, K.D., Scariot, A., 2007. Regeneration of seasonal deciduous forest tree species in long-used pastures in central Brazil. *Biotropica* 39, 655–659. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00295.x>
- Sampaio, A.B., Vieira, D.L.M., Holl, K.D., Pellizzaro, K.F., Alves, M., Coutinho, A.G., Cordeiro, A., Ribeiro, J.F., Schmidt, I.B., 2019. Lessons on direct seeding to restore Neotropical savanna. *Ecol. Eng.* 138. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.07.025>
- Sano, E.E., Rodrigues, A.A., Martins, E.S., Bettioli, G.M., Bustamante, M.M.C., Bezerra, A.S., Couto, A.F., Vasconcelos, V., Schüler, J., Bolfe, E.L., 2019. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. *J. Environ. Manage.* 232, 818–828. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.108>
- Schmidt, I.B., Ferreira, M.C., Sampaio, A.B., Walter, B.M.T., Vieira, D.L.M., Holl, K.D., 2019. Tailoring restoration interventions to the grassland-savanna-forest complex in central Brazil. *Restor. Ecol.* 27, 942–948. <https://doi.org/10.1111/rec.12981>
- Silva, C.M. da, 2018. Between fenix and ceres: The great acceleration and the agricultural frontier in the brazilian cerrado. *Varia Hist.* 34, 409–444. <https://doi.org/10.1590/0104-87752018000200006>

- Silva, S.D., Mateus, R., Braz, V., Peixoto, J., 2015. A Fronteira do Gado e a Melinis Minutiflora P. Beauv. (POACEAE): A História Ambiental e as Paisagens Campestres do Cerrado Goiano no Século XIX. *Sustentabilidade em Debate* 6, 17. <https://doi.org/10.18472/sustdeb.v6n2.2015.15469>
- Silva, T.R., Pena, J.C., Martello, F., Bettiol, G.M., Sano, E.E., Vieira, D.L.M., 2021. Not only exotic grasslands: The scattered trees in cultivated pastures of the Brazilian Cerrado. *Agric. Ecosyst. Environ.* 314. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107422>
- Simon, M.F., Grether, R., De Queiroz, L.P., Skemae, C., Pennington, R.T., Hughes, C.E., 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 106, 20359–20364. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903410106>
- Söderström, B., Svensson, B., Vessby, K., Glimskär, A., 2001. Plants, insects and birds in semi-natural pastures in relation to local habitat and landscape factors. *Biodivers. Conserv.* <https://doi.org/10.1023/A>
- Souchie, F.F., Pinto, J.R.R., Lenza, E., Gomes, L., Maracahipes-Santos, L., Silvério, D.V., 2017. Post-fire resprouting strategies of woody vegetation in the Brazilian savanna. *Acta Bot. Brasilica* 31, 260–266. <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0376>
- Strassburg, B.B.N., Latawiec, A.E., Barioni, L.G., Nobre, C.A., da Silva, V.P., Valentim, J.F., Vianna, M., Assad, E.D., 2014. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Glob. Environ. Chang.* 28, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.001>
- Vieira, D. L.M., Sampaio, A.B., Sano, E.E., Bruziguessi, E.P., Martello, F., Moreira,

G.D.L. de B., Betoil, G.M., Bringel, J.B. de A., Pena, J.C. de C., Ferreira, L.G., Rodrigues, S.B., Silva, T.R., Mesquita, V.M., 2021. Degradação e recuperação de pastagens no Cerrado: Incluindo o Cerrado na equação, Relatório Do Projeto CEPF/02-2017/D3/7176-004. Brasília.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12133.52964>

Vieira, Daniel L. M., Sano, E.E., Silva, T.R., 2021. A classification of cultivated pastures in the Brazilian Cerrado for sustainable intensification and savanna restoration. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01646-3>

CAPÍTULO III:

PERCEPÇÕES DOS PECUARISTAS DO CERRADO PARA A RESTAURAÇÃO DE PAISAGENS EM PROPRIEDADES PRIVADAS

RESUMO

O interesse de proprietários de terras privadas em restaurar suas propriedades é um grande desafio para os gestores de programas de restauração de paisagens. No bioma Cerrado, cerca de 39% das pastagens cultivadas estão degradadas e não existem informações sobre oportunidades para restaurar essas áreas de acordo com o perfil ou motivações por parte de produtores rurais. Esse estudo buscou identificar se existe interesse entre os pecuaristas do Cerrado em restaurar pastagens e outras áreas degradadas em propriedades privadas. Buscou-se também compreender o perfil e motivações desses produtores rurais. Foram realizadas entrevistas em 90 propriedades rurais com produção pecuária no bioma Cerrado. As características identificadas através das entrevistas foram agrupadas em: pecuaristas com interesse em restaurar; pecuaristas que valorizam o Cerrado; pecuaristas que possuem iniciativas de cultivo de árvores nativas nas pastagens; pecuaristas com acesso a assistência técnica; tamanho da propriedade rural; e necessidade em obter a Reserva legal. Além disso, buscou-se caracterizar as ecorregiões e a influência do ambiente no interesse em restaurar áreas degradadas nas propriedades privadas do Cerrado. Entre os entrevistados, 36% declararam ter interesse em restaurar áreas de mata ciliar, montante de córregos, nascentes, topo de morro, erosão do solo avançada e outras áreas improdutivas. Nenhum pecuarista teve interesse em restaurar pastagens improdutivas e áreas para Reserva Legal. Os pecuaristas que desejam restaurar áreas são aqueles que declararam cultivar árvores em suas pastagens, possuem assistência técnica em grande parte por empresas privadas e serem proprietários de grandes terras. As ecorregiões Paraná Guimarães e Alto São Francisco tiveram maior porcentagem de pecuaristas com interesse em restaurar áreas degradadas. Essas regiões também são consideradas as com maior conversão e uso da terra por possuírem características biofísicas que facilitam a intensificação agropecuária. As informações obtidas nesse estudo devem ser consideradas pelos programas de restauração de paisagens no Cerrado, afim de atrair o setor agropecuário nessas atividades.

1. INTRODUÇÃO

Entre diversos conceitos, a restauração de paisagens pode ser compreendida como o processo de auxiliar o retorno de um ecossistema que foi perturbado, degradado, ou destruído, priorizando comunidades biológicas, incluindo composição de espécies e grupos funcionais, além de contribuir em manter características necessárias para sustentar a biota e funções ecossistêmicas (SER, 2004; Suding et al., 2015). A restauração da paisagem pode oferecer oportunidades para a diversificação da produção de propriedades rurais com sistemas que integram biodiversidade local nos cultivos, respeitando as vocações regionais, extrativismo sustentável de produtos florestais e produtos não madeireiros, entre inúmeras maneiras que unem a produção com a restauração (Hanson et al., 2015; Arias-Arévalo et al., 2017). As iniciativas de restauração quando bem desenvolvidas podem promover o crescimento econômico regional e assegurar qualidade de alimentos e das condições ambientais locais (Hanson et al., 2015). Para isso, os programas de restauração da paisagem são constituídos de etapas complexas que envolvem questões biológicas, geográficas, biofísicas, econômicas e, principalmente, sociais (Hanson et al., 2015). Assim, o sucesso de um programa de restauração da paisagem deve englobar desde benefícios ecológicos à socioeconômicos locais (Wortley et al., 2013).

O Cerrado possui cerca de 30% da sua área total convertida em pastagens cultivadas (Brasil, 2015) e 39% dessas pastagens são consideradas degradadas (Pereira et al., 2018). Identificar pastagens degradadas em propriedades privadas pode ser uma oportunidade para a restauração dessas paisagens (Vieira et al., 2021) e para atender a meta do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg) que intenciona restaurar 12 milhões de hectares até 2030 (Brasil, 2017). As pastagens degradadas que não oferecem retorno financeiro aos produtores rurais também podem se tornar um

passivo ambiental para a restauração, atendendo a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Brasil, 2012). De acordo com a Lei 12651, determina-se a conservação de Áreas de Proteção Permanente (APP), mantendo a vegetação nativa em corpos d'água, nascentes, topos de morro e encostas, e áreas de Reserva Legal (RL), que no Cerrado representam 20% de vegetação nativa reservadas proporcional à área total da propriedade rural (Brasil, 2012). A APP e RL são registradas através do Cadastro Ambiental Rural (CAR), documento que garante o cumprimento dos proprietários de terra para com a lei e com a qualidade ambiental local (Brasil, 2012). A restauração de pastagens degradadas pode, ainda, garantir o retorno de serviços ecossistêmicos essenciais para a propriedade, como maior disponibilidade hídrica, melhoria do microclima local, dentre outros (Hanson et al., 2015).

Os incentivos financeiros destinados à restauração de paisagens no Brasil são garantidos pelo Planaveg através de empréstimos, incentivos fiscais e fundos internos de compensação ambiental (Brasil, 2017; Costa, 2016). No entanto, a maior parte dos recursos para atividades de restauração ecológica do país provém de financiamento internacional (Costa, 2016). O investimento de países ricos em programas de restauração ecológica tem como finalidade atender a Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD+) entre outras estratégias internacionais de compensação ambiental e garantia de serviços ambientais em todo o mundo (Alexander et al., 2011). A destinação dos fundos financeiros internacionais para a execução de programas de restauração da paisagem é baseada em estudos e mapeamentos de áreas prioritárias que, muitas vezes, utilizam de análises espaciais com base em variáveis de custo de oportunidade em escala global (Strassburg et al., 2020). Contudo, a decisão para a restauração é local e em muitos casos, deve passar pela aprovação e satisfação do proprietário de terras privadas (Telesetsky, 2017).

O interesse de proprietários de terras privadas é um grande desafio para os gestores de programas de restauração de paisagens (Telesetsky, 2017). A parceria com produtores rurais nessas iniciativas deve buscar constantemente as motivações e formas de engajamento desses atores (Hagger et al., 2017; Telesetsky, 2017). Medidas governamentais e de políticas públicas podem atrair proprietários rurais a restaurar áreas degradadas ou improdutivas em suas propriedades (Jellinek et al., 2019). Dentre as principais estratégias de governo para incentivo da restauração estão linhas de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), os pagamentos por serviços ambientais (PSA) e o mercado de crédito de carbono (Costa, 2016). Os produtores rurais podem se sentir motivados a restaurar paisagens por interesses econômicos individuais, necessidades de um grupo de uma determinada região, afinidade e preocupação em manter o meio ambiente com qualidade e para que futuras gerações tenham acesso a esse, ou ainda, preocupação com a melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais (Hagger et al., 2017; Arias-Arévalo et al., 2017). As motivações dos produtores rurais também podem partir das próprias legislações ambientais e de necessidades em regularização perante essas leis (Bessa et al., 2020).

Apesar dos mecanismos políticos, financeiros e dos inúmeros benefícios em restaurar paisagens degradadas, existe uma resistência e pouca adesão de proprietários de terras privadas aos programas de restauração no Brasil (Costa, 2016; Moreira, 2017). A visão majoritária dos produtores rurais sobre a restauração de paisagens é de perda de áreas de produção, gastos adicionais na propriedade sem retorno financeiro ou desinformação sobre o assunto (Moreira, 2017). Então, uma maneira de reduzir essas barreiras entre o produtor rural e a restauração de paisagens é o investimento em capacitação técnica para os produtores e para técnicos de agências privadas e públicas (Newton et al., 2016; Bloomfield et al., 2018). A assistência técnica e extensão rural é

uma importante ponte entre o produtor rural, o conhecimento de novos saberes, a comunicação e o financiamentos de projetos (Leite et al., 2021). No Brasil, a assistência rural é realizada por empresas privadas e pelas Agências de Assistência Técnica e Extensão Rural e Social (Ater) estatais que possuem a missão de dar o suporte necessário para a qualidade do trabalho dos produtores (Leite et al., 2021). As Ater são a principal ponte entre o governo e o produtor rural e executam um trabalho de extrema importância para a assistência técnica no campo de forma gratuita (Oliveira et al., 2017). No entanto, a precarização de algumas unidades dessas agências por falta de recursos financeiros, humanos e capacitação impossibilita a execução de trabalhos e a qualidade da assistência em muitos lugares do país (Oliveira et al., 2017; Leite et al., 2021). No âmbito da restauração de paisagens, as consequências da ausência ou má qualidade da assistência técnica rural, resulta na extinção de linhas de crédito por falta de acesso (Costa, 2016) e no desconhecimento de tecnologias de produção mais sustentáveis que poderiam promover a restauração com benefícios econômicos às propriedades rurais (Newton et al., 2016).

O Cerrado apresenta grandes diferenças regionais em relação ao clima, a topografia e a questões socioculturais que refletem no uso da cobertura do solo (Sano et al., 2019). Entre as diferenças territoriais do bioma, existem locais áridos, com baixa precipitação anual, chuvas mais concentradas, altas temperaturas e solos pouco férteis e declivosos, onde o uso da terra é menos intensificado por produtores rurais (Sano et al., 2019). Por outro lado, regiões do Cerrado com características favoráveis ao cultivo, como topografia plana, solos férteis e maior pluviosidade, se tornaram polos de grandes monoculturas, com desmatamentos expressivos que, como consequência, agravam a escassez hídrica e as mudanças climáticas em diversos locais (Bustamante et al., 2019; Sano et al., 2019). As mudanças na cobertura e uso da terra no Cerrado atingem

diretamente povos tradicionais e agricultores familiares que sofrem dificuldades para manter seus modos de vida e sua renda (Bustamante et al., 2019). Apesar de existirem iniciativas de restauração de paisagens com sucesso no Cerrado (Schmidt et al., 2018), não existem estudos sobre oportunidades para restaurar de acordo com o perfil ou motivações por parte de proprietários de terras no contexto do bioma.

Este capítulo propõe responder às seguintes perguntas: Existe interesse por parte dos pecuaristas em restaurar pastagens degradadas, trazendo a vegetação nativa do Cerrado de volta em suas propriedades? O interesse varia em função do contexto socioambiental e perfil dos produtores? Foram propostas as seguintes hipóteses: i) Produtores rurais em ecorregiões mais secas e quentes do Cerrado têm maior interesse em participar de programas de restauração para melhorar a disponibilidade de água e outros recursos ecossistêmicos em suas propriedades; ii) Produtores que possuem déficit de vegetação nativa nas suas Reservas Legais possuem maior interesse em restaurar pastagens degradadas para adequar suas propriedades diante da legislação; iii) As grandes propriedades rurais não têm interesse em restaurar a paisagem para retornar com a vegetação do Cerrado, porque representaria perder áreas de produção; iv) Os pecuaristas que possuem iniciativas e que demonstram preocupação com o meio ambiente, possuem maior interesse em restaurar pastagens degradadas, por valorizarem o Cerrado; e v) Produtores que possuem assistência técnica têm maior interesse em fazer parte de programas de restauração, por possuírem maior acesso à informação e compreenderem a importância e os benefícios de restaurar paisagens degradadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Entrevistas

Foram realizadas entrevistas com proprietários de terras privadas ou gerentes de 90 propriedades rurais com foco em pecuária, localizadas em 42 municípios de nove estados que abrangem o Cerrado. As ecorregiões do Cerrado foram consideradas para abranger diferentes contextos socioambientais do bioma. Foram localizados municípios com maiores áreas de pastagens, através de análises geoespaciais utilizando a classificação das pastagens do Cerrado (<https://atlasdaspastagens.ufg.br>). Em cada município foram acessados os escritórios das Ater e de agências privadas com o objetivo de apresentar o projeto de pesquisa e solicitar aos técnicos um contato inicial com os proprietários rurais da região. As propriedades entrevistadas foram acessadas de acordo com a disponibilidade e interesse dos produtores rurais, após o contato e apresentação do projeto.

Durante as entrevistas foi entregue aos entrevistados um questionário semiestruturado como roteiro (Apêndice I). As perguntas e respostas foram registradas utilizando gravador de voz com consentimento dos entrevistados e, concomitantemente, as respostas foram anotadas. Um questionário semiestruturado foi entregue aos entrevistados, dividido em dados gerais sobre as propriedades e temas com a finalidade de traçar um perfil do produtor e da propriedade (Apêndice I) (Tabela 1). Entre as perguntas realizadas, buscou-se saber se as propriedades possuíam pastagens degradadas ou outras áreas improdutivas e se os produtores tinham interesse em restaurá-las a partir de programas de restauração da paisagem (Tabela 1). Também buscou-se compreender as características dos produtores e das propriedades que poderiam ter influência no desejo de restaurar áreas improdutivas, como: produtores que possuem iniciativas autônomas, como plantio e condução da regeneração de árvores; produtores que se preocupam em

manter árvores do Cerrado em suas pastagens e nas propriedades por valorizarem e se preocuparem com a conservação da natureza; propriedades que possuem orientação técnica e acesso a informação; e propriedades que não possuem reserva legal na propriedade, mas necessitam implementá-la (Tabela 1). O percentual de produtores rurais com interesse em restaurar foi analisado de acordo com as respostas e especialmente de acordo com as características regionais em que a propriedade está inserida (Tabela 1).

Tabela 1: Perguntas, variáveis resposta, preditoras e objetivos a partir das entrevistas realizadas com os pecuaristas do Cerrado.

Pergunta	Variável resposta	Variável preditora	Objetivo
Existem áreas improdutivas na propriedade? Ex.: pastagens improdutivas ou outras áreas	Pastagens improdutivas e outras áreas degradadas na propriedade		Identificar pastagem degradada na propriedade
Teria interesse em recuperar? (retornar com a vegetação do Cerrado)	Interesse em restaurar		Identificar o interesse pela restauração da vegetação nativa do Cerrado
Possui Reserva Legal?	Interesse em restaurar	Não possui RL	Identificar propriedades que necessitam implementar RL
Algum técnico agrícola ou extensionista rural contribui na melhoria da propriedade?	Interesse em restaurar	Possui assistência técnica	Identificar a presença de assistência e acesso a informação
Vê benefício de árvores do Cerrado no pasto e na propriedade? Qual?	Interesse em restaurar	Valoriza o Cerrado	Identificar produtores que valorizam o Cerrado
Já plantou ou deixou crescer alguma árvore nativa no pasto?	Interesse em restaurar	Possui iniciativas de conservação	Identificar produtores que possuem iniciativas autônomas de conservação do Cerrado
Qual o tamanho da propriedade?	Interesse em restaurar	Pequenas e médias propriedades	Estabelece o perfil da propriedade
Localização da propriedade rural	Interesse em restaurar	Ecorregiões (mais secas, mais quentes)	Estabelece características da região

2.2. Perfil das propriedades rurais

O perfil das propriedades rurais foi traçado de acordo com o tamanho da área e classificação por módulos fiscais. A definição de propriedades grandes, médias e pequenas foi feita seguindo a classificação da Lei nº 8.629/1993 que considera a

quantidade de módulos fiscais por município (Brasil, 1993). Foram identificados os módulos fiscais de cada município das propriedades visitadas pela plataforma da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>). Os tamanhos das propriedades foram divididos pelo tamanho do módulo fiscal do município em que a propriedade está inserida. Dessa forma, obteve-se o número de módulos fiscais que a propriedade entrevistada possui. Foram consideradas propriedades pequenas e médias aquelas menores que 15 módulos fiscais e propriedades grande maiores ou igual a 15 módulos fiscais (Brasil, 1993).

2.3. Características da região

Para identificar as propriedades inseridas em regiões mais secas, foi feita a classificação da aridez a partir do cálculo do Índice de Aridez – Ia (Nimer e Brandão, 1989) a partir da fórmula:

$$Ia = 100*(DEF/EP)$$

Onde: DEF = déficit hídrico anual; e EP = evapotranspiração potencial.

A camada matricial de evapotranspiração potencial do Cerrado foi obtida na plataforma digital do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade de Goiás (Lapig) (<https://maps.lapig.iesa.ufg.br/lapig.html>). O déficit hídrico do Cerrado foi obtido pelo projeto TerraClimate, disponibilizado pela plataforma do *Google Earth Engine* (Abatzoglou et al., 2018). As propriedades entrevistadas foram classificadas em “regiões secas” quando o índice de aridez era acima de 33.3, de acordo com Nimer e Brandão (1989).

Para identificar propriedades em regiões mais quentes, utilizou-se a camada espacial de temperatura média anual da plataforma Worldclim

(<https://www.worldclim.org/>). Foram extraídos os valores de temperatura média anual para cada propriedade e classificadas em regiões mais quentes aquelas com temperatura acima da média anual geral.

As informações sobre o interesse dos pecuaristas em restaurar foram sobrepostas ao mapa das ecorregiões do Cerrado, junto à camada do índice de vigor das pastagens do ano de 2017. A sobreposição das informações indicará regiões com pastagens menos produtivas e o interesse dos pecuaristas sobre a restauração.

2.4. Análise dos dados

A variável resposta “interesse em restaurar” e as variáveis preditoras “Não possui RL”, “Possui assistência técnica”, “Valoriza o Cerrado”, “Possui iniciativas de conservação”, “Pequenas e médias propriedades (< 15 módulos fiscais)”, “região seca” e “região quente” foram transformadas em dados binários 0 e 1.

Foi realizado um modelo de regressão logística múltipla entre a variável resposta e as variáveis preditoras, a fim de identificar as motivações dos pecuaristas do Cerrado que desejam participar de programas de restauração de paisagens em suas propriedades privadas. O modelo utilizou a acurácia pelo método *bootstrap* com 100 repetições.

3. RESULTADOS

De acordo com as entrevistas realizadas nas 90 propriedades rurais com enfoque em pecuária no Cerrado, 64% dos produtores disseram não ter pastagens degradadas ou outras áreas improdutivas em suas propriedades (Figura 1). Entre os 36% que declararam ter áreas improdutivas e interesse em restaurá-las, nenhum dos entrevistados manifestou o interesse específico em restaurar pastagens degradadas em suas propriedades. Cerca de 10% dos entrevistados afirmaram ter interesse em restaurar outras áreas consideradas improdutivas, desmatadas há longo tempo, que não são cultivadas devido dificuldades

em manejo do solo por compactação ou afloramentos rochosos. Outros 4% desejam retornar com a vegetação do Cerrado em áreas com erosão avançada (voçoroca); 21% disseram ter interesse em restaurar matas ciliares, córregos ou nascentes, e 2% afirmaram ter interesse em restaurar áreas de morro degradadas nas propriedades (Figura 1).

A respeito da área de RL, 74% dos entrevistados afirmaram ter a reserva demarcadas nas propriedades; 4% possuem a RL demarcadas no CAR, mas comprada fora da propriedade; 10% disse ter a área de reserva, mas ainda não demarcada no CAR e 2% não possuem RL. Nenhum dos entrevistados manifestou interesse em participar de programas de restauração da paisagem para obter áreas de RL.

Em relação à assistência técnica nas propriedades, 18% dos pecuaristas declararam serem assistidos por instituições do governo; 9% por sindicatos, cooperativas ou associação de produtores rurais; 31% disseram ter assistência por contratação de profissionais ou empresas de consultoria; e 6% têm assistência de empresas que vendem insumos agrícolas. Entre os entrevistados, 36% declararam não ter nenhum tipo de assistência técnica em suas propriedades.

Quando observadas as características que pudessem traçar o perfil dos proprietários rurais que valorizam o Cerrado, 11% declararam conservar árvores em pastagens por preocupação ambiental; 79% conservam árvores para interesse de uso (sombra, frutos, madeira); 2% para atender à legislação; e 8% não vêem benefício em manter árvores do Cerrado nas pastagens. Cerca de 90% dos entrevistados já tiveram a iniciativa de plantar árvores nativas ou deixá-las crescer por regeneração natural nas pastagens.

O tamanho médio das propriedades entrevistadas foi de 2106 ha, com propriedades variando entre 5 ha a 33 mil ha. O índice de aridez médio da região onde as propriedades visitadas estão inseridas foi 148, com mínimo de 0 e máximo de 1010. A

temperatura média anual nas regiões das propriedades entrevistadas foi de 24 °C, com mínimas e máximas, consecutivamente, de 20 °C e 27 °C. A distribuição dos pecuaristas que desejam restaurar paisagens variou entre as ecorregiões do Cerrado. Paraná Guimarães e Alto São Francisco foram as ecorregiões com maior porcentagem de interessados em restaurar áreas nas propriedades privadas (7%). Bico do Papagaio, Bananal e na Depressão Cárstica do São Francisco forma as ecorregiões com menor porcentagem (1%) de pecuaristas interessados em restaurar áreas degradadas em propriedades privadas (Figura 2).

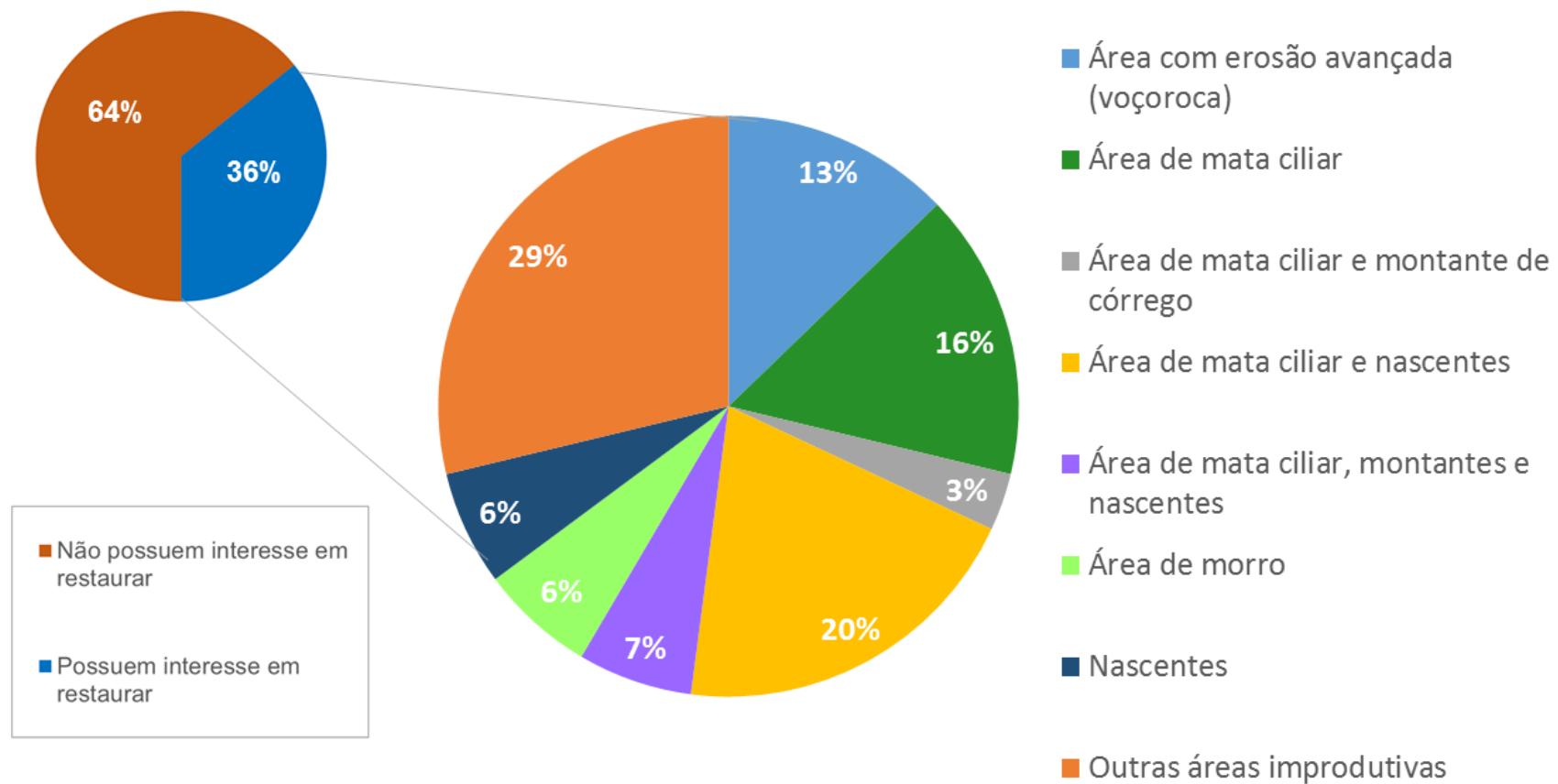


Figura 1: Porcentagem dos pecuaristas do Cerrado entrevistados, de acordo com o tipo de interesse de restauração de paisagens degradadas nas propriedades privadas.

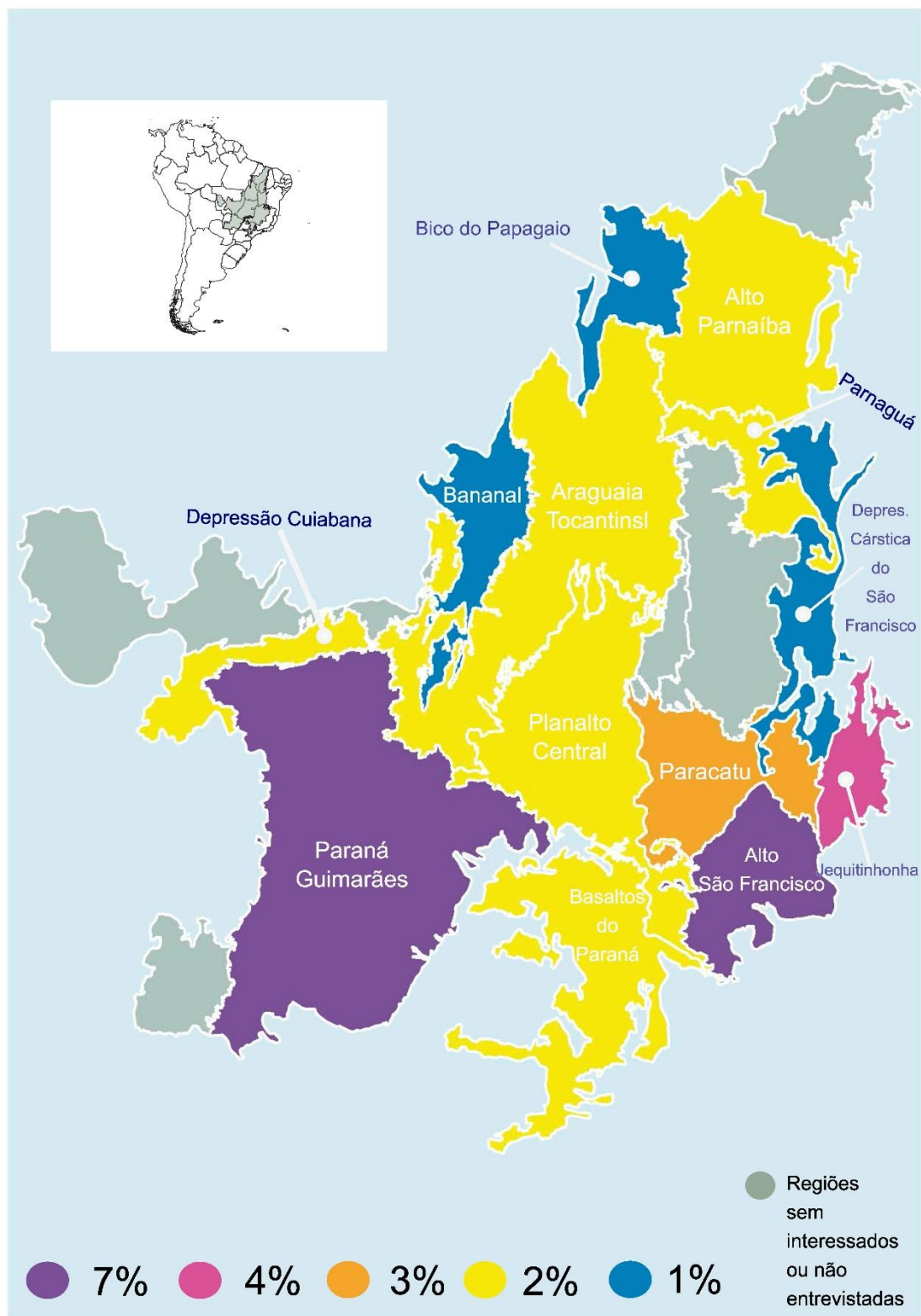


Figura 2: Pecuaristas interessados em restaurar áreas degradadas em suas propriedades privadas por ecorregião do Cerrado.

3.1. Modelo logístico da motivação em restaurar

O modelo logístico sobre a motivação dos pecuaristas do Cerrado que desejam participar de projetos de restauração de paisagens em suas propriedades foi parcialmente explicado ($R^2= 0,17$) pelas variáveis preditoras selecionadas. Considerando 95% de probabilidade de acerto dos dados, produtores rurais que possuem iniciativas de conservação, com o plantio ou a condução da regeneração natural de árvores do Cerrado em suas pastagens, possuem interesse em restaurar áreas degradadas ou improdutivas (Tabela 2). Ao contrário do esperado, os produtores rurais em regiões menos quentes manifestaram o interesse em restaurar áreas em suas propriedades (Tabela 2).

Reduzindo o intervalo de confiança dos dados para 90% de probabilidade de acerto, pode-se considerar que pecuaristas que possuem assistência técnica rural possuem interesse em restaurar paisagens degradadas (Tabela 2). Novamente contrariando a hipótese proposta, quando analisado o tamanho das propriedades em relação ao interesse em restaurar, pecuaristas de grandes propriedades (maiores que 15 módulos fiscais) apresentaram maior interesse em participar de programas de restauração que retornassem com a vegetação do Cerrado em suas propriedades (Tabela 2).

Não foi encontrada influência em restaurar de acordo com déficit de vegetação nativa na RL das propriedades rurais. As variáveis “Valoriza o Cerrado” e “regiões secas” obtida pelo índice de aridez também não apresentaram influência sobre a variável resposta.

Tabela 2: Modelo logístico múltiplo entre a variável resposta “interesse em restaurar” e variáveis preditoras: “Não possui RL”, “Possui assistência técnica”, “Valoriza o Cerrado”, “Possui iniciativas de conservação”, “Pequenas e médias propriedades (< 15 módulos fiscais)”, “Região seca” e “Região quente”. A regressão logística apresentou o coeficiente $R^2 = 0,17$ e $AIC = 107,62$.

Variável preditora	Estimate Std.	Error	t value	Pr(> z)
Não possui RL	0,44722	0,73863	0,605	0,5449
Possui assistência técnica	0,9340	0,5172	1,806	0,0709 .
Valoriza o Cerrado	-0,0255	0,7798	-0,033	0,9739
Possui iniciativas de conservação	2,5373	1,2119	2,094	0,0363 *
Pequenas e médias propriedades	-1,0746	0,5618	-1,913	0,0558 .
Região seca	0,7341	0,5171	1,419	0,1558
Região quente	-1,1458	0,5252	-2,182	0,0291 *

OBS: Pr(>|z|): 0 ‘****’ 0,001 ‘***’ 0,01 ‘**’ 0,05 ‘.’ 0,1 ‘.’ 1

4. DISCUSSÃO

Existem pecuaristas no Cerrado com interesse em restaurar paisagens degradadas e improdutivas em suas terras, mas não pastagens. Esses pecuaristas são minoria entre os entrevistados e estão dispersos em diversas ecorregiões do Cerrado, sob contextos diferentes. As áreas apontadas por esses produtores rurais como de interesse para a restauração, não incluem pastagens degradadas ou improdutivas e nem áreas destinadas para RL. Ainda que 39% das pastagens do Cerrado estejam em degradação e improdutividade (Pereira et al., 2018), a percepção do que é área degradada para esses pecuaristas é voltada apenas para estágios avançados de erosão do solo e degradação em matas ciliares e nascentes. Essa informação reforça a percepção de resistência dos

pecuaristas sobre a restauração do Cerrado em áreas que podem gerar a ideia de “perda de área para a produção”, mesmo sendo estas pastagens improdutivas sem retorno financeiro (Moreira, 2017). A mesma ideia de “perda de área de produção” é voltada à RL, tema ainda muito polêmico no meio rural (Pacheco et al., 2017). Muitos produtores discordam das exigências do percentual de RL sobre a área total da terra e desacreditam na sua importância ecológica (Pacheco et al., 2017). Até o início dos anos 2000, menos de 10% das propriedades rurais no Brasil apresentavam área de RL e mesmo aquelas que a mantinham, não respeitavam seus limites (Marques e Ranieri, 2012). Destaca-se que, entre os entrevistados, além daqueles que afirmaram não possuir RL, 10% não possuem a área demarcada no CAR, podendo assim, não apresentar necessariamente os limites da área correspondentes aos exigidos por lei. Por outro lado, as áreas de interesse dos produtores para restauração da vegetação do Cerrado em suas propriedades estão ligadas à APP. De modo geral, a água é uma das principais preocupações de pequenos, médios e grandes produtores rurais (Silva et al., 2012; Lopes et al., 2015; Gonçalves e Chagas, 2017). A agricultura conta com os recursos hídricos provenientes em cerca de 31% da água da chuva, 23% de minas e córregos e 15% de poços e represas, sendo o restante de redes privadas (Silva et al., 2012). Enquanto que para alguns produtores rurais a RL pode significar perda de área de produção (Moreira, 2017), restaurar APP pode significar provisão e manutenção de água (Gonçalves e Chagas, 2017). Assim, existe entre os pecuaristas um senso comum de “preferências” e “desinteresses”, diferenciando as motivações quanto a restauração da vegetação nativa do Cerrado entre APP e RL.

O acesso à informação, extensão e assistência técnica podem contribuir em mudanças comportamentais dos produtores rurais de forma favorável à restauração de paisagens e práticas de conservação dos recursos naturais (Newton et al., 2016; Telesetsky, 2017). De acordo com as entrevistas desse trabalho, propriedades que

possuem algum tipo de assistência técnica tiveram relação com o interesse dos pecuaristas em restaurar áreas degradadas ou improdutivas. A assistência técnica permite a disseminação de tecnologias e práticas para o desenvolvimento da propriedade e a capacitação dos produtores rurais, ampliando a dimensão dos seus conhecimentos (Leite et al., 2021). Entre inúmeros benefícios, a capacitação pode apoiar os produtores rurais a cumprir com a legislação e a entender a importância da vegetação nativa para a propriedade rural (Bloomfield et al., 2018; Silva et al., 2020). No entanto, a maior parte dos pecuaristas entrevistados declarou não possuir nenhuma fonte de assistência técnica em suas propriedades. Quando observada a atuação das associações governamentais na orientação aos produtores rurais no estado de Goiás, a ausência de unidades locais, o baixo número de técnicos e a falta de estrutura material básica de trabalho, resultaram na baixa qualidade ou nenhuma assistência em propriedades de diversos municípios desse estado (Oliveira et al., 2017). Assim, a assistência técnica rural gratuita no Brasil pode ser considerada ainda uma política frágil (Oliveira et al., 2017). Outro ponto a ser considerado é que a maioria dos pecuaristas entrevistados que declararam ter acompanhamento em suas propriedades, disseram ser por empresas privadas ou contratação de profissional. Desta forma, entende-se que o acesso e qualidade da assistência técnica no Brasil e, conseqüentemente, à informação, são influenciados por um perfil socioeconômico de maior renda, refletindo a desigualdade social no campo (Rocha Júnior et al., 2019).

As iniciativas de plantar ou conduzir o crescimento de regenerantes de árvores do Cerrado nas pastagens se destacaram entre as características dos pecuaristas entrevistados que manifestaram interesse em restaurar paisagens degradadas nas suas propriedades. O cultivo de árvores em sistemas de produção no meio rural pode ser motivado por questões do ambiente, culturais e preocupações pessoais do produtor rural com a conservação da

natureza e com as futuras gerações (Manning et al., 2006). Nesse trabalho, não foi possível associar a valorização do Cerrado pelo produtor como um motivador à restauração. Porém, outros trabalhos mostram que existem pecuaristas no Cerrado que mantêm árvores nativas nas pastagens pela preocupação com os recursos naturais (Bruziguessi et al., 2021). A conexão com a natureza e necessidade em conservá-la é uma das principais motivações de proprietários rurais em programas de restauração de diversos países (Arias-Arévalo et al., 2017). Quando produtores rurais acreditam que seu envolvimento com ações de restauração beneficiam o meio ambiente, estes se envolvem mais nas atividades dos programas (Jellinek et al., 2019). Assim, os pecuaristas que já possuem iniciativas particulares de plantio de árvores são uma oportunidade para a implementação da restauração de paisagens, devendo serem identificados e orientados adequadamente por programas de restauração (Manning et al., 2006).

Os produtores rurais de grandes propriedades do Cerrado, acima de 15 módulos fiscais, apresentaram maior interesse em restaurar paisagens degradadas ou improdutivas, retornando com a vegetação do Cerrado. Em países em desenvolvimento como o Brasil, o tamanho da propriedade é uma variável que pode inferir sobre produtividade e poder monetário (IBGE, 2020; Ferreira e Almeida, 2021). Apesar de algumas regiões do país apresentarem grande produtividade entre as pequenas propriedades, através do uso de tecnologia e intensificação da área de cultivo (Ferreira e Almeida, 2021), em escala territorial nacional, quase a metade da produção do país está concentrada nos grandes latifúndios que pertencem a um número pequeno de proprietários (IBGE, 2020). Essa pequena porção populacional que detêm maior produtividade e renda no país também é a que possui maior escolaridade (Salvato et al., 2010). Portanto, entre os possíveis perfis de proprietários de terras com interesse em restaurar paisagens degradadas, os pecuaristas detentores de grandes propriedades no Cerrado podem estar motivados a essas atividades

por terem maior acesso à informação e poder aquisitivo para execução (Telesetsky, 2017). Além desses fatores, as exigências de mercado para os grandes produtores rurais são maiores quanto à regularização ambiental e redução de impactos sobre o meio ambiente (Souza et al., 2020). Desta forma, é possível que o interesse de proprietários de grandes terras em restaurar também esteja vinculado a necessidade de se adequar ao mercado (Souza et al., 2020).

As regiões menos quentes do Cerrado tiveram mais pecuaristas interessados em restaurar paisagens degradadas em suas terras, contrariando a hipótese proposta. Contudo, as mesmas áreas contendo mais produtores rurais com interesse em restaurar, estão inseridas nas ecorregiões do Cerrado onde ocorreram maior conversão e uso do solo no bioma, devido às condições biofísicas favoráveis à agropecuária (Sano et al., 2019). Essas ecorregiões são apontadas por cientistas, gestores e representantes de organizações da sociedade civil como prioritárias para a restauração, devido à pressão do uso humano sobre espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas e a perda de serviços ecossistêmicos relevantes (Sano et al., 2019; MMA, 2004). É possível que o interesse dos pecuaristas em restaurar suas propriedades nessas regiões possa vir de impactos negativos do desmatamento em larga escala e da intensificação do uso da terra nos próprios sistemas de produção (Hunke et al., 2015; Dijkhorst et al., 2018). A redução da vegetação nativa nas propriedades pode gerar assoreamento e contaminação de corpos d'água por fertilizantes e agrotóxicos (Hunke et al., 2015). Os regimes de chuvas também sofrem cada vez mais modificações devido às mudanças climáticas, que são agravadas em veranicos e períodos de seca abruptos nos locais com menos corredores de vegetação nativa (Dijkhorst et al., 2018). Esses fatores juntos, comprometem a produção e a qualidade de vida (Dijkhorst et al., 2018). Considerando que as áreas de APP foram apontadas como de maior interesse para restauração entre os entrevistados, o provimento

da água é a principal preocupação nessas regiões de intenso uso da terra.

A implementação de programas de restauração necessita de um diagnóstico do perfil dos possíveis atores, contexto da paisagem e limites geográficos antes das tomadas de decisão (Hanson et al., 2015). Nesse estudo, foram encontrados pecuaristas de grandes propriedades que desejam retornar com a vegetação do Cerrado, majoritariamente em áreas de APP, localizados nas ecorregiões onde ocorreu maior intensificação do uso da terra no bioma. Identificar esse grupo só foi possível com a parceria entre as instituições e escritórios de assistência técnica rural locais, o que também foi uma variável diferencial na motivação dos pecuaristas ao interesse em restaurar. Assim, para que os programas de restauração possam achar os interessados em restaurar no setor agropecuário é necessário envolver a assistência técnica rural (Newton et al., 2016). Além do envolvimento da Ater e escritórios privados, o investimento em capacitação dos produtores e dos técnicos das instituições é essencial para fortalecer a motivação, orientar e direcionar as atividades de restauração (Newton et al., 2016). É necessário que a capacitação técnica de produtores rurais e técnicos agrícolas esclareça a importância dos corredores de vegetação e, principalmente, da Reserva Legal (Moreira, 2017). Através da capacitação, o entendimento da restauração e das áreas de reserva pode incluir cadeias produtivas regenerativas como sistemas agrosilvipastoris, que também podem gerar fontes de renda alternativa ao produtor (Bruziguessi et al., 2021). Outras formas de incentivo ao setor pecuário em restaurar paisagens degradadas é através dos programas de crédito de carbono e PSA (Brasil, 2017). O PSA foi regulamentado pela lei 14.119/2021 que também institui o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA) como estratégia para incentivar produtores rurais a conservarem e restaurarem a vegetação nativa em suas propriedades (Brasil, 2021b). Os pagamentos por serviços ambientais através do PFPSA podem ser diretos, monetários ou não monetários, podendo

ainda incluir prestação de melhorias sociais a comunidades rurais e urbanas, certificações, títulos verdes, dentre outras modalidades acordadas pelos órgãos gestores (Brasil, 2021). O fortalecimento e difusão da política do PSA torna a implementação das atividades de restauração acessível aos pecuaristas interessados em recuperar paisagens degradadas e também, pode atrair a atenção daqueles desinteressados pelos incentivos fiscais e melhoria em suas propriedades (Brasil, 2017; Moreira, 2017).

5.CONCLUSÃO

Os pecuaristas do Cerrado desejam restaurar áreas de APP e erosão do solo em suas propriedades rurais. Porém, desconsideram a Reserva Legal e pastagens improdutivas. Esses pecuaristas possuem o perfil de terem iniciativas de cultivo de árvores nativas em suas pastagens, assistência técnica, em grande parte privada, estarem localizados nas regiões de maior uso da terra e serem proprietários de grandes terras. As características e lacunas encontradas nesse trabalho devem ser consideradas por programas de restauração da paisagem, a fim de facilitar o acesso e envolvimento do setor agropecuário. As informações obtidas também podem orientar ações importantes para a restauração de paisagens em terras privadas no Cerrado, como a inclusão dos escritórios de assistência técnica rural nos programas de restauração e a capacitação de produtores e técnicos.

REFERÊNCIAS

- Abatzoglou, J.T., Dobrowski, S.Z., Parks, S.A., Hegewisch, K.C., 2018. TerraClimate, a high-resolution global dataset of monthly climate and climatic water balance from 1958-2015. Sci. Data 5. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.191>
- Alexander, S., Nelson, C.R., Aronson, J., Lamb, D., Cliquet, A., Erwin, K.L., Finlayson,

- C.M., De Groot, R.S., Harris, J.A., Higgs, E.S., Hobbs, R.J., Robin Lewis, R.R., Martinez, D., Murcia, C., 2011. Opportunities and Challenges for Ecological Restoration within REDD+. *Restor. Ecol.* 19, 683–689. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2011.00822.x>
- Arias-Arévalo, P., Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., 2017. Exploring intrinsic, instrumental, and relational values for sustainable management of social-ecological systems. *Ecol. Soc.* 22. <https://doi.org/10.5751/ES-09812-220443>
- Bloomfield, G., Bucht, K., Martínez-Hernández, J.C., Ramírez-Soto, A.F., Sheseña-Hernández, I., Lucio-Palacio, C.R., Ruelas Inzunza, E., 2018. Capacity building to advance the United Nations sustainable development goals: An overview of tools and approaches related to sustainable land management. *J. Sustain. For.* 37, 157–177. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1359097>
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente, 2015. Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013. Mapeamento do Uso e Cober. do Cerrado Proj. TerraClass Cerrado 2013.
- Brasil, 2021. LEI Nº 14.119, Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nos 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política.
- Brasil, 2017. Plano nacional de recuperação da vegetação nativa, Ministério do Meio Ambiente.
- Brasil, 2012. Lei de proteção da vegetação nativa Nº 12651, Presidência da República.
- Brasil, 1993. Dispõe sobre a Regulamentação dos Dispositivos Constitucionais Relativos

à Reforma Agrária Lei Nº 8.629, De 25 De Fevereiro De 1993. Diário Of. da União, DF.

Bruziguessi E.P., Silva T.R, Moreira G.D.L.B, Vieira D. L.M., 2021. Sistemas Silvopastoris com Árvores Nativas no Cerrado. Mil Folhas IEB, Brasília.

Bustamante, M.M.C., Silva, J.S., Scariot, A., Sampaio, A.B., Mascia, D.L., Garcia, E., Sano, E., Fernandes, G.W., Durigan, G., Roitman, I., Figueiredo, I., Rodrigues, R.R., Pillar, V.D., de Oliveira, A.O., Malhado, A.C., Alencar, A., Vendramini, A., Padovezi, A., Carrascosa, H., Freitas, J., Siqueira, J.A., Shimbo, J., Generoso, L.G., Tabarelli, M., Biderman, R., de Paiva Salomão, R., Valle, R., Junior, B., Nobre, C., 2019. Ecological restoration as a strategy for mitigating and adapting to climate change: lessons and challenges from Brazil. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.* 24, 1249–1270. <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9837-5>

Costa Bessa, M.S., Ferreira, J.N., Coudel, E.S., Elias, F., Romagnoli, F., 2020. Motivações de agricultores familiares para participarem de ações de recuperação florestal em Paragominas, Pará. *Agric. Fam. Pesqui. Formação e Desenvol.* 13, 9. <https://doi.org/10.18542/raf.v13i1.7414>

Dijkhorst, H. van, Kuepper, B., Piotrowski, M., 2018. Cerrado Deforestation Disrupts Water Systems and Poses Business Risks for Soy Cerrado Deforestation Disrupts Water Systems and Poses Business Risks for Soy Producers. *Chain React. Res.*

Edmon Nimer; Ana Maria P. M. Brandão, 1989. Balanço hídrico e clima da região dos cerrados, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Balanço Hídrico e Clima da Região dos Cerrados. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Ferreira, A.A.S., Almeida, A.N., 2021. A relação inversa entre o tamanho das propriedades agrícolas e a produtividade no Brasil: uma análise não paramétrica

- usando regressões kernel. *Rev. Econ. e Sociol. Rural* 59.
<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.224128>
- Gonçalves, M. da P.M., Vieira das Chagas, A.O., 2017. Restauração De Áreas Na Percepção De Proprietários Rurais Do Entorno Da Reserva Serra Das Almas. *Polêm!Ca* 17, 37–53. <https://doi.org/10.12957/polemica.2017.28297>
- Hagger, V., Dwyer, J., Wilson, K., 2017. What motivates ecological restoration? *Restor. Ecol.* 25, 832–843. <https://doi.org/10.1111/rec.12503>
- Hanson, C., Buckingham, K., Dewitt, S., Laestadius, L., 2015. The Restoration Diagnostic 96. <https://doi.org/978-1-56973-875-7>
- Hunke, P., Mueller, E.N., Schröder, B., Zeilhofer, P., 2015. The Brazilian Cerrado: Assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. *Ecohydrology* 8, 1154–1180. <https://doi.org/10.1002/eco.1573>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2020. Atlas do Espaço Rural Brasileiro.
- Jellinek, S., Wilson, K.A., Hagger, V., Mumaw, L., Cooke, B., Guerrero, A.M., Erickson, T.E., Zamin, T., Waryszak, P., Standish, R.J., 2019. Integrating diverse social and ecological motivations to achieve landscape restoration. *J. Appl. Ecol.* 56, 246–252. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13248>
- Leite, M.J. de H., Andrade, N.A. de, Brilhante, J.C. de A., Freitas, A. de L., Neto, A.C., Bezerra, D.H.S., Castro, L.M.D. de, Santos, D.M., 2021. Rural extension and communication in the rural environment / Extensão rural e comunicação no ambiente rural. *Brazilian Appl. Sci. Rev.* 5, 440–466. <https://doi.org/10.34115/basrv5n1-029>

- Lopes, M.M., Silva, A.M.R.C., Teixeira, D., Ribeiro, M.L., 2015. Dilemas da dimensão ambiental nos assentamentos rurais: percepção e práticas ambientais. *Rev. Bras. Educ. Ambient.* 10, 301–317. <https://doi.org/10.34024/revbea.2015.v10.1954>
- Macedo Costa, M., 2016. Financiamento Para a Restauração Ecológica No Brasil 1. <Http://Www.Ipea.Gov.Br>.
- Manning, A.D., Fischer, J., Lindenmayer, D.B., 2006. Scattered trees are keystone structures - Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 132, 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.023>
- Marques, E.M., Ranieri, V.E.L., 2012. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: O caso das reservas legais do estado de são paulo. *Ambient. e Soc.* 15, 131–145. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000100009>
- MMA, 2004. Áreas Prioritárias para Conservação. Portaria no. 126 2–3.
- Moreira, T., 2017. Restauração Ecológica no Brasil: Desafios e Oportunidades. Relatório WWF-Brasil 89.
- Newton, P., Gomez, A.E.A., Jung, S., Kelly, T., Mendes, T. de A., Rasmussen, L.V., Reis, J.C. dos, Rodrigues, R. de A.R., Tipper, R., van der Horst, D., Watkins, C., 2016. Overcoming barriers to low carbon agriculture and forest restoration in Brazil: The Rural Sustentável project. *World Dev. Perspect.* 4, 5–7. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2016.11.011>
- Pacheco, R., Rajão, R., Soares-Filho, B., Hoff, R.V., 2017. Regularização do passivo de reserva legal: percepção dos produtores rurais no Pará e Mato Grosso. *Ambient. Soc.* 20, 181–200.
- Pereira, O.J.R., Ferreira, L.G., Pinto, F., Baumgarten, L., 2018. Assessing pasture

- degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of MODIS NDVI time-series. *Remote Sens.* 10. <https://doi.org/10.3390/rs10111761>
- Resende Oliveira, G., Moreira de Araújo, F., César de Queiroz, C., 2017. a Importância Da Assistência Técnica E Extensão Rural (Ater) E Do Crédito Rural Para a Agricultura Familiar Em Goiás. *Bol. Goiano Geogr.* 37, 528. <https://doi.org/10.5216/bgg.v37i3.50769>
- Rocha Junior, A.B., Freitas, J.A. de, Cassuce, F.C. da C., Costa, S.M.A.L., 2019. Análise dos determinantes da utilização de assistência técnica por agricultores familiares do Brasil em 2014. *Rev. Econ. e Sociol. Rural* 57, 181–197. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.184459>
- Salvato, M.A., Ferreira, P.C.G., Duarte, A.J.M., 2010. O impacto da escolaridade sobre a distribuição de renda. *Estud. Econômicos (São Paulo)* 40, 753–791. <https://doi.org/10.1590/s0101-41612010000400001>
- Sano, E.E., Rodrigues, A.A., Martins, E.S., Bettiol, G.M., Bustamante, M.M.C., Bezerra, A.S., Couto, A.F., Vasconcelos, V., Schüler, J., Bolfe, E.L., 2019. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. *J. Environ. Manage.* 232, 818–828. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.108>
- Schmidt, I.B., de Urzedo, D.I., Piña-Rodrigues, F.C.M., Vieira, D.L.M., de Rezende, G.M., Sampaio, A.B., Junqueira, R.G.P., 2019. Community-based native seed production for restoration in Brazil – the role of science and policy. *Plant Biol.* 21, 389–397. <https://doi.org/10.1111/plb.12842>
- SER, S. for E.R., 2004. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica. *SER, Soc. Ecol. Restor. Int.* 15.

- Silva, A.M.R.C., Lopes, M.M., Teixeira, D., 2012. Análise Ambiental do Assentamento Bela Vista do Chibarro (Araraquara -SP): Legislação Incidente, Uso e Ocupação do Solo e Percepção Ambiental 1–21.
- Silva, E.T.S., Pessoa, J.M.N., Jesus, J.B., 2020. Percepção dos agricultores familiares no semiárido da Bahia em relação as Áreas Ambientais Protegidas. *Agroecossistemas* 12, 20 – 32.
- Silva, T.R., Pena, J.C., Martello, F., Bettiol, G.M., Sano, E.E., Vieira, D.L.M., 2021. Not only exotic grasslands: The scattered trees in cultivated pastures of the Brazilian Cerrado. *Agric. Ecosyst. Environ.* 314. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107422>
- Souza, P., Herschmann, S., Assunção, J., 2020. Rural Credit Policy in Brazil: Agriculture , Environmental Protection , and Economic Development. *Clim. Policy Initiat.* 64.
- Strassburg, B.B.N., Iribarrem, A., Beyer, H.L., Cordeiro, C.L., Crouzeilles, R., Jakovac, C.C., Braga Junqueira, A., Lacerda, E., Latawiec, A.E., Balmford, A., Brooks, T.M., Butchart, S.H.M., Chazdon, R.L., Erb, K.H., Brancalion, P., Buchanan, G., Cooper, D., Díaz, S., Donald, P.F., Kapos, V., Leclère, D., Miles, L., Obersteiner, M., Plutzer, C., Carlos, C.A., Scarano, F.R., Visconti, P., 2020. Global priority areas for ecosystem restoration. *Nature* 586. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2784-9>
- Suding, K., Higgs, E., Palmer, M., Callicott, J.B., Anderson, C.B., Baker, M., Gutrich, J.J., Hondula, K.L., LaFevor, M.C., Larson, B.M.H., Randall, A., Ruhl, J.B., Schwartz, K.Z.S., 2015. Committing to ecological restoration. *Science* (80-.). 348, 638–640. <https://doi.org/10.1126/science.aaa4216>
- Telesetsky, A., 2017. Eco-restoration, private landowners and overcoming the status quo bias. *Griffith Law Rev.* 26, 248–274. <https://doi.org/10.1080/10383441.2017.1355770>

Vieira, D.L.M., Sampaio, A.B., Sano, E.E., Bruziguessi, E.P., Martello, F., Moreira, G.D.L. de B., Betoil, G.M., Bringel, J.B. de A., Pena, J.C. de C., Ferreira, L.G., Rodrigues, S.B., Silva, T.R., Mesquita, V.M., 2021. Degradação e recuperação de pastagens no Cerrado: Incluindo o Cerrado na equação, Relatório Do Projeto CEPF/02-2017/D3/7176-004. Brasília.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12133.52964>

Wortley, L., Hero, J.M., Howes, M., 2013. Evaluating ecological restoration success: A review of the literature. *Restor. Ecol.* 21, 537–543.
<https://doi.org/10.1111/rec.12028>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem oportunidades para a conservação *in situ* da vegetação do Cerrado em pastagens cultivadas. Esse estudo identificou que pastagens cultivadas possuem diversidade de árvores nativas do Cerrado remanescentes, considerando que essas pastagens são sistemas produtivos inseridos em paisagens cada vez mais fragmentadas (efeito *land sparing*). As árvores nativas em pastagens cultivadas no Cerrado podem ser uma oportunidade para a implementação de sistemas silvipastoris capazes de restaurar as paisagens do bioma, conservando biodiversidade, serviços ecossistêmicos e renda ao produtor.

Esse estudo também identificou que existem pastagens cultivadas no Cerrado com alto potencial de regeneração natural de gramíneas, herbáceas e espécies lenhosas nativas. A regeneração natural do Cerrado responde à competição com os capins exóticos, implantados nas pastagens, e ao manejo do produtor rural. Os locais onde a vegetação original é savânica e campestre, com solos mais ácidos e de clima mais seco, possuem maior regeneração natural porque o capim exótico não se desenvolve bem. No entanto, a ausência do manejo e o tempo de desativação das pastagens não é suficiente para eliminar o capim exótico. Essas informações podem orientar tomadas de decisão em programas de restauração ecológica. Assim como, as áreas identificadas com maior potencial de regeneração natural podem ser uma oportunidade para a restauração ecológica, quando de interesse do produtor, ou para sistemas regenerativos de baixo custo de implantação, como pastagens seminaturais e sistemas silvipastoris.

Os pecuaristas do Cerrado manifestaram interesse em restaurar áreas de APP e erosão do solo em suas propriedades rurais. No entanto, não foram encontrados pecuaristas com interesse em restaurar pastagens degradadas e improdutivas, mesmo com um grande percentual dessas áreas no bioma. O interesse em provimento e recuperação

das áreas de Reserva Legal também não foi mencionado pelos entrevistados desse estudo. Os pecuaristas que manifestaram interesse em restaurar áreas em suas propriedades possuem iniciativas de cultivo de árvores nativas em suas pastagens, assistência técnica, em grande parte privada, estão localizados nas regiões de maior uso da terra e são proprietários de grandes terras. Essas informações devem ser consideradas para orientar ações importantes da restauração de paisagens em terras privadas no Cerrado, assim como incentivar mais estudos e medidas de suporte informativo sobre a importância e benefícios da restauração ao setor pecuário do bioma.

APÊNDICE I

Questionário semiestruturado aplicado em entrevistas com 90 produtores rurais no Cerrado.

Dados Gerais:	Objetivo
Nome da fazenda/chácara/sítio: Localização: Tamanho da propriedade: Tamanho da área com pastagem: Lotação de animal por ha: Tipo de produção:	Estas informações serão usadas apenas para diferenciar as propriedades entrevistadas.

Tema 1: Histórico e Manejo da terra

Pergunta	Objetivo
Há quanto tempo o pasto está naquela área?	Queremos estimar a idade das pastagens e saber como ocorreu a mudança da paisagem na área (da vegetação original para pastagem).
A área sempre foi pasto?	
() Era pastagem antes do proprietário adquirir terra () O proprietário foi quem implantou a pastagem	

<p>A área da pastagem precisou ser aumentada?</p> <p><input type="checkbox"/> Manteve áreas de pastagem (</p> <p><input type="checkbox"/> Foi aumentada de uma vez</p> <p><input type="checkbox"/> Áreas de pastagens foram abertas aos poucos</p>	<p>Queremos estimar a idade das pastagens e saber como ocorreu a mudança da paisagem na área (da vegetação original para pastagem).</p>
<p>Qual capim é usado para o pasto?</p>	<p>Queremos saber se a espécie de capim cultivada compete com as árvores do Cerrado na área.</p>
<p>Como é feito o pastejo do gado?</p> <p><input type="checkbox"/> o uso é contínuo (o gado é solto por toda área)</p> <p><input type="checkbox"/> é piqueteado (o gado é rotacionado por determinados períodos)</p> <p><input type="checkbox"/> o pasto é diferido (ou seja, o pasto descansa em uma parte da propriedade, antes do fim do período chuvoso, para que possa acumular e transferir forragem a ser consumida no período da seca)</p>	<p>Queremos saber se o manejo do gado nas pastagens pode influenciar na regeneração natural de árvores do Cerrado.</p>

<p>Como é feita a recuperação do pasto?</p> <p><input type="checkbox"/> Reforma (por mecanização, controle de erosão, correção do solo, adubação e semeadura do capim, ou outra)</p> <p><input type="checkbox"/> Recuperação simples (por adubação e correção do solo)</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca se fez recuperação</p>	<p>Queremos saber se as técnicas de manejo da pastagem podem influenciar na regeneração natural de árvores do Cerrado.</p>
<p>De quanto em quanto tempo é feita a recuperação do pasto?</p>	
<p>Já se usou fogo para o manejo do pasto?</p> <p>Há quanto tempo?</p>	
<p>Área de pastagem sofreu incêndio acidental? Há quanto tempo?</p>	
<p>O pasto já sofreu com alguma praga?</p> <p>Como é feito o controle de pragas?</p> <p><input type="checkbox"/> Defensivo agrícola/Agrotóxico</p> <p><input type="checkbox"/> Roçada</p>	

<p>() Outro _____</p>	<p>Queremos saber se as técnicas de manejo da pastagem podem influenciar na regeneração natural de árvores do Cerrado.</p>
<p>De quanto em quanto tempo é feita a roçada?</p> <p>De que forma? ()</p> <p>Enxada</p> <p>() Trator</p> <p>() Roçadeira elétrica</p>	
<p>Algum técnico agrícola ou extensionista rural contribui na melhoria da pastagem?</p>	<p>Queremos saber se o manejo da pastagem é feito com orientação de algum técnico especializado.</p>
<p>Existem árvores no pasto?</p> <p>Você vê algum benefício de árvores no pasto? Qual?</p> <p>Já se plantou alguma árvore no pasto? Qual?</p> <p>Já deixou alguma árvore do Cerrado que regenerou no pasto? Por quê?</p>	<p>Queremos saber se o proprietário tem interesse em deixar árvores na pastagem, principalmente as regenerantes do Cerrado.</p>

Existe áreas improdutivas (degradadas) na sua propriedade? Teria interesse em recuperar?	Queremos saber se os agricultores têm interesse em programas de recuperação ou restauração de áreas degradadas.
--	---

Tema 2: Meio Ambiente

Pergunta	Objetivo
<p>Realizou o CAR?</p> <p>Como?</p> <p>() Recebeu ajuda técnica do governo? () Iniciativa própria?</p> <p>() Outro _____</p>	Queremos saber se os agricultores conhecem a legislação ambiental.
Utiliza a Reserva Legal? Como?	
Existe algum apoio do governo ou de ONGs (Organizações não-governamentais) na região para a regularização ambiental?	Queremos saber se os agricultores conhecem iniciativas locais de regularização ambiental.
O que você acha das leis ambientais?	Queremos saber se existem motivações ou reprovações a respeito da legislação ambiental.

Tema 3: Economia e Futuro

Pergunta	Objetivo

<p>Qual a principal atividade econômica da propriedade?</p> <p><input type="checkbox"/> Pecuária</p> <p><input type="checkbox"/> Agricultura</p> <p><input type="checkbox"/> Outra</p>	<p>Queremos saber se a pecuária é a principal fonte de renda para os agricultores.</p>
<p>Você deseja continuar com o gado por muitos anos?</p>	<p>Queremos saber se o agricultor deseja continuar com a pecuária na propriedade ou se a área de pastagem pode mudar sua paisagem para outros usos.</p>
<p>Você possui interesse em plantar outra cultura?</p>	<p>Queremos saber se o agricultor deseja continuar com a pecuária na propriedade ou se a área de pastagem pode mudar sua paisagem para outros usos.</p>
<p>Você pensa em mudar de vida um dia e sair da propriedade, caso surja uma oportunidade?</p> <p>Por quê?</p>	<p>Queremos saber se o agricultor deseja continuar com a pecuária na propriedade ou se a área de pastagem pode mudar sua paisagem para outros usos.</p>
<p>O que poderia melhorar na sua propriedade?</p>	<p>Queremos elencar e entender as necessidades dos agricultores e o interesse em mudar a paisagem da propriedade.</p>

APÊNDICE II

Espécies de árvores amostradas em 93 áreas de pastagens cultivadas no Cerrado. A densidade absoluta de cada espécie é atribuída por ecorregião.

Espécie	Ecorregião														
	Alto Parnaíba	Alto São Francisco	Araguaia Tocantins	Bananal	Basaltos do Paraná	Bico do Papagaio	Chapadão do São Francisco	Depressão Cárstica do São Francisco	Depressão Cuiabana	Jequitinhonha	Paracatu	Paraná Guimarães	Parnaguá	Planalto Central	Vão do Paraná
	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)	(n/ha)
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	0	0	0	0.5	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aegiphila verticilata</i> Vell.	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anacardium occidentale</i> L.	0.3	0	0.1	0	0	0	0	1.3	0	0	0	0	2.5	0.2	0
<i>Anadenanthera cf. colubrina</i> (Vell.) Brenan	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Andira cujabensis</i> Benth.	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Annona coriacea</i> Mart.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.4	0	0	0.5	0
<i>Annona leptopetala</i> (R.E.Fr.) H.Rainer	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F.Blake ex Pittier	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
<i>Aspidosperma verbascifolium</i> Müll.Arg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0

<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	0	0	0.4	0	0	0.4	0	0.8	0	0	0.1	0	0	0.2	0
<i>Attalea</i> Kunth	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bauhinia brevipes</i> Vogel	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	0	0.3	0	0	0.1	0	0	0.8	0	1.8	0.5	0	0	0.3	0
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0.5	0	0
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	0.3	0	0.1	0.5	0	0.2	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0
<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	0	0.3	0	0	0	0.8	0	1.3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltdl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	0	1	1.1	0	0	0	0	4	0	15.8	0.4	0	0	2.7	0
<i>Caryocar cuneatum</i> Wittm.	0	0	0	0	0	1.2	0.6	0	0	0	0	0	0.3	0	0
<i>Casearia rupestris</i> Eichler	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Celtis brasiliensis</i> (Gardner) Planch.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0
<i>Combretum duarceanum</i> Cambess.	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0.3	0.1	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.2	0
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Cordia glabrata</i> (Mart.) A. DC.	0	0.1	0	1.5	0	0	0	1.5	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Curatella americana</i> L.	0	0.1	0	0.5	0	0.2	0	0	0	0	0.1	0	0.3	0	0
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0
<i>Dimocarpus longan</i> Lour.*	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0.8	0	0
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.) B.Walln.	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	0	0.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0	0
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	0	0	0.1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Enterolobium contorticaliquum</i> (Vell.) Morong	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F. Macbr.	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.1	0	0	0.2	0
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0
<i>Eucalyptus</i> sp.	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	0	0	0.1	0	0	0	0	0.3	0	0	0.5	0	0	0	0
<i>Ficus pertusa</i> L. f.	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Genipa americana</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0.3	0.3	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.3	0.5	0
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	0.5	0	0.1	0.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0
<i>Hymenaea</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0
<i>Hymenaea martiana</i> Hayne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0.5
<i>Hymenaea sigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	0	0.9	0	0	0	0	0	1	0	5.8	0.1	0.1	2.5	0.3	0
<i>Hymenaea velutina</i> Ducke	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltdl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	0	0	0.1	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Machaerium acutifolium</i> var. <i>acutifolium</i> Vogel	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0
<i>Machaerium acutifolium</i> var. <i>enneandrum</i> (Hoehne) Rudd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0

<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	1.5	0	0	0.5	0.2	0.5
<i>Magonia pubescens</i> A.St.- Hil.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0
<i>Mimosa laticifera</i> Rizzini & A. Mattos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	0	0
<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mouriri pusa</i> Gardner	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão & M.Allemão	3	1	0	0	0.1	3	0	1	0	0.3	1.2	0	0	0	1
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	0	0	0	0	0
<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.2	0	0	1.2	0
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A. Robyns	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	0	1	0.3	0	0	0	0	2.3	0	0	0.8	0.1	0.5	0	0
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0

<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Qualea</i> Aubl.	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	0	0.1	0.1	1	0.1	0	0	1.3	0	0	0	0.2	0	1	0
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	0	0.1	0.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	0	0	0	0.5	0	0	0	7	0	0	0	0.1	0	2.2	0.5
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don.	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.- Hil	0	0	0.1	0	0	0	0	1.5	0	0.3	0.1	0	0.5	0	0
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.- Hil.	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.5	0
<i>Spondias mombin</i> L.	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0
<i>Stryphnodendron</i> <i>adstringens</i> (Mart.) Coville	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Styrax camporum</i> Pohl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0
<i>Syagrus</i> Mart.	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tachigali rubiginosa</i> (Mart. ex Tul.) Oliveira-Filho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	0	0	0	0	0.1	0	0	1.8	0	0	0.1	0	0	0.2	0
<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	0	0.8	0	0	0	0	0	1.5	0	0.3	0	0	0	0.3	0

<i>Terminalia fagifolia</i> Mart. & Zucc.	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0.3	0
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schldl.) K.Schum.	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vernonanthura ferruginea</i> (Less.) H. Rob.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0
<i>Vismia gracilis</i> Hieron.	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vochysia gardneri</i> Warm.	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0.3	0.1	0.2	0	0.3	0
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0	0	0.5	0.1	0	0	0	0
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.1	0	0	0.2	0
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÊNDICE III

Lista das espécies de capins, ervas e lenhosas nativas amostradas na cobertura de 93 pastagens ativas e 15 pastagens inativas no Cerrado

Pastagens ativas		
Espécies	Grupo Funcional	(FR+DR)
<i>Adenocalymma nodosum</i>	lenhosas	0.17
<i>Adenocalymma peregrinum</i>	lenhosas	0.17
<i>Anacardiaceae indeterminada</i>	lenhosas	0.17
<i>Andira sp.</i>	lenhosas	0.34
<i>Andira vermifuga</i>	lenhosas	0.47
<i>Anemopaegma glaucum</i>	lenhosas	0.17
<i>Annona coriacea</i>	lenhosas	1.17
<i>Annona dioica</i>	lenhosas	0.17
<i>Aspidosperma subincanum</i>	lenhosas	0.56
<i>Astronium fraxinifolium</i>	lenhosas	1.04
<i>Attalea eichleri</i>	lenhosas	0.17
<i>Attalea sp.</i>	lenhosas	0.20
<i>Banisteriopsis gardneriana</i>	lenhosas	0.37
<i>Bauhinia brevipes</i>	lenhosas	0.26
<i>Bauhinia sp.</i>	lenhosas	1.02
<i>Brosimum gaudchaudii</i>	lenhosas	0.17
<i>Calliandra dysantha</i>	lenhosas	0.63
<i>Calliandra sessilis</i>	lenhosas	0.17
<i>Calliandra sp.</i>	lenhosas	0.66
<i>Callisthene fasciculata</i>	lenhosas	0.29
<i>Casearia sylvestris</i>	lenhosas	0.53
<i>Chamaecrista orbiculata</i>	lenhosas	0.20
<i>Cissus erosa</i>	lenhosas	0.17
<i>Cochlospermum regium</i>	lenhosas	0.17
<i>Combretum glaucocarpum</i>	lenhosas	0.61
<i>Copaifera oblongifolia</i>	lenhosas	1.18
<i>Cordia glabrata</i>	lenhosas	0.35
<i>Curatella americana</i>	lenhosas	0.17
<i>Diospyros lasiocalyx</i>	lenhosas	0.34
<i>Dipteryx alata</i>	lenhosas	0.17
<i>Duguetia furfuracea</i>	lenhosas	0.17
<i>Erythroxylum campestre</i>	lenhosas	0.17
<i>Eschweilera nana</i>	lenhosas	0.34
<i>Eugenia dysenterica</i>	lenhosas	2.29
<i>Eugenia sp.</i>	lenhosas	0.60
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	lenhosas	0.17
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	lenhosas	0.34
<i>Handroanthus ochraceus</i>	lenhosas	0.17
<i>Handroanthus serratifolius</i>	lenhosas	0.29

<i>Hymenaea courbaril</i>	lenhosas	0.17
<i>Hymenaea sp.</i>	lenhosas	0.23
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	lenhosas	0.17
<i>Licania sp.</i>	lenhosas	0.20
<i>Lonchocarpus sp.</i>	lenhosas	0.17
<i>Machaerium acutifolium</i>	lenhosas	0.17
<i>Machaerium opacum</i>	lenhosas	0.60
<i>Machaerium sp.</i>	lenhosas	0.34
<i>Machaerium villosum</i>	lenhosas	0.20
<i>Magonia pubescens</i>	lenhosas	1.08
<i>Matayba guianensis</i>	lenhosas	0.23
<i>Astronium urundeuva</i>	lenhosas	0.37
<i>Myrcia sp.</i>	lenhosas	0.17
<i>Myrtaceae</i>	lenhosas	0.17
<i>Peltophorum dubium</i>	lenhosas	0.17
<i>Platymiscium sp.</i>	lenhosas	0.20
<i>Cenostigma bracteosum</i>	lenhosas	0.32
<i>Psidium australe</i>	lenhosas	0.17
<i>Psidium myrsinites</i>	lenhosas	0.17
<i>Pterodon emarginatus</i>	lenhosas	0.34
<i>Qualea grandiflora</i>	lenhosas	0.84
<i>Qualea multiflora</i>	lenhosas	0.17
<i>Qualea parviflora</i>	lenhosas	0.23
<i>Rourea induta</i>	lenhosas	0.17
<i>Senegalia sp.</i>	lenhosas	0.23
<i>Senegalia tenuifolia</i>	lenhosas	0.17
<i>Senna obtusifolia</i>	lenhosas	3.59
<i>Serjania confertiflora</i>	lenhosas	0.17
<i>Serjania lethalis</i>	lenhosas	0.17
<i>Homalolepis ferruginea</i>	lenhosas	0.17
<i>Solanum lycocarpum</i>	lenhosas	0.79
<i>Solanum paniculatum</i>	lenhosas	0.81
<i>Strychnos rubiginosa</i>	lenhosas	0.17
<i>Syagrus sp.</i>	lenhosas	0.34
<i>Tabebuia aurea</i>	lenhosas	0.17
<i>Tocoyena formosa</i>	lenhosas	0.37
<i>Tontelea micrantha</i>	lenhosas	0.17
<i>Vernonanthura brasiliiana</i>	lenhosas	0.40
<i>Vernonanthura tweediana</i>	lenhosas	0.17
<i>Zeyheria montana</i>	lenhosas	0.34
<i>Acanthospermum australe</i>	ervas	2.94
<i>Acanthospermum hispidum</i>	ervas	0.34
<i>Ctenodon viscidulus</i>	ervas	0.17
<i>Ctenodon paniculatus</i>	ervas	0.17
<i>Alternanthera brasiliiana</i>	ervas	0.85
<i>Alternanthera sp.</i>	ervas	0.47

<i>Alternanthera tenella</i>	ervas	0.98
<i>Arachis glabrata</i>	ervas	0.17
<i>Bidens riparia</i>	ervas	0.17
<i>Bidens subalternans</i>	ervas	0.17
<i>Blainvillea acmella</i>	ervas	0.17
<i>Borreria alata</i>	ervas	1.10
<i>Borreria hyssopifolia</i>	ervas	3.77
<i>Borreria latifolia</i>	ervas	0.55
<i>Spermacoce ovalifolia</i>	ervas	0.75
<i>Borreria sp.</i>	ervas	1.24
<i>Borreria spinosa</i>	ervas	0.17
<i>Borreria verticillata</i>	ervas	1.20
<i>Borreria wunschmannii</i>	ervas	0.20
<i>Galianthe palustris</i>	ervas	0.49
<i>Calopogonium mucunoides</i>	ervas	0.63
<i>Centratherum punctatum</i>	ervas	0.17
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	ervas	1.28
<i>Chamaecrista sp.</i>	ervas	0.17
<i>Chamaecrista desvauxii</i>	ervas	1.48
<i>Chamaecrista nictitans</i>	ervas	2.36
<i>Chromolaena squalida</i>	ervas	0.76
<i>Commelina erecta</i>	ervas	0.20
<i>Commelina sp.</i>	ervas	0.20
<i>Commelina benghalensis</i>	ervas	0.17
<i>Convolvulaceae</i>	ervas	0.52
<i>Croton glandulosus</i>	ervas	1.54
<i>Croton hirtus</i>	ervas	0.34
<i>Croton sellowii</i>	ervas	0.17
<i>Croton sp.</i>	ervas	0.17
<i>Cucumis anguria</i>	ervas	0.17
<i>Cyperaceae sp.1</i>	ervas	0.20
<i>Cyperus laxus</i>	ervas	1.09
<i>Cyperus luzulae</i>	ervas	0.37
<i>Cyperus meridionalis</i>	ervas	0.34
<i>Cyperus sesquiflorus</i>	ervas	0.78
<i>Cyperus sp.</i>	ervas	0.93
<i>Cyperus surinamensis</i>	ervas	0.17
<i>Deguelia nitidula</i>	ervas	0.17
<i>Desmanthus virgatus</i>	ervas	0.54
<i>Desmodium adscendens</i>	ervas	0.34
<i>Desmodium barbatum</i>	ervas	6.12
<i>Desmodium distortum</i>	ervas	0.37
<i>Desmodium sp.1</i>	ervas	0.23
<i>Desmodium incanum</i>	ervas	1.25
<i>Desmodium leiocarpum</i>	ervas	0.20
<i>Desmodium sp.2</i>	ervas	0.40

<i>Desmodium triflorum</i>	ervas	2.91
<i>Dicella macroptera</i>	ervas	0.17
<i>Dioscorea sp.</i>	ervas	0.17
<i>Elephantopus mollis</i>	ervas	0.37
<i>Euphorbia hirta</i>	ervas	0.17
<i>Euphorbia prostrata</i>	ervas	0.26
<i>Euphorbia marginata</i>	ervas	0.17
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	ervas	0.17
<i>Fabaceae 1</i>	ervas	0.50
<i>Fabaceae 2</i>	ervas	0.17
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	ervas	1.22
<i>Fimbristylis littoralis</i>	ervas	0.51
<i>Fimbristylis sp.</i>	ervas	0.20
<i>Betencourtia crassifolia</i>	ervas	0.17
<i>Galactia glaucescens</i>	ervas	0.17
<i>Gaya domingensis</i>	ervas	0.20
<i>Gaya sp.</i>	ervas	0.67
<i>Gomphrena celosioides</i>	ervas	0.37
<i>Gymneia platanifolia</i>	ervas	1.22
<i>Gymneia virgata</i>	ervas	0.17
<i>Hyptis brevipes</i>	ervas	0.17
<i>Hyptis sp.</i>	ervas	1.73
<i>Hyptis villosa</i>	ervas	0.17
<i>Hyptis atrorubens</i>	ervas	0.20
<i>Hyptis hirsuta</i>	ervas	0.20
<i>Indigofera hirsuta</i>	ervas	1.37
<i>Indigofera sp.</i>	ervas	0.99
<i>Ipomoea asarifolia</i>	ervas	0.23
<i>Ipomoea cairica</i>	ervas	0.20
<i>Ipomoea hederifolia</i>	ervas	0.17
<i>Ipomoea nil</i>	ervas	0.17
<i>Ipomoea ramosissima</i>	ervas	0.53
<i>Ipomoea sp.1</i>	ervas	0.26
<i>Ipomoea sp.2</i>	ervas	0.17
<i>Distimake macrocalyx</i>	ervas	0.43
<i>Jatropha elliptica</i>	ervas	0.17
<i>Lamiaceae sp.1</i>	ervas	0.20
<i>Lepidaploa remotiflora</i>	ervas	0.17
<i>Leptolobium dasycarpum</i>	ervas	0.17
<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	ervas	0.38
<i>Lundia nitidula</i>	ervas	0.17
<i>Macroptilium erythroloma</i>	ervas	0.84
<i>Macroptilium sp.</i>	ervas	0.63
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	ervas	0.85
<i>Macroptilium erythroloma</i>	ervas	0.38
<i>Malpighiaceae sp.1</i>	ervas	0.17

<i>Malvaceae sp.1</i>	ervas	0.78
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	ervas	0.17
<i>Melochia pyramidata</i>	ervas	0.32
<i>Melochia sp.1</i>	ervas	0.53
<i>Melochia villosa</i>	ervas	0.20
<i>Microstachys serrulata</i>	ervas	0.17
<i>Mimosa diplotricha</i>	ervas	2.74
<i>Mimosa sp.1</i>	ervas	1.10
<i>Mimosa skinnerii</i>	ervas	2.05
<i>Mimosa somnians</i>	ervas	0.17
<i>Mimosa sp.2</i>	ervas	1.64
<i>Mimosa velloziana</i>	ervas	0.37
<i>Mimosa xanthocentra</i>	ervas	0.78
<i>Orthopappus angustifolius</i>	ervas	0.66
<i>Pavonia cancellata</i>	ervas	0.96
<i>Pavonia sidifolia</i>	ervas	0.17
<i>Pavonia rosa-campestris</i>	ervas	0.17
<i>Pectis brevipedunculata</i>	ervas	0.29
<i>Pfaffia sp.</i>	ervas	0.52
<i>Piriqueta sidifolia</i>	ervas	0.26
<i>Planaltina capitata</i>	ervas	0.17
<i>Portulaca halimoides</i>	ervas	0.17
<i>Portulaca mucronata</i>	ervas	0.23
<i>Portulaca sp.</i>	ervas	0.17
<i>Pseudelephantopus sp.</i>	ervas	0.37
<i>Rhaphiodon echinus</i>	ervas	0.20
<i>Rhynchospora nervosa</i>	ervas	3.78
<i>Rhynchospora sp.</i>	ervas	0.34
<i>Richardia brasiliensis</i>	ervas	0.17
<i>Richardia grandiflora</i>	ervas	1.99
<i>Richardia scabra</i>	ervas	0.34
<i>Schubertia grandiflora</i>	ervas	0.17
<i>Senna sp.</i>	ervas	0.23
<i>Sida cerradoensis</i>	ervas	0.40
<i>Sida cordifolia</i>	ervas	1.71
<i>Sida galheirensis</i>	ervas	0.80
<i>Sida glaziovii</i>	ervas	2.23
<i>Sida linifolia</i>	ervas	1.27
<i>Sida planicaulis</i>	ervas	4.96
<i>Sida plumosa</i>	ervas	0.17
<i>Sida rhombifolia</i>	ervas	3.99
<i>Sida santaremensis</i>	ervas	0.50
<i>Sida sp.</i>	ervas	1.13
<i>Sida spinosa</i>	ervas	1.07
<i>Sida urens</i>	ervas	0.89
<i>Sida viarum</i>	ervas	4.82

<i>Sidastrum micranthum</i>	ervas	0.75
<i>Sidastrum sp.</i>	ervas	0.17
<i>Smilax elastica</i>	ervas	0.17
<i>Solanaceae sp.</i>	ervas	0.17
<i>Solanum viarum</i>	ervas	0.69
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	ervas	0.17
<i>Stachytarpheta sp.</i>	ervas	0.34
<i>Stylosanthes aurea</i>	ervas	0.23
<i>Stylosanthes capitata</i>	ervas	0.79
<i>Stylosanthes guianensis</i>	ervas	3.37
<i>Stylosanthes viscosa</i>	ervas	0.60
<i>Stylosanthes sp.</i>	ervas	0.23
<i>Synedrella nodiflora</i>	ervas	0.20
<i>Turnera pumilea</i>	ervas	0.20
<i>Vicia sp.</i>	ervas	0.20
<i>Waltheria indica</i>	ervas	1.37
<i>Waltheria sp.</i>	ervas	0.32
<i>Wissadula sp.</i>	ervas	0.17
<i>Zornia latifolia</i>	ervas	0.61
<i>Zornia sp.</i>	ervas	0.94
<i>Andropogon fastigiatus</i>	capim	0.17
<i>Aristida pallens</i>	capim	0.20
<i>Aristida sp.1</i>	capim	1.71
<i>Aristida sp.2</i>	capim	1.64
<i>Aristida sp.3</i>	capim	1.09
<i>Axonopus sp.</i>	capim	0.23
<i>Bulbostylis sp.</i>	capim	0.20
<i>Cenchrus echinatus</i>	capim	0.26
<i>Cenchrus polystachios</i>	capim	0.57
<i>Cenchrus sp.</i>	capim	0.47
<i>Digitaria horizontalis</i>	capim	1.79
<i>Digitaria sp.</i>	capim	2.12
<i>Echinolaena inflexa</i>	capim	0.20
<i>Eragrostis maypurensis</i>	capim	0.50
<i>Eragrostis sp.</i>	capim	3.38
<i>Evolvulus glomeratus</i>	capim	1.64
<i>Evolvulus pusillus</i>	capim	0.67
<i>Evolvulus sp.</i>	capim	0.90
<i>Mesosetum annuum</i>	capim	0.17
<i>Mesosphaerum sidifolium</i>	erva	0.84
<i>Mesosphaerum suaveolens</i>	erva	3.67
<i>Microchloa indica</i>	capim	0.37
<i>Paspalum atratum</i>	capim	0.35
<i>Paspalum convexum</i>	capim	0.20
<i>Paspalum hyalinum</i>	capim	0.29
<i>Paspalum lenticulare</i>	capim	0.43

<i>Paspalum notatum</i>	capim	11.50
<i>Paspalum paniculatum</i>	capim	0.95
<i>Paspalum plicatulum</i>	capim	0.46
<i>Paspalum sp.</i>	capim	1.16
<i>Paspalum melanospermum</i>	capim	0.95
<i>Paspalum pilosum</i>	capim	0.20
<i>Setaria parviflora</i>	capim	1.92
<i>Setaria vulpiseta</i>	capim	0.32
<i>Sporobolus jacquemontii</i>	capim	1.50
<i>Sporobolus sp.</i>	capim	2.11
<i>Steinchisma hians</i>	capim	0.43
<i>Steinchisma laxum</i>	capim	3.71

Pastagens inativas

Espécie	Grupo Funcional	(FR + DR)
<i>Aegiphila verticillata</i>	lenhosas	0.48
<i>Alibertia edulis</i>	lenhosas	0.48
<i>Andira humilis</i>	lenhosas	2.01
<i>Annona sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Annonaceae</i>	lenhosas	0.56
<i>Apocynaceae</i>	lenhosas	1.04
<i>Arecaceae</i>	lenhosas	0.56
<i>Aspidosperma subincanum</i>	lenhosas	0.48
<i>Banisteriopsis gardneriana</i>	lenhosas	0.48
<i>Banisteriopsis sp.</i>	lenhosas	0.74
<i>Bauhinia sp.</i>	lenhosas	1.78
<i>Terminalia corrugata</i>	lenhosas	0.48
<i>Byrsonima sp.</i>	lenhosas	1.96
<i>Calliandra sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Campomanesia sp.1</i>	lenhosas	1.04
<i>Campomanesia sp.2</i>	lenhosas	0.48
<i>Caryocar brasiliense</i>	lenhosas	0.48
<i>Casearia sylvestris</i>	lenhosas	0.95
<i>Copaifera sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Cordia sp.</i>	lenhosas	0.65
<i>Cordia sp.</i>	lenhosas	1.04
<i>Curatella americana</i>	lenhosas	1.74
<i>Dalbergia miscolobium</i>	lenhosas	0.74
<i>Davilla sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Dimorphandra mollis</i>	lenhosas	0.48
<i>Diospyros lasiocalyx</i>	lenhosas	0.56
<i>Diospyrus sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Dipteryx alata</i>	lenhosas	1.09
<i>Doliocarpus sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Erythroxylum suberosum</i>	lenhosas	0.48

<i>Eugenia dysenterica</i>	lenhosas	0.74
<i>Eugenia sp.</i>	lenhosas	0.92
<i>Handroanthus ochraceus</i>	lenhosas	0.48
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	lenhosas	0.56
<i>Ilex sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	lenhosas	0.56
<i>Jacaranda sp.</i>	lenhosas	1.00
<i>Jacaranda ulei</i>	lenhosas	0.95
<i>Kiellmeyera sp.</i>	lenhosas	0.65
<i>Magonia pubescens</i>	lenhosas	0.48
<i>Malpighiaceae</i>	lenhosas	0.48
<i>Matayba guianensis</i>	lenhosas	0.48
<i>Miconia sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Mouriri sp.</i>	lenhosas	0.56
<i>Myrcia sp.1</i>	lenhosas	1.52
<i>Myrcia sp.2</i>	lenhosas	0.48
<i>Myrtaceae</i>	lenhosas	1.22
<i>Neea sp.</i>	lenhosas	0.92
<i>Ouratea floribunda</i>	lenhosas	0.56
<i>Ouratea sp.</i>	lenhosas	0.74
<i>Parinari obtusifolia</i>	lenhosas	1.04
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	lenhosas	0.48
<i>Pouteria torta</i>	lenhosas	1.00
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	lenhosas	0.48
<i>Psidium sp.1</i>	lenhosas	0.74
<i>Psidium sp.2</i>	lenhosas	0.48
<i>Qualea grandiflora</i>	lenhosas	0.56
<i>Qualea sp.</i>	lenhosas	1.00
<i>Rourea induta</i>	lenhosas	0.95
<i>Sabicea brasiliensis</i>	lenhosas	0.48
<i>Senna obtusifolia</i>	lenhosas	1.27
<i>Senna rugosa</i>	lenhosas	0.48
<i>Senna sp.1</i>	lenhosas	0.83
<i>Senna sp.2</i>	lenhosas	0.48
<i>Serjania sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Solanum lycocarpum</i>	lenhosas	2.43
<i>Spiranthera odoratissima</i>	lenhosas	0.74
<i>Syagrus sp.</i>	lenhosas	1.57
<i>Tabebuia aurea</i>	lenhosas	0.48
<i>Tachigali aurea</i>	lenhosas	0.48
<i>Terminalia sp.</i>	lenhosas	0.56
<i>Tibouchina sp.</i>	lenhosas	0.48
<i>Tocoyena formosa</i>	lenhosas	0.48
<i>Vernonanthura ferruginea</i>	lenhosas	1.69
<i>Vochysia sp.2</i>	lenhosas	0.48
<i>Xylopia aromatica</i>	lenhosas	0.48

<i>Acanthospermum australe</i>	herb	0.48
<i>Ctenodon paniculatus</i>	herb	0.92
<i>Agenium sp.</i>	herb	0.83
<i>Asclepiadaceae</i>	herb	0.48
<i>Borreria alata</i>	herb	1.09
<i>Borreria sp.1</i>	herb	1.18
<i>Borreria sp.2</i>	herb	0.48
<i>Borreria verticillata</i>	herb	0.83
<i>Byttneria sp.</i>	herb	0.48
<i>Chamaecrista desvauxii</i>	herb	1.22
<i>Chamaecrista rotundifolia</i>	herb	1.04
<i>Chamaecrista sp.</i>	herb	1.04
<i>Chromolaena squalida</i>	herb	1.13
<i>Chrysolaena obovata</i>	herb	0.83
<i>Cissampelos ovalifolia</i>	herb	0.48
<i>Cissampelos sp.</i>	herb	0.48
<i>Convolvulaceae</i>	herb	0.48
<i>Croton glandulosus</i>	herb	0.48
<i>Croton sp.</i>	herb	2.27
<i>Cuphea sp.</i>	herb	0.95
<i>Cyperaceae1</i>	herb	0.74
<i>Cyperaceae2</i>	herb	0.48
<i>Cyperaceae3</i>	herb	0.65
<i>Cyperus sp.</i>	herb	0.74
<i>Dalechampia sp.</i>	herb	0.48
<i>Desmodium barbatum</i>	herb	0.56
<i>Desmodium incanum</i>	herb	0.48
<i>Dorstenia sp.</i>	herb	0.48
<i>Elephantopus mollis</i>	herb	0.65
<i>Elephantopus sp.</i>	herb	0.95
<i>Eriope sp.</i>	herb	0.48
<i>Eriosema sp.</i>	herb	1.00
<i>Eryngium sp.</i>	herb	0.74
<i>Fabaceae1</i>	herb	0.56
<i>Fimbristylis sp.</i>	herb	0.56
<i>Galactia sp.</i>	herb	2.08
<i>Hyptis sp.</i>	herb	2.82
<i>Hyptis suaveolens</i>	herb	0.65
<i>Indeterminada1</i>	herb	0.48
<i>Indeterminada2</i>	herb	0.48
<i>Ipomoea sp.</i>	herb	0.48
<i>Lamiaceae1</i>	herb	0.48
<i>Lamiaceae2</i>	herb	0.65
<i>Leandra sp.</i>	herb	0.56
<i>Lepidaploa aurea</i>	herb	0.56
<i>Lepidaploa rufogrisea</i>	herb	0.56

<i>Leptolobium dasycarpum</i>	herb	0.48
<i>Malvaceae</i>	herb	1.43
<i>Mimosa debilis</i>	herb	0.48
<i>Mimosa somnians</i>	herb	0.48
<i>Mimosa sp.</i>	herb	1.99
<i>Phytolaccaceae</i>	herb	0.48
<i>Praxelis diffusa</i>	herb	0.48
<i>Rhynchospora nervosa</i>	herb	1.22
<i>Rhynchospora sp.1</i>	herb	1.69
<i>Rhynchospora sp.2</i>	herb	0.48
<i>Richardia grandiflora</i>	herb	3.86
<i>Richardia sp.</i>	herb	0.65
<i>Sida glaziovii</i>	herb	1.30
<i>Sida planicaulis</i>	herb	0.74
<i>Sida rhombifolia</i>	herb	2.45
<i>Solanum sp.</i>	herb	0.95
<i>Solanum viarum</i>	herb	1.00
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	herb	0.48
<i>Starctapheta sp.</i>	herb	0.74
<i>Stylosanthes guianensis</i>	herb	9.22
<i>Turnera sp.</i>	herb	0.48
<i>Verbenaceae1</i>	herb	0.48
<i>Waltheria indica</i>	herb	0.95
<i>Waltheria sp.</i>	herb	0.48
<i>Xyris sp.</i>	herb	0.56
<i>Zornia latifolia</i>	herb	0.74
<i>Zornia sp.</i>	herb	1.22
<i>Andropogon sp.1</i>	capim	7.44
<i>Andropogon sp.2</i>	capim	1.00
<i>Aristida jubata</i>	capim	0.65
<i>Aristida sp.1</i>	capim	12.32
<i>Aristida sp.2</i>	capim	1.52
<i>Aristida sp.3</i>	capim	0.65
<i>Aristida sp.4</i>	capim	0.56
<i>Axonopus sp.</i>	capim	4.56
<i>Digitaria sp.</i>	capim	3.14
<i>Echinolaena inflexa</i>	capim	10.71
<i>Eragrostis sp.</i>	capim	2.84
<i>Ichnanthus sp.</i>	capim	0.56
<i>Loudetiopsis chrysothrix</i>	capim	0.56
<i>Paspalum notatum</i>	capim	1.71
<i>Paspalum sp.1</i>	capim	0.56
<i>Paspalum sp.2</i>	capim	1.30
<i>Paspalum sp.3</i>	capim	1.18
<i>Poaceae sp.1</i>	capim	2.66
<i>Poaceae sp.2</i>	capim	2.15

<i>Poaceae sp.3</i>	capim	2.24
<i>Poaceae sp.4</i>	capim	0.74
<i>Poaceae sp.5</i>	capim	0.48
<i>Poaceae sp.6</i>	capim	0.83
<i>Poaceae sp.7</i>	capim	0.74
<i>Poaceae sp.8</i>	capim	1.44
<i>Poaceae sp.9</i>	capim	2.15
<i>Poaceae sp.10</i>	capim	0.48
<i>Poaceae sp.11</i>	capim	2.59
<i>Poaceae sp.12</i>	capim	0.65
<i>Tragopogon sp.1</i>	capim	0.74
<i>Tragopogon sp.2</i>	capim	0.48
