



Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes

Technical and Scientific Journal Green Cities

ISSN 2317-8604 Suporte Online / Online Support

Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

De clareira a cerradão: impacto do plantio de mudas na restauração ecológica do Cerrado

From clearing to cerradão: the impact of seedling planting on the ecological restoration of the Cerrado

De claro a cerradão: impacto de la plantación de plántulas en la restauración ecológica del Cerrado

Mariana Cióca Berti

Graduanda, UNESP, Brasil.

mariana.cioca@unesp.br

Veridiana de Lara Weiser

Professora Doutora, UNESP, Brasil.

veridiana.weiser@unesp.br



RESUMO

O Brasil, reconhecido por sua biodiversidade, abriga cerca de 10% das espécies do planeta, com o bioma Cerrado destacando-se como a savana mais rica em diversidade. No entanto, esse bioma enfrenta sérios desafios, como a conversão de vegetação nativa para uso humano, resultando em uma taxa de desmatamento alarmante. Apesar da degradação, a recuperação dos ecossistemas do Cerrado é possível por meio da regeneração natural e da restauração ecológica, que envolve a introdução de mudas nativas por plantio. Este estudo caracteriza a comunidade de espécies vegetais em uma área de restauração ecológica, com diferentes tipos de tratamento, após 23 anos do plantio. Amostramos 626 indivíduos, de 71 espécies, sendo 64 nativas regenerantes. Os resultados mostram que a cobertura do solo atingiu 85,1% e a densidade de indivíduos foi de 3.792 por hectare, indicando um processo de recomposição florística. As parcelas com manejo de gramíneas invasoras e enriquecimento apresentaram melhores resultados em comparação às não tratadas. Esses achados enfatizam a importância de estratégias integradas de manejo e restauração para o sucesso da recuperação da vegetação nativa e a preservação da biodiversidade no Cerrado.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade. Espécies nativas. Recomposição florística.

ABSTRACT

Brazil, recognized for its biodiversity, hosts about 10% of the world's species, with the Cerrado biome standing out as the richest savanna in diversity. However, this biome faces serious challenges, such as the conversion of native vegetation for human use, resulting in an alarming deforestation rate. Despite this degradation, the recovery of Cerrado ecosystems is possible through natural regeneration and ecological restoration, which involves the introduction of native seedlings through planting. This study characterizes the community of plant species in an ecological restoration area, with different types of treatment, after 23 years of planting. We sampled 626 individuals from 71 species, of which 64 are native regenerants. The results show that soil coverage reached 85.1%, and the density of individuals was 3,792 per hectare, indicating a process of floristic recomposition. The plots with invasive grass management and enrichment showed better results compared to untreated ones. These findings emphasize the importance of integrated management and restoration strategies for the successful recovery of native vegetation and the preservation of biodiversity in the Cerrado.

KEYWORDS: Biodiversity. Native species. Floristic recomposition.

RESUMEN

Brasil, reconocido por su biodiversidad, alberga aproximadamente el 10% de las especies del planeta, destacándose el bioma Cerrado como la sabana más rica en diversidad. Sin embargo, este bioma enfrenta serios desafíos, como la conversión de vegetación nativa para uso humano, lo que resulta en una alarmante tasa de deforestación. A pesar de esta degradación, la recuperación de los ecosistemas del Cerrado es posible a través de la regeneración natural y la restauración ecológica, que implica la introducción de plántulas nativas mediante la siembra. Este estudio caracteriza la comunidad de especies vegetales en un área de restauración ecológica, con diferentes tipos de tratamiento, después de 23 años de siembra. Muestreamos 626 individuos de 71 especies, de las cuales 64 son regenerantes nativos. Los resultados muestran que la cobertura del suelo alcanzó el 85,1% y la densidad de individuos fue de 3.792 por hectárea, lo que indica un proceso de recomposición florística. Las parcelas con manejo de gramíneas invasoras y enriquecimiento presentaron mejores resultados en comparación con las no tratadas. Estos hallazgos enfatizan la importancia de estrategias integradas de manejo y restauración para el éxito de la recuperación de la vegetación nativa y la preservación de la biodiversidad en el Cerrado.

PALABRAS CLAVE: Biodiversidad. Especies nativas. Recomposición florística.



1 INTRODUÇÃO

Em 2015, durante a Assembleia Geral das Nações Unidas em Nova Iorque, foi lançada a Agenda 2030, um documento que define 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecendo metas globais para alcançar um mundo melhor até 2030 (ONU, 2024). O 15º ODS, denominado “Vida Terrestre”, tem como foco a proteção do meio ambiente, incluindo a restauração de ecossistemas terrestres e o combate à perda de biodiversidade (ONU, 2024). Esses temas representam desafios cruciais para o Brasil no cenário atual, especialmente no âmbito da Década das Nações Unidas para a Restauração de Ecossistemas (United Nations Decade on Ecosystem Restoration. 2021-2030).

O Brasil é amplamente reconhecido como um dos principais países em biodiversidade, abrigando aproximadamente 10% de todas as espécies do planeta (Myers *et al.*, 2000). Dentro desse contexto, o bioma Cerrado destaca-se como um dos maiores contribuintes para essa posição, ocupando cerca de 25% do território nacional (INPE, 2024). Reconhecido como a savana mais biodiversa do mundo, o Cerrado abriga mais de 4.800 espécies endêmicas de plantas e animais (INPE, 2023; Strassburg *et al.*, 2017), o que tem impulsionado esforços para sua proteção. No estado de São Paulo, a Lei nº 13.550, sancionada em junho de 2009 e popularmente conhecida como Leão Cerrado, estabelece diretrizes para a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Cerrado no estado (São Paulo, 2009).

No entanto, o bioma Cerrado tem sofrido um intenso processo de conversão da cobertura vegetal nativa para uso antrópico (Nunes; Castro, 2021). Em 2024, a taxa anual de desmatamento do Cerrado foi estimada em 11.011,69 km², o valor mais alto registrado desde 2016 (INPE, 2024). Entre os principais impactos ambientais estão a degradação dos ecossistemas nativos e a proliferação de espécies exóticas, que representam as maiores ameaças à biodiversidade do Cerrado (Klink; Machado, 2005; Nunes; Castro, 2021; Rodovalho; Nardoto, 2014).

Apesar dos dados alarmantes sobre a degradação do Cerrado, a recuperação dos seus ecossistemas é viável. Essa recuperação pode ocorrer naturalmente por meio da regeneração natural, um processo de sucessão ecológica, no qual as mudanças ambientais promovem a formação de diferentes comunidades que se sucedem ao longo do tempo em um mesmo local (Brancalion; Gandolfi; Rodrigues, 2015; Cavassan, 2012). Contudo, quando a regeneração natural não é viável, recomenda-se o plantio de mudas de espécies nativas, como parte do processo denominado restauração ecológica (Cavassan, 2012; Durigan *et al.*, 2011).

A restauração ecológica envolve uma intervenção humana deliberada em ecossistemas modificados, com o objetivo de iniciar, promover ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica (Brancalion; Gandolfi; Rodrigues, 2015). No Cerrado, há evidências que a restauração aliada à conservação da vegetação original, poderia garantir a preservação de cerca de 650 espécies de plantas e animais em condição de ameaça devido ao desmatamento (Strassburg *et al.*, 2017). Apesar da pluralidade de projetos de restauração e do amplo consenso de que o monitoramento da área em restauração é fundamental para o progresso futuro,



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

avaliações abrangentes do sucesso na restauração ecológica ainda são raras (Suding, 2011). O monitoramento e a avaliação dos ecossistemas em processo de restauração são essenciais para medir de forma precisa a eficácia das estratégias aplicadas (Suding, 2011) e para fornecer subsídios às tomadas de decisão (Ignácio; Attanasio; Toniato, 2007; Rodrigues; Brancalion; Isernagaguen, 2009; Suding, 2011).

2 OBJETIVOS

Caracterizar a comunidade de espécies vegetais nativas em uma área de restauração ecológica de cerrado após 23 anos do plantio, com o intuito de atestar a recomposição florística.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

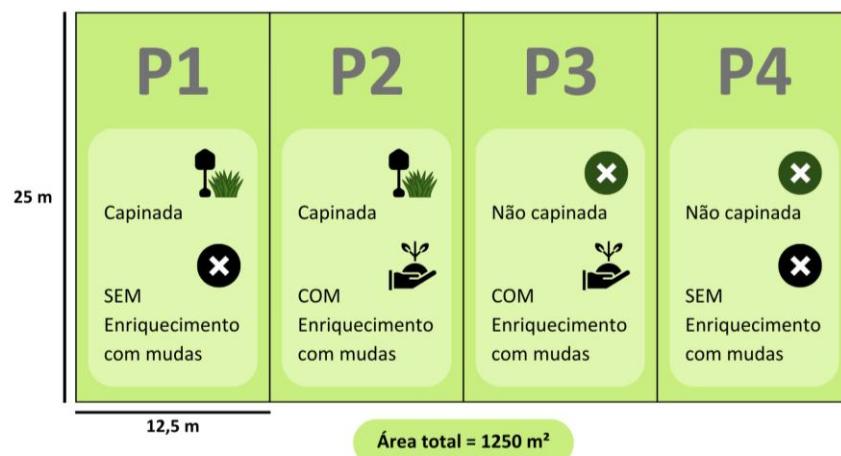
Realizamos o estudo em um fragmento de cerrado localizado na Gleba I do Refúgio de Vida Silvestre Aimorés, pertencente ao Mosaico de Unidades de Conservação do Cerrado Paulista, no município de Bauru, na região centro-oeste do estado de São Paulo, sudeste do Brasil. As coordenadas centrais da área são 22°22'53.4" S e 49°00'54.7" W, com altitude de 536 m. O clima da região é o Cwa segundo a classificação de Köppen (1948), caracterizado como clima mesotérmico, com duas estações predominantes: uma estação quente e chuvosa e outra fria e seca. Originalmente, a área de estudo possuía vegetação típica de cerradão, composta por vegetação nativa, mas com um histórico de perturbação devido a queimadas recorrentes. Além disso, foram observadas evidências de degradação antrópica e invasão por braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster) (Carboni, 2003).

Em 2000, foi iniciado o projeto de restauração ecológica em uma área de clareira de 1.250 m², que incluiu a definição de quatro parcelas de 312,5 m² (Carboni, 2003). Cada parcela recebeu um tratamento específico: P1—capinada, sem enriquecimento com mudas de espécies nativas; P2—capinada, com enriquecimento com mudas de espécies nativas; P3—não capinada, com enriquecimento com mudas de espécies nativas; e P4—controle (Figura 1). Foram introduzidas dez espécies nativas (Tabela 1).



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

Figura 1 – Desenho experimental do projeto do plantio com as dimensões das parcelas e seus respectivos tratamentos na Gleba I do Refúgio de Vida Silvestre Aimorés, no município de Bauru, São Paulo, Brasil.



Fonte: autoria própria.

Tabela 1 – Lista de espécies nativas indicando a família, o nome científico e o nome popular, que foram introduzidas por plantio na Gleba I do Refúgio de Vida Silvestre Aimorés, no município de Bauru, São Paulo, Brasil.

Família	Nome científico	Nome popular
ASTERACEAE	<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G.Sancho	cambará
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	ipê-amarelo
EUPHORBIACEAE	<i>Croton urucurana</i> Baill.	urucurana
FABACEAE	<i>Copaiifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba
	<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D.Penn.	Ingá-banana
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	amendoim-do-campo
MALVACEAE	<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	açoita-cavalo
	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A.Robyns	embiruçu
MELASTOMATACEAE	<i>Pleroma stenocarpum</i> (Schrank et Mart. ex DC.) Triana	quaresmeira
URTICACEAE	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba

Fonte: autoria própria.

3.2 Análise dos dados

Para caracterizar a comunidade de espécies vegetais nativas na área de estudo, após 23 anos do plantio, marcamos com placas de alumínio numeradas sequencialmente todos os indivíduos lenhosos, tanto regenerantes quanto não regenerantes. Consideramos como indivíduos regenerantes aqueles lenhosos, arbustivos ou arbóreos, espontâneos ou introduzidos por plantio, com altura (h) superior a 50 cm e perímetro do caule à altura do peito (PAP) inferior a 15 cm (São Paulo, 2014). Por outro lado, indivíduos não regenerantes foram definidos como lenhosos, arbustivos ou arbóreos, espontâneos ou introduzidos por plantio, com altura (h) superior a 50 cm e PAP igual ou superior a 15 cm.

Identificamos os indivíduos até o nível de espécie, tanto no campo quanto em laboratório, utilizando estereomicroscópio, bibliografia especializada e comparações com



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

exsiccadas depositadas em herbários que contêm espécimes coletados na área de estudo. Consultamos o nome válido das espécies conforme a Flora e Funga do Brasil (2024) e as abreviações dos autores no IPNI (2024). Elaboramos uma lista florística, classificando as espécies em famílias de acordo com o sistema proposto pelo APG IV (2016) e as atualizações mais recentes do Angiosperm Phylogeny Website (Stevens, 2001 onwards).

Classificamos as espécies, quando presentes na lista de espécies indicadas para restauração ecológica (Barbosa *et al.*, 2017), de acordo com seu grupo funcional: preenchimento ou diversidade. As espécies de preenchimento, também conhecidas como pioneiras, são caracterizadas por seu crescimento rápido e boa cobertura de copa, o que lhes permite colonizar rapidamente ambientes degradados (Barbosa *et al.*, 2017; Cavassan, 2012). Por outro lado, as espécies de diversidade, ou não pioneiras, apresentam crescimento lento e baixa cobertura de copa, colonizando áreas sombreadas à medida que os estágios da sucessão ecológica avançam (Barbosa *et al.*, 2017; Cavassan, 2012).

Para atestar a recomposição florística, utilizamos os indicadores ecológicos: número de espécies nativas regenerantes; densidade de indivíduos nativos regenerantes; e cobertura do solo com vegetação nativa (São Paulo, 2014). O número de espécies nativas regenerantes, ou riqueza em espécies, refere-se à quantidade total de espécies lenhosas, arbustivas ou arbóreas de regenerantes nativos presentes nas parcelas (São Paulo, 2015). A densidade de indivíduos nativos regenerantes indica o número total de indivíduos lenhosos ou a abundância de regenerantes nativos por hectare (Moro; Martins, 2011; São Paulo, 2015). A cobertura do solo com vegetação nativa é a porcentagem de solo coberto por espécies nativas (São Paulo, 2015). Valores aferidos superiores a 25 espécies nativas regenerantes para riqueza em espécies, superiores a 2.000 indivíduos nativos regenerantes por hectare para densidade e uma cobertura do solo com vegetação nativa acima de 80% são indicativos de recomposição, ou seja, de restituição florística do cerradão (São Paulo, 2014).

4 RESULTADOS

4.1 Composição florística

Após 23 anos do plantio, na área de restauração ecológica (Figura 2) como um todo, amostramos um total de 626 indivíduos, distribuídos em 71 espécies pertencentes a 50 gêneros e 29 famílias botânicas, sendo duas morfoespécies identificadas apenas ao nível de família, duas ao nível de gênero, e duas não identificadas (Tabela 2). As famílias mais ricas em espécies foram Fabaceae (11 espécies), Asteraceae (oito), Rubiaceae (seis), Lauraceae, Malvaceae e Myrtaceae (quatro cada), concentrando 52% da riqueza na comunidade como um todo, espécies regenerantes e não regenerantes (Tabela 2).



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

Figura 2 – Área de restauração ecológica após 23 anos do plantio na Gleba I do Refúgio de Vida Silvestre Aimorés, no município de Bauru, São Paulo, Brasil.



Fonte: autoria própria.

Considerando as espécies nativas regenerantes, constatamos um total de 474 indivíduos, distribuídos entre 64 espécies, de 45 gêneros e 26 famílias (Tabela 2). As famílias mais ricas em espécies, Fabaceae (10 espécies), Asteraceae (oito), Rubiaceae (seis), Lauraceae e Myrtaceae (quatro cada), juntas representaram 50% da riqueza total da comunidade de espécies regenerantes (Tabela 2).

Considerando as espécies nativas não regenerantes, constatamos um total de 152 indivíduos, distribuídos entre 37 espécies, de 33 gêneros e 23 famílias (Tabela 2). As famílias mais ricas em espécies, Fabaceae (oito espécies), Vochysiaceae (três), Asteraceae, Lauraceae, Malvaceae e Myrtaceae (duas cada), juntas representaram 51% da riqueza total da comunidade de espécies não regenerantes (Tabela 2).



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

Tabela 2 – Lista de espécies nativas amostradas na área de restauração ecológica na Gleba I do Refúgio de Vida Silvestre Aimorés, no município de Bauru, São Paulo, Brasil. Legenda: CEN = Classificação das Espécies Nativas; R = Regenerante, NR = Não regenerante, GF = Grupo funcional: D = Diversidade, P = Preenchimento. O hífen (-) representa ausência de informação.

FAMÍLIA/Espécie	Nome popular	CEN	GF	Abundância
ANACARDIACEAE				
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	areoerinha	R/RN	D	35
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	pau-pombo	R/RN	D	10
ANNONACEAE				
<i>Annona cacans</i> Warm.	araticum-cagão	R	D	2
<i>Annona dioica</i> A.St.-Hil.	araticum	R	-	2
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	pimenta-de-macaco	R/RN	D	26
ARECACEAE				
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	coquinho-babão	R/RN	-	4
ASTERACEAE				
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	alecrim-do-campo	R	-	5
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	mata-pasto	R/RN	-	3
<i>Chromolaena oxylepis</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	-	R	-	1
<i>Chromolaena</i> sp.	-	R	-	2
<i>Lepidaploa chamissonis</i> (Less.) H.Rob.	-	R	-	4
<i>Moquiniastrum barrosoae</i> (Cabrer.) G.Sancho	cambará-veludo	R	-	1
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G.Sancho	cambará	R	P	38
sp.	-	R/RN	-	1
BIGNONIACEAE				
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	ipê-amarelo	RN	D	3
BURSERACEAE				
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	amescla-de-cheiro	R/RN	D	13
ERYTHROXYLACEAE				
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	cocão	R/RN	-	27
EUPHORBIACEAE				
<i>Croton urucurana</i> Baill.	urucurana	RN	P	5
FABACEAE				
<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata-de-vaca	R/RN	P	7
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	pata-de-vaca	R	-	5
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba	R/RN	D	39
<i>Inga affinis</i> DC.	ingá-banana	R/RN	-	9
<i>Leptolobium elegans</i> Vogel	perobinha-do-campo	R/RN	D	5
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	jacarandá-do-campo	R/RN	D	3
<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	maliça	R	-	1
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	vinhático-do-campo	RN	D	2
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	amendoim-do-campo	R/RN	D	19
<i>Senna rugosa</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	casiruba	R	-	1
<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	fedegoso	R/RN	D	15
LACISTEMATACEAE				
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	baga-de-jaboti	R/RN	-	25
LAURACEAE				
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	canela	R/RN	D	47
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-guaicá	R	D	13
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	canelinha	R	D	46
sp.	-	R/RN	-	8
MALPIGHIACEAE				
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	murici-pequeno	R	-	2
<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.	murici-da-mata	R/RN	-	7
MALVACEAE				
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	RN	P	2



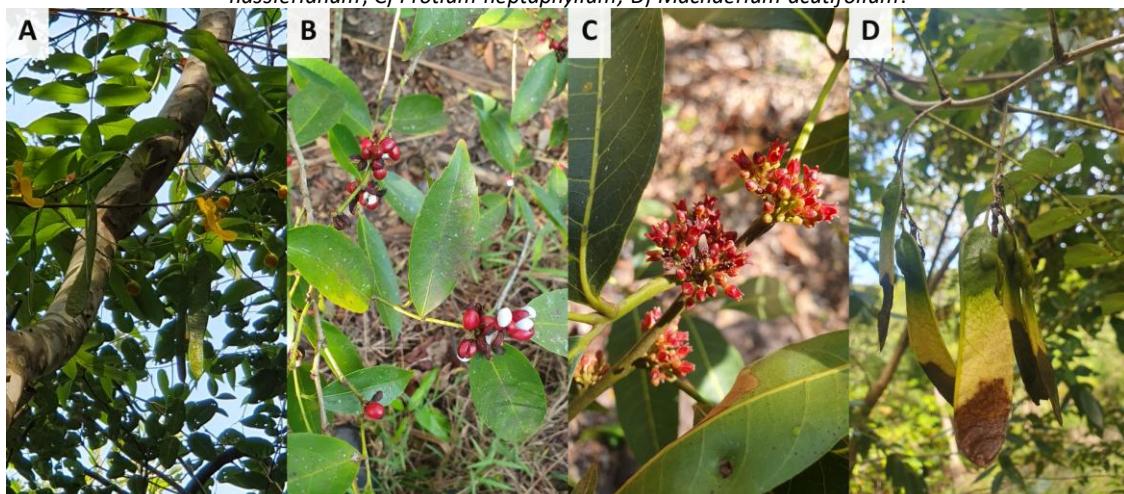
Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

FAMÍLIA/Espécie	Nome popular	CEN	GF	Abundância
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	açoita-cavalo-graúda	R/RN	P	13
<i>Pavonia malacophylla</i> (Link & Otto) Garcke	malva-rosa	R/RN	-	1
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A.Robyns	embiriçu	R	D	4
MELASTOMATACEAE				
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	canela-de-velho	R	-	2
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	remela-de-velho	R	D	1
<i>Pleroma stenocarpum</i> (Schrank et Mart. ex DC.) Triana	quaresmeira	RN	-	2
MELIACEAE				
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	catiguá	R	D	9
MYRTICACEAE				
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	pau-de-sebo	R/RN	D	3
MYRTACEAE				
<i>Campomanesia pubescens</i> (Mart. ex DC.) O.Berg	gabiroba	R	-	1
<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess.	baicamim	R	-	2
<i>Myrcia bella</i> Cambess.	mercurinho	R/RN	-	4
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	goiaba-brava	R/RN	D	19
PERACEAE				
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	tamanqueira	R/RN	D	4
POLYGONACEAE				
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	pau-jaú	R/RN	D	9
PRIMULACEAE				
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	caporoca-branca	R/RN	P	12
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	caporoca	R	D	2
PROTEACEAE				
<i>Roupala montana</i> Aubl.	carne-de-vaca	R	D	1
RUBIACEAE				
<i>Cordiera macrophylla</i> (K.Schum.) Kuntze	marmelada-de-cachorro	R	-	6
<i>Cordiera sessilis</i> (Vell.) Kuntze	marmelada	R	D	1
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	quina-branca	R	-	11
<i>Palicourea hoffmannseggiana</i> (Roem. & Schult.)	quina	R	-	3
Borhidi				
<i>Palicourea</i> sp.	-	R	-	1
<i>Palicourea violacea</i> (Aubl.) A.Rich.	cafêzinho	R	-	19
RUTACEAE				
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-porca	RN	D	1
SAPOTACEAE				
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	aguaí	R	D	2
SIPARUNACEAE				
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	negramina	R/RN	-	25
SOLANACEAE				
<i>Solanum paniculatum</i> L.	jurubeba	R	-	1
STYRACACEAE				
<i>Styrax camporum</i> Pohl	laranjinha-do-mato	R	D	5
URTICACEAE				
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	embaúba	R/RN	-	5
VOCHysiACEAE				
<i>Qualea cordata</i> Spreng.	pau-terra	R/RN	-	10
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	pau-terra-grande	RN	D	1
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	tucaneira	R/RN	D	5
NÃO IDENTIFICADA				
sp. 1	-	R	-	1
sp. 2	-	R	-	2

Fonte: autoria própria.

Ao analisar as espécies nativas (Figura 3), regenerantes e não regenerantes, constatamos que mais da metade da riqueza da comunidade (50,7%) é composta por espécies recomendadas para restauração ecológica. Dentre essas, observamos que a maioria corresponde a espécies de diversidade (83%), em comparação com aquelas classificadas como de preenchimento (17%). Esses achados são característicos de ecossistemas em estágios avançados de regeneração, uma vez que as espécies de diversidade, ou não pioneiras, tendem a ter um crescimento mais lento e, assim, substituem gradualmente as espécies de preenchimento, contribuindo para a continuidade da recomposição (Barbosa *et al.*, 2017).

Figura 3 – Algumas espécies nativas regenerantes amostradas na área de restauração ecológica na Gleba I do Refúgio de Vida Silvestre Aimorés, no município de Bauru, São Paulo, Brasil. A) *Senna silvestris*; B) *Lacistema hasslerianum*; C) *Protium heptaphyllum*; D) *Machaerium acutifolium*.



Fonte: Autoria própria.

4.2 Indicadores de recomposição florística

Na área de restauração ecológica como um todo, tendo em vista apenas as espécies nativas regenerantes, constatamos uma riqueza de 64 espécies, uma densidade de 3.792 indivíduos por hectare e uma cobertura do solo com vegetação nativa de 85,1% (Tabela 3). Todos os valores dos indicadores ecológicos obtidos no monitoramento, após 23 anos do início da restauração ecológica, foram superiores aos valores recomendados para a vegetação de cerradão, indicando recomposição.



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

Tabela 3 - Valores dos indicadores ecológicos obtidos no monitoramento após 23 anos para a área de restauração ecológica como um todo e para cada parcela na Gleba I do Refúgio de Vida Silvestre Aimorés, no município de Bauru, São Paulo, Brasil.

Parcelas	Cobertura do solo com vegetação nativa (%)	Densidade de indivíduos nativos regenerantes (ind./ha)	Nº de espécies nativas regenerantes (nº ssp.)
P1	100	4.672	41
P2	100	6.688	38
P3	82	2.240	28
P4	60	1.568	26
Total da comunidade	85,1	3.792	64

Fonte: autoria própria.

Analisando os diferentes tratamentos, verificamos que apenas o grupo controle não atingiu os valores recomendados de densidade e cobertura de solo para atestar recomposição. Os resultados indicam que as parcelas P1 e P2, demonstraram uma maior eficácia em promover a cobertura e a densidade de espécies nativas regenerantes em comparação com P3 e P4 (Tabela 3), sugerindo que a combinação de capina e enriquecimento com mudas é benéfica para a recuperação da vegetação nativa. Esses achados ressaltam a importância dos tratamentos aplicados na restauração ecológica e seu impacto na diversidade e na densidade de indivíduos.

5 CONCLUSÃO

Áreas com manejo de gramíneas invasoras favorecem um estágio de regeneração mais avançado, em termos de cobertura de solo, densidade e riqueza de indivíduos nativos regenerantes. Em contrapartida, áreas enriquecidas com o plantio de mudas de espécies nativas incrementam a densidade. O manejo ativo, combinado com o enriquecimento, é fundamental para otimizar a restauração da vegetação nativa, promovendo a cobertura, a densidade e a diversidade das comunidades regenerantes. Assim, estratégias integradas de manejo e enriquecimento são essenciais para o sucesso da restauração ecológica.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

BARBOSA, L. M.; SHIRASUNA, R. T.; LIMA, F. C.; ORTIZ, P. R. T.; BARBOSA, K. C.; BARBOSA, T. C. **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo, 2017. 344 p.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 428 p.

CARBONI, M. **A contribuição relativa de propágulos reprodutivos e vegetativos na recomposição da vegetação de cerrado em um trecho degradado na reserva ecológica do campus de Bauru da UNESP**. 2003. 30 f. TCC (Graduação em Ciências Biológicas) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru. 2003.



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

CAVASSAN, O. Restauração de áreas degradadas In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 283-300.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.; MAX, J. C. M.; VILAS BOAS, O.; CONTIERI, W. A.; RAMOS, V. S. **Manual para recuperação da vegetação de cerrado**. 3. ed. ver. e atual. São Paulo: SMA, 2011. 19 p.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

FURTADO, V. G. A.; VIEIRA, L. T. A. Estudo comparativo do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener em diferentes fragmentos de cerrado no estado de São Paulo. **Vita Scientia**, São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, v. 3, p. 7-13, 2020. Semestral.

IGNÁCIO, E. D.; ATTANASIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, n. 2, p. 137-148, 2007.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. PRODES – Monitoramento do Desmatamento no Cerrado Brasileiro por Satélite. 2024. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em: 05 jul. 2024.

IPNI. International Plant Name Index. Search authors. 2024. Disponível em: <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. Acesso em: 28 mai. 2024.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la Tierra. Mexico City: Fondo de Cultura Económica, 1948. 474 p.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. **Fitossociología no Brasil**: métodos e estudos de caso. Viçosa: Editora UFV, 2011. 1 v. p. 174-212.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>

NUNES, E. D.; CASTRO, S. S. Degradação de fitofisionomias do Cerrado e impactos erosivos hídricos lineares no sudoeste de Goiás – Brasil. **Sociedade e Natureza**, v. 33, e60606, p. 1-14, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v33-2021-60606>.

OKSANEN, J., et al. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-8, 2024. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Nações Unidas no Brasil, 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 4 mai. 2024.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>

RODOVALHO, N. L.; NARDOTO, G. B. Distribuição dos trabalhos sobre capim-gordura no território brasileiro: uma análise histórico-espacial. **Espaço e Geografia**, v. 27, n. 1, p. 97-113, 2014.

RODRIGUES, R. B.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNAGAGUEM, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. 255 p.



Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes

Technical and Scientific Journal Green Cities

ISSN 2317-8604 Suporte Online / Online Support

Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 40, 2025

SÃO PAULO (ESTADO). Lei nº 13.550. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Cerrado no Estado, e dá providências correlatas.** São Paulo: Assembleia Legislativa do Estado de São Paul, 02 de junho de 2009.

SÃO PAULO (ESTADO). Portaria CBRN nº01/2015. **Estabelece o protocolo de monitoramento de projetos de restauração ecológica.** Diário Oficial de São Paulo - Meio Ambiente, 2015.

SÃO PAULO (ESTADO). Resolução SMA 32. **Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas.** São Paulo: Diário Oficial do Estado de São Paulo – Meio Ambiente, 03 de abril de 2014.

SUDING, K. N. Toward an Era of Restoration in Ecology: successes, failures, and opportunities ahead. **Annual Review of Ecology, Evolution, And Systematics**, v. 42, n. 1, p. 465-487, 1 dez. 2011. Annual Reviews. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145115>.

STEVENS, P. F. **Angiosperm Phylogeny Website.** Version 14. 2001 onwards. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em: 28 mai. 2024.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA-FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1-3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>

UNITED NATIONS DECADE ON ECOSYSTEM RESTORATION. 2021-2030. **Preventing, halting and reversing loss of nature.** We are experiencing a dangerous decline in nature: but there are glimmers of hope. Disponível em: <https://www.decadeonrestoration.org/>. Acesso em: 20 jul. 2024.