



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB  
CDS/ FACE-ECO/ IB/ IG/ IQ  
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**Influência de *Pinus caribaea* em espécies lenhosas  
do Cerrado: Um estudo de caso na Estação  
Ecológica do Jardim Botânico de Brasília**

RICARDO DE MORAES POSSUELO

BRASÍLIA – DF  
2023

RICARDO DE MORAES POSSUELO

**Influência do *Pinus caribaea* em espécies lenhosas  
do Cerrado: Um estudo de caso na Estação  
Ecológica do Jardim Botânico de Brasília**

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Ciências Ambientais da  
Universidade de Brasília, como parte dos  
requisitos necessários à obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Ambientais, sob  
orientação da professora Dra. Isabel Belloni  
Schmidt

BRASÍLIA - DF  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, em especial minha esposa Isabella Sousa por me apoiar em todos os momentos.

Aos amigos por sempre me darem energia e motivação para completar os desafios.

A professora orientadora Isabel Belloni Schmidt pela paciência e oportunidade em poder fazer parte deste projeto.

Aos colegas do Jardim Botânico de Brasília por darem apoio em campo e na elaboração do inventário deste trabalho.

Quero agradecer a todos aqueles que ajudaram ao longo de minha graduação servindo a Universidade como funcionários e professores do curso de Ciências Ambientais e da UnB como um todo. Muito obrigado.

## RESUMO

A introdução de espécies exóticas, ocasionada pelo ser humano, em ambientes aquáticos e terrestres vem causando muitos prejuízos a fauna e flora nativas em todo o mundo. Estudos demonstram que populações de espécies do gênero *Pinus* vêm invadindo e alterando ambientes conservados ao redor do globo. Esse fenômeno está ocorrendo inclusive no Cerrado, o segundo maior bioma do Brasil e um *hotspot* de biodiversidade do mundo. Neste trabalho foi realizado um estudo de caso na Unidade de Conservação (UC) Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (EEJBB), em uma área de campo sujo, invadida por *P. caribaea*. O trabalho buscou identificar a influência do *P. caribaea* na comunidade de espécies lenhosas nativas do Cerrado. A área invadida foi comparada com uma área conservada nas imediações. Foram estabelecidas 16 parcelas de 20x20 metros nas quais os indivíduos com mais de 15 cm de circunferência a uma distância de 30 cm do solo foram identificados, suas circunferências medidas e alturas estimadas ou medidas quando possível. Foram calculadas a densidade, dominância, frequência de cada espécie para se obter o valor de importância, e calculados os índices de diversidade de Shannon e Simpson. A área invadida apresentou menor riqueza de espécies lenhosas nativas e menor densidade de indivíduos de espécies lenhosas nativas em relação à área conservada. Como descrito em outros locais, a invasão por *P. caribaea* na EEJBB está levando a redução de espécies. A invasão de um ambiente campestre por uma espécie de grande porte, além de causar uma perda na biodiversidade, pode levar a alteração de ciclos hidrológicos, reduzindo a disponibilidade de água, inclusive para o abastecimento da área urbana de Brasília.

Palavras chave: campo sujo, diversidade, espécies exóticas, espécies invasoras, invasão de espécies, unidade de conservação

## ABSTRACT

The introduction of new species, caused by humans, in aquatic and terrestrial environments has caused much damage to native fauna and flora worldwide. Studies show that population from species of the *genus Pinus*, introduced by man, have been invading and altering conserved environments around the globe. This phenomenon is also occurring in the Cerrado, the second largest biome in Brazil and a biodiversity hotspot in the world. In this work, a case study was carried out at the Ecological Station of the Botanical Garden of Brasília (EEJBB) that had an *invasion of P. caribaea* in a campo sujo area. The work aimed to identify the influence of *P. caribaea* in the community of woody species native to the cerrado. The invaded area was compared with a conserved area in the mediations. 16 plots of 20x20 meters were designed where individuals with more than 15 cm of circumference at a distance of 30 cm from the ground were identified, their circumferences measured and heights estimated or measured when possible. The data obtained were compiled, calculating the density, dominance, frequency to obtain the valor of importance, in addition to the Shannon and Simpson indices. When comparing the areas, a decrease in richness, abundance and density of native woody species was observed in the invaded area. The negative influence caused by the invasion of the species *P. caribaea* in protected areas generates the reduction of species. As a result, biodiversity loss and changes in hydrological cycles may change water availability in the city of Brasília.

Keywords: alien species, campo sujo, conserved areas, diversity, invasive species, invasion of species

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília (EEJBB) .....	8
Figura 2 - Área de estudo, fitofisionomia de campo.....	9
Figura 3 - Evolução da invasão de <i>P. caribaea</i> nos anos de 2002 (A), 2011 (B) e 2017 (C). Imagem após a retirada dos espécimes da área de proteção ambiental EEJBB (D). Vermelho marca a matriz da invasão. Amarelo demarca a área onde foram encontrados espécimes de <i>P. caribaea</i> dentro da UC. ....	10
Figura 4 - Riqueza de espécies lenhosas nativas por parcela da área conservada e área invadida.....	16
Figura 5 - Abundância de espécies lenhosas nativas por parcela da área conservada e da área invadida.....	17

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de família e espécies com presença nas áreas estudadas	15
Tabela 2 - IVI espécies lenhosas nativas na área conservada	17
Tabela 3 - IVI espécies lenhosas nativas área invadida	18
Tabela 4 - Tabela de valores de abundância de indivíduos de espécies lenhosas nativas e índice das espécies	20

## LISTA DE SIGLAS

EEI	Espécies exóticas invasoras
EEJBB	Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUCN	International Union for Conservation of Nature
IVI	Índice de Valor de Importância
JBB	Jardim Botânico de Brasília
UC	Unidade de Conservação



## SUMÁRIO

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de figuras	vi
Lista de tabelas	vii
Lista de siglas	viii
Sumário	ix
1. Introdução	1
Objetivo Geral	7
Objetivos específicos	7
2. Materiais e Métodos	8
2.1 - Descrição da área de estudo	8
2.2 Amostragem da vegetação	11
2.3 Análise dos dados	12
3 Resultados e discussão	15
4 Conclusão	22
Bibliografia	23

## 1. INTRODUÇÃO

Pressões antrópicas sobre ecossistemas naturais vêm causando perdas irreversíveis para a biodiversidade (KLINK e MACHADO, 2005). Alguns exemplos dos impactos antropogênicos à biodiversidade são a perda, fragmentação e alteração de habitats, invasões biológicas, superexploração, poluição e mudanças climáticas (UN ENVIRONMENT, 2019).

Esses impactos são prejudiciais à vida humana devido à importância dos serviços ecossistêmicos prestados pela diversidade biológica. De acordo com o sexto Panorama Ambiental Global (UN ENVIRONMENT, 2019) pode-se classificar os seguintes serviços ecossistêmicos: fornecimento de recursos naturais (comida, bioenergia e medicamentos), funções de regulação (polinização, regulação climática e decomposição de resíduos), serviços de suporte (formação de solo, ciclagem de nutrientes e fotossíntese) e serviços culturais (enriquecimento, recreação, estético e espiritual).

Entre as pressões antrópicas que afetam negativamente os serviços ecossistêmicos, inclusive em áreas protegidas, está a invasão biológica (SAMPAIO e SCHMIDT, 2013). A invasão biológica é um processo que compreende a introdução de espécies em um ambiente no qual essa nunca ocorreria sem a assistência, acidental ou intencional, do ser humano, causando inúmeros desequilíbrios as comunidades ecológicas e podendo afetar a economia e saúde do homem (PYŠEK e RICHARDSON, 2012). Charles Darwin e outros cientistas da época já vinham observando esse evento, que se tornou tão frequente em todo o mundo devido às ações do ser humano (RICHARDSON, 2011). Atualmente é um fenômeno presente em todo o mundo. Desde grandes países, como África do Sul e China, até ilhas isoladas, como a Havaí e Galápagos, diversos países e regiões enfrentam complicações devido às invasões (CHARLES e DUKES, 2006; SIMBERLOFF *et al.*, 2010).

As espécies que causam esses transtornos são denominadas de espécies exóticas invasoras (EEI). Para que uma espécie possa ser considerada exótica invasora ela deve ser capaz de se disseminar na nova região, competindo com espécies nativas – este processo define a base para o conceito de EEI (BLACKBURN

*et al*, 2011; PYŠEK *et al.*, 2020). Algumas dessas espécies conseguem se estabelecer, reproduzindo-se e desenvolvendo populações que se mantêm no decorrer do tempo. De acordo com a *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) espécies invasoras são somente aquelas espécies exóticas que ocasionam efeitos negativos ao meio ambiente, economia ou saúde do ser humano (IUCN, 2000).

Richardson propôs o conceito de “introdução – naturalização – invasão continuum” para classificar a conjuntura de espécies invasoras levando em conta critérios expressamente biogeográficos e ecológicos (RICHARDSON, 2011; PYŠEK e RICHARDSON, 2012). Essa definição evoca uma série de obstáculos bióticos e ambientais nos quais as espécies precisam superar para serem classificadas como “exóticas”, “casuais”, “naturais” ou “invasoras”. Pyšek e Richardson (2012) indicam que somente uma parte das espécies atravessam de um estágio para o outro sendo uma releitura da “regra dos dez” de Raymond Lindeman. Regra essa que postula que cerca de dez por cento da energia produzida por um nível trófico é transferida para o próximo nível (LINDEMAN, 1942). Pyšek e Richardson aplicam a “regra dos dez” ao processo de invasão, onde, em torno de dez por cento das espécies trazidas para cultivo ou libertada de cativeiro passam a ser casuais, dez por cento das casuais se tornam naturalizadas e dez por cento dessas atingem o sucesso para se caracterizarem como espécies exóticas. De acordo com Hulme (2008), espécies exóticas chegam a um novo habitat através de três meios: importação como um bem de consumo, chegada de um vetor transportador, propagação natural de uma região vizinha no qual a espécie já é exótica. Hulme (2008) esclarece que há seis formas dessas espécies se espalharem no novo habitat: soltura, fuga, contaminação, passageiros clandestinos, corredores e não assistida.

A classificação da forma que as espécies são introduzidas é de extrema importância para a gestão das invasões biológicas. A gestão é feita por meio de políticas públicas e legislações que criam regras para coibir, conter e manejar a propagação das espécies indesejadas (HULME, 2008; BLACKBURN, 2011; PYŠEK e RICHARDSON, 2012).

Um exemplo concreto da introdução de espécies invasoras é a introdução de espécies lenhosas. Elas vêm sendo disseminadas há séculos com grandes esforços por todo o globo (RICHARDSON *et al.*, 2008). Milhares de espécies lenhosas foram introduzidas em novas regiões por inúmeros motivos, desde produção de lenha,

comida, madeira para construção, estabilização de terrenos, barreira de vento ou até mesmo para “melhorar” a paisagem (ZALBA *et al.*, 2008; PROCHEs *et al.*, 2011). Espécies lenhosas só começaram a ser classificadas como invasoras recentemente e logo foram adicionadas nas listas de espécies invasoras de diversas regiões (SIMBERLOFF *et al.*, 2010; RICHARDSON & REJMÁNEK, 2011).

Em 2004 foi publicado um compilado das 100 piores espécies exóticas invasoras onde 21 das 100 espécies apresentadas são espécies arbóreas (IUCN, 2004). Em algumas regiões, essas espécies exóticas são as mais perceptíveis, danosas e em alguns casos as mais estudadas dentre as espécies invasoras (RICHARDSON e REJMÁNEK, 2011).

Desde que foi observada a invasão por *Pinus* spp. na África do Sul em 1855, depois na Nova Zelândia entre 1880 e 1900 e na Austrália na década de 1950 (RICHARDSON *et al.*, 2008), uma sucessão de pesquisas sobre invasão e ecologia de coníferas exóticas invasoras foi desenvolvida (SIMBERLOFF *et al.*, 2010). Desde então a invasão de coníferas exóticas, em particular as do gênero *Pinus*, vêm se tornando uma grande preocupação ambiental (ZALBA *et al.*, 2008). Esses estudos levaram ao desenvolvimento de práticas de manejo, programas de controle e políticas de gestão de espécies invasoras amparadas por leis e regulamentos. Essas ações avançaram diferentemente dependendo do tipo de ambiente, fatores históricos, culturais e problemas sociopolíticos de cada região (RICHARDSON *et al.*, 2008).

A invasão por *Pinus* spp. altera as características abióticas da região, assim influenciando na composição da comunidade local. De acordo com Ricklefs e Schlute (1993), o grupo de espécies que forma uma comunidade se modifica no tempo e no espaço, e essa variação é definida por processos ecológicos e evolutivos. Esses processos definem se as formas de vida da região vão se estabelecer de acordo com as condições do ambiente e os recursos que a área tem disponível – ou seja, desses processos surgem o que chamamos de filtros ambientais. Em outras palavras, os organismos que ali vivem necessitam possuir características morfológicas, fisiológicas e comportamentais para sobrepor as dificuldades impostas pelos filtros ambientais e interações interespecíficas.

A ideia de filtro ambiental prediz que as espécies de um local serão um reflexo do conjunto das espécies presentes na região, pois apenas espécies com tais características conseguem superar os filtros ambientais da área (CORNWELL *et al.*,

2006). Dessa forma indivíduos que não possuem as características morfológicas necessárias para sobrepujar as restrições impostas pelo meio não serão capazes de se estabelecer no local. Espécies que superam o filtro ambiental podem então competir com as outras espécies que também passaram por esse filtro.

As mudanças que árvores de *Pinus* spp. causam sobre os filtros ambientais vêm sendo estudadas no hemisfério sul, principalmente na África do Sul, Nova Zelândia e Austrália, e são baseados em evidências empíricas (RICHARDSON *et al.*, 2008). Os efeitos observados são mudanças na hidrologia local, alterações no ciclo e disponibilidade de nutrientes, regime de fogo, cobertura do solo, comunidade de animais, processo de decomposição e formação de solo (SIMBERLOFF *et al.*, 2010).

Na América do Sul, invasões em habitats naturais por coníferas exóticas têm se tornado um problema cada vez mais relatado (RICHARDSON & REJMÁNEK, 2004). Simberloff *et al.* (2010) reportam que países como Argentina, Brasil, Chile e Uruguai, vêm observando o constante aumento de invasões por *Pinus* spp. Comparado com o processo de invasão em outros países do hemisfério sul, existe um risco eminente para esse processo tomar grandes proporções na América do Sul, atrasado pelo fato de as grandes plantações de coníferas terem começado somente no final da década de 1950 (SIMBERLOFF *et al.*, 2010).

Conforme Shimizu (2008), na década de 1960 o Brasil começou um plano para o desenvolvimento da indústria papeleira e siderúrgica no País. O incentivo fiscal das décadas de 1970 e 1980 criaram um grande aumento na oferta de madeira impulsionando a indústria florestal. Primeiramente houve um crescimento na indústria de celulose, depois com o amadurecimento das plantações a indústria de madeira sólida foi alavancada. No início foram feitos grandes plantios na região sul e sudeste do País, nos biomas dos Pampa e Mata Atlântica. Ainda na década de 60, depois de trazerem mais espécies de *Pinus*, que se mostraram mais resistentes a climas quentes e escassez de água, que as plantações começaram a se espalhar para o Centro-Oeste do País, chegando ao bioma Cerrado. A espécie *Pinus caribaea* é conhecida como uma espécie de pínus tropical, de origem de clima tropical, baixa altitude ou ao nível do mar e de solo neutro ou levemente alcalino. Esta espécie é conhecida por ser boa produtora de madeira e resina em áreas livres de geadas, sendo resistente a deficiência hídrica. Por ser originária de uma região litorânea com incidência de furacões e tempestades tropicais, possui em sua genética, selecionada naturalmente,

características para serem resistentes ao tombamento por vento. Uma de suas variações, a *bahamensis* Barr. & Golf., é de importante relevância para a produção de resina e madeira na região Sudeste do Brasil.

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, com uma área estimada de 2.036.448 Km<sup>2</sup>, ocupando aproximadamente 24% do território nacional. Esse bioma se estende pelos estados de Bahia, Distrito Federal, Goiás, Tocantins, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rondônia e São Paulo (MMA, 2019). Berço das águas, possui nascentes de quatro importantes bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica, Prata, São Francisco e Tocantins), resultando em um grande potencial de armazenamento de águas subterrâneas e fomentando sua diversidade biológica (MMA, 2019).

O Cerrado é considerado uma das últimas fronteiras agrícolas da região Neotropical (KLINK e MACHADO, 2005). Devido à grande pressão da agropecuária, tem perdido espaço para grandes pastagens e monoculturas de soja, algodão, cana e eucalipto. Mesmo sendo o segundo maior bioma da América do Sul, mais de 51% do Cerrado já foi substituído por essas atividades, tendo somente 8,21% das áreas nativas do bioma legalmente protegidas por Unidades de Conservação, a menor porcentagem de conservação integral dos biomas do País (ICMBIO, 2019).

Medidas de mitigação e controle das invasões devem ser tomadas com o propósito de restaurar e conservar a riqueza natural das áreas invadidas (ZANCHETTA e PINHEIRO, 2007). Como Klink e Machado (2005) mencionam, as políticas públicas não levaram em consideração a importância dos biomas e sua biodiversidade para a funcionalidade dos ecossistemas, podendo assim acarretar prejuízos em vários setores da sociedade, inclusive o setor produtivo.

O Cerrado vem sendo vítima da contaminação de suas fitofisionomias por *Pinus* spp. em um ritmo alarmante. Diversos estudos já constataram alteração na comunidade de pequenos mamíferos, aves, na microfauna e microflora do solo e mudança na acidez do solo. Esses impactos devem causar alterações extremas na paisagem natural e nos processos ecossistêmicos, principalmente das fisionomias campestres e savânicas do Cerrado. Alterações como a descaracterização de UCs em preservar os ecossistemas, diminuição da capacidade de retenção de água no solo, em consequência, a diminuição da vazão de cursos d'água, extinção de populações nativas da flora e fauna local (ZANCHETTA e PINHEIRO, 2007).

Atualmente o Brasil possui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC – que foi instituído em 18 de julho de 2000 implementando normas para criação e gestão de UCs. Um dos principais objetivos do SNUC é a proteção de espécies ameaçadas, ajudar na conservação e restauração da biodiversidade e ecossistemas naturais além de incentivar a conservação da natureza em processos de desenvolvimento. As UCs são divididas em dois grupos principais, Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, e são divididos em 12 categorias sendo 5 de proteção integral e 7 de uso sustentável. As Unidades de Proteção Integral não podem ser habitadas, podendo ter seus recursos naturais utilizados indiretamente através de pesquisas científicas ou ecoturismo (GUZMÁN, 2016). No entanto as Unidades de Uso Sustentável podem possuir moradias e tem como objetivo o uso sustentável dos recursos naturais. Porém a presença do ser humano nos arredores das UCs podem causar alterações na sua composição vegetal criando um efeito de borda. Este efeito são as modificações físicas, químicas e biológicas detectadas na área de contato do fragmento da vegetação da unidade com a sua área adjacente (FONSECA E SILVA NETO, 2012).

Neste contexto, o trabalho desenvolvido teve o intuito de analisar a influência da presença do *Pinus caribaea* na comunidade da flora lenhosa na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília. Levando em consideração características ecológicas da área e da espécie invasora.

## OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi identificar quais interferências o *Pinus caribaea* exerce na comunidade de espécies lenhosas de uma área de campo sujo da Estação Ecológica do Jardim Botânico, no Distrito Federal.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar a estrutura da comunidade de espécies lenhosas de uma área de campo sujo invadida por *Pinus caribaea* com uma área preservada.

Comparar a biodiversidade das espécies lenhosas da área conservada com a área invadida por *Pinus caribaea*.

## Hipótese

A presença de *Pinus caribaea* diminui a abundância, riqueza e densidade de espécies lenhosas nativas, diminuindo a biodiversidade na área de campo sujo invadida.

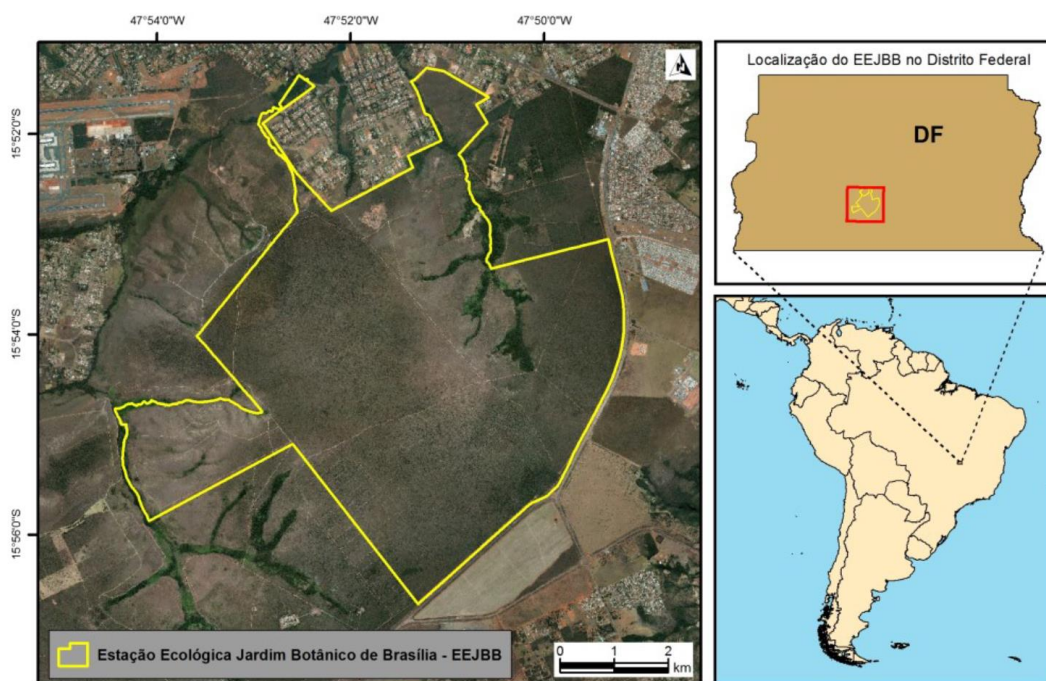


## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado dentro da Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília (EEJBB, FIGURA 1), uma Unidade de Conservação de proteção integral criada em 1992 (Decreto Nº 14.422) com o propósito de conservar espécies endêmicas do Cerrado. Essa possui uma área total de 4.429 ha. (Decreto nº 17.277 de 1996) abrigando diversas fitofisionomias e grande diversidade de espécies nativas do Cerrado, algumas delas ameaçadas de extinção (JBB, 2019). A EEJBB também possui nascentes que abastecem parte da Região Administrativa do Lago Sul e Paranoá, tendo grande importância para a gestão da água no Distrito Federal.

Figura 1- Estação Ecológica Jardim Botânico de Brasília (EEJBB)



Fonte: SILVA *et al.* (2020)

A EEJBB, junto com a Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – e a Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília compõem a Zona de Vida Silvestre da Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça de Veado e

fazem parte da Área Núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal. Mesmo sendo uma UC com grande relevância para a região, a EEJBB sofre muitas pressões antropogênicas em consequência da ocupação de seus arredores. A invasão de espécies exóticas na UC é um dos resultados dessas pressões (MCKINNEY, 2002).

A área de estudo (15°5242.48”S, 47°521.39”W e 15°5236.88”S, 47°5148.80”W) localizada no centro-sul do Distrito Federal (Figura 1), se caracteriza como campo sujo – predominância de gramíneas e herbáceas e, esporadicamente, espécies arbóreas (Figura 2). A região faz parte do grupo geomorfológico Paranoá (CAMPOS e FREITAS-SILVA, 1998). A altitude média é de 1056 metros, e o tipo principal de solo é o Latossolo vermelho (MARTINS *et al.*, 2004). O clima da região é do tipo Aw, existindo variações para Cwa e Cwb, de acordo com a classificação de Köppen, com uma média histórica de 5 meses de período de seca. A área possui médias de precipitação e temperatura anuais de 1475 mm e 21,1°C (JBB, 2010).



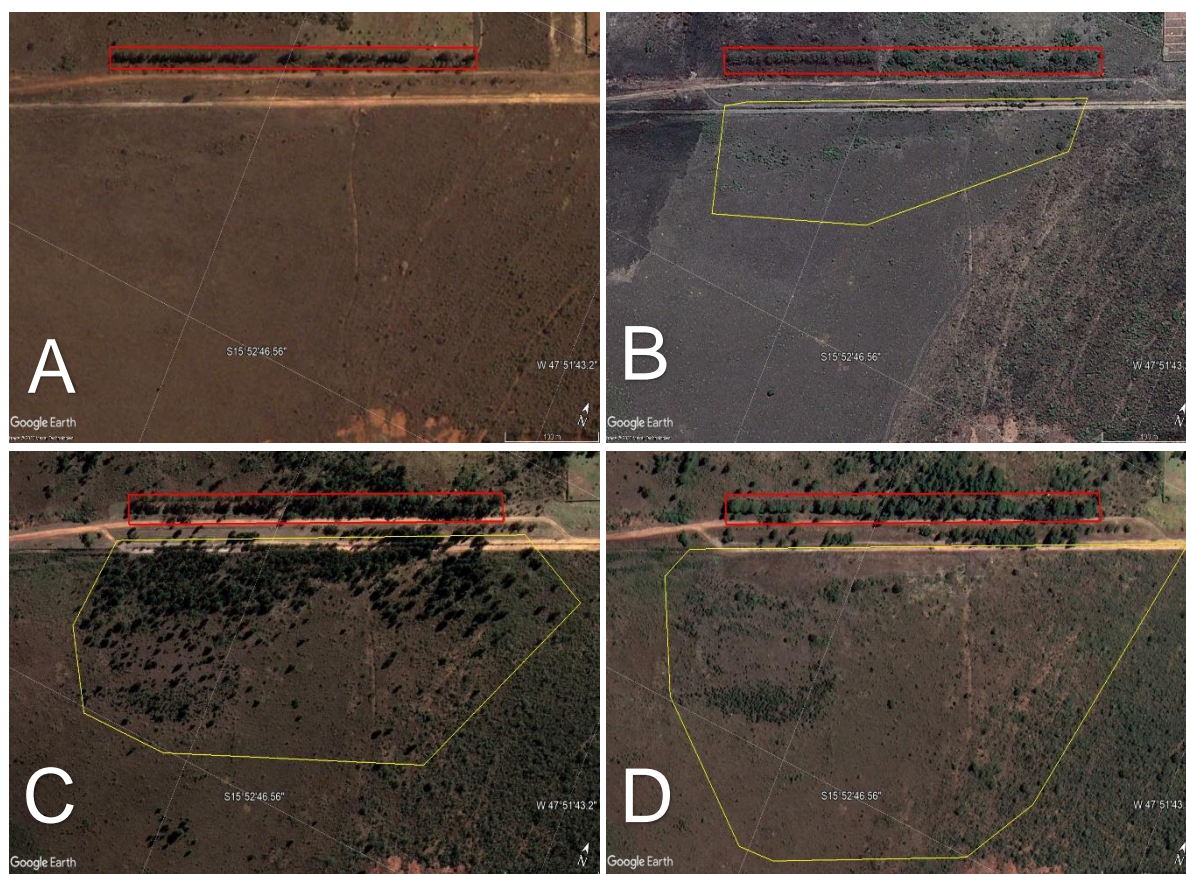
Figura 2 – Área de estudo, fitofisionomia de campo sujo

Fonte: O autor (julho de 2018)

A área de campo sujo estudada faz limite com o conjunto 4 do Setor de Mansões Dom Bosco, uma área urbana com residências e condomínios. Foi possível

identificar, a partir de imagens de satélites do Google Earth Pro, a presença de alguns indivíduos de *Pinus caribaea* demarcando o limite de um terreno neste conjunto (Figura 3). Posteriormente, em 2011 já foi possível observar a propagação da espécie para o interior da Unidade de Conservação.

Figura 3 - Evolução da invasão de *P. caribaea* nos anos de 2002 (A), 2011 (B) e 2017 (C). Imagem após a retirada dos espécimes da área de proteção ambiental EEJBB (D). Vermelho marca a matriz da invasão. Amarelo demarca a área onde foram encontrados espécimes de *P. caribaea* dentro da UC.



Fonte: Google Earth Pro (2023)

## 2.2 AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

### 2.2.1 Fitossociologia

O estudo fitossociológico seguiu a metodologia proposta por Barney *et al.* 2015 com modificações. Essa metodologia propõe uma padronização no método de estudos de invasões biológicas, para um melhor entendimento e qualidade dos dados obtidos, proposto a *Global Invader Impact Network*. A área, de 3,3 hectares, foi dividida em 2 áreas que foram identificadas como área invadida e área conservada, onde também foi feita a coleta de dados para comparação. Essas divisões foram feitas para melhor entendimento das influências do *P. caribaea* sobre uma área de vegetação nativa.

Na área de estudo foram distribuídas aleatoriamente 16 parcelas de 20 x 20 m (400 m<sup>2</sup>), totalizando uma área de 0,64 ha. Essas parcelas foram distribuídas com distância mínima de 10 metros. Dentro dessas parcelas todos os indivíduos lenhosos com circunferência a 30cm igual ou maior que 15 centímetros foram identificados, medidos em altura e circunferência.

A identificação dos indivíduos foi, em sua maioria, realizada *in situ*, na presença de servidores do Jardim Botânico de Brasília (JBB) que monitoraram e estudaram a região da EEJBB durante o levantamento fitossociológico entre os meses de setembro de 2017 e maio de 2018. Amostras foram coletadas para a confirmação da identificação de campo e depositadas no Herbário do JBB.

## 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

### 2.3.1 Fitossociologia

Os dados coletados no campo foram compilados e analisados no programa Office Excel. Foram calculados, para cada uma das espécies, densidade, dominância e frequência, absoluta e relativa, para que fosse medido o Valor de Importância (VI) proposto por Curtis & Macintosh (1950 *apud* FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

A Densidade Absoluta (DA) é a quantidade de indivíduos da espécie encontrados na área de estudo, levando em consideração todas as parcelas analisadas. Já a densidade relativa é proporção de indivíduos de uma espécie.

$$DA = \frac{ni}{A}$$

Onde:

ni = número de indivíduos da espécie i;

A = área amostrada.

A Densidade Relativa (DR) representa a porcentagem da quantidade de indivíduos de uma espécie específica em relação ao número total de indivíduos de todas as espécies.

$$DR = \left( \frac{ni}{N} \right) * 100$$

Onde:

N = número total de indivíduos.

A Dominância Absoluta (DoA) retrata a área basal (m<sup>2</sup>) que a espécie ocupa por unidade de área, no caso hectare (ha).

$$DoA = \frac{gi}{\text{área}}$$

Onde:

gi =  $\sum_{i=1}^n \frac{\pi}{4} * d^2$  - área basal total da espécie i;

d = diâmetro de cada indivíduo.

A Dominância Relativa (DoR) retrata a relação entre a DoA da espécie em relação à soma das DoA de todas as espécies amostradas.

$$DoR = \left(\frac{g_i}{G}\right) * 100$$

Onde:

G = somatório das áreas basais de todas as espécies.

A Frequência Absoluta (FA) representa a relação da quantidade de parcelas em que uma espécie ocorre e o número total de parcelas amostradas.

$$FA = \left(\frac{P_i}{P}\right) * 100$$

Onde:

P<sub>i</sub> = número de parcelas com ocorrência da espécie i;

P = número total de parcelas.

A Frequência Relativa (FR) caracteriza a relação entre a frequência absoluta de uma espécie com a soma das frequências absolutas das espécies amostradas.

$$FR = \left(\frac{FA_i}{\sum FA}\right) * 100$$

Onde:

FA<sub>i</sub> = frequência absoluta da espécie i;

ΣFA = somatório das frequências absolutas das espécies amostradas.

Para o cálculo do Valor de Importância (VI) são somados os valores relativos de densidade, dominância e frequência.

$$VI = DR + Dor + FR$$

## 2.3.2 Diversidade

A diversidade de espécies lenhosas foi avaliada com base nos cálculos dos índices de Shannon (MAGURRAN, 1988) e de Simpson (MELO, 2008).

### 2.3.2.1 Índice de Shannon

De acordo com Pielou (1966), o Índice de Shannon representa o grau de incerteza que existe em relação à espécie de um indivíduo tomado ao acaso de uma população.

$$H' = - \sum_{i=1}^n pi * Ln(pi)$$

Onde:

pi = abundância relativa da espécie i na amostra

$$pi = \frac{ni}{N}$$

ni = número de indivíduos de determinada espécie;

N = número total de indivíduos da amostra.

### 2.3.2.2 Índice de Simpson

O índice de Simpson indica, de acordo com Melo (2008), a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso da comunidade pertencerem a espécies diferentes.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s pi^2$$

Onde:

pi = ni/N

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 32 espécies que pertencem a 20 famílias botânicas nas duas áreas estudadas (Tabela 1). Foi observado um total de 24 espécies lenhosas nativas na área conservada e 16 espécies de lenhosas nativas na área invadida apresentado na Tabela 1 – onde 1 representa a presença e 0 a ausência da espécie na área estudada. A riqueza de espécies lenhosas nativas variou de 3 a 13 espécies por parcela na área conservada e de 0 a 10 espécies por parcela na área invadida. (Figura 4). Logo é possível observar uma alteração na composição de espécies na área invadida – o número de espécies nativas é menor.

Tabela 1 - Lista de família e espécies com presença nas áreas estudadas (continua)

Família	Espécie	Presença	
		Conservada	Invadida
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	1	0
<b>Asteraceae</b>	<i>Baccharis reticularia</i> DC.	1	1
<b>Asteraceae</b>	<i>Eremanthus glomerulatus</i> Lessa.	1	0
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Chama.) Mattos	1	0
<b>Calophyllaceae</b>	<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hill.	1	0
<b>Connaraceae</b>	<i>Connarus suberosus</i> Planche.	1	0
<b>Dilleniaceae</b>	<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hill.	1	1
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum suberosum</i> A.st.-Hill.	1	0
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum tortuosos</i> Mart.	1	0
<b>Fabaceae</b>	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	1	1
<b>Fabaceae</b>	<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	0	1
<b>Fabaceae</b>	<i>Machaerium opacum</i> Vogel	0	1
<b>Lamiaceae</b>	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	1	0
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	1	0
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC	1	0
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	1	1
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia burchellii</i> Triana	1	1
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia fallax</i> DC.	0	1
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia pepericarpa</i> DC.	0	1
<b>Melastomataceae</b>	<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	0	1
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium pohlianum</i> O.Berg	1	0
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	0	1
<b>Ochnaceae</b>	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	1	1
<b>Primulaceae</b>	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	0	1
<b>Proteaceae</b>	<i>Roupala montana</i> Aubl. var. <i>montana</i>	1	1

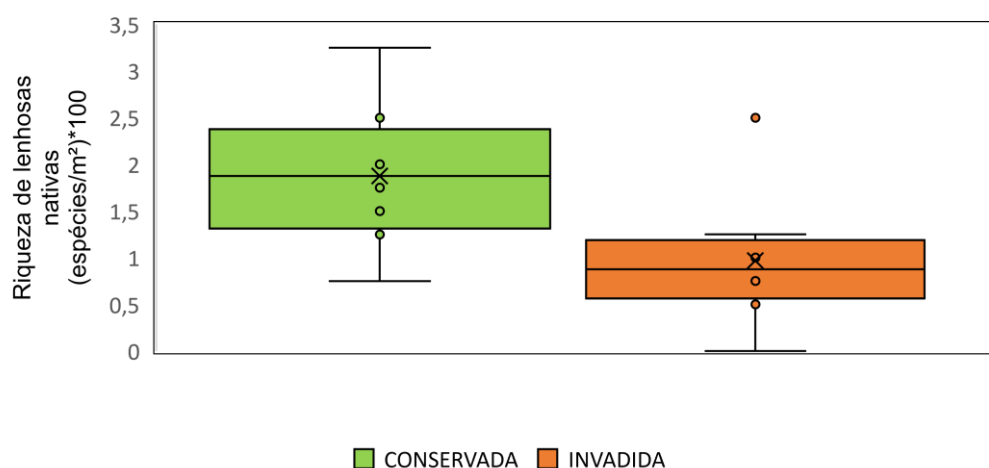


Tabela 1 - Lista de família e espécies com presença nas áreas estudadas

Família	Espécie	Presença	
		Conservada	Invasida
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	1	1
Symplocaceae	<i>Symplocos rhamnifolia</i> A.DC.	1	0
Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	1	0
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	1	0
Vochysiaceae	<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	1	0
Vochysiaceae	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	0	1

Fonte: O autor

Figura 4 - Riqueza de espécies lenhosas nativas por parcela da área conservada e área invadida

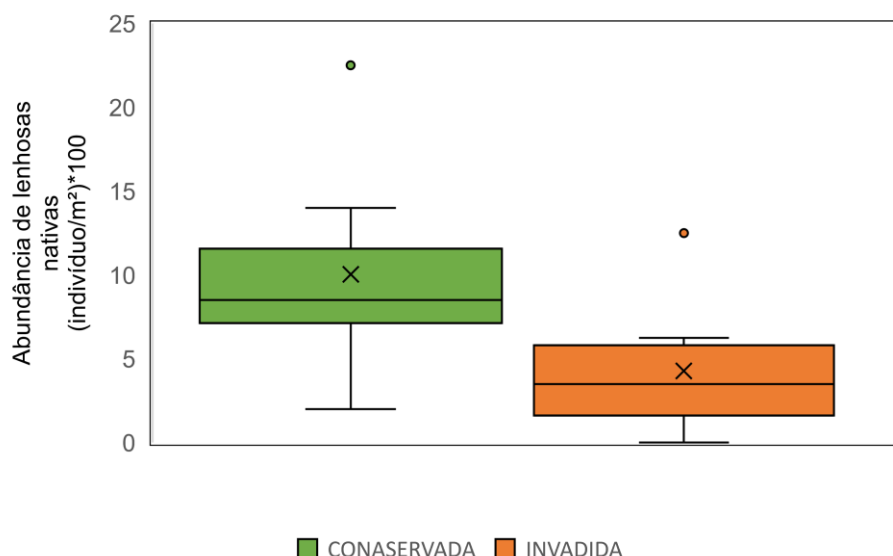


Fonte: O autor

As duas áreas compartilham somente 8 espécies lenhosas nativas. Podemos afirmar que as mudanças na comunidade de lenhosas são perceptíveis, o que corrobora com os estudos feitos fora da América do Sul, no qual o *Pinus* spp. altera drasticamente fitofisionomias campestres, arbustivas e até mesmo florestais (LEDGARD, 2001; HARDING, 2001; WILLIAMS e WARDLE, 2005), assim modificando as comunidades e podendo até levar a extinção local de espécies nativas como citado por Harding (2001).

A abundância de indivíduos de espécies nativas, na área conservada, variou entre 8 e 89 indivíduos por parcela (Figura 5). Na área invadida foi identificado uma variação entre 0 e 50 indivíduos por parcela. Corroborando com o estudo de Harding (2001) no qual é observada uma diminuição na abundância de espécies nas áreas invadidas.

Figura 5 - Abundância de espécies lenhosas nativas por parcela da área conservada e da área invadida



Fonte: O autor

A área basal total encontrada na área conservada foi de 32,10 m<sup>2</sup> sendo a espécie com maior área basal a *Davilla elliptica* (16,02 m<sup>2</sup>), seguida da *Dalbergia miscolobium* (3,86 m<sup>2</sup>) e *Roupala montana* (3,42 m<sup>2</sup>) ( Tabela 2).

Tabela 2 - IVI espécies lenhosas nativas na área conservada (continua)

FAMÍLIA	ESPÉCIE	AREA BASAL (m <sup>2</sup> )	DOM RELATIVA	DENS RELATIVA	FREQ RELATIVA	IVI%
<b>Dilleniaceae</b>	<i>Davilla elliptica</i>	16,02	37,25	45,05	13,33	31,88
<b>Fabaceae</b>	<i>Dalbergia miscolobium</i>	3,86	15,25	9,90	11,67	12,27
<b>Proteaceae</b>	<i>Roupala montana</i>	3,42	14,37	7,92	5,00	9,10
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum suberosum</i>	1,71	6,53	8,42	8,33	7,76
<b>Ochnaceae</b>	<i>Ouratea hexasperma</i>	0,94	2,70	3,47	10,00	5,39
<b>Asteraceae</b>	<i>Baccharis reticularia</i>	0,53	2,24	4,46	6,67	4,46
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,97	3,77	5,94	1,67	3,79
<b>Calophyllaceae</b>	<i>Kielmeyera speciosa</i>	0,71	1,98	2,48	6,67	3,71
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona crassiflora</i>	0,98	4,13	0,99	1,67	2,26
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia albicans</i>	0,30	1,28	1,49	3,33	2,03
<b>Vochysiaceae</b>	<i>Qualea parviflora</i>	0,40	1,17	0,99	3,33	1,83
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum tortuosum</i>	0,18	0,75	0,99	3,33	1,69

Tabela 2 - IVI espécies lenhosas nativas área conservada

FAMÍLIA	ESPÉCIE	AREA BASAL (m <sup>2</sup> )	DOM RELATIVA	DENS RELATIVA	FREQ RELATIVA	IVI%
<b>Connaraceae</b>	<i>Connarus suberosus</i>	0,15	0,64	0,99	3,33	1,66
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	0,12	0,52	0,99	3,33	1,62
<b>Lamiaceae</b>	<i>Aegiphila lhotzkiana</i>	0,52	2,18	0,99	1,67	1,61
<b>Vochysiaceae</b>	<i>Salvertia convallariodora</i>	0,36	1,51	0,50	1,67	1,22
<b>Styracaceae</b>	<i>Styrax ferrugineus</i>	0,33	1,41	0,50	1,67	1,19
<b>Vochysiaceae</b>	<i>Qualea multiflora</i>	0,13	0,56	0,50	1,67	0,91
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia burchellii</i>	0,06	0,24	0,50	1,67	0,80
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	0,07	0,23	0,50	1,67	0,80
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium pohlianum</i>	0,05	0,21	0,50	1,67	0,79
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia sylvestris</i>	0,05	0,20	0,50	1,67	0,79
<b>Asteraceae</b>	<i>Eremanthus glomerulatus</i>	0,04	0,19	0,50	1,67	0,78
<b>Symplocaceae</b>	<i>Symplocos rhamnifolia</i>	0,07	0,19	0,50	1,67	0,78
<b>TOTAL</b>		<b>32,10</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Na área invadida, foi encontrado um total de 17,43 m<sup>2</sup> de área basal de espécies lenhosas nativas, sendo *Trembleya parviflora* (10,46 m<sup>2</sup>) a com maior área basal, seguida de *Vochysia thyrsoidea* (3,02 m<sup>2</sup>) e *Miconia albicans* (0,78 m<sup>2</sup>, Tabela 3).

Tabela 3 - IVI espécies lenhosas nativas área invadida (continua)

FAMÍLIA	ESPÉCIE	AREA BASAL (m <sup>2</sup> )	DOM RELATIVA	DENS RELATIVA	FREQ RELATIVA	IVI%
<b>Melastomataceae</b>	<i>Trembleya parviflora</i>	10,46	60,01	62,77	19,35	47,38
<b>Vochysiaceae</b>	<i>Vochysia thyrsoidea</i>	3,02	17,30	4,38	6,45	9,38
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia albicans</i>	0,78	4,49	7,30	16,13	9,30
<b>Asteraceae</b>	<i>Baccharis reticularia</i>	0,68	3,88	7,30	9,68	6,95
<b>Dilleniaceae</b>	<i>Davilla elliptica</i>	0,73	4,16	4,38	9,68	6,07
<b>Primulaceae</b>	<i>Myrsine guianensis</i>	0,45	2,56	5,11	3,23	3,63
<b>Styracaceae</b>	<i>Styrax ferrugineus</i>	0,39	2,25	1,46	6,45	3,39
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia fallax</i>	0,35	2,01	0,73	3,23	1,99

Tabela 3 - IVI espécies lenhosas nativas área invadida

FAMÍLIA	ESPÉCIE	AREA BASAL (m <sup>2</sup> )	DOM RELATIVA	DENS RELATIVA	FREQ RELATIVA	IVI%
<b>Fabaceae</b>	<i>Leptolobium dasycarpum</i>	0,11	0,62	1,46	3,23	1,77
<b>Fabaceae</b>	<i>Dalbergia miscolobium</i>	0,11	0,60	0,73	3,23	1,52
<b>Proteaceae</b>	<i>Roupala montana</i>	0,10	0,55	0,73	3,23	1,50
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia burchellii</i>	0,07	0,41	0,73	3,23	1,46
<b>Fabaceae</b>	<i>Machaerium opacum</i>	0,06	0,33	0,73	3,23	1,43
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Guapira noxia</i>	0,05	0,29	0,73	3,23	1,42
<b>Melastomataceae</b>	<i>Miconia pepericarpa</i>	0,05	0,27	0,73	3,23	1,41
<b>Ochnaceae</b>	<i>Ouratea hexasperma</i>	0,04	0,26	0,73	3,23	1,40
<b>TOTAL</b>		<b>17,43</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

A espécie com maior importância na área conservada foi a *Davilla elliptica*, IVI = 31,88, possuindo maior dominância, densidade e frequência, além de possuir presença absoluta em todas as parcelas do estudo. A segunda espécie com maior importância foi *Dalbergia miscolobium*, IVI = 12,27, seguida por *Roupala montana*, IVI = 9,10. Na área invadida as três espécies com maior IVI são *Trembleya parviflora* (47,38), *Vochysia thyrsoidea* (9,38) e *Miconia albicans* (9,30).

Dessas seis espécies, duas estão presentes somente na área invadida, *Trembleya parviflora* e *Vochysia thyrsoidea*. A *Trembleya parviflora* está presente em sete das oito parcelas da área invadida, com um total de 86 indivíduos distribuídos entre estas. Já a *Vochysia thyrsoidea* está presente em somente 2 parcelas, com um total de 6 indivíduos. Porém a *V. thyrsoidea* possui a maior altura encontrada entre essas espécies lenhosas nativas e a segunda maior circunferência. Podemos concluir que essas espécies conseguiram sobreviver a invasão do *Pinus* sp. até o momento do estudo, por possuírem características que permitissem competir com os indivíduos invasores – por já estarem estabelecidas antes da invasão, ou serem capazes de se desenvolverem em ambientes sombreados – assim como Harding (2001) cita em seu estudo.

O total de 457 indivíduos de *Pinus caribaea* foram identificados dentro das parcelas da área invadida. A maior densidade por parcela foi de 124 indivíduos, a maior altura foi estimada de 20 metros e o maior diâmetro basal aferido foi de 41 cm.

A espécie *Pinus caribaea* conseguiu invadir e se estabelecer em uma das fitofisionomias Cerrado, causando mudanças na comunidade local, assim como a invasão de *Pinus* spp. destacada no trabalho de Ziller e Galvão (2002). Essas mudanças na comunidade decorreram a partir de uma descaracterização do ambiente proporcionada pelo *P. caribaea* na área. A composição da serrapilheira, foi uma das características que se alteraram com a presença dessa espécie exótica, pois a presença das acículas faz com que forme uma barreira física para a chegada de luz solar e sementes no solo, além de impedir o desenvolvimento de plântulas e restringindo seu desenvolvimento. Outra característica que mudou drasticamente foi a quantidade de entrada de luz solar no sistema, pois o adensamento do dossel impedia a passagem de luz solar aumentando ainda mais o impacto causado pela densa camada de acículas.

A abundância de indivíduos nativos lenhosos encontrada na área conservada e invadida tiveram um total de 202 e 137 indivíduos respectivamente (Tabela 4). O índice de diversidade de Simpson na área conservada foi de 0,77, que é maior que o encontrado na área invadida, 0,59 como mostrado na Tabela 4. O valor de D (índice de Simpson) mostra a probabilidade de dois indivíduos, dentro da mesma região e selecionados de forma aleatória, serem de espécies distintas, como dito por Melo (2008). Isso demonstra que a diversidade na área conservada é maior. Outro índice utilizado foi o de Shannon-Wiener no qual os valores encontrados para as áreas conservada e invadida foram de 2,08 e 1,51 respectivamente (Tabela 4). Os valores observados confirmam uma alteração na diversidade local, tendendo a uma homogeneização da biota como Richardson e Rejmánek (2004) indicam em seu estudo.

Tabela 4 - Tabela de valores de abundância de indivíduos de espécies lenhosas nativas e índice das espécies lenhosas nativas das áreas

	CONSERVADA	INVADIDA
<b>Abundância</b>	202	137
<b>Simpson (D)</b>	0,77	0,59
<b>Shannon (H')</b>	2,08	1,51

A presença do gênero *Pinus* em áreas de Cerrado tem causado efeitos negativos significantes (ZILLER e GALVÃO, 2002). Espécies em áreas abertas, com

predominância de heliófitas, sofrem com o sombreamento e diminuição da disponibilidade de luz solar. De acordo com Falleiros et al. (2011), outro fator impactante na diversidade de nativas é o grande acúmulo de acículas dos indivíduos de *Pinus* spp., criando uma espeda camada de cobertura do solo que influencia negativamente a germinação de sementes e crescimento plântulas de espécies nativas já presentes na área invadida.

Após o estudo fitossociológico na área, foram retirados mais de 650 indivíduos de *Pinus caribaea* da área invadida. Depois da retirada, foi realizada uma semeadura direta com espécies nativas para a recuperação. Atualmente o Código Florestal Brasileiro permite que áreas de Cerrado que foram devastadas, possam ser restauradas com espécies exóticas como *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. o que vem causando grandes impactos na biodiversidade e em ecossistemas.

No plano de manejo da EEJBB, a área do estudo se encontra dentro da Zona de recuperação – onde deve ser feito algum tipo de restauração do ecossistema – mas que pertence a Zona de amortecimento da UC e está cumprindo sua função minimizando os impactos negativos dentro da UC. Porém, com o histórico de invasões biológicas na área é importante a constante fiscalização para que a disseminação de espécies invasoras não se torne uma ameaça às áreas preservadas. Uma reformulação no plano de manejo deve ser feita para poder precaver futuras fontes de propágulos de espécies exóticas das quais vem sendo tão danosas aos ambientes das quais invadem. Em comparação, como dito por Horowitz *et al.* (2013), no plano de manejo do Parque Nacional de Brasília, uma das formas de prevenção as invasões biológicas é a erradicação de indivíduos exóticos nas imediações da UC.

## 4 CONCLUSÃO

Invasão biológica é uma área de estudo que vem ganhando mais visibilidade nos últimos anos devido aos estudos que demonstram seus impactos e a importância do controle na introdução de espécies exóticas em novos habitats. Espécies lenhosas, como as do gênero *Pinus* vêm ganhando destaque, pois são muito utilizadas na produção de celulose ou como plantas ornamentais em todo o mundo. O *Pinus* possui características que o permitem prosperar em diversos climas, altitudes ou áreas com pouca disponibilidade de água.

Estudos sobre a invasão com espécies de *Pinus* spp. vêm sendo realizados em todo o hemisfério sul e mais recentemente na América do Sul. Biomas savânicos de alta altitude e até mesmo florestais têm sofrido com a chegada do *Pinus*. Entre estes recentes estudos encontra-se pesquisas sobre a perda de biodiversidade causada pela competição do gênero *Pinus* em competir com espécies nativas do Cerrado.

Este trabalho teve o intuito de fornecer mais dados relevantes ao impacto causado em espécies lenhosas nativas de uma fitofisionomia de campo sujo. Com os dados obtidos no estudo é possível corroborar a hipótese de que a presença do gênero *Pinus* possui influência negativa sobre vários parâmetros da comunidade de lenhosas nativas da área. Foi observada a diferença entre a composição da comunidade de lenhosas nativas das áreas, diminuição da biodiversidade e maior homogeneização das espécies na área invadida.

Como dito anteriormente, dentro da EEJBB existe uma fonte de água potável para abastecimento da região próxima à UC. A presença de indivíduos do gênero *Pinus* pode alterar ciclos hidrológicos, podendo acarretar na falta de disponibilidade de água para o abastecimento. Por isso de extrema importância manter um controle e monitoramento da área para possíveis futuras invasões, pois a fonte da invasão não foi manejada, por se tratar de uma área privada e adjacente a UC. A restauração da área foi de grande importância para poder retardar uma futura invasão dessa espécie exótica que tem causado impactos significativos na biodiversidade em todo o mundo.

## BIBLIOGRAFIA

BARNEY, J. N. **Global Invader Impact Network (GIIN): toward standardized evaluation of the ecological impacts of invasive plants.** Ecology and Evolution, v. 5, p. 2878-2889, 2015.

BLACKBURN, T. M. **A proposed unified framework for biological invasions.** Trends in Ecology and Evolution, v. 26, , p. 333-339, Julho 2011.

CAMPOS, J. E. G.; FREITAS-SILVA, F. H. **Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal.** Brasília, p. 1-84. 1998.

CHARLES, H.; DUKES, J. S. **Impacts of Invasive Species on Ecosystem Services.** Biological Invasions. Berlim: Springer, v. 193, 2006. Cap. 13, p. 217-237.

CORNWELL, W. K. et al. **A Trait-based Test for Habitats Filtering: convex hull volume.** Ecology, v. 87, p. 1465-1471, 2006.

FALLEIROS, R. M.; ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. **Invasão e Manejo de *Pinus taeda* em Campos de Altitude do Parque Estadual do Pico Paraná, Paraná, Brasil.** Floresta, Curitiba, v. 41, p. 123-134, 2011.

FONSECA E SILVA NETO, R. **Considerações sobre a zona de amortecimento em unidades de conservação federais: da problemática acerca de sua fixação,** 2012.

Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/22725/consideracoes-sobre-a-zona-de-amortecimento-em-unidades-de-conservacao-federais-da-problematICA-acerca-de-sua-fixacao>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

FREITAS, W. K. D.; MAGALHÃES, L. M. S. **Métodos e Parâmetros para Estudo de Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo.** Floresta e Ambiente, v. 19, n. 4, p. 520-540, 2012. ISSN 2179-8087.

GUZMÁN, S.D.M. **INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS NO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA: CONTEXTO HISTÓRICO E ATUAL DAS INFLUÊNCIAS DO VIVEIRO II DA NOVACAP E DA FLORESTA NACIONAL DE BRASÍLIA.** Tese (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável), Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. Brasília. 2016

HARDING, M. **South Island Wilding Conifer Strategy.** Department of Conservation. Christchurch. 2001.



HOROWITZ, C. et al. **Manejo de flora exótica no Parque Nacional de Brasília: contexto histórico e atual.** Biodiversidade Brasileira, Brasília v. 3, n. 2, p. 217–236, 2013.

HULME, P. **Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy.** Journal of Applied Ecology, v. 45, p. 403-414, 2008.

ICMBIO. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, 2019. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>>. Acesso em: 19 Setembro 2019.

IUCN a. **IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity.** International Union for Conservation of Nature. Gland. 2000.

IUCN b. **100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database.** World Conservation Union. [S.l.]. 2004.

JBB a. **Plano Diretor do Jardim Botânico de Brasília.** Jardim Botânico de Brasília. Brasília, p. 64. 2010.

JBB b. **Jardim Botânico de Brasília**, 2019. Disponível em: <[https://www.jardimbotanico.df.gov.br/institucional\\_01/estacao-ecologica/](https://www.jardimbotanico.df.gov.br/institucional_01/estacao-ecologica/)>. Acesso em: 20 Setembro 2019.

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

LEDGARD, N. **The spread of lodgepole pine (*Pinus contorta*, Dougl.) in New Zealand.** Forest Ecology and Management, v. 141, p. 43-57, 2001.

LINDEMAN, RAYMOND L. **The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology.** Ecology, v. 23, n. 4, p. 399-417, 1942

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement.** [S.l.]: Croom Helm Ltd, 1988.

MARTINS, É. D. S. et al. **Geologia do Distrito Federal.** Embrapa Cerrados. Planaltina. 2004. (1517-5111).

MCKINNEY, M. L. **Influence of settlement time, human population, park shape and age, visitation and roads on the number of alien plant species in protected areas in the USA.** Diversity and Distributions, v. 8, p. 311-318, 2002.

MELO, A. S. **O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?** Biota Neotropical, v. 8, Setembro 2008.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente**, 2019. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>>. Acesso em: 19 Setembro 2019.

PIELOU, E. C. **The measurement of diversity in different types of biological collections**. Journal of Theoretical Biology, v. 13, p. 131-144, 1966.

PROCHES, S. et al. **Native and naturalized range size in Pinus: relative importance of biogeography, introduction effort and species traits**. Global Ecology and Biogeography, v. 21, p. 513-523, 2011.

PYŠEK, P. et al. **Scientists' warning on invasive alien species**. Biological Reviews, Cambridge, v. 95, p. 1511-1534, Junho 2020.

PYŠEK, P.; RICHARDSON, D. M. **Invasive Species**. Berkshire Publishing Group, 2012. p. 211-219.

RICHARDSON, D. M. **Alien conifer invasions in South America: short fuse**. Biological Invasions, v. 10, p. 573-577, Abril 2008.

RICHARDSON, D. M. **Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton**. Blackwell Publishing Ltd, 2011.

RICHARDSON, D. M.; REJMÁNEK, M. **Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework**. Diversity and Distributions, v. 10, p. 321-331, 2004.

RICHARDSON, D. M.; REJMÁNEK, M. **Trees and shrubs as invasive alien species: a global review**. Diversity and Distributions, v. 17, p. 788-809, 2011.

RICHARDSON, D. M.; VAN WILGEN, B. W.; NUÑEZ, M. A. **Alien conifer invasions in South America: short fuse burning?** Biological Invasions, v. 10, p. 573-577, Julho 2007.

RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. **Species diversity in ecological communities. Historical and geographical perspectives**. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. **Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil**. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 2, p. 32-49, 2013.

SHIMIZU, J. Y. **Pinus na Silvicultura Brasileira**. Colombo. Embrapa Florestas, p. 223, 2008. ISBN 978-85-89281-26-3

SILVA, F. K. D.; PAZ, J. R. L. D.; MOREIRA, A. L. C. **Checklist de Convolvulaceae da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, Distrito Federal, Brasil**. Paubrasília, Brasília, v. 3, n. 1, p. 24-36, 2020.

SIMBERLOFF, D. E. A. **Sprea and impact of introduced conigers in South America: Lessons from other southern hemisopere regions.** Austral Ecology, n. 35, p. 489-504, 2010.

UN ENVIRONMENT. **Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People.** ONU. Nairobi, p. 745. 2019.

WILLIAMS, M. C.; WARDLE, G. M. **The invasion of two native Eucalypt forest by Pinus radiata in the Blue Mountains, New South Wales, Australia.** Biological Conservation, v. 125, p. 55-64, 2005.

ZALBA, S. M.; CUEVAS, Y. A.; BOÓ, R. M. **Invasion of Pinus halepensis Mill. following a wildfire in an Argentine.** Journal of Environmental Management, v. 88, n. 3, p. 539-546, Agosto 2008.

ZANCHETTA, D.; PINHEIRO, L. D. S. **ANÁLISE BIOFÍSICA DOS PROCESSOS ENVOLVIDOS NA INVASÃO BIOLÓGICA DE SEMENTES DE PINUS ELLIOTTII NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ITIRAPINA – SP E ALTERNATIVAS DE MANEJO.** Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 72-91, outubro 2007.

ZILLER, S. R.; DECHOUM, M. D. S. **Plantas e Vertebrados Exóticos Invasores em Unidades de Conservação no Brasil.** Biodiversidade Brasileira, v. 3, p. 4-31, 2013.

ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. **A Degradação da Estepe Gramínio-Lenhosa no Paraná por Contaminação Biológica de Pinus elliottii e P. taeda.** Floresta, v. 32, n. 1, p. 41-47, 2002.