



**O ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO DO CERRADO  
SENSU STRICTO É MENOS RESILIENTE QUE O  
ESTRATO ARBÓREO APÓS O DESMATAMENTO E  
RASPAGEM DO SOLO SUPERFICIAL: O PAPEL DO  
BANCO DE GEMAS E SEMENTES NA REGENERAÇÃO  
NATURAL**

**PHILLIPE CARDOSO**

**2024**

**PHILLIPE CARDOSO**

O ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO DO CERRADO SENSU STRICTO É  
MENOS RESILIENTE QUE O ESTRATO ARBÓREO APÓS O DESMATAMENTO E  
RASPAGEM DO SOLO SUPERFICIAL: O PAPEL DO BANCO DE GEMAS E  
SEMENTES NA REGENERAÇÃO NATURAL

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Uberlândia, como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre  
em Ecologia, Conservação e Biodiversidade

Orientador: Prof. Dr. Hélder Nagai Consolaro

**UBERLÂNDIA**

**Junho de 2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

C268e  
2024

Cardoso, Phillipe, 1996-

O estrato herbáceo-arbustivo do cerrado sensu stricto é menos resiliente que o estrato arbóreo após o desmatamento e raspagem do solo superficial [recurso eletrônico] :o papel do banco de gemas e sementes na regeneração natural/ Phillipe Cardoso. - 2024.

Orientador: Hélder Nagai Consolaro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.5527>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ecologia. 2. Biodiversidade. 3. Savanas. 4. Cerrados. I. Consolaro, Hélder Nagai, 1980-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade. IV. Título.

---

CDU: 574

Rejâne Maria da Silva  
Bibliotecária Documentalista – CRB6/1925



## ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ecologia, Conservação e Biodiversidade				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 347, PPGECB				
Data:	trinta de julho de dois mil e vinte e quatro	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	15:55
Matrícula do Discente:	12222ECR010				
Nome do Discente:	Phillipe Cardoso				
Título do Trabalho:	O estrato herbáceo-arbustivo do cerrado sensu stricto é menos resiliente que o estrato arbóreo após o desmatamento e raspagem do solo superficial: o papel do banco de gemas e sementes na regeneração natural				
Área de concentração:	Ecologia				
Linha de pesquisa:	Ecologia de comunidades e biodiversidade				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Alternativas reprodutivas e diversidade funcional de plantas no Cerrado				

Reuniu-se por videoconferência a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade assim composta pelos doutores: Alessandra Tomaselli Fidelis - UNESP; Vinicius de Lima Dantas - UFU e Hélder Nagai Consolaro - UFCAT, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Hélder Nagai Consolaro, apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público e concedeu ao(à) Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius de Lima Dantas, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/08/2024, às 09:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hélder Nagai consolaro, Usuário Externo**, em 01/08/2024, às 11:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Tomaselli Fidelis, Usuário Externo**, em 06/08/2024, às 21:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5570529** e o código CRC **DCF5D521**.

Dedico esta dissertação à minha mãe, Maria Eliete, que, sob  
muito sol, me fez chegar até aqui, na sombra

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de demonstrar minha imensa gratidão à minha mãe, minhas tias e minha avó, as mulheres mais importantes da minha vida, que sempre confiaram no meu potencial e me ensinaram que o conhecimento é algo que ninguém pode tirar de mim. Agradeço ao meu orientador, Hélder Nagai Consolaro, que, além de orientador, tornou-se um amigo ao longo de nossos 8 anos de colaboração. Sou imensamente grato ao Dr. Maxmiller, uma referência na área de restauração ecológica no Cerrado, com quem tive o privilégio de trabalhar em campo e que me ajudou nas análises estatísticas.

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade pelo acolhimento. Aos colegas de disciplinas do mestrado, que tornaram essa jornada mais suportável. Sou grato a todos que se dispuseram a me ajudar na coleta de dados em campo: Vinicius, Ícaro, Mateus, Ana Júlia, Isadora, Max, Hélder e Paulo. Aos profissionais da Embrapa Cenargen e da UnB, que me auxiliaram na identificação das espécies vegetais coletadas em campo, em especial a Cássia Munhoz, Bruno Walter, João Bringel, José Valls e Jair Faria. Nada do que fiz foi feito sozinho; houve uma equipe dedicada por trás, composta por pessoas apaixonadas por ciência e pelo Cerrado. Por fim, agradeço ao financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que me concedeu bolsa durante os 24 meses de mestrado

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Representação do município de Catalão, localizado no estado de Goiás, Brasil.

**Figura 2.** Vista aérea das duas áreas de estudo: em azul, a área de referência; em vermelho, a área de Cerrado em regeneração natural, dois anos após o distúrbio.

**Figura 3.** Modelo de parcelas amostrais utilizadas na amostragem da vegetação arbórea e transectos (T1 a T4) utilizados na amostragem da vegetação herbáceo-arbustiva.

**Figura 4.** Riqueza de espécies total: cor verde corresponde a área de cerrado referência (ACR) e cor laranja corresponde a área de cerrado em regeneração natural (ACRN).

**Figura 5.** Riqueza de espécies do estrato arbóreo e do estrato herbáceo-arbustivo: cor verde corresponde a área de cerrado referência e cor laranja corresponde a área de cerrado em regeneração natural.

**Figura 6.** Composição de espécies do estrato arbóreo (à esquerda) e do estrato herbáceo-arbustivo (à direita). As elipses vermelhas indicam as parcelas dentro da área desmatada em regeneração natural, enquanto as elipses azuis indicam as parcelas do ecossistema de referência. O teste de Adonis ( $p < 0,001$ ) indica que há dissimilaridade na composição de espécies entre as áreas em ambos os estratos.

**Figura 7.** Riqueza de espécies por tipo de propagação vegetativa no estrato arbóreo e no estrato herbáceo-arbustivo no cerrado em regeneração natural. As cores das curvas correspondem a cada mecanismo de regeneração adjacente.

**Figura 8.** Número de indivíduos por hectare (a) e cobertura de planta (b) por tipo de propagação vegetativa no cerrado em regeneração natural. Letras iguais indicam que não há diferença estatisticamente significativa entre as categorias.



## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Abundância de indivíduos por hectare e área basal dos indivíduos arbóreos presentes no cerrado referência (CR) e no cerrado em regeneração natural (CRN). Recuperação refere-se ao  $CRN (< 5 \text{ cm DAS}) / CR (\text{Total}) \times 100$  em porcentagem. Os resultados dos testes estatísticos incluem a comparação do número de indivíduos por hectare entre as áreas utilizando GLM Poisson, e a área basal utilizando o teste t.

**Tabela 2.** Média e Erro Padrão (EP) das porcentagens de cobertura absoluta e subunidades de 1 metro com planta. Recuperação corresponde a quantidade em média recuperada no cerrado em regeneração natural.

**Tabela 3.** Riqueza de espécies (total e intervalo de confiança superior e inferior) das formas de crescimento presentes no estrato herbáceo-arbustivo da área de cerrado referência (ACR) e da área de cerrado em regeneração natural (ACRN).

**Tabela 4.** Cobertura absoluta (média e erro padrão) das formas de crescimento presentes no estrato herbáceo-arbustivo na área de cerrado referência (ACR) e na área de cerrado em regeneração natural (ACRN).

**Anexo 1.** Lista de espécies e famílias e seus respectivos índices de valor de importância (IVI) da área de Cerrado referência (ACR), contendo indivíduos adultos e regenerantes, e da área de Cerrado em regeneração natural (ACRN). As estratégias de regeneração correspondem apenas as espécies encontradas na ACRN.

**Anexo 2.** Lista de espécies e famílias, assim como seus respectivos índices de valor de cobertura (IVC) na área de Cerrado referência (ACR) e na área de Cerrado em regeneração natural (ACRN). As estratégias de regeneração correspondem apenas as espécies encontradas na ACRN.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
2.1. ÁREA DE ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DO DISTÚRBIO .....	15
2.2 AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO .....	17
2.3. ESCAVAÇÃO DAS PLANTAS PARA AVALIAR QUAIS FORAM AS ESTRATÉGIAS DE REGENERAÇÃO.....	19
2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	19
<b>3. RESULTADOS</b> .....	20
3.1 RECUPERAÇÃO DA RIQUEZA, ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DO CERRADO EM REGENERAÇÃO NATURAL DOIS ANOS APÓS O DISTÚRBIO. 20	
3.2 RECUPERAÇÃO DA RIQUEZA E COBERTURA DAS FORMAS DE CRESCIMENTO DO ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO DOIS ANOS APÓS O DISTÚRBIO.....	23
3.3 FONTES DE REGENERAÇÃO NATURAL DO CERRADO EM REGENERAÇÃO NATURAL DOIS ANOS APÓS O DISTÚRBIO.....	24
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	29
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	29
MATERIAL SUPLEMENTAR .....	36

## RESUMO

O Cerrado é reconhecido por sua resiliência devido a uma série de adaptações evolutivas para persistir diante de condições ambientais únicas, como os longos períodos de seca e os regimes naturais de fogo. Entre essas adaptações está a capacidade de rebrotar a partir de gemas presentes em estruturas localizadas na parte aérea e subterrânea das plantas. Distúrbios antrópicos podem diminuir a resiliência das espécies, pois muitas vezes ocorrem em intensidades as quais essas plantas não evoluíram para resistir, causando a extinção local em muitos casos. Este trabalho buscou entender como se deu a recuperação da comunidade vegetal em uma área de cerrado *stricto sensu* em processo de regeneração natural há 2 anos e quais foram as fontes de regeneração (rebrotou ou semente) envolvidas nesse processo. O estudo foi realizado em uma área de cerrado típico no município de Catalão (Goiás). Metade da área sofreu supressão da vegetação original e estava a dois anos em regeneração natural, enquanto a outra metade permaneceu intacta, sem histórico de intervenção antrópica recente. Comparamos a riqueza, estrutura e composição entre a área suprimida e a área referência através de 10 parcelas amostrais com dimensões de 20m x 50m cada, e o método de intersecção na linha para medidas de cobertura através de transectos. Para investigar a estratégia de regeneração, foram escavados indivíduos arbóreos em parcelas de 10m x 10m escolhidas aleatoriamente dentro de cada parcela, e indivíduos do estrato herbáceo-arbustivo (arbustos, subarbustos, lianas, palmeiras, gramíneas e ervas) em unidades amostrais aleatórias escolhidas nos transectos. A área em regeneração natural se mostrou muito distante em termos de riqueza e composição de espécies em relação a área referência, com as formas de vida do estrato herbáceo-arbustivo sendo as mais severamente afetadas. Estruturalmente, ocorreu o mesmo, com baixa cobertura e alta incidência de solo exposto na área em regeneração natural, criando um habitat favorável para proliferação de espécies exóticas que se dispersam facilmente. O estrato arbóreo teve como principal forma de regeneração a rebrota a partir do caule e, principalmente, de estruturas subterrâneas portadoras de gemas, como o colar da raiz, sóbole e raízes gemíferas, sendo as duas últimas sistemas subterrâneos difusos com capacidade não só de rebrotar, mas também de se propagar vegetativamente. O estrato herbáceo-arbustivo rebrotou principalmente por xilopódio, com menor participação da rebrota por sóbole e raízes gemíferas, mas a regeneração por semente teve papel importante, evidenciando o quão intenso foi o distúrbio, que destruiu consideravelmente o banco de gemas presente em estruturas subterrâneas, que em geral são menos em mais superficiais nas formas de vida presentes nesse estrato. Apesar de ser reconhecido como um ecossistema resiliente, os ambientes savânicos do Cerrado dependem de um banco de gemas persistente para se regenerar, e não está adaptado para sobreviver a distúrbios antrópicos, que podem levar a perdas graves em diversidade de espécies, principalmente as presentes no estrato herbáceo-arbustivo, que são responsáveis por funções ecossistêmicas diversas no bioma.

**Palavras-chave:** Resiliência, rebrota, savanas, restauração ecológica

## ABSTRACT

The Cerrado is recognized for its resilience due to a series of evolutionary adaptations that enable persistence under unique environmental conditions, such as prolonged droughts and natural fire regimes. Among these adaptations is the ability to resprout from buds located in both the aerial and underground structures of plants. Anthropogenic disturbances can reduce species resilience, as these often occur at intensities beyond what plants have evolved to withstand, leading to local extinctions in many cases. This study aimed to understand the recovery of the plant community in a cerrado *stricto sensu* area undergoing natural regeneration for 2 years and to identify the regeneration sources (resprouting or seed) involved in this process. The study was conducted in a typical Cerrado area in Catalão (Goiás). Half of the area had experienced vegetation suppression and had been regenerating naturally for two years, while the other half remained intact, with no recent anthropogenic intervention. We compared species richness, structure, and composition between the suppressed area and the reference area through 10 sample plots, each measuring 20m x 50m, and used the line-intercept method to measure cover through transects. To investigate regeneration strategies, we excavated tree individuals in randomly selected 10m x 10m plots within each sample plot and herb-shrub layer individuals (shrubs, subshrubs, lianas, palms, grasses, and herbs) in randomly selected sampling units within the transects. The natural regeneration area showed significant differences in species richness and composition compared to the reference area, with the herb-shrub layer being the most severely affected. Structurally, the same pattern was observed, with low cover and a high incidence of exposed soil in the regenerating area, creating a favorable habitat for the proliferation of easily dispersed exotic species. The primary regeneration strategy for the tree layer was resprouting from stems and, more notably, from underground bud-bearing structures, such as the root collar, soboles, and bud-bearing roots, the latter two being diffuse underground systems capable of both resprouting and vegetative propagation. In the herb-shrub layer, resprouting primarily occurred from xylopodium, with less frequent resprouting from soboles and bud-bearing roots. However, seed regeneration played an important role, highlighting the severity of the disturbance, which significantly damaged the bud bank in underground structures, which are generally fewer and more superficial in the life forms present in this layer. Although the Cerrado is recognized as a resilient ecosystem, its savanna environments rely on a persistent bud bank for regeneration and are not adapted to survive anthropogenic disturbances, which can lead to significant species diversity losses, particularly in the herb-shrub layer, responsible for various ecosystem functions in the biome.

**Keywords:** Resilience, resprouting, savannas, ecological restoration

## 1. INTRODUÇÃO

As savanas tropicais têm ganhado crescente reconhecimento por sua relevância ambiental, social e econômica. Esses ecossistemas são conhecidos por serem regulados por regimes de fogo natural e pela coexistência de diversas formas de crescimento, apresentando árvores esparsas sobre uma camada contínua de vegetação rasteira, composta por espécies herbáceas não graminóides, gramíneas e pequenos arbustos (Parr et al., 2014; Veldman et al., 2015). O Cerrado é a savana mais rica em biodiversidade do planeta, mas vem sofrendo com a histórica negligência aos ambientes tropicais gramíneos. Ao contrário da atenção dedicada à preservação de outros biomas, o Cerrado, que cobre 24% do território nacional (Sano et al., 2019), já perdeu quase metade da sua vegetação nativa para atividades como o desmatamento, principalmente para a conversão de terras para a agricultura e pecuária (Dias, 2008; MapBiomas, 2020), impulsionadas por fortes incentivos governamentais que priorizam a exploração de recursos em detrimento da biodiversidade.

O Cerrado é reconhecido por sua resiliência, fruto de adaptações aos distúrbios naturais presentes há milhões de anos, como a marcada sazonalidade climática, os solos pobres em nutrientes e os regimes de fogo (Eiten, 1972; Simon et al., 2009). Resiliência se refere à habilidade de um sistema ecológico em adaptar-se às mudanças ambientais, por meio de modificações fisiológicas, comportamentais, ecológicas e genéticas, garantindo a persistência desses sistemas em meio a distúrbios (Holling, 1973; Folke et al., 2002; Pausas et al., 2020). Dentre as principais características funcionais adaptativas que conferem resiliência a uma planta, está a rebrota a partir de gemas dormentes, distribuídas em quantidades e locais variados no corpo da planta (Bond e Midgley, 2003; Pausas et al., 2006).

A rebrota é o principal mecanismo que impulsiona o processo de regeneração natural no Cerrado e em outros ecossistemas savânicos vulneráveis ao fogo (Pausas et al., 2017). Como compensação comum, muitas espécies, especialmente as lenhosas, tendem a produzir um número reduzido de sementes viáveis, que possuem baixa capacidade de dispersão e formam bancos de sementes temporários (Salazar et al., 2012, Andrade e Miranda, 2014). Dependendo do nível e da frequência dos distúrbios que afetam uma área, tanto o banco de sementes quanto o banco de gemas, responsáveis pela rebrota, podem se esgotar, resultando em uma regeneração natural mais lenta (Ferreira et al., 2017).

A habilidade de rebrotar está ligada não só à existência de um banco de gemas viável, mas também ao grau de proteção dessas gemas (Charles-Dominique et al., 2015). Esse banco inclui todas as gemas presentes na planta, tanto nas partes aéreas quanto nas subterrâneas, ou mesmo fragmentos de planta (Kimesova e Klimes, 2007). A habilidade de esconder gemas em estruturas abaixo do solo é também considerada uma adaptação aos regimes de fogo, mostrando-se crucial para a persistência quando há perda total da parte aérea da planta, pois o solo serve como um eficaz isolante térmico e mecânico (Chiminazzo et al., 2023; Clarke et al., 2013; Pausas et al., 2016). Na parte aérea, têm-se gemas espalhadas pelo caule em diferentes níveis de proteção pela casca ou estruturas acessórias (Chiminazzo et al., 2021), e na parte subterrânea, existe uma diversidade de estruturas portadoras de gemas (Apezzato-da-Glória, 2015). Dentre as principais estruturas de armazenamento de gemas subterrâneas estão o colar da raiz, localizado na zona transição entre raiz e caule, sendo esta responsável por uma rebrota mais basal, rizomas lenhosos (sóbole) e não lenhosos, raízes gemífera, bulbos, colmos, xilopódios e lignotubers (Pausas et al., 2018). Essa diferença na proteção das gemas em relação à altura confere diversas amplitudes de tolerância a distúrbios variados, sendo assim, um indicador do grau de dano provocado pelo fogo ou outra perturbação que tenha atingido a planta (Sano et al., 2010).

Os diversos órgãos de rebrota nas plantas desempenham funções variadas na comunidade vegetal, como o crescimento clonal, aumentar a capacidade competitiva, restabelecimento a injúrias físicas no corpo da planta etc. (Pausas et al., 2018; Pilon et al., 2020; Bombo, Apezzato-da-Glória & Fidelis, 2022). No Cerrado, a capacidade de rebrota está relacionada a regimes de fogo naturais presentes há milhões de anos, porém quando há um cenário de crescentes distúrbios sobre o bioma, por exemplo a supressão da vegetação, essa capacidade de rebrota pode ser comprometida, pois esses distúrbios apresentam intensidade e frequência maiores em comparação aos eventos naturais, superando a tolerância das espécies (Zaloumis e Bond, 2016; Buisson et al., 2019; Ferraro et al., 2020). Diante da crescente atividade antrópica que vêm agindo sobre o Cerrado, surgiu-se a demanda por estudos que buscassem compreender como estas formações vegetais se comportam pós perturbação. São poucos os estudos no Cerrado que buscam compreender os mecanismos associados a regeneração dos diferentes estratos vegetacionais de uma comunidade pós perturbação, uma vez que, geralmente, esses estudos são voltados aos estratos separadamente, ou arbóreo, ou o estrato rasteiro

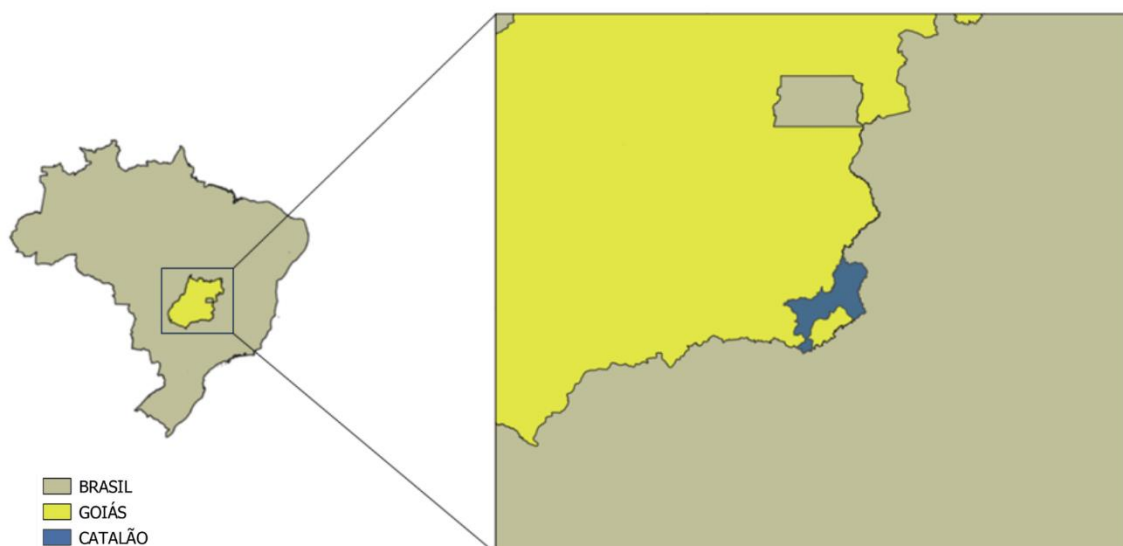
(herbáceo-arbustivo) (Pilon et al., 2020; Horstmann, Sevilha & Vieira, 2023). O estrato rasteiro é altamente diversificado e apresenta um papel importante no funcionamento das savanas, sendo responsável pela manutenção da inflamabilidade, por exemplo (Newberry et al., 2020). Sendo assim, se mostra importante aliar informações conjuntas sobre ambos os estratos em processo de regeneração para evitar lacunas na implementação de ações de restauração, não se limitando apenas na reintrodução e proteção de indivíduos arbóreos, como muito acontece em algumas práticas de gestão (Buisson et al., 2019).

A fim de compreender o papel do banco de gemas e sementes na regeneração natural de uma área de Cerrado que passou por desmatamento e raspagem da camada superficial do solo, os objetivos deste trabalho foram: (1) comparar a riqueza, a composição de espécies e a estrutura dos estratos arbóreo e herbáceo-arbustivo de uma área em regeneração natural com uma área de referência, ambas de fitofisionomia cerrado stricto sensu; (2) analisar os mecanismos de regeneração relacionados à vegetação em processo de regeneração natural. Assim, foram levantadas as seguintes hipóteses: (1) As formas de crescimento do estrato herbáceo-arbustivo serão mais afetadas pelo desmatamento do que as espécies arbóreas; e (2) a rebrota no estrato arbóreo será conduzida principalmente por estruturas subterrâneas profundas, como raízes gemíferas e colo da raiz, enquanto a cobertura do estrato herbáceo-arbustivo será composta por indivíduos que não tiveram suas estruturas subterrâneas mais superficiais suprimidas e sementes de remanescentes próximos de vegetação nativa.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. ÁREA DE ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DO DISTÚRPIO**

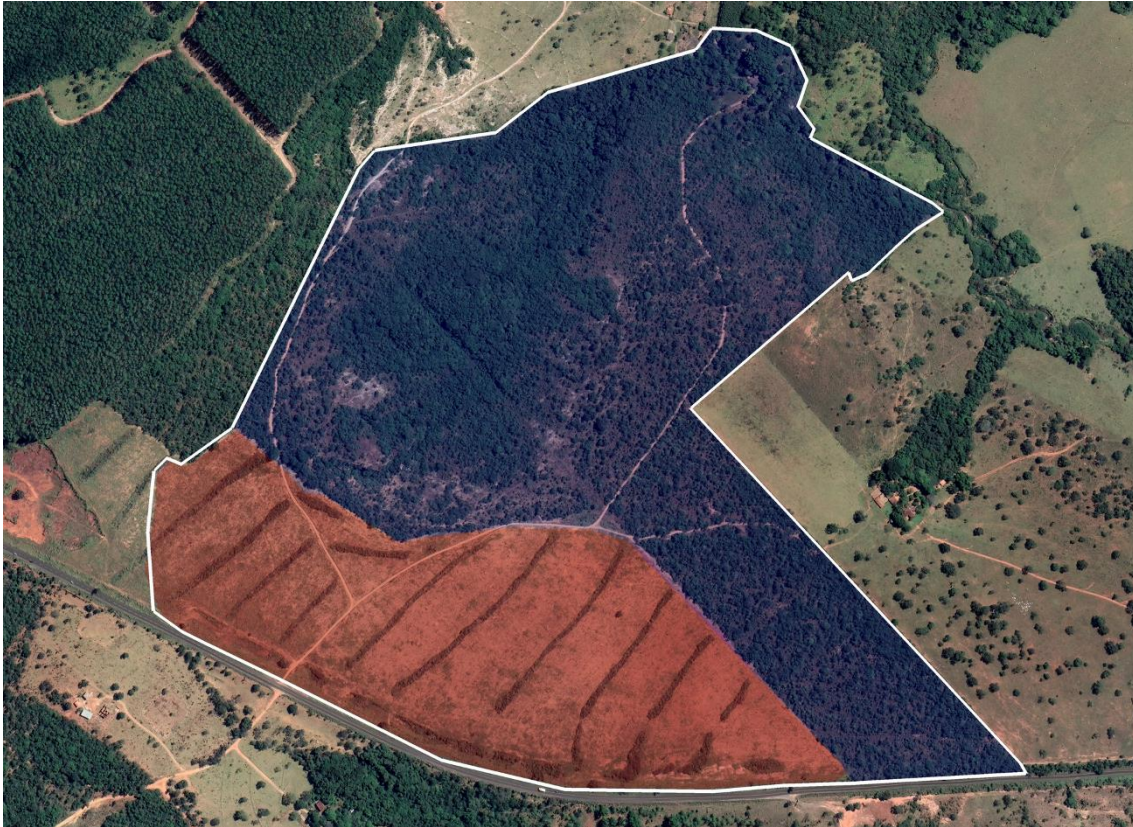
A área de estudo está localizada no município de Catalão (Figura 1), estado de Goiás, Brasil (18°13'48"S, 47°52'58"W). O clima da região é classificado como tropical úmido, com um período de inverno seco e chuvas máximas durante o verão (Alvares et al., 2013). A amplitude térmica anual varia de 15°C a 31°C, sendo os meses de setembro a novembro os mais quentes do ano.



**Figura 1.** Representação do município de Catalão, localizado no estado de Goiás, Brasil.

A coleta de dados ocorreu em um cerrado típico. Metade (20 hectares) da área sofreu supressão da vegetação original e ficou dois anos regenerando naturalmente, enquanto a outra metade ficou intacta e está sem histórico de intervenção antrópica recente, funcionando como referência (Figura 2). A supressão da vegetação da área desmatada ocorreu no final de setembro de 2019 como parte do processo de estabelecimento de um polo industrial do município. A remoção da vegetação foi executada por um trator de esteiras. A lâmina frontal do trator passou removendo toda a vegetação acima do solo e raspando em média 5 cm do solo superficial (variando de 1 a 20cm) formando leiras. Essa intervenção removeu toda a parte aérea dos estrato arbóreo e herbáceo-arbustivo, e também parte das raízes e estruturas de rebrota superficiais. Poucos indivíduos pequenos (aproximadamente de 1 metro) de árvores se flexionaram e não foram removidos pela passagem do trator. As leiras de vegetação secaram e posteriormente foram queimadas.





**Figura 2.** Vista aérea das duas áreas de estudo: em azul, a área de referência; em vermelho, a área de Cerrado em regeneração natural, dois anos após o distúrbio.

## 2.2 AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

A coleta de dados no cerrado em regeneração natural ocorreu em 2021, dois anos após a supressão da vegetação original. Durante a estação chuvosa de 2023, ocorreu a coleta de dados na área adjacente de cerrado preservada, usada como ecossistema referência. As árvores e arvoretas foram amostradas em 10 parcelas distribuídas de forma aleatória em cada área, com dimensões de 20 m x 50 m cada, totalizando 1 hectare em cada área. A distância entre as parcelas variou entre 100 m e 500 m, posicionadas a uma distância segura das bordas da área de estudo. Cada parcela foi dividida em 10 subparcelas de 10m x 10 m (Figura 3).



**Figura 3.** Modelo de parcelas amostrais utilizadas na amostragem da vegetação arbórea e transectos (T1 a T4) utilizados na amostragem da vegetação herbáceo-arbustiva.

Para levantamento do estrato arbóreo, as plantas lenhosas que possuíam diâmetro do caule  $\geq 5$  cm à 30 cm do solo tiveram o diâmetro e altura mensuradas. Em uma subparcela de 10 m x 10 m sorteada dentro de cada parcela (aquelas de 20 m x 50 m) foram mensuradas as árvores e arvoretas regenerantes com diâmetro  $< 5$  cm, sendo as medidas utilizadas o diâmetro do caule na altura do solo e a altura do indivíduo. As árvores e arvoretas da parcela maior tiveram o diâmetro mensurado com fita diamétrica e os regenerantes da subparcela foram medidos com auxílio de paquímetro. A altura foi estimada visualmente com o auxílio de um bastão de 2 m de comprimento associado a própria altura do medido, de modo que o processo de medida foi conduzido por uma única pessoa.

A cobertura do estrato herbáceo-arbustivo foi medida pelo método de intersecção na linha (Canfield, 1941). Esta metodologia consiste em traçar uma linha de 10 metros de comprimento a 1 metro de altura do solo sobre a vegetação e anotar a projeção em centímetros de cada planta (Figura 2). Foram traçadas quatro linhas de 10 metros na extremidade da parcela de 20 x 50 m: T1, T2, T3 E T4 (Figura 2). Posteriormente, foram sorteados dois transectos para a amostragem e demarcadas com auxílio de vergalhões e fita métrica. Cada linha foi subdividida em segmentos de 1 metro, representando as unidades amostrais (UA). Sobre cada UA, uma fita métrica foi posicionada para medir o comprimento que cada espécie ocupava ao longo das linhas amostradas. Isso permitiu a

visualização horizontal da linha para registrar a ocorrência e a projeção horizontal de todas as espécies identificadas, excluindo as arbóreas.

### 2.3. ESCAVAÇÃO DAS PLANTAS PARA AVALIAR QUAIS FORAM AS ESTRATÉGIAS DE REGENERAÇÃO.

Todos os indivíduos arbóreos e herbáceo-arbustivos amostrados na área de Cerrado em regeneração natural foram desenterrados para determinar se eram originários de rebrotas ou germinaram a partir de sementes. Os indivíduos arbóreos foram incluídos a partir das parcelas, enquanto os herbáceo-arbustivos por meio dos transectos. A escavação foi realizada utilizando uma enxada de mão ou enxadão. As estruturas subterrâneas foram fotografadas e, quando não foi possível identificar as estruturas gemíferas em campo, alguns exemplares foram coletados para posterior identificação. A área foi monitorada ao longo dos dois anos de regeneração natural para amostragens florísticas, isso facilitou a verificação de ocorrência de novas espécies que colonizaram por sementes. As estruturas subterrâneas seguiram a classificação de Pausas et al., (2018) e Clarke et al., (2013).

### 2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para comparar a riqueza de espécies entre as duas áreas para os dois estratos vegetacionais foram feitas curvas de rarefação e extrapolação baseados nos números de Hill (Chao et al., 2014), com intervalo de confiança de 95%. Para isso, foram usadas as funções “iNEXT Sam” e “plot.iNEXT” com o pacote iNEXT. Foram comparadas a riqueza de espécies rarefeita para cada forma de crescimento (graminóides, subarbustos, arbustos, palmeiras, ervas e trepadeiras) do herbáceo-arbustivo entre as duas áreas. Também foram comparadas a riqueza de espécies entre cada estrutura vegetativa de regeneração ou semente usando curvas de rarefação e extrapolação para o estrato arbóreo e herbáceo-arbustivo na área em regeneração natural.

Para comparar a composição de espécies entre as duas áreas para os dois estratos vegetacionais foi usado o Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) (Clarke, 1993). Ele serve para ordenar as parcelas das duas áreas em um espaço multidimensional, considerando abundância (no estrato arbóreo) e cobertura (no estrato herbáceo-arbustivo), permitindo visualizar a similaridade ou dissimilaridade entre a composição de espécies da área em regeneração com a área referência. Para análise de abundância e cobertura, utilizou-se o índice de similaridade de Bray-Curtis. Estas análises foram conduzidas utilizando o pacote vegan 2.6.4 (Oksanen et al., 2019), configurado

com 'trymax - 2000' e 'autotransform = F', em ambas as análises. No mesmo pacote, foi empregado o teste Adonis para determinar se havia diferenças estatisticamente significativas na composição de espécies entre as duas áreas e o teste Betadisper para verificar se a variabilidade da composição de espécies era consistente entre as amostras dentro das duas áreas.

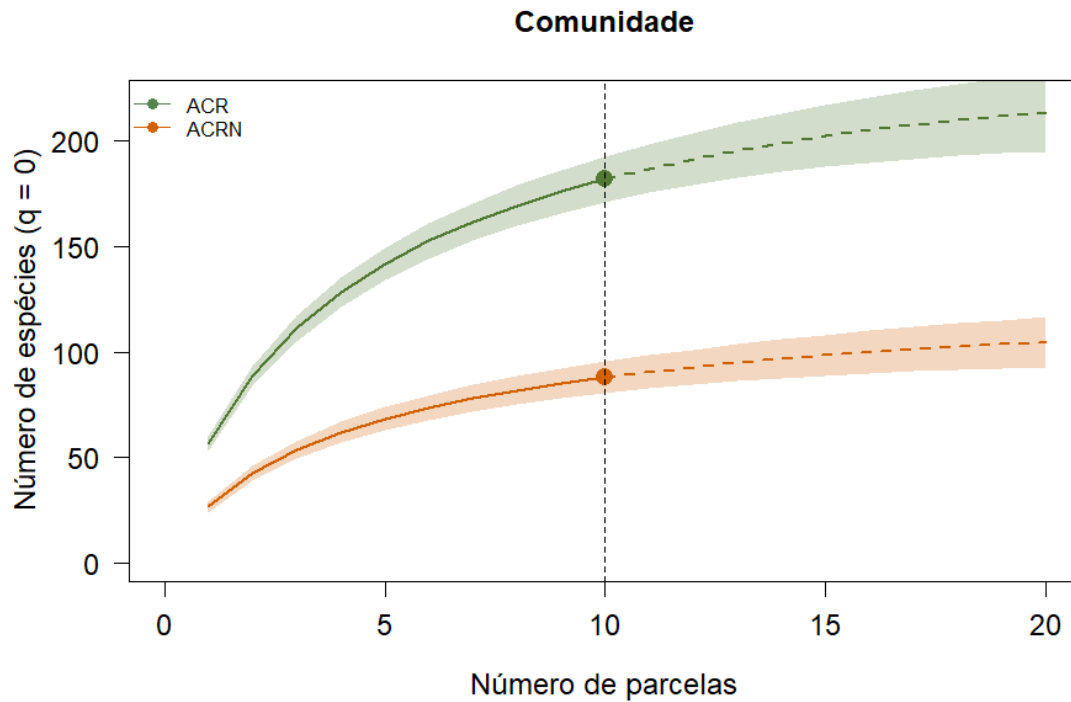
Para investigar os efeitos do distúrbio sobre a estrutura do estrato arbóreo da comunidade local, comparamos o número de indivíduos por hectare (densidade) dos adultos e regenerantes utilizando modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição de Poisson, devido à natureza de contagem das variáveis dependentes e teste t de Student para comparar a área basal das árvores adultas e regenerantes entre as áreas. Foram comparadas a densidade e área basal da parcela somada a subparcela e cada uma separadamente. Para avaliar os efeitos no estrato herbáceo-arbustivo foi conduzido um GLM com distribuição de Poisson para verificar se havia diferenças significativas na porcentagem de cobertura absoluta (projeção em cm/projeção total x 100) e no número de subunidades de 1 m com planta entre as duas áreas. Além disso, a cobertura absoluta das diferentes formas de crescimento foi medida e comparada entre as duas áreas.

Também foram avaliadas as diferenças no número de indivíduos por hectare no estrato arbóreo e a cobertura de planta (%) no estrato herbáceo-arbustivo para as diferentes estruturas vegetativas de regeneração ou semente na área em regeneração natural utilizando um GLM com distribuição de Poisson. Todas análises foram realizadas em R (R Core Team, 2023).

### **3. RESULTADOS**

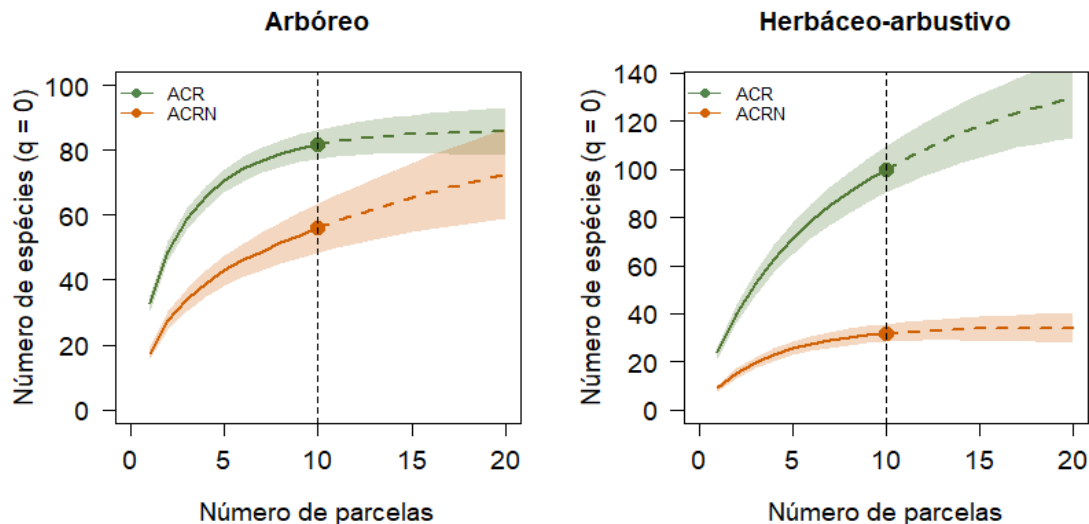
#### **3.1 RECUPERAÇÃO DA RIQUEZA, ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DO CERRADO EM REGENERAÇÃO NATURAL DOIS ANOS APÓS O DISTÚRBIO**

A área de cerrado em regeneração natural, independentemente do estrato, apresentou cerca de 2 vezes menos espécies do que a área de cerrado referência (Figura 4).



**Figura 4.** Riqueza de espécies total: cor verde corresponde a área de cerrado referência (ACR) e cor laranja corresponde a área de cerrado em regeneração natural (ACRN).

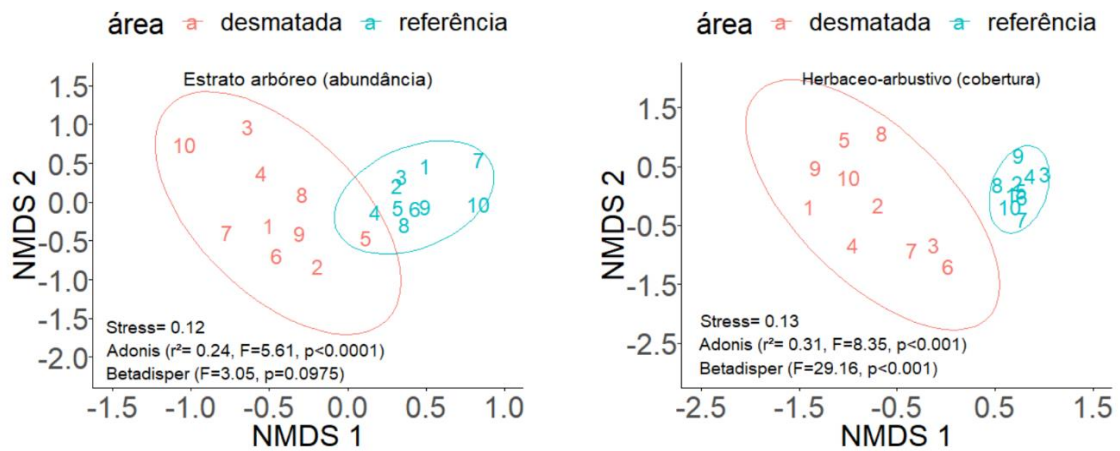
A área em regeneração natural apresentou uma riqueza 1,5 vezes menor de espécies arbóreas (56) do que a área de cerrado referência (80) (Figura 5). A área em regeneração natural apresentou riqueza 3,1 vezes menor em espécies do estrato herbáceo-arbustivo (32) do que a área referência (Figura 5).



**Figura 5.** Riqueza de espécies do estrato arbóreo e do estrato herbáceo-arbustivo: cor verde corresponde a área de cerrado referência e cor laranja corresponde a área de cerrado em regeneração natural.

A composição de espécies foi distinta entre a área de regeneração natural e a área referência, tanto em termos de estrato arbóreo, quanto em termos de estrato herbáceo-

arbustivo (Figura 6). Detalhes das análises estatísticas se encontram nas tabelas e/ou figuras.



**Figura 6.** Composição de espécies do estrato arbóreo (à esquerda) e do estrato herbáceo-arbustivo (à direita). As elipses vermelhas indicam as parcelas dentro da área desmatada em regeneração natural, enquanto as elipses azuis indicam as parcelas do ecossistema de referência. O teste de Adonis ( $p < 0,001$ ) indica que há dissimilaridade na composição de espécies entre as áreas em ambos os estratos.

Os parâmetros estruturais das plantas da área de regeneração natural são diferentes da área de referência. O número de indivíduos/ha recuperou 226,13% e a área basal do estrato arbóreo 10,04% na área em regeneração natural (Tabela 1)

Houve diferenças estatísticas na cobertura absoluta e no número de subunidades de 1 metro com plantas entre as áreas ( $p < 0,001$ ). A área em regeneração natural recuperou 8,10% da cobertura absoluta e 62,50% do número de subunidades de 1 metro com plantas (Tabela 2).

**Tabela 1.** Abundância de indivíduos por hectare e área basal dos indivíduos arbóreos presentes no cerrado referência (CR) e no cerrado em regeneração natural (CRN). Recuperação refere-se ao  $CRN (< 5 \text{ cm DAS}) / CR (\text{Total}) \times 100$  em porcentagem. Os resultados dos testes estatísticos incluem a comparação do número de indivíduos por hectare entre as áreas utilizando GLM Poisson, e a área basal utilizando o teste t.

	CR ( $\geq 5 \text{ cm DA } 30 \text{ cm}$ )	CR ( $< 5 \text{ cm DAS}$ )	CR (total)	CRN ( $< 5 \text{ cm DAS}$ )	Recuperação (%)
Número de indivíduos/ha	913 $\pm$ 71	2930 $\pm$ 294	3843 $\pm$ 345	8690 $\pm$ 1614	226,13
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	6.98 $\pm$ 0.73	1.78 $\pm$ 0.21	8.76 $\pm$ 0.88	0.88 $\pm$ 0.13	10,04

Número de indivíduos/ha do cerrado referência ( $\geq 5 \text{ cm DA } 30 \text{ cm}$ ) vs. cerrado em regeneração ( $< 5 \text{ cm DAS}$ ) (LR Chisq= 72.795,  $p < 0.0001$ ); Número de indivíduos/ha do cerrado referência ( $< 5 \text{ cm DAS}$ ) vs. cerrado em regeneração ( $< 5 \text{ cm DAS}$ ) (LR Chisq= 29.854,  $p < 0.0001$ ); Número de indivíduos/ha do cerrado referência (total) vs. cerrado em regeneração ( $< 5 \text{ cm DAS}$ ) (LR Chisq= 19.243  $p < 0.0001$ ).

Área basal (m<sup>2</sup>/ha) do cerrado referência ( $\geq 5 \text{ cm DA } 30 \text{ cm}$ ) vs. cerrado em regeneração ( $< 5 \text{ cm DAS}$ ) ( $t=8.29$ ,  $p < 0.0001$ ); Área basal (m<sup>2</sup>/ha) do cerrado referência ( $< 5 \text{ cm DAS}$ ) vs. cerrado em regeneração ( $< 5 \text{ cm DAS}$ ) ( $t=3.59$ ,  $p < 0.01$ ); Área basal (m<sup>2</sup>/ha) do cerrado referência (total) vs. cerrado em regeneração ( $< 5 \text{ cm DAS}$ ) ( $t=8.83$ ,  $p < 0.0001$ ).

**Tabela 2.** Média e Erro Padrão (EP) das porcentagens de cobertura absoluta e subunidades de 1 metro com planta. Recuperação corresponde a quantidade em média recuperada no cerrado em regeneração natural

	ACR		ACRN		Recuperação (%)
	média	EP	média	EP	
Cobertura absoluta (%)	164,2	16,43	13,31	3,39	8,1
Subunidades de 1 m com planta (%)	100	1,07	62,5	5,59	62,5

Cobertura absoluta (%) do cerrado referência vs. cerrado em regeneração (LR Chisq= 30308,  $p < 0.001$ ).

Subunidades de 1 m com planta (%) do cerrado referência vs. cerrado em regeneração (LR Chisq= 17,465,  $p < 0.001$ ).

### 3.2 RECUPERAÇÃO DA RIQUEZA E COBERTURA DAS FORMAS DE CRESCIMENTO DO ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO DOIS ANOS APÓS O DISTÚRBIO.

Dois anos após o distúrbio, palmeira foi a única forma de crescimento que atingiu o número de espécies do ecossistema referência (Tabela 3). Os subarbustos apresentavam a maior riqueza de espécies na área referência, de modo que recuperaram apenas 14,89%

dessa riqueza na área de regeneração natural (Tabela 3). Quanto ao padrão de cobertura, nenhuma das formas de crescimento atingiu o limiar da área referência. Os graminóides da área referência apresentavam mais de 100% de cobertura absoluta (128,9%), mas recuperaram apenas 7,1% dessa cobertura na área de regeneração natural (Tabela 4).

**Tabela 3.** Riqueza de espécies (total e intervalo de confiança superior e inferior) das formas de crescimento presentes no estrato herbáceo-arbustivo da área de cerrado referência (ACR) e da área de cerrado em regeneração natural (ACRN).

Formas de crescimento	ACR		ACRN		Recuperação (%)
	Total	95% IC (I-S)	Total	95% IC (I-S)	
Graminóides	20	18--22	9	7--11	45
Subarbustos	47	40--54	7	5--9	14,89
Arbustos	23	19--27	14	11--17	60,87
Palmeiras	1	1--1	1	1--1	100
Ervas	6	3--9	1	1--1	16,67
Trepadeiras	3	1--5	0	0--0	0

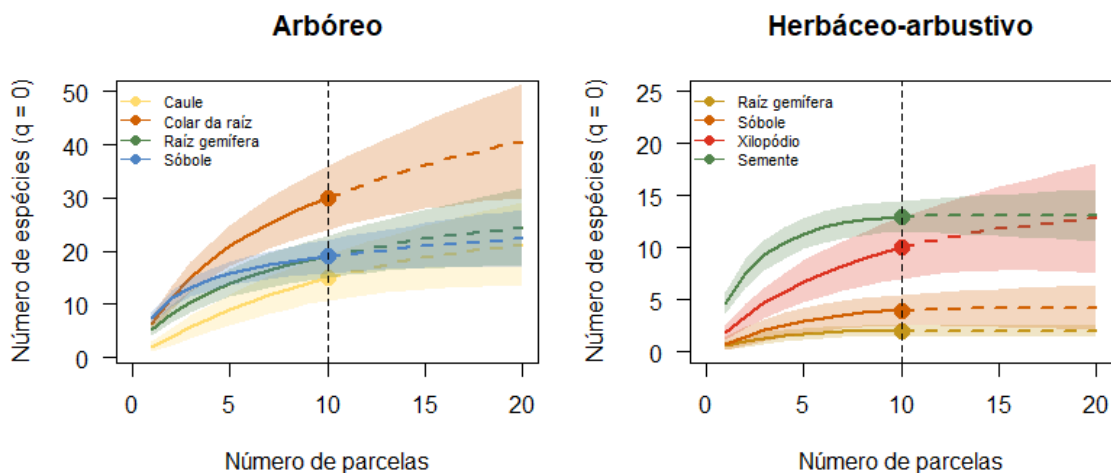
**Tabela 4.** Cobertura absoluta (média e erro padrão) das formas de crescimento presentes no estrato herbáceo-arbustivo na área de cerrado referência (ACR) e na área de cerrado em regeneração natural (ACRN).

Formas de crescimento	ACR		ACRN		Recuperação (%)
	Média	EP	Média	EP	
Graminóides	128,91	14,04	9,15	3,4	7,1
Subarbustos	24,17	5,58	1,91	0,64	7,88
Arbustos	8,51	1,69	1,98	0,51	23,22
Palmeiras	1,28	0,78	0,02	0,01	1,56
Ervas	0,9	0,45	0,25	0,16	27,78
Trepadeiras	0,44	0,23	0	0	0

### 3.3 FONTES DE REGENERAÇÃO NATURAL DO CERRADO EM REGENERAÇÃO NATURAL DOIS ANOS APÓS O DISTÚRBIO

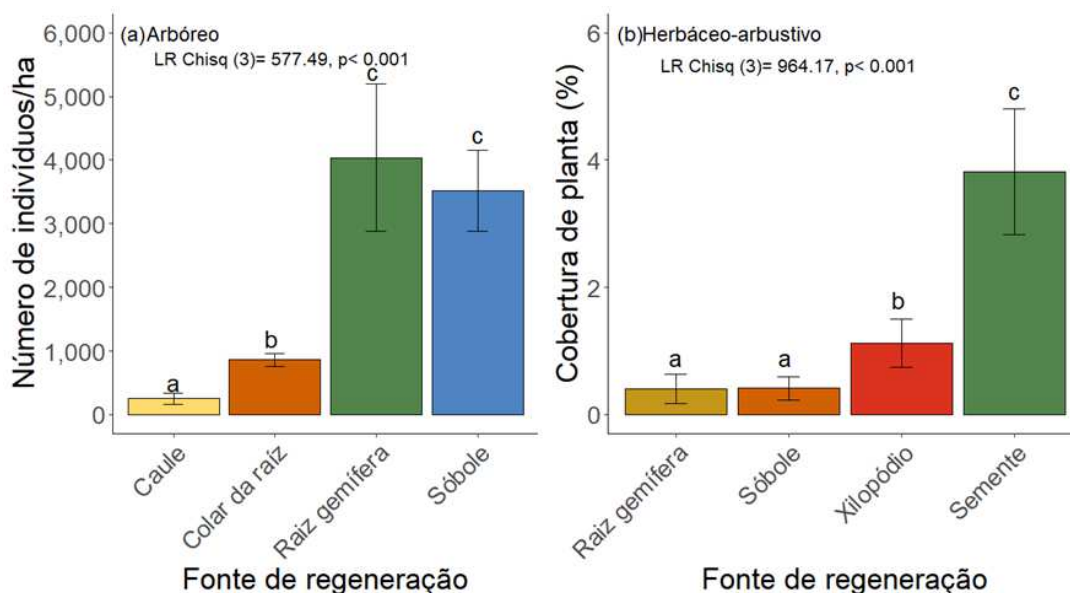
No estrato arbóreo, as estruturas subterrâneas de rebrota foram responsáveis por 100% das espécies regenerantes. O colar da raiz possuiu o maior número de espécies rebrotando, enquanto o caule teve o menor número de espécies rebrotando, com 30 e 15 espécies respectivamente (Figura 7a). Os sistemas subterrâneos difusos (raíz gemífera vs. sóbole) não diferiram e foram responsáveis por aproximadamente quatro e quinze vezes mais indivíduos regenerantes do que o colar da raiz e o caule, respectivamente (Figura 7a). O colar da raiz teve 3,4 vezes mais regenerantes do que o caule (Figura 8a).





**Figura 7.** Riqueza de espécies por tipo de propagação vegetativa no estrato arbóreo e no estrato herbáceo-arbustivo no cerrado em regeneração natural. As cores das curvas correspondem a cada mecanismo de regeneração adjacente.

No estrato herbáceo-arbustivo, as estruturas subterrâneas superficiais corresponderam a 55,17% e as sementes contribuíram com 44,83% das espécies regenerantes (Figura 7b). Como principal via de regeneração, as sementes apresentaram 3,4 vezes mais cobertura que o xilopódio e 9,5 vezes mais cobertura do que o sóbolo e a raiz gemífera (Figura 8b). O xilopódio teve 2,8 vezes mais regenerantes do que o sóbolo e raiz gemífera (Figura 8b).



**Figura 8.** Número de indivíduos por hectare (a) e cobertura de planta (b) por tipo de propagação vegetativa no cerrado em regeneração natural. Letras iguais indicam que não há diferença estatisticamente significativa entre as categorias.

Foi encontrado apenas um indivíduo da palmeira *Syagrus graminifolia* rebrotando de um rizoma stricto sensu, portanto essa estrutura não foi incluída na análise. O mesmo

ocorreu com as gramíneas *Urochloa decumbens* e *U. brizantha*, devido ao fato de não se enquadrarem em nenhuma classe de rebrota. No entanto, todas fizeram parte da contagem total de espécies presentes nesse estrato. As duas espécies de *Urochloa* juntas representaram 7,5% da cobertura vegetal. Ao final do manuscrito, está disponível para consulta um material suplementar com o índice de valor de importância das espécies do estrato arbóreo (Anexo 1) e o índice de valor de cobertura das espécies do estrato herbáceo-arbustivo de ambas as áreas (Anexo 2).

#### 4. DISCUSSÃO

Aqui, avaliamos os efeitos de um evento de desmatamento sobre a riqueza, estrutura e composição do estrato arbóreo e herbáceo-arbustivo de uma comunidade local que estava em processo de regeneração natural há 2 anos, assim como os mecanismos envolvidos nessa regeneração. Encontramos uma perda significativa na riqueza de espécies, principalmente das formas de crescimento que habitavam o estrato herbáceo-arbustivo (gramíneas, herbáceas e pequenos arbustos). O distúrbio alterou, substancialmente, a abundância de espécies arbóreas e a cobertura das formas de crescimento nativas do estrato herbáceo-arbustivo, resultando em uma grande parte de solo exposto. As árvores apresentaram a rebrota como mecanismos de regeneração, principalmente advinda de estruturas subterrâneas portadoras de gemas. No estrato herbáceo-arbustivo, a regeneração por sementes teve destaque, mas o banco de gemas subterrâneo superficial também contribuiu para a regeneração.

O estrato arbóreo demonstrou uma resiliência marcadamente maior em comparação com o estrato herbáceo-arbustivo após a raspagem do solo superficial, devido às formas de crescimento deste último serem menores e, conseqüentemente, possuírem, em geral, estruturas de regeneração mais superficiais. No entanto, ambos os estratos ainda estão distantes do ecossistema de referência. A condição de referência desempenha um papel crucial na restauração ecológica, estabelecendo as características almejadas e servindo como um parâmetro para avaliar o sucesso dos projetos de restauração (Stoddard et al., 2006). No entanto, na prática, é raro que um sistema restaurado consiga atingir completamente as condições de referência (Shackelford et al., 2021; Pilon et al., 2023). O elevado número de indivíduos por hectare e os baixos valores de área basal, resultantes da grande quantidade de indivíduos arbóreos regenerantes (< 5 cm de diâmetro na altura do solo), reforçam a ideia de que a recuperação ecológica após distúrbios é um processo

longo, podendo levar séculos para que esses ecossistemas recuperem sua composição e funcionalidade originais (Nerleker e Veldman, 2020).

A área em regeneração natural conseguiu recuperar apenas 8,1% da cobertura absoluta do estrato herbáceo-arbustivo em relação ao ecossistema de referência, de acordo com o método de linha. Essa baixa cobertura de plantas, juntamente com a diminuição na diversidade de espécies, é preocupante em um cenário em que a maior parte da biodiversidade em ambientes savânicos, como o Cerrado, está concentrada nas formas de crescimento desse estrato, principalmente as graminóides (Amaral et al., 2017). Diferentes formas de crescimento desempenham funções distintas na configuração e no funcionamento da vegetação no Cerrado (Pilon et al., 2023). Distúrbios antrópicos que destroem a parte aérea da planta e alteram o solo de alguma forma, como o cultivo em pastagens (Fensham et al., 2016), áreas mineradas (Faucon et al., 2011) e a plantação de *Pinus* (Ferraro et al., 2020), levam à diminuição da resiliência, resultando em uma recuperação lenta e gradual, que pode levar décadas. Além do desmatamento, a alta incidência de *Urochloa brizantha* pode limitar o estabelecimento de espécies nativas (Zaloumis, 2013), pois essas gramíneas invasoras apresentam uma elevada taxa de germinação e uma forte capacidade de se estabelecer em áreas impactadas por distúrbios exógenos (Hoffmann e Haridasan, 2008; Cava et al., 2019; Rabelo et al., 2023). Isso é ainda mais evidente quando se observa que a presença de *Urochloa* é baixa nas parcelas do ecossistema referência, estando em grande parte restrita às margens de uma estrada de terra, que sofrem constante pressão antrópica, de modo que suas sementes, provavelmente, foram dispersas para a área desmatada.

A regeneração natural na comunidade pós-distúrbio resultou de uma combinação de múltiplas estratégias presentes em espécies adaptadas a ambientes com regimes de fogo natural (Clarke et al., 2013; Pausas et al., 2018; Pilon et al., 2021). Em relação ao estrato arbóreo, a rebrota ou a combinação de rebrota com propagação vegetativa foram responsáveis por 100% da regeneração das formas de crescimento desse estrato. De modo geral, as formas de vida arbóreas apresentam uma capacidade limitada de colonização por sementes em savanas neotropicais (Salazar et al., 2012). O colar da raiz foi a estratégia mais comum entre as espécies, sendo de fato, o mecanismo de regeneração pós-distúrbio mais difundido e comum entre as árvores (Del Tredici, 2001). No entanto, esse sistema de rebrota, geralmente, se restringe à persistência da planta no mesmo local após distúrbios, pois funcionalmente não contribui diretamente para a disseminação lateral

(Pausas et al., 2018). Isso explica a baixa densidade de indivíduos rebrotando dessa estrutura em comparação as outras, como o sóbole e as raízes gemíferas, que, além de rebrotarem, conseguem se disseminar lateralmente e colonizar outros sítios com mais facilidade. Sistemas subterrâneos difusos, como o sóbole e raízes gemíferas, são frequentemente encontrados em ecossistemas que enfrentam distúrbios comuns, tais como geadas, furacões e fogo. Esses sistemas desempenham um papel crucial como nicho de persistência (Bellingham e Sparrow, 2000). Duas espécies em especial parecem se beneficiar dessa capacidade de se propagarem vegetativamente – *Casearia sylvestris* e *Matayba guianensis*. Esses resultados apoiam a ideia de que a regeneração natural no Cerrado ocorrerá com mais efetividade em locais que exista um banco de gemas viável (Ferreira et al., 2017; Faleiro et al., 2022).

Em cenários de regimes naturais de fogo, onde formas de vida do estrato herbáceo-arbustivo não possuem adaptações, tal como casca para isolar termicamente as gemas vegetativas, escapar das chamas não é uma opção e a rebrota em geral ocorre a partir de estruturas subterrâneas ou de sementes estimuladas pelo calor (Pilon et al., 2021). Porém, na área estudada, o distúrbio foi tão severo que não é surpreendente que a regeneração por sementes dispersas de fragmentos adjacentes tenha exercido papel crucial para a regeneração desse estrato. É importante ressaltar que, apesar de ser a principal estratégia de regeneração desse estrato, os valores encontrados para dois anos de regeneração são ainda muito baixos, o que indicaria uma intervenção ativa para recuperar a composição e estrutura do ecossistema referência (Horstman et al., 2023). A proximidade de áreas de Cerrado nativo facilita a dispersão de sementes para área em regeneração natural (Cava et al., 2017). No entanto, para a maioria das áreas desmatadas no Cerrado, que são pastagens (MapBiomias, 2020), o cenário é diferente da nossa área de estudo. Essas pastagens em geral passaram por um intenso uso do solo por anos, se encontram fragmentadas e geralmente distantes de fontes de propágulos (Cava et al., 2019), dificultando a regeneração natural por sementes e tornando-as ainda mais dependentes de estruturas subterrâneas de rebrota.

A perda de resiliência é preocupante, pois, uma vez que esses ambientes são alterados e começam a apresentar composições e, conseqüentemente, funções diferentes, torna-se um desafio retornar às condições pré-distúrbio (Buisson et al., 2018). Diversas técnicas estão sendo aplicadas para restaurar o Cerrado, mas muitas delas não estão conseguindo atingir os padrões de referência (Pilon et al., 2023). Embora o conhecimento

sobre como distúrbios naturais podem beneficiar a rebrota em ecossistemas savânicos esteja crescendo (Abrahamson, 1984; Siebert et al., 2019; Pilon et al., 2020) e, conseqüentemente, seja usado para restaurar a composição e a estrutura, principalmente das formas de crescimento do estrato rasteiro, que são as mais afetadas pela morte da parte aérea da planta e recorrem à rebrota, são necessários esforços para entender como os mecanismos de regeneração são afetados negativamente por distúrbios antrópicos.

## 5. CONCLUSÕES

Buscar compreender os mecanismos envolvidos na resposta regenerativa de ecossistemas inflamáveis é essencial para entender a resiliência desses ambientes. A riqueza, composição e estrutura da comunidade foram severamente impactadas pelo desmatamento, especialmente as formas de vida do estrato herbáceo-arbustivo. Embora essas espécies possuam adaptações para enfrentar distintos distúrbios, carecem de adaptações eficazes para lidar com alterações frequentes. As espécies do estrato arbóreo que melhor responderam ao desmatamento foram aquelas com combinações de estratégias de regeneração e propagação clonal, como estruturas subterrâneas difusas, refletindo uma ampla capacidade adaptativa. Este estudo busca analisar os mecanismos de regeneração em um contexto local de desmatamento; assim, é necessário realizar investigações em escalas maiores de tempo e espaço para entender como esses processos conferem resiliência ao Cerrado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMSON, W. G (1984). Post-fire recovery of Florida Lake Wales ridge vegetation. **American journal of botany**, v. 71, p. 9 – 21. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1984.tb12479.x>

AMARAL, G. A., MUNHOZ, C. B. R., WALTER, B. M. T., GUTIÉRREZ, J. A., RAES, N. (2017). Richness pattern and phytogeography of the Cerrado herb-shrub flora and implications for conservation. **Journal of Vegetation Science**, v. 28, p. 848-858. <https://doi.org/10.1111/jvs.12541>

ANDRADE, L. A. Z., MIRANDA, H. S. (2014) The dynamics of the soil seed bank after a fire event in a woody savanna in central Brazil. **Plant Ecology**, v. 214, n. 10, p. 1199-1209. <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0378-z>

BELLINGHAM, P. J., SPARROW, A. D. (2000). Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. **Oikos**, v. 89, p. 409-416. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.890224.x>

BOMBO, A. B., APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B., FIDELIS, A. (2022). Fire exclusion changes belowground bud bank and bud-bearing organ composition jeopardizing open savanna resilience. **Oecologia**, v. 199, p. 153-164. <https://doi.org/10.1007/s00442-022-05172-1>

BOND, W. J., MIDGLEY, J. J. (2003). The evolutionary ecology of sprouting in woody plants. **Internacional Journal of Plant Sciences**, v. 164, p. 103-114. <https://doi.org/10.1086/374191>

BUISSON, E., LE STRADIC, S., SILVEIRA, F. A. O., DURIGAN, G., OVERBECK, G. E., FIDELIS, A., ... VELDMAN, J. W. (2019). Resilience and restoration of tropical and subtropical grasslands, savannas, and grassy woodlands. **Biological Reviews**, v. 94, p. 590–609. <https://doi.org/10.1111/brv.12470>

CANFIELD, R. H. (1941). Application of the line interception method in sampling range vegetation. **Journal of Forestry**, v. 39, p. 388-394.

CASTILLO, L. S., STEVENSON, P. R. (2010). Relative Importance of Seed-Bank and Post-Disturbance Seed Dispersal on Early Gap Regeneration in a Colombian Amazon Forest. **Biotropica**, v. 42, n. 4, p. 488–492. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00605.x>

CAVA, M. G. B., PILON, N. A. L., PRIANTE, C. F., RIBEIRO, M. C., DURIGAN, G. (2019). The recovery rates of secondary savannas in abandoned pastures are poorly explained by environmental and landscape factors. **Applied Vegetation Science**, v. 5, p. 14-25. <https://doi.org/10.1111/avsc.12457>

CAVA, M. G. B., PILON, N. A. L., RIBEIRO, M. C., DURIGAN, G. (2017). Abandoned pastures cannot spontaneously recover the attributes of old-growth savannas. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, p. 1164-1175. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13046>

CHARLES-DOMINIQUE, T., BECKETT, H., MIDGLEY, G. F., BOND, W. J. (2015). Bud protection: a key trait for species sorting in a forest-savanna mosaic. **New Phytologist**, v. 207, n. 4, p. 1052-1060. <https://doi.org/10.1111/nph.13406>

CHIMINAZZO, M. A., BOMBO, A. B., CHARLES-DOMINIQUE, T., FIDELIS, A. (2021). Your best buds are worth protecting: Variation in bud protection in a fire-prone cerrado system. **Functional ecology**, v. 35, n. 11, p. 2424–2434. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13907>

CHIMINAZZO, M. A., BOMBO, A. B., CHARLES-DOMINIQUE, T., FIDELIS, A. (2023). Bark production of generalist and specialist species across savannas and forests in the Cerrado, v. 131, n. 4, p. 613–621. <https://doi.org/10.1093/aob/mcad014>

CLARKE, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v. 18, p. 117–143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>

CLARKE, P. J., LAWES, M. J., MIDGLEY, J. J., LAMONT, B. B., OJEDA, F., BURROWS, G. E., ENRIGHT, N. J., KNOX, K. J. E. (2013). Resprouting as a key functional trait: how buds, protection and resources drive persistence after fire. **New Phytologist**, v. 197, n. 1, p. 19–35. <https://doi.org/10.1111/nph.12001>

DEL TREDICI P. (2001). Sprouting in temperate trees: a morphological and ecological review. **Botanical Review**, v. 67, p. 121–140. <https://doi.org/10.1007/BF02858075>

DIAS, B. F DE S. (2008). Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. In: Faleiro, F. G & Neto, A. L. de F. (Eds.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. **Planaltina, DF: Embrapa Cerrados**.

EITEN, G. (1973). The Cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, New York, v. 38, n. 2, p. 201–341. <https://doi.org/10.1007/BF02859158>

FAUCON, M.P., PARMENTER, I., COLINET, G., MAHY, G., NGONGO LUHEMBWE, M., MEERTS, P. (2011). May rare metallophytes benefit from disturbed soils following mining activity? The case of *Crepidorrhopalon lenuis* in Katanga (D. R. Congo). **Restoration ecology**, v. 19, p. 333–343. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00585.x>

FENSHAM, R. J., BUTLER, D.W., FAIRFAX, R. J., QUINTIN, A. R., DWYER, J. M. (2016). Passive restoration of subtropical grassland after abandonment of cultivation. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, 274–283. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12551>

- FERREIRA, M. C., VIEIRA, D. L. M. (2017). Topsoil for restoration: Resprouting of root fragments and germination of pioneers trigger tropical dry forest regeneration. **Ecological Engineering**, v. 103, p. 1 – 12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.03.006>
- FERRARO, A., FIDELIS, A., SILVA, G. S., MARTINS, A. R., PIEDADE, S. M. S., APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. (2020). Long-term *Pinus* plantations reduce the bud bank in Cerrado areas. **Applied Vegetation Science**, v. 24, n. 1. <https://doi.org/10.1111/avsc.12537>
- FOLKE, C., CARPENTER, S., ELMQVIST, T., GUNDERSON, L., HOLLING, C. S., & WALKER, B. (2002). Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, v. 31, p. 437–441. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.5.437>
- GAERTNER, N., BREEYEN, A. D., HUI, C., RICHARDSON, D. M. (2009). Impacts of alien plant invasions on species in Mediterranean-type ecosystems: a meta-analysis. **Progress in Physical Geography Earth and Environment**, v. 33, n.3, p. 319-338. <https://doi.org/10.1177/0309133309341607>
- GOMES, L., LENZA, E., SOUCHIE, F. F., PINTO, J .R. R., SANTOS, L. M., FURTADO, M. T., MARACAHIPES, L., SILVÉRIO, D. (2021). Long-term post-fire resprouting dynamics and reproduction of woody species in a Brazilian savanna. **Basic and Applied Ecology**, v 56, p. 58-71. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.06.005>
- HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, n. 4, p 1-23. 1973. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- HOFFMANN & HARIDASAN. (2008). The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. **Austral Ecology**, v. 33, p. 29-36. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2007.01787.x>
- HORSTMANN, N., SEVILHA, A. C., VIEIRA, D. L. M. (2023). Graminoid-led natural regeneration of dry savannas after severe degradation. **Ecological Engineering**, v. 187, p. 106850. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106850>
- KLIMEŠOVÁ J., & KLIMEŠ L. (2007). Bud banks and their role in vegetative regeneration – a literature review and proposal for simple classification and assessment.



**Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 8, p. 115–129.  
<https://doi.org/10.1016/j.ppees.2006.10.002>

NERLEKAR, A. N., VELDMAN, J. W. (2020). High plant diversity and slow assembly of old-growth grasslands. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922266117>

NEWBERRY, B. M., POWER, C. R., ABREU, R. C. R., DURIGAN, G., ROSSATTO, D. R., HOFFMANN, W. A. (2020). Flammability thresholds or flammability gradients? Determinants of fire across savanna-forest transitions. **New Phytologist**, v. 228, n. 3, p. 910–921. <https://doi.org/10.1111/nph.16742>

OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P. R., O'HARA, R. B., SIMPSON, G. L., SOLYMOS, P., STEVENS, M. H. H., WAGNER, H. (2019). vegan: Community Ecology Package. **R Package Version 2.5-6**.

PARR, C. P., LEHMANN, C. E. R., BOND, W. J., ANDERSEN, A. N. (2014). Tropical grassy biomes: misunderstood, neglected, and under threat. **Trend in Ecology & Evolution**, v. 29, n. 4. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.02.004>

PAUSAS, J. G., & BOND, W. J. (2020). Alternative biome states in terrestrial ecosystems. **Trends in Plant Science**, v. 25, p. 250–263. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.11.003>

PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E.; SCHWILK, D. W. (2017) Flammability as an ecological and evolutionary driver. **Journal of Ecology**, v. 105, n. 2, p. 289–297. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12691>

PAUSAS, J. G., LAMONT, B. B., PAULA, S., APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B., FIDELIS, A. (2018). Unearthing belowground bud banks in fire-prone ecosystems. **New Phytologist**, v. 217, p. 1435–1448. <https://doi.org/10.1111/nph.14982>

PAUSAS, J. G., PRATT, R. B., KEELEY, J. E., JACOBSEN, A. L., RAMIREZ, A. R., VILAGROSA, A., PAULA, S., KANEAKUA-PIA, I. N., & DAVIS, S. D. (2016). Towards understanding resprouting at the global scale. **New Phytologist**, v. 209, n. 3, p. 945–954. <https://doi.org/10.1111/nph.13644>

PILON, N. A. L.; CAVA, M. G. B.; HOFFMANN, A. W.; ABREU, R. C. R.; FIDELIS, A.; DURIGAN, G. (2020). The diversity of post-fire regeneration strategies in the Cerrado ground layer. **Journal of Ecology**, v. 109, p. 154–166. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13456>

- PILON, N. A.L., CAMPOS, B. H., DURIGAN, G., CAVA, M. G. B., ROWLAND, L., SCHMIDT, I., SAMPAIO, A., OLIVEIRA, R. S. (2023). Challenges and directions for open ecosystems biodiversity restoration: An overview of the techniques applied for Cerrado. **Journal of Applied Ecology**, v. 60, 849-858. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14368>
- POWELL, K. I., CHASE, J. M., KNIGHT, T. M. (2011). A Synthesis of plant invasion effects on biodiversity across spatial scales. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 3, p. 539-548. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000402>
- RABELO, B. S., LAGEVELDE, F. V., TOMLISON, K. W., DINIZ, P. (2023). Effects of native and invasive grasses on the survival and growth of tree seedlings in a neotropical savanna. **Biological Invasions**, v. 25, n. 8, p. 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03068-6>
- ROSSI, C. V., DA SILVA JÚNIOR, M. C., & DOS SANTOS, C. E. N. (1998). Fitossociologia do estrato arbóreo do cerrado (sensu stricto) no Parque Ecológico Norte, Brasília-DF. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, 2.
- SALAZAR, A., GOLDSTEIN, G., FRANCO, A. C., WILHELM, M. F. (2012). Seed limitation of woody plants in Neotropical savanas. **Plant Ecology**, v. 213, n. 2, p. 273-287. <https://doi.org/10.1007/s11258-011-9973-4>
- 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. **Journal of Environmental Management**, v. 232, p. 818–828. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.108>
- SATO, M. N., MIRANDA, H. S., & MAIA, J. M. F. (2010). O fogo e o estrato arbóreo do Cerrado: efeitos imediatos e de longo prazo. **Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado: resultados do Projeto Fogo**. IBAMA/MMA, p. 77-91.
- SHACKELFORD, N. ET AL. (2021). Drivers of seeding establishment success in dryland restoration efforts. **Nature ecology & evolution**, v. 5, p. 1283 - 1290

SIMBERLOFF, D. ET AL. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, n. 1, p. 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>

SIMON, M. F., GREYER, R., QUEIROZ, L. O.; SKEMA, C; PENNINGTON, R. T. (2009). Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, n. 48, p. 20359–20364. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903410106>

STODDARD, J. L., LARSEN, D. P., HAWKINS, C. P., RICHARD, K. J., NORRIS, R. H. (2006). Setting expectations for the ecological condition of streams: The concept of reference condition. **Ecological applications: a publication of the Ecological Society of America**, v. 16, n. 4, p. 1267–1276. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1267:SEFTEC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1267:SEFTEC]2.0.CO;2)

VELDMAN, J. W., BUISSON, L., DURIGAN, G., FERNANDES, G. W., STRADIC, S. L., MAHY, G., NEGREIROS, D., OVERBECK, G. E., VELDMAN, R. G., ZALOUMIS, N. P., PUTZ, F. E., BOND, W. J (2015). Toward an old growth concept for grasslands, savannas, and woodlands. **Frontiers in Ecology and the Environment**, V. 13, n.3, p 154-162. <https://doi.org/10.1890/140270>

ZALOUMIS, N. P., & BOND, W. J. (2016). Reforestation or conservation? The attributes of old growth grasslands in South Africa. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 371, n. 1703. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0310>

## MATERIAL SUPLEMENTAR

**Anexo 1.** Lista de espécies e famílias e seus respectivos índices de valor de importância (IVI) da área de Cerrado referência (ACR), contendo indivíduos adultos e regenerantes, e da área de Cerrado em regeneração natural (ACRN). As estratégias de regeneração correspondem apenas as espécies encontradas na ACRN.

Espécie	Família	IVI (ACR) Adultas	IVI (ACR) Regenerantes	IVI (ACRN)	Estratégia de regeneração
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	Lamiaceae	1,13	3,16	9,36	Sóbole
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	Opiliaceae	2,48	-	-	-
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Rubiaceae	6,61	14,90	1,07	Colar da raiz
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	Fabaceae	1,22	-	-	-
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Annonaceae	3,82	4,47	5,87	Caule, colar da raiz, raiz gemífera
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae	2,58	6,57	1,78	Colar da raiz, raiz gemífera
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Fabaceae	0,50	3,06	0,96	Colar da raiz
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Moraceae	1,36	1,18	9,01	Caule, colar da raiz, raiz gemífera
<i>Byrsonima affinis</i> W.R.Anderson	Malpighiaceae	2,46	-	-	-
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Malpighiaceae	1,61	2,38	-	-
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Malpighiaceae	8,84	6,80	-	-
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Malpighiaceae	1,69	1,00	-	-
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltldl.	Annonaceae	9,30	9,30	-	-
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae	2,82	-	1,05	Sóbole
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	3,46	9,44	23,61	Caule, raiz gemífera, sóbole
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Connaraceae	4,83	3,46	2,62	Sóbole
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	-	2,03	-	-
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze	Rubiaceae	0,52	2,42	-	-
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	Chrysobalanaceae	1,67	1,16	0,98	Raiz gemífera
<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	15,00	13,12	1,13	Colar da raiz

<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	0,53	-	5,00	Caule, colar da raiz, raiz gemífera
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	Dilleniaceae	1,53	5,34	1,56	Colar da raiz, raiz gemífera
<i>Didymopanax macrocarpus</i> (Cham. & Schltl.) Seem.	Araliaceae	0,50	2,18	0,99	Sóbole
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Fabaceae	4,55	9,38	7,77	Caule, sóbole
<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.) B.Walln.	Ebenaceae	21,14	15,79	22,89	Sóbole
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Fabaceae	0,62	1,20	-	-
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart.) Schott & Endl.	Malvaceae	2,60	-	-	-
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	1,82	1,25	3,36	Colar da raiz, raiz gemífera
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	0,67	2,65	9,29	Caule, colar da raiz, raiz gemífera
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Erythroxylaceae	1,01	2,96	0,69	Raiz gemífera
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Myrtaceae	29,06	14,49	24,84	Caule, Sóbole
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Bignoniaceae	1,71	2,91	0,85	Sóbole
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	Malpighiaceae	1,76	-	6,16	Colar da raiz, raiz gemífera
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	Apocynaceae	-	1,03	2,86	Sóbole
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Fabaceae	2,45	1,08	4,51	Sóbole
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Calophyllaceae	2,75	3,62	2,23	Colar da raiz, raiz gemífera
<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.	Calophyllaceae	1,81	3,98	0,95	Colar da raiz
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	Fabaceae	2,03	1,92	11,59	Caule, sóbole
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Anacardiaceae	0,53	1,28	-	-
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Fabaceae	2,56	4,71	1,08	Colar da raiz
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	Fabaceae	11,56	7,03	13,81	Caule, sóbole
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	-	1,00	0,94	Colar da raiz
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae	4,82	10,84	46,12	Caule, raiz gemífera
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Melastomataceae	0,84	-	-	-
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	Melastomataceae	2,72	15,40	-	-
<i>Miconia ibaguensis</i> (Bonpl.) Triana	Melastomataceae	-	1,43	-	-
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Myrtaceae	5,51	1,58	-	-

<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	1,53	2,09	0,77	Colar da raiz
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Myrtaceae	1,83	3,41	-	-
<i>Myrcia variabilis</i> DC.	Myrtaceae	8,74	14,70	6,68	Sóbole
<i>Myrsine leuconeura</i> Mart.	Primulaceae	2,17	-	-	-
<i>Neea theifera</i> Oerst.	Nyctaginaceae	-	-	1,86	Colar da raiz
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Ochnaceae	1,50	-	9,08	Colar da raiz
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Asteraceae	9,85	-	5,31	Sóbole
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Fabaceae	-	2,03	2,72	Colar da raiz
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	7,42	-	0,92	Colar da raiz
<i>Protium ovatum</i> Engl.	Burseraceae	1,06	2,29	-	-
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	Myrtaceae	0,65	1,84	-	-
<i>Psidium myrsinites</i> DC.	Myrtaceae	1,23	1,26	1,62	Raiz gemífera
<i>Psidium pohlianum</i> O.Berg	Myrtaceae	-	-	0,87	Xilopódio
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae	4,53	-	4,27	Colar da raiz
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	14,96	4,18	3,25	Sóbole
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Vochysiaceae	0,86	-	3,87	Sóbole
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Vochysiaceae	3,65	-	3,17	Caule, sóbole
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	1,99	1,35	2,61	Colar da raiz, raiz gemífera
<i>Rourea induta</i> Planch.	Connaraceae	3,22	1,03	1,64	Sóbole
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Celastraceae	0,59	-	0,76	Colar da raiz
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Siparunaceae	1,18	11,94	-	-
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Solanaceae	-	-	1,09	Raiz gemífera
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Loganiaceae	1,21	-	0,77	Raiz gemífera
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Fabaceae	3,36	1,12	7,09	Caule, colar da raiz, raiz gemífera
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	Fabaceae	3,56	3,42	6,55	Colar da raiz
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	0,93	8,74	2,05	Caule, colar da raiz
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	Fabaceae	1,94	-	-	-

<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	1,50	1,73	-	-
<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	Combretaceae	7,35	5,95	0,89	Caule, colar da raiz
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K.Schum.	Rubiaceae	-	1,40	-	-
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae	1,68	1,65	0,78	Colar da raiz
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Myristicaceae	-	1,03	-	-
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.	Vochysiaceae	0,51	-	-	-
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Vochysiaceae	5,61	1,77	0,83	Colar da raiz
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Annonaceae	24,12	13,04	5,64	Caule, colar da raiz, raiz gemífera
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	-	1,41	-	-

**Anexo 2.** Lista de espécies e famílias, assim como seus respectivos índices de valor de cobertura (IVC) na área de Cerrado referência (ACR) e na área de Cerrado em regeneração natural (ACRN). As estratégias de regeneração correspondem apenas as espécies encontradas na ACRN.

Espécie	Família	IVC (ACR)	IVC (ACRN)	Estratégia de regeneração
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Asteraceae	0,98	-	-
<i>Adenocalymma nodosum</i> (Silva Manso) L.G.Lohmann	Bignoniaceae	0,45	7,21	Raiz gemífera
<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	2,67	-	-
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Amaranthaceae	-	18,52	Semente
<i>Amasonia hirta</i> Benth.	Lamiaceae	0,45	-	-
<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	Anacardiaceae	0,51	-	-
<i>Ananas ananassoides</i> (Baker) L.B.Sm.	Bromeliaceae	0,69	-	-
<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth.	Fabaceae	2,10	2,95	Sóbole
<i>Andropogon fastigiatus</i> Sw.	Poaceae	-	2,72	Semente
<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stellfeld ex de Souza	Bignoniaceae	0,51	2,50	Xilopódio
<i>Annona dioica</i> A.St.-Hil.	Annonaceae	1,60	1,14	Xilopódio
<i>Aspilia foliacea</i> (Spreng.) Baker	Asteraceae	0,50	-	-

<i>Aspilia laevisissima</i> (Less. ex Baker) Baker	Asteraceae	0,45	-	-
<i>Aristida recurvata</i> Kunth	Poaceae	-	2,45	Semente
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	Poaceae	3,11	-	-
<i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi) Kuhlm.	Poaceae	1,28	-	-
<i>Axonopus pressus</i> (Nees ex Steud.) Parodi	Poaceae	14,04	6,16	Semente
<i>Baccharis retusa</i> DC.	Asteraceae	0,85	-	-
<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	Malpighiaceae	1,56	-	-
<i>Bauhinia burchellii</i> Benth.	Fabaceae	-	3,13	Xilopódio
<i>Bauhinia curvula</i> Benth.	Fabaceae	0,45	-	-
<i>Bauhinia holophylla</i> (Bong.) Steud.	Fabaceae	2,18	-	-
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Rubiaceae	0,45	6,65	Semente
<i>Borreria poaya</i> (A.St.-Hil.) DC.	Rubiaceae	0,45	-	-
<i>Borreria tenella</i> (Kunth) Cham. & Schldtl.	Rubiaceae	0,51	-	-
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	Cyperaceae	0,51	-	-
<i>Bulbostylis jacobinae</i> (Steud.) Lindm.	Cyperaceae	3,15	-	-
<i>Caamembeca ulei</i> (Taub.) J.F.B.Pastore	Polygalaceae	0,45	-	-
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	Myrtaceae	1,52	6,27	Xilopódio
<i>Cerradicola decumbens</i> (Benth.) L.P.Queiroz	Fabaceae	2,01	-	-
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	Fabaceae	0,51	2,31	Xilopódio
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Fabaceae	0,62	-	-
<i>Chromolaena chaseae</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Robinson	Asteraceae	1,83	-	-
<i>Chromolaena leucocephala</i> Gardner	Asteraceae	0,98	-	-
<i>Cipura xanthomelas</i> Klatt	Iridaceae	0,45	-	-
<i>Cissampelos ovalifolia</i> DC.	Menispermaceae	0,43	-	-
<i>Cochlospermum regium</i> (Mart. ex Schrank) Pilg.	Bixaceae	1,38	-	-
<i>Croton abaitensis</i> Baill.	Euphorbiaceae	0,90	-	-
<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	Euphorbiaceae	2,59	-	-
<i>Croton goyazensis</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae	2,07	-	-



<i>Ctenodon paniculatus</i> (Willd. ex Vogel) D.B.O.S.Cardoso, P.L.R.Moraes & H.C.Lima	Fabaceae	0,60	-	-
<i>Cuphea spermacoce</i> A.St.-Hil.	Lythraceae	0,59	-	-
<i>Cyanocephalus lanatus</i> (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	Lamiaceae	0,44	7,37	Xilopódio
<i>Dalechampia humilis</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae	1,02	-	-
<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	Dilleniaceae	0,96	-	-
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Fabaceae	1,28	-	-
<i>Diplopterys pubipetala</i> (A.Juss.) W.R.Anderson & C.C.Davis	Malpighiaceae	0,51	-	-
<i>Distimake tomentosus</i> (Choisy) Petrongari & Sim.-Bianch.	Convolvulaceae	0,45	-	-
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	Annonaceae	2,14	2,00	Sóbole
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Poaceae	36,33	11,75	Semente
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Asteraceae	0,54	-	-
<i>Eragrostis articulata</i> (Schrank) Nees	Poaceae	1,42	-	-
<i>Eragrostis rufescens</i> Schrad. ex Schult.	Poaceae	1,84	-	-
<i>Eriosema campestre</i> Benth.	Fabaceae	0,96	2,39	Xilopódio
<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G.Don	Fabaceae	2,14	-	-
<i>Erythroxylum campestre</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	0,44	-	-
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	Myrtaceae	0,92	4,05	Sóbole
<i>Euphorbia potentilloides</i> Boiss.	Euphorbiaceae	1,63	-	-
<i>Fridericia platyphylla</i> (Cham.) L.G.Lohmann	Bignoniaceae	1,61	1,63	Xilopódio
<i>Helicteres sacarolha</i> A.St.-Hil., Juss. & Cambess.	Malvaceae	0,45	-	-
<i>Heteropterys pteropetala</i> A.Juss.	Malpighiaceae	0,48	-	-
<i>Hyptis crenata</i> Pohl ex Benth.	Lamiaceae	1,05	-	-
<i>Hyptis remota</i> Pohl ex Benth.	Lamiaceae	0,45	-	-
<i>Jacaranda ulei</i> Bureau & K.Schum.	Bignoniaceae	0,45	-	-
<i>Jacquemontia evolvuloides</i> (Moric.) Meisn.	Convolvulaceae	0,45	-	-
<i>Jacquemontia prostrata</i> Choisy	Convolvulaceae	4,37	-	-
<i>Lepidaploa remotiflora</i> (Rich.) H.Rob.	Asteraceae	0,47	-	-

<i>Lessingianthus bardanoides</i> (Less.) H.Rob.	Asteraceae	0,51	-	-
<i>Lessingianthus ligulifolius</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	Asteraceae	0,45	-	-
<i>Loudetiopsis chrysothrix</i> (Nees) Conert	Poaceae	5,84	-	-
<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K.Schum.	Apocynaceae	0,48	-	-
<i>Manihot gracilis</i> Pohl	Euphorbiaceae	0,47	-	-
<i>Maprounea brasiliensis</i> A.St.-Hil.	Euphorbiaceae	-	1,44	Xilopódio
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Poaceae	1,46	-	-
<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	Poaceae	1,34	-	-
<i>Oxalis cordata</i> A.St.-Hil.	Oxalidaceae	0,48	2,42	Raiz gemífera
<i>Panicum cervicatum</i> Chase	Poaceae	2,94	2,72	Semente
<i>Panicum rudgei</i> Roem. & Schult.	Poaceae	12,77	7,59	Semente
<i>Parinari obtusifolia</i> Hook.f.	Chrysobalanaceae	0,79	-	-
<i>Paspalum gardnerianum</i> Nees	Poaceae	0,45	-	-
<i>Paspalum geminiflorum</i> Steud.	Poaceae	2,18	-	-
<i>Pavonia rosa-campestris</i> A.St.-Hil.	Malvaceae	0,93	-	-
<i>Peixotoa goiana</i> C.E.Anderson	Malpighiaceae	1,02	-	-
<i>Peritassa campestris</i> (Cambess.) A.C. Sm.	Celastraceae	0,45	2,91	Sóbole
<i>Pseudotripezia juncifolia</i> (Klatt) Lovo & A.Gil	Iridaceae	0,89	-	-
<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeckeler	Cyperaceae	1,28	-	-
<i>Riencourtia oblongifolia</i> Gardner	Asteraceae	0,45	-	-
<i>Ruellia dissitifolia</i> (Nees) Hiern	Acanthaceae	0,93	-	-
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Euphorbiaceae	0,57	-	-
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	Poaceae	2,11	-	-
<i>Senega paniculata</i> (L.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	Polygalaceae	0,87	5,18	Semente
<i>Serjania erecta</i> Radlk.	Sapindaceae	0,45	-	-
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Poaceae	0,44	7,38	Semente
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	-	3,97	Semente
<i>Sida urens</i> L.	Malvaceae	0,51	-	-

<i>Solanum paniculatum</i> L.	Solanaceae	-	2,39	Semente
<i>Stachytarpheta longispicata</i> (Pohl) S.Atkins	Verbenaceae	2,51	-	-
<i>Stylosanthes acuminata</i> M.B.Ferreira & Sousa Costa	Fabaceae	4,71	-	-
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Fabaceae	3,03	-	-
<i>Syagrus graminifolia</i> (Drude) Becc.	Arecaceae	2,04	3,45	Rizoma sensu stricto
<i>Tephrosia adunca</i> Benth.	Fabaceae	2,18	-	-
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	Poaceae	13,03	-	-
<i>Trichogonia attenuata</i> G.M.Barroso	Asteraceae	2,47	-	-
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	Malvaceae	0,96	-	-
<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster	Poaceae	7,43	60,07	Semente
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	Poaceae	-	5,32	Semente
<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H.Rob.	Asteraceae	0,45	-	-
<i>Vernonanthura membranacea</i> (Gardner) H.Rob.	Asteraceae	0,93	2,84	Semente
<i>Waltheria communis</i> A.St.-Hil.	Malvaceae	-	1,14	Xilopódio