

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

Ana Alice Zaneli

Ocorrência de *Curatella americana* em um sub-bosque de *Pinus* spp. e de uma área aberta em um ambiente degradado, na região de Selvíria-MS.

**Ilha Solteira
2024**

Ana Alice Zaneli

Ocorrência de *Curatella americana* em um sub-bosque de *Pinus* spp. e de uma área aberta em um ambiente degradado, na região de Selvíria-MS.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes
Orientador

Ma. Francieli Alves Caldeira Saul
Coorientadora

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Zaneli, Ana Alice.
Z28o Ocorrência de *Curatella americana* em um sub-bosque de Pinus spp. e de uma área aberta em um ambiente degradado, na região de Selvíria-MS. / Ana Alice Zaneli. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
42 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2024

Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes
Co-orientador: Francieli Alves Caldeira Saul
Inclui bibliografia

1. Cerrado. 2. Espécies arbóreas nativas. 3. Regeneração natural. 4. Solo degradado.


Amanda Sertori dos Santos

Bibliotecária - CRB2/9-2061
Serviço Técnico de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

**ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS****OCORRÊNCIA DE *Curatella americana* EM UM SUB-BOSQUE DE *Pinus* spp. E DE UMA
ÁREA ABERTA EM UM AMBIENTE DEGRADADO, NA REGIÃO DE SELVÍRIA-MS.****ANA ALICE ZANELI****REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:**

ARTIGO 25º - § 2º A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máximo de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta do(a) aluno(a) a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo, o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.

ARTIGO 24º - No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADO ou REPROVADO.

COMISSÃO EXAMINADORA

1º EXAMINADOR(Orientador-Presidente) PROF. DR. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
2º EXAMINADORA DRA PATRICIA FERREIRA ALVES
3º EXAMINADOR MSc REGIVAN ANTÔNIO DE SAUL

CONCEITO:

APROVADO
 REPROVADO

Ilha Solteira-SP. 05 de janeiro de 2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de conclusão de curso ao meu filho. Se existe algo que me faz caminhar para além da minha imaginação, é o seu olhar. Se existe algo que me traz alegria e motivação, é o seu sorriso. Se existe algo que me faz levantar e ser grata, é sua existência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de coração a todos que facilitaram para que eu estivesse aqui. Primeiramente agradeço meu companheiro de vida Mateus Geromel Oliveira, sem ele eu poderia até estar aqui, mas não estaria tão feliz e realizada. Agradeço principalmente por ele ter me dado minha razão, minha luz, minha esperança e meu respirar: o nosso filho. Tudo de mim é para vocês.

Agradeço aos meus pais Fernando Zaneli e Simone Zaneli, e meus irmãos Isabela Zaneli Assis, Fernanda Zaneli Teixeira e Mateus Zaneli, que com toda a atividade intensa que é criar um filho, fizeram questão de deixar mais leve e com muito mais amor. À minha irmã do coração Cecília Freitas Garcia, que me salvou em cada risada e cada momento que pude estar ao lado dela.

Agradeço profundamente à minha coorientadora Francieli Alves Caldeira Saul, que na chuva de mensagens que mandei quase diariamente, nunca usou guarda-chuvas para se proteger. Agradeço por sempre tão prontamente e com boa vontade me auxiliar, e fazer parte desse processo de encerramento de ciclo.

Agradeço também ao meu orientador Mario Luiz Teixeira de Moraes, a equipe do Laboratório de Genética de Populações, Evolução e Silvicultura (LGPS), a equipe da FEPE e do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socioeconomia, especialmente Fernanda Neves Lima, Hianka Karolliny dos Santos Dantas Araújo, Natália Gabriela Rós Marques de Oliveira, Regivan Antônio de Saul, José Cambuim, Alexandre Marques da Silva e Alonso Ângelo da Silva. Sem vocês não seria possível todo o trabalho de coleta, identificação e análise de dados. Este trabalho só foi possível graças à colaboração, paciência e compreensão de todos vocês.

“Viva como se fosse morrer amanhã. Aprenda como se você fosse viver para sempre.” - Mahatma Gandhi

RESUMO

Na década de 60 grandes hidrelétricas foram construídas no rio Paraná pela Companhia Energética de São Paulo (CESP) entre a região Leste do estado do Mato Grosso do Sul (Cerrado) e o estado de São Paulo (Mata Atlântica). Uma destas hidrelétricas foi a de Ilha Solteira, que deu origem a uma extensa área degradada no município de Selvíria, MS. A regeneração da vegetação do cerrado existente nesta área vem ocorrendo de forma natural desde então, com destaque para a Lixeira (*Curatella americana*). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a ocorrência da *C. americana* em um sub-bosque de *Pinus* spp. (SUBP) e em uma área resultante do plantio de várias espécies arbóreas nativas, desde a segunda metade da década de 90, na qual se observou a maior sobrevivência de *Jacaranda cuspidifolia* (ANAT). Assim, a área amostrada no SUBP foi de 1.944 m² (36 x 54 m) e a uma distância de 40 m foi amostrada uma mesma área na ANAT. No primeiro semestre de 2023 foram amostradas 51 árvores de *C. americana* no SUBP e 163 na ANAT. Nas árvores de *C. americana* existentes nos dois locais foram mensurados os caracteres: diâmetro altura do peito (DAP), altura total (ALT) e a frutificação (FRU). Também foi feito o georreferenciamento de todas as árvores e desta forma se obteve a distância média entre as árvores de *C. americana*, nos dois locais. A partir destas avaliações se estimou os parâmetros das estatísticas básicas, obtendo-se para a SUBP e ANAT média de (2,58 m; 3,16 m), (3,58 cm; 6,07 cm), (19% e 56%) para ALT, DAP e FRU, respectivamente. A distância média entre as árvores de *C. americana* na SUBP foi de 31,03 m (curva assimétrica positiva e platicúrtica) e 21,61 m na ANAT (simétrica e mesocúrtica). Portanto, verifica-se que a ocorrência de *C. americana*, nas duas áreas, vem proporcionando a regeneração natural da vegetação do cerrado, nesta área de solo degradado, mas de forma diferente em que na ANAT assemelha-se ao que ocorre com uma espécie arbórea em condições naturais (curva simétrica e mesocúrtica) e no SUBP indica uma perturbação ambiental (curva diferente da normal padrão), que no caso pode estar relacionada ao sombreamento proporcionado por uma plantação de *Pinus* spp.

Palavras-chave: Cerrado, Espécies arbóreas nativas, Regeneração natural, Solo degradado.

ABSTRACT

In the 1960s, large hydroelectric plants were constructed on the Paraná River by Energy Company of São Paulo (CESP), spanning the eastern region of Mato Grosso do Sul (Cerrado) and the state of São Paulo (Atlantic Forest). One such hydroelectric plant was Ilha Solteira, which led to the creation of an extensive degraded area in the municipality of Selvíria, MS. Since then, the regeneration of the existing cerrado vegetation has been occurring naturally, with the Lixeira (*Curatella americana*) being particularly noteworthy. Therefore, the aim of this study was to verify the occurrence of *C. americana* in an understory of *Pinus* spp. (SUBP) and in an area resulting from the planting of various native tree species since the latter half of the 1990s, where the highest survival of *Jacaranda cuspidifolia* (ANAT) was observed. The sampled area in the SUBP was 1,944 m² (36 x 54 m), and at a distance of 40 m, an equal area in the ANAT was sampled. In the first half of 2023, 51 trees of *C. americana* in the SUBP and 163 in the ANAT were sampled. In the *C. americana* trees existing in both locations, the following characteristics were measured: diameter at breast height (DBH), total height (HGT), and fruiting (FRU). Georeferencing of all the trees was also conducted, thus determining the average distance between *C. americana* trees in the two locations. From these evaluations, basic statistical parameters were estimated, yielding averages for SUBP and ANAT of (2.58 m; 3.16 m), (3.58 cm; 6.07 cm), (19% and 56%) for HGT, DBH, and FRU, respectively. The average distance between *C. americana* trees in the SUBP was 31.03 m (positively skewed and platykurtic curve) and 21.61 m in the ANAT (symmetric and mesokurtic). Therefore, it is evident that the occurrence of *C. americana* in both areas is contributing to the natural regeneration of cerrado vegetation in this area of degraded soil, but differently, where in the ANAT it resembles what occurs with a tree species in natural conditions (symmetric and mesokurtic curve) and in the SUBP indicates an environmental disturbance (curve different from the standard normal), which in this case may be related to the shading provided by a plantation of *Pinus* spp.

Keywords: Cerrado, Native tree species, Natural regeneration, Degraded soil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Localização da área de estudo.....	28
Figura 2	- Distribuição de classes para as distâncias médias de cada uma das árvores na área aberta (sub-bosque de <i>Jacaranda cuspidifolia</i>).....	34
Figura 3	- Distribuição de classes para as distâncias médias de cada uma das árvores na área de pinus (sub-bosque de <i>Pinus ssp.</i>).....	34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Estatística básica para os parâmetros CV_e : coeficiente de variação; \hat{m} : média geral altura total (ALT, m), diâmetro a altura do peito (DAP, cm) e frutificação (FRU) dos caracteres silviculturais de *Curatella americana* no sub-bosque de *Pinus* ssp..... 31
- Tabela 2** - Estatística básica para os parâmetros CV_e : coeficiente de variação; \hat{m} : média geral altura total (ALT, m), diâmetro a altura do peito (DAP, cm) e frutificação (FRU) dos caracteres silviculturais de *Curatella americana* no sub-bosque de *Jacaranda cuspidifolia*..... 32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CESP	Companhia Energética de São Paulo
DAP	Diâmetro de Altura de Peito
Ibá	Indústria brasileira de árvores
FRU	Frutificação
ALT	Altura Total

LISTA DE SÍMBOLOS

CV_e Coeficiente de Variação

$CV_{(%)}$ Coeficiente de Variação em porcentagem

\hat{m} Média geral

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO	16
3	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	O Cerrado	17
3.2	A Reserva Legal como método de proteção.....	18
3.3	Área de Preservação Permanente (APP).....	18
3.4	Localização do estudo e histórico da região.....	19
3.5	O gênero <i>Pinus</i>	21
3.6	O plantio de <i>Pinus</i> como regenerante florestal.....	22
3.7	A espécie <i>Curatella americana</i>	23
3.8	A espécie <i>Jacaranda cuspidifolia</i>	23
3.9	Associação entre <i>Curatella americana</i> e o gênero <i>Pinus</i> para a regeneração florestal.....	24
4	MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1	Material.....	26
4.1.1	Local dos experimentos.....	26
4.1.2	Área de competição de espécies nativas - <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	26
4.1.3	Área de competição de espécies exóticas - <i>Pinus</i> spp.	27
4.2	Métodos.....	27
4.2.1	Estatística geral.....	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6	CONCLUSÃO	33
7	REFERÊNCIAS	34

ANEXO A – Valores em ordem crescente entre matriz amostrada e indivíduo mais próximo na área aberta, para o caractere distância.....	37
ANEXO B – Valores em ordem crescente entre matriz amostrada e indivíduo mais próximo no sub-bosque de <i>Pinus</i>.....	39
ANEXO C – Distribuição por classes para matrizes amostradas na área aberta, dados para o caractere distância, onde LI: Limite Inferior; IC: Intervalo de Classes; LS: Limite Superior; e F: Frequência.....	40
ANEXO D – Distribuição por classes para matrizes amostradas na área de <i>Pinus</i> dados para o caractere distância, onde LI: Limite Inferior; IC: Intervalo de Classes; LS: Limite Superior; e F: Frequência.....	40

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus*, representando uma das mais notáveis e extensas famílias de coníferas, tem sido um componente significativo nas paisagens florestais ao redor do mundo. No Brasil, a introdução e o estabelecimento de espécies de *Pinus* representam um capítulo intrigante na história da silvicultura e da gestão ambiental.

As primeiras introduções de *Pinus* no Brasil ocorreram nas primeiras décadas do século XX, com espécies como *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* (Rosa, 2016), que foram introduzidas inicialmente com o intuito de atender à crescente demanda por madeira e produtos florestais, na tentativa de reduzir a pressão sobre as florestas nativas, que estavam sendo intensamente exploradas.

Atualmente, as espécies de *Pinus* mostraram alta capacidade de adaptação às variadas condições ambientais do Brasil, embora muitas dessas introduções tenham sido inicialmente em áreas controladas ou experimentais, algumas dessas espécies se dispersaram e se estabeleceram em áreas além daquelas originalmente planejadas. Segundo o relatório de 2023 da Indústria brasileira de árvores (Ibá), o *Pinus* spp possui uma área de plantio abrangendo 1,9 milhões de hectares. Essa adaptação e disseminação geraram tanto oportunidades quanto desafios para a gestão ambiental.

Entretanto, essa disseminação trouxe consigo desafios significativos, visto que uma das principais questões ambientais relacionadas ao *Pinus* é sua capacidade de competir efetivamente com a flora nativa, isso devido ao seu rápido crescimento e eficiente dispersão de sementes, podendo dominar rapidamente áreas, suprimindo espécies nativas e reduzindo a biodiversidade local. Essa competição resulta em monoculturas, que alteram a estrutura e funcionamento dos ecossistemas nativos e podem alterar significativamente as propriedades do solo nas áreas onde é introduzido.

A Lixeira é uma espécie nativa do Brasil, frequentemente encontrada no bioma Cerrado. Sua capacidade de resistir a condições adversas, como solos pobres e secas, a torna uma espécie chave na recuperação e manutenção da biodiversidade. Em contraste, as espécies do gênero *Pinus*, exóticas no Brasil, são utilizadas em programas de reflorestamento devido ao seu rápido crescimento e

adaptabilidade, mas podem se tornar invasoras, alterando os ecossistemas e competindo com a vegetação nativa. Apesar disso, sua inserção ocorre em áreas previamente antropizadas, com o intuito de recuperar a área degradada de pastos de baixa produtividade (Ibá, 2023).

Tanto o *Pinus* quanto a lixeira podem ser utilizados nas etapas iniciais do reflorestamento para estabilizar solos degradados e preparar o ambiente, a introdução subsequente de novas espécies e principalmente nativas. Esta abordagem permite não apenas a recuperação inicial do ambiente, mas também a promoção de um ecossistema mais resiliente a longo prazo, visto que o *Pinus* possui alta capacidade de recuperação de área por formação de sub-bosque, mecanismo este que influencia na presença e estabelecimento de outras espécies.

Esta abordagem procura não apenas restaurar ecossistemas danificados, mas também preservar a biodiversidade local e fornecer habitats para a fauna nativa. O *Pinus*, nesse contexto, pode ser utilizado de maneira controlada e em combinação com espécies nativas para formação de sub-bosque, como a *Curatella americana* e *Jacaranda cuspidifolia*. Portanto, é nesse contexto que se situa a área degradada do presente estudo. Localizada na cidade de Selvíria, Mato Grosso do Sul, a Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) ligada à Unesp de Ilha Solteira/SP constitui uma área degradada em razão da retirada de material mineral e descarte de materiais diversos para a construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, deixando o solo exposto à processos erosivos que ocorrem pelas chuvas e baixa infiltração de água pela compactação (Silva, 2016). Também ocorre, nesse processo, a perda de nutrientes essenciais para o crescimento vegetal, além do baixo teor de oxigenação do solo.

2 OBJETIVO

O trabalho possui como objetivo verificar a ocorrência da *Curatella americana* em um sub-bosque de *Pinus* spp. (SUBP) e em uma área resultante do plantio de várias espécies arbóreas nativas, desde a segunda metade da década de 90, na qual se observou a maior sobrevivência de *Jacaranda cuspidifolia* (ANAT), com o intuito de definir o potencial de regeneração florestal facilitado pela presença das espécies em um ambiente degradado, e como essa interação favorece a recuperação de ecossistemas florestais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O Cerrado

O Cerrado é um conhecido epicentro de biodiversidade global, sendo considerado atualmente um *hotspot* ecológico, caracterização esta que lhe configura o aspecto de grande concentração de espécies endêmicas acompanhados de um alto grau de ameaça de extinção, tornando-se necessário atentar-se ao bioma para fins de preservação ambiental. Antes de ser descoberto todo esse potencial biodiverso, no século 19 o Cerrado era visto como um local pobre e impróprio para cultivo agrícola e pecuário, algo que mudou com o avanço da tecnologia, o domínio do Cerrado ficou mais intenso, algo que provocou degradação à nível de impedimento de regeneração de solo (Silva, 2011).

Esse domínio do bioma possui grande relação com a urbanização que cada vez mais atinge a região. Essa urbanização pode ser entendida como o enriquecimento de técnicas agrícolas juntamente com a expansão das fronteiras de cultivo, o que causa a fragmentação da cobertura vegetal nativa e o conhecido “efeito de borda” (Lima, 2020), visto como alterações químicas, físicas, estruturais e de composição biológica observados na área de contato de fragmentos florestais e com a matriz que a circula (Ribeiro, 2008). À medida que as transformações ambientais ocorrem, muda-se o isolamento dos remanescentes vegetacionais, ocorrendo um aumento exponencial.

No Cerrado, Os remanescentes florestais são frutos de um rol de fatores, tanto naturais quanto provindos de ação antrópica. A queimada é um dos fatores, sendo consenso que o bioma passa por queimadas naturais ao longo do seu ciclo biológico, porém estão ocorrendo com mais frequência devido à alterações e impactos de ações humanas na paisagem, impossibilitando a regeneração adequada da vegetação, e pressionando as áreas remanescentes, juntamente com sua flora e fauna.

Nesse aspecto, é importante salientar a manutenção e proteção do Cerrado aos olhos das leis que tratam sobre Reserva Legal. Por intermédio da lei, os proprietários de terras são obrigados a manterem uma certa parcela de sua propriedade coberta por vegetação nativa, com o objetivo de garantir os serviços

ecossistêmicos, conservação da biodiversidade e manutenção dos recursos naturais da propriedade, o que nomeou-se esse conjunto de exigências como Reserva Legal (Metzger, 2019). No bioma Cerrado, a porcentagem de preservação é de 20% à 30% de vegetação nativa por propriedade, porcentagem esta que pode ser compensada em outra propriedade segundo a Lei nº 12.651, algo que só traz malefícios à conservação de fato, visto que desobriga o proprietário a manter e cuidar da área dentro de sua propriedade, passando a responsabilidade de mantê-la e resguardá-la de eventuais danos à União (Silva e Sauer, 2022).

3.2 A Reserva Legal como método de proteção

A Reserva Legal está localizada dentro de uma propriedade ou terreno rural, seja de domínio público ou privado, com o objetivo de garantir o uso sustentável dos recursos naturais, a conservação dos recursos hídricos, dos solos e a proteção da fauna e flora. Neste local, é proibido o uso de agrotóxicos e o desmatamento total, visando preservar a cobertura arbórea. No entanto, é permitido o manejo agroflorestal sustentável, desde que haja autorização do órgão ambiental competente, garantindo que não ocorra descaracterização da vegetação e que não comprometa a sua função ambiental (Costa e Araujo, 2002).

A legislação permite que a recomposição da área de reserva legal seja realizada em outro local, seja ele próprio ou de terceiros, desde que tenha o mesmo valor ecológico, esteja na mesma microbacia e no mesmo estado, respeitando o percentual mínimo exigido para aquela região. Essa compensação representa uma alternativa que pode ser adotada de forma coletiva por vários proprietários que estejam localizados na mesma microbacia. (Schaffer e Prochnow, 2002). Apesar disso, é importante salientar os pontos anteriormente citados, apesar de ser permitido a compensação ambiental em outro local, a conservação não está sendo pensada sumariamente quando isso ocorre, visto que é característico de cada localidade a sua fauna e flora, e as relações ecológicas envolvidas.

3.3 Área de Preservação Permanente (APP)

A Área de Preservação Permanente (APP) é regida por leis ambientais que consideram essas áreas como bens de interesse nacional e espaços territorialmente protegidos. Sua função é preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e garantir o bem-estar das populações humanas. Como regra geral, as APPs são caracterizadas pela intocabilidade e proibição de uso econômico direto, sendo instrumentos de grande importância para a preservação ambiental.

Qualquer tipo de intervenção em APP só pode ocorrer nos casos de utilidade pública, interesse social ou em casos específicos de baixo impacto, desde que seja comprovada a necessidade real e a inexistência de outras alternativas técnicas e locais, conforme descrito na Resolução nº 369 de 28 de março de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Portanto, é uma área locacional que deve ser protegida a todo custo aos olhos da Constituição brasileira, e a interferência ocorrida deve ser plenamente justificada e necessária.

O Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771 de 1965) e várias resoluções e decretos estabelecem regras sobre a localização das APP, dando prioridade a áreas próximas a cursos d'água, nascentes, lagos, reservatórios de água, topos de morros, veredas, dunas, manguezais, encostas, chapadas, cavernas, restingas, vegetação rara ou ameaçada de extinção, além de áreas com alto valor paisagístico e cultural. Isso ocorre pois essas localidades são mais suscetíveis à erosão do solo, que por sua vez pode resultar em deslizamentos e alagamentos prejudiciais ao meio ambiente.

A área objeto de estudo foi designada como Reserva Legal, sendo uma parte dela adjacente ao reservatório da hidrelétrica de Ilha Solteira. Como resultado, há a formação de APP em toda a extensão em que o reservatório faz contato com a Reserva Legal, em uma distância de 100 metros a partir do nível máximo de inundação do reservatório (Aragão, 2008).

3.4 Localização do estudo e histórico da região

No tocante a área de estudo, localiza-se no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, na Fazenda Experimental de Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP - Campus de Ilha Solteira.

O histórico da região está diretamente ligado à construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira. Durante muito tempo, alegou-se que a geração de energia hidrelétrica não causava impactos ambientais negativos, mas muitos estudos têm demonstrado que esse tipo de geração de energia, um dia considerada “energia limpa”, tem causado sérios impactos ambientais desde a sua construção e em seu funcionamento (Inatomi e Udaeta, 2011).

Um dos principais danos ecológicos causados pela construção de usinas hidrelétricas são as áreas de empréstimo, locais utilizados para remoção de solo e descarte de sedimentos, provocando alterações na paisagem e produzindo impactos ecológicos, sociais e econômicos. Do solo removido, parte é utilizado para retirada de material mineral (argila, rochas, etc.) destinado à engenharia de construção. As áreas de empréstimo são definidas após levantamento geológico que considera fatores técnicos (mecânica dos solos) e econômicos (distância de transporte e volume do depósito), compatíveis com fatores ecológicos e estéticos (Müller, 1995). Essas áreas apresentam baixo índice de regeneração natural da vegetação, portanto seu solo permanece descoberto e exposto a processos erosivos, principalmente os causados pelas chuvas, pois possui baixo índice de infiltração e retenção de água, visto que o solo da região torna-se compactado devido à movimentação de maquinário pesado e exposição do subsolo, ambos os fatores impossibilitando o desenvolvimento de vegetação, dado que para que se desenvolvessem plantas seria necessário um ambiente rico em matéria orgânica e oxigênio, e com um solo de fácil penetração radicular, fatores que não são característicos de solos de áreas de empréstimo.

Com esses fatores mencionados, os ecossistemas e as plantas foram levados ao esgotamento dos métodos de regeneração biológica, como bancos de sementes, bancos de mudas, chuva de sementes e regeneração. Como resultado, o solo apresenta uma resistência baixa, o que significa que o retorno ao estado anterior pode ser impossível ou muito lento.

Dado esses fatores efêmeros, é muito importante selecionar a espécie que inicia a sucessão natural, pois deve criar condições favoráveis para que outras espécies sejam substituídas gradativamente até que as condições ambientais atinjam um nível de diversidade compatível com as características do meio. A adaptação e o desenvolvimento destas espécies dependerão das condições físicas,

químicas, biológicas e hídricas do solo, bem como das condições microclimáticas locais (Alves, 2001).

3.5 O gênero *Pinus*

Ao longo dos anos, a quantidade de madeira disponível nas florestas tropicais diminuiu, e a utilização indiscriminada destas florestas para o abastecimento de madeira industrial foi restringida. O declínio da madeira das florestas e a restrição do uso indiscriminado dessas para o abastecimento industrial de madeira levaram ao plantio e à utilização de novas espécies de árvores que fornecem matérias-primas alternativas para a indústria madeireira (Trianoski, 2012). Apesar de isso ser visto mais em florestas tropicais, o Cerrado também possui diversas espécies de *pinus* com capacidade de se adequar ao seu ambiente.

As características técnicas e silviculturais da madeira de *pinus* são semelhantes às da introdução de espécies arbóreas tropicais (especialmente *Pinus caribaea*) no Brasil. A introdução do gênero levou a alterações significativas na distribuição geográfica das florestas com este plantio, sendo que as plantações anteriormente restritas ao sul expandiram-se para o sudeste, centro-oeste e algumas regiões do norte e nordeste. No que diz respeito à utilização dessa madeira, sabe-se que é matéria-prima essencial em vários setores, nomeadamente, como nas indústrias da pasta de papel, do papel e da serragem. As características morfológicas e anatômicas das árvores de *Pinus* são específicas para cada utilização industrial, mostrando que os métodos de gestão florestal são diferentes uns dos outros, sendo utilizadas diferentes práticas na indústria.

O gênero *Pinus* foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus em meados de 1936 (Assis e Resende, 2011). No entanto, não se adaptou bem ao clima brasileiro (Silva, 2015). Os pinheiros de clima temperado, como *P. elliottii* e *P. taeda*, provenientes dos EUA, e os de clima subtropical e tropical, como *P. caribaea* e *P. oocarpa*, provenientes do México, América Central, Ilhas do Caribe e Ásia, foram os mais utilizados nos plantios (Silva, 2005; Whege *et al*). Essas introduções levaram a uma expansão nacional do cultivo de *pinus* com espécies adequadas a cada localidade ecológica segundo as características climáticas e microclimáticas da região.

As espécies de *Pinus* estão entre as mais importantes espécies arbóreas utilizadas em plantios comerciais no Brasil, especialmente para a produção de madeira, papel, celulose (Silva *et al.*, 2012) e resina. Isso por conta de suas características morfológicas e silviculturais, a rápida taxa de crescimento e a diversidade de espécies de *Pinus spp.*, que possibilitou a ampliação da distribuição geográfica dos plantios desse gênero, sendo considerada uma importante fonte de matéria-prima para a indústria florestal, majoritariamente (Silva *et al.*, 2012, Juízo *et al.*, 2015).

3.6 O plantio de *Pinus* como regenerante florestal

Em um estudo de área degradada na região de Selvíria/MS realizado por Silva *et al* (2002), concluíram que as espécies de *pinus* têm potencial para reabilitar essas áreas devido ao seu crescimento, bom desenvolvimento e terras razoáveis. Analisando parâmetros químicos, a utilização da espécie *Pinus* obteve sucesso na melhoria das condições químicas da camada do solo de 0,00m para 0,10m, com foco nas espécies *Pinus caribaea var. hondurensis*, que demonstrou bom crescimento e viabilidade, garantindo a cobertura do solo devido à deposição de matéria orgânica e aumentando a capacidade de troca de bases e cátions. Outro dado importante que foi observado foi que as espécies de *Pinus* facilitam o aumento da diversidade de espécies nativas devido à melhora da qualidade do solo da região onde se instalaram.

Para o cultivo em solos degradados não existe uma fórmula de manejo estabelecida, portanto em cada caso deve-se testar um grande número de espécies nativas ou exóticas, pois no caso das espécies exóticas é preciso conhecer o comportamento das respectivas espécies, para evitar que sejam apenas inseridas no ecossistema e futuramente possuir seu manejo prejudicado e prejudicial à outras espécies.

Em outros dois estudos, Silva *et al.* (2011) e Silva *et al.* (2012) examinaram a química do mesmo solo da área de empréstimo localizada em Selvíria/MS durante o reflorestamento após 20 anos de plantio na área de Cerrado e concluíram que as espécies plantadas contribuíram com matéria orgânica suficiente para reciclar nutrientes, mantendo as propriedades químicas do solo.

3.7 A espécie *Curatella americana* L.

Nesse íterim, é possível encontrar de forma abundante em todo o bioma Cerrado a *Curatella americana* (Medeiros, 2012), popularmente conhecida como Lixeira, pertencente à família Dilleniaceae (Durigan *et al*, 2004). Seu nome, apesar de possuir relação com um item doméstico comum, está mais associado com o aspecto foliar, semelhante à lixa por conta de sua aspereza (Silva Júnior *et al*, 2005).

É uma planta de característica semidecídua, heliófita e seletivamente xerófita, constando uma altura de 5 à 8 metros, com copa globosa, folhas alternas, ovaladas, coriáceas, ásperas e caducifólias. Em relação às suas flores, a inflorescência possui pétalas brancas e fruto com dispersão descontínua, rica em sementes que são dispersadas por aves e alguns artrópodes (Nascimento, 2016).

A *Curatella americana* possui grande importância medicinal devido às suas propriedades antissépticas, cicatrizantes e hipoglicemiantes, sendo popularmente utilizada para tratar de doenças como artrite, diabetes, dor de cabeça, intoxicação, dentre outras (Silva Junior *et al*, 2005 citado por Nascimento, 2016).

Ademais, é utilizada para identificação de locais de incidência de ouro (Raélita, 2011).

3.8 A espécie *Jacaranda cuspidifolia*

Conhecida popularmente como jacarandá-caroba, é uma espécie pertencente à família Bignoniaceae. Esta espécie exibe um crescimento médio de 5 a 10 metros de altura, com tronco que pode ultrapassar 30 cm de diâmetro. Suas folhas são bipinadas, podendo atingir até 50 cm de comprimento, e contêm de 10 a 15 pares de folíolos. Naturalmente encontrada nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e São Paulo (Pereira, 2023).

É hermafrodita, possuindo flores roxas, tubulosas, medindo de 5 a 7 cm e caracterizadas como panículas. É uma espécie decídua, heliófita, e seletiva xerófita, adaptando-se bem a solos com pouca umidade. A *Jacaranda cuspidifolia* é também classificada como espécie pioneira, atuando no início da sucessão ecológica (Pereira, 2023).

A madeira do jacarandá-caroba é de média durabilidade e possui uma estrutura leve e maciça, sendo apropriada para trabalhos de marcenaria. As folhas e flores delicadas da planta a tornam atrativa para a arborização urbana e ornamentação de ruas, sendo comum em muitas cidades brasileiras. Além disso, Lorenzi (2002) e Arruda (2012) já evidenciaram em seus estudos a importância farmacológica da espécie.

3.9 Associação entre *Curatella americana* e o gênero *Pinus* para a regeneração florestal.

Pelas características da espécie e do gênero, é possível inferir que o *Pinus* pode contribuir inicialmente para a estabilização do solo. Isso pois em fases iniciais de recuperação de áreas degradadas, o objetivo prioritário é a reabilitação da função e dos serviços do ecossistema, muitas vezes focando na amenização dos agentes impactantes por meio da cobertura imediata do solo, ao invés de buscar a reabilitação da estrutura original do ecossistema (Rovedder, 2007). Essa reestruturação do solo abrange recuperação química, física e biológica, com a vegetação de *Pinus* assumindo o papel de estabilizador da superfície através da intensificação de processos pedogenéticos dados pela deposição de compostos orgânicos no solo (Rovedder, 2007).

Realizada essa estabilização, a *Curatella americana* entra como facilitadora na formação de bancos de sementes. Um estudo realizado no município de Campo Maior/PI, ecótono de Cerrado e Caatinga, investigou o papel de espécies arbóreas, incluindo a *Curatella americana*, como facilitadoras na formação de bancos de sementes sob suas copas. Além disso, verificou-se uma relação positiva entre a altura do caule das árvores e a riqueza e densidade do banco de sementes. Essas espécies arbóreas desempenham um papel importante na recuperação de funções em ecossistemas, sendo consideradas cruciais para o avanço da sucessão ecológica (Morais, 2020).

Especificamente, o estudo destacou que as plantas-berçário, como a *Curatella americana* pode ser classificada, podem acumular sementes dispersas por outras espécies em sua copa. Além disso, essas árvores podem formar áreas de sub-bosque, que oferecem melhores condições ambientais, como a regulação da

luminosidade, disponibilidade de nutrientes e umidade, o que é benéfico para a formação de núcleos de vegetação. Essas características são essenciais para a manutenção da diversidade biológica e produtividade de biomassa, contribuindo significativamente para a variação espacial da produtividade e diversidade em escala local e regional (Morais, 2020).

Essa espécie também pode servir como poleiro natural para a fauna, funcionando como dispersores ativos de sementes e promovendo a proteção contra o vento, alguns predadores, e como pouso. Além disso, serve como alimento para algumas espécies de aves da família Thraupidae e Tyrannidae (Purificação, 2020).

A formação do banco de sementes é um mecanismo importante de regeneração natural e uma das principais fontes de recrutamento de novos indivíduos na sucessão ecológica (Machado, 2013). A *Curatella americana*, como planta-berçário, tem um papel significativo nesse processo, influenciando a composição das espécies do banco de sementes e contribuindo para a recuperação de áreas degradadas juntamente com o gênero *Pinus*, que possui potencial de facilitar no estabelecimento e crescimento dessa espécie.

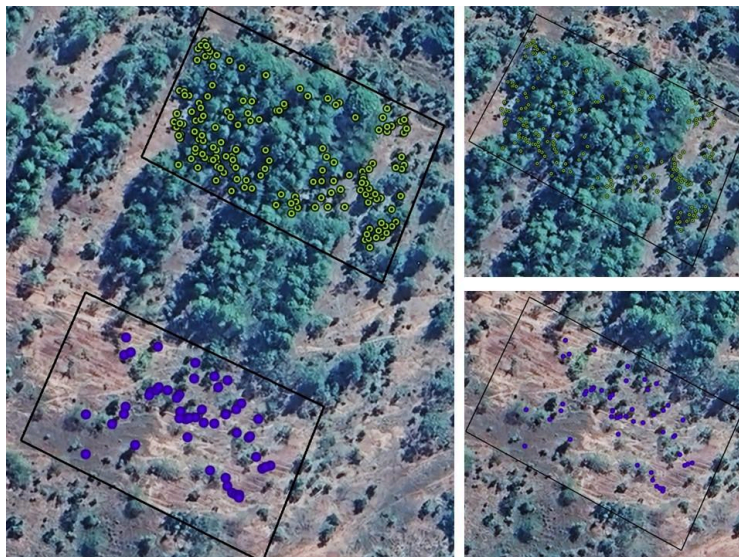
5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Material

5.1.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram instalados em um local caracterizado como uma área degradada, denominada “área de empréstimo” (Figura 1), (latitude: 20°22’26”S; longitude: 51°24’27”W e altitude de 345 m) em que mais de 8,60 metros de profundidade de solo foram retirados para a construção da UHE Ilha Solteira, entre 1967 e 1978, pela Companhia Energética de São Paulo – CESP (CESP, 2009; Alves *et al.*, 2012; UNESP, 2017). O clima da região é classificado como tropical úmido (Aw), com períodos chuvosos no verão e secos no inverno. A precipitação média anual é de 1.370 mm, com temperatura média de 24,5 °C e umidade relativa do ar entre 60 e 80% (Köppen, 1931; Alves *et al.*, 2007; UNESP, 2021). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico e, atualmente, apresenta acentuados processos erosivos, sem cobertura vegetal na maior parte de sua extensão e com exposição do subsolo, de caráter ácido e pobre em nutrientes (Rodrigues *et al.*, 2007; Calgaro *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2018).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: dados de pesquisa do autor

5.1.2. Área de competição de espécies nativas - *Jacaranda cuspidifolia* Mart.

Na região de Três Lagoas-MS, que está situada no Cerrado, foi conduzida a coleta de sementes de uma população natural de polinização aberta de *Jacaranda cuspidifolia*. Essa coleta, realizada pela Champion – Indústria de Papel e Celulose de Três Lagoas-MS (atual Suzano). As mudas resultantes desse processo foram posteriormente implantadas na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE/FEIS/UNESP) em Selvíria-MS. Nesse local, as mudas de *Jacaranda cuspidifolia* foram integradas com outras 16 espécies arbóreas nativas provenientes da mesma região.

O ensaio foi intitulado como "Competição de espécies arbóreas nativas em área degradada por ação antrópica" e foi implementado no período de 22 a 24 de junho de 1998. O experimento ocupou uma área de 7.700 m², com espaçamento de 3,0 m × 1,0 m, abrangendo um total de 17 espécies. Essas espécies foram plantadas conforme a seguinte distribuição proporcional: 9:7:5:5:4:4:3:3:1:1:2:2:1:1:1:3:3, em um arranjo de 28 linhas e 5 blocos. Ao total, contava com a presença inicial de 980 indivíduos de *J. cuspidifolia*.

5.1.3. Área de competição de espécies exóticas - *Pinus* ssp.

Para a instalação da outra área de estudo utilizada neste trabalho, denominada de CEV (competição de espécies e variedades), foram adquiridas mudas provenientes da antiga Cia. Agroflorestral de Monte Alegre (CAFMA), localizada no município de Agudos-SP (Silva, 2002). CEV - compostos por espécies e variedades de *Pinus*: *Pinus caribaea* var. *bahamensis*; *Pinus caribaea* var. *caribaea*; *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; *Pinus oocarpa*; e *Pinus strobus* var. *chiapensis*. Instalado em 15/03/1995, cada parcela possui 42 plantas, sendo 20 úteis, plantadas no espaçamento de 2,5 x 2,0 m. O *Pinus strobus* var. *chiapensis* não suportou as condições do local, sendo que todas as plantas morreram. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, constituído de quatro repetições e seis tratamentos.

5.2. Métodos

Para estudo, foram selecionadas duas áreas diferentes neste local, uma composta por espécies nativas, onde sobreviveu somente o *J. cuspidifolia*. A outra

área é composta por espécies de *Pinus* ssp. (exóticas). Dentro de cada área, foi verificado a quantidade de regenerantes de *Curatella americana* (lixreira), e coletado dados de altura (ALT), diâmetro a altura do peito (DAP) e frutificação (FRU).

5.2.1 Estatística geral

Com base nestes dados foram estimadas as médias, variância, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose para cada caractere avaliado. Para a obtenção destas estimativas foi utilizado o programa SELEGEN modelo “105” estatística geral (Resende, 2007).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área de Pinus, as árvores de *C. americana* apresentaram médias (Tabela 1) de 3,58 cm para DAP e 2,58 m para ALT, mostrando que esses regenerantes estão com um porte pequeno quando comparado a média da espécie. Tendo em vista que a espécie pode medir até 12 m de altura, tronco variando de 40-50 cm de diâmetro com casca descamante em lâminas rígidas e sistema de raízes que se ajusta às condições ambientais. A raiz principal pode chegar a 20 m de comprimento, enquanto raízes laterais podem alcançar 6 m de comprimento (Foldats; Rutkis, 1975).

Tabela 1. Estatística básica para os parâmetros CV_e : coeficiente de variação; \hat{m} : média geral altura total (ALT, m), diâmetro a altura do peito (DAP, cm) e frutificação (FRU) dos caracteres silviculturais de *Curatella americana* no sub-bosque de *Pinus* ssp.

Estimativas	ALT (m)	DAP (cm)	FRU (%)
$CV_{(%)}$	78,93	142,99	202,95
σ	2,03	5,12	0,39
σ^2	4,15	26,22	0,15
\hat{m}	2,58	3,58	19

Fonte: dados de pesquisa do autor

E quando comparamos a média de ALT e DAP dos regenerantes de *C. americana* do sub-bosque de *Pinus* com a média dos regenerantes do sub-bosque de Jacarandá (Tabela 2), verificamos que os regenerantes da área aberta de jacarandá apresentaram média bem maior para DAP (6,07 cm) e uma maior média para ALT (3,16 m). Portanto, com árvores de porte maior, a frutificação foi maior nesta área aberta de Jacarandá, possivelmente por influência das características da área, sendo uma área aberta onde os regenerantes de *C. americana* ficam mais expostos ao sol, diferente do sub-bosque de *Pinus*, que é uma área mais adensada, com presença de sombra. Calgaro et al., 2005, mensuraram alguns regenerantes de *C. americana* na mesma área (área de empréstimo) e obtiveram uma média para ALT de 5,42 m e DAP de 13,38.

Tabela 2. Estatística básica para os parâmetros CV_e : coeficiente de variação; \hat{m} : média geral altura total (ALT, m), diâmetro a altura do peito (DAP, cm) e frutificação (FRU) dos caracteres silviculturais de *Curatella americana* na área aberta de *Jacaranda cuspidifolia*.

Estimativas	ALT (m)	DAP (cm)	FRU (%)
$CV_{(%)}$	68,69	87,15	87,96
σ	2,17	5,29	0,50
σ^2	4,72	28,05	0,25
\hat{m}	3,16	6,07	56

Fonte: dados de pesquisa do autor

A relação entre indivíduos da mesma espécie quanto à distância entre eles é um conceito importante na ecologia e na biologia de populações (Dajoz, 2005). Esta relação pode ser influenciada por diversos fatores, como competição por recursos, dispersão de sementes, reprodução e interações sociais. A escolha entre esses padrões de distribuição depende das interações complexas entre os indivíduos e o ambiente em que vivem (Harper, et al. 2006). Por exemplo, em áreas com recursos limitados, pode haver uma distribuição uniforme devido à competição, enquanto em áreas mais favoráveis, os indivíduos podem se agrupar devido a benefícios de proteção ou colaboração (Fox, et al. 2009).

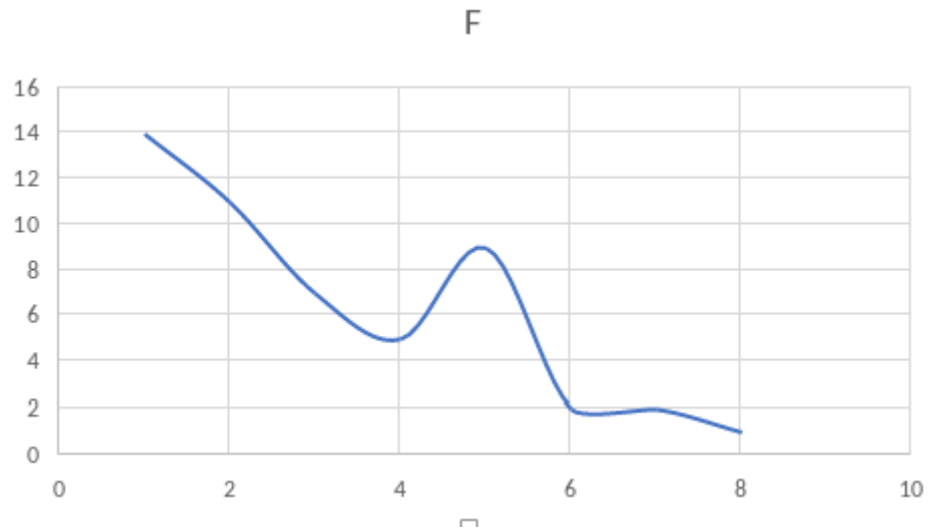
É importante ressaltar que esses padrões são ideais e podem ser afetados por variações temporais e mudanças nas condições ambientais. Além disso, diferentes estágios de desenvolvimento das plantas, bem como fatores sazonais, podem influenciar a distribuição espacial dos indivíduos de uma mesma espécie (Dajoz, 2005).

Observando se os dados contidos na Figura 1 bem como as Anexo A, B, C e D. Verifica-se que a distância média entre as árvores de lixeira na área aberta foi de 21,61 m, CV de 22,8% - Fazendo-se uma distribuição de classes para as distâncias médias de cada uma das árvores se obtém uma curva simétrica e mesocúrtica (Figura 2). A mesocurticidade refere-se ao grau de achatamento das caudas de uma distribuição em comparação com uma distribuição normal, que é considerada padrão (Spiegel, 1975). Uma curva mesocúrtica indica uma distribuição que é relativamente próxima da distribuição normal, com caudas moderadamente achatadas. Enquanto

que para a população de lixeira no sub-bosque de *Pinus* se obtém: uma distância média de 31,03 m, CV de 15,17% - para uma curva assimétrica positiva e platicúrtica (Figura 3). Uma curva positiva platicúrtica refere-se a uma distribuição estatística em que as caudas da curva são mais amplas e menos pesadas do que as de uma distribuição normal. Em outras palavras, a platicurtose positiva implica em uma dispersão mais ampla dos dados em relação à média, com menos frequência de valores extremos do que seria esperado em uma distribuição normal (Spiegel, 1975).

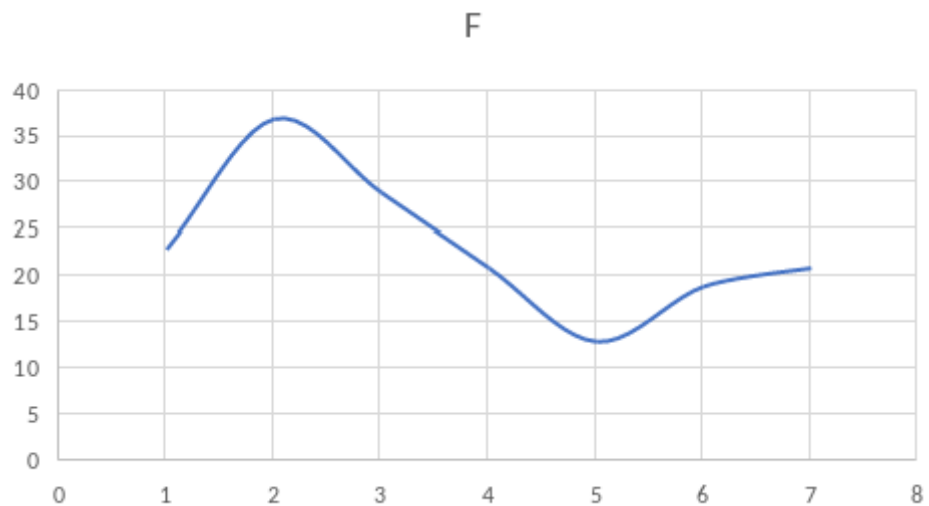
Portanto, o comportamento da população de lixeira na área aberta assemelha-se ao de uma população natural, enquanto que no sub-bosque de *Pinus* a de uma população com perturbação ou fragmentada. Ainda quando observado os valores das distâncias médias, os indivíduos da área aberta de *Jacaranda cuspidifolia*, podem indicar uma distribuição aleatória, onde os indivíduos estão distribuídos de forma aleatória, sem um padrão específico. Este tipo de distribuição pode ocorrer quando os fatores ambientais não influenciam a posição dos indivíduos ou quando a dispersão de sementes é aleatória (Cox, et al. 2019). Por outro lado, os valores encontrados na população do sub-bosque de *Pinus* ssp. Sugerem uma distribuição uniforme. Neste padrão, os indivíduos estão uniformemente espaçados ao longo de uma área. Isso pode ocorrer quando há competição por recursos, como luz solar, água e nutrientes. Cada indivíduo mantém uma certa distância dos outros para evitar a competição direta (Brown e Lomolino, 2006).

Figura 2: Distribuição de classes para as distâncias médias de cada uma das árvores na área aberta (sub-bosque de *Jacaranda cuspidifolia*). ANAT.



SIMÉTRICA E MESOCÚRTICA

Figura 3: Distribuição de classes para as distâncias médias de cada uma das árvores na área de *Pinus* (sub-bosque de *Pinus* ssp.). SUBP.



ASSIMÉTRICA POSITIVA E PLATICÚRTICA

7 CONCLUSÃO

A ocorrência de regenerantes de *Curatella americana* foi maior no sub-bosque de *Pinus* spp. (SUBP). No entanto, o melhor desempenho em crescimento e frutificação é no local do plantio de várias espécies arbóreas nativas, na qual se sobressaiu apenas a *Jacaranda cuspidifolia* (ANAT), do que no sub-bosque de *Pinus* spp. (SUBP). Dessa forma, as duas áreas favorecem a regeneração natural da *C. americana* em solo degradado no Cerrado, embora apresentem estratégias diferentes.

O comportamento da população de *C. americana* na área aberta (ANAT) assemelha-se ao de uma população natural (simétrica e mesocúrtica), enquanto que no sub-bosque de *Pinus* spp. (SUBP) a de uma população com perturbação ou fragmentada (assimétrica positiva e platicúrtica).

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; NASCIMENTO, V.; SOUZA, Z. M. Recuperação em área de empréstimo usada para construção de usina hidrelétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p.887–893, 2012.

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; SUZUKI, L. E. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 617-625, 2007.

BROWN, James H.; LOMOLINO, Mark V.; **Biogeografia**. 2 ed. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 2006.

CALGARO H.F.; CAMBUIM, J.; SILVA, A.M.; NUNES, A.C.M.; BUZETTI, S.; MORAES, M.A.; MORAES M.L.T. Distribuição natural de espécies arbóreas e avaliação dos caracteres silviculturais para fins de integrar programa de conservação genética *in situ*. **Cultura Agrônômica**, v.24, n.4, p. 301–320, 2015.

CALGARO, H. F.; VALÉRIO FILHO, W. V.; MALTONI, K. L.; AQUINO, A. M. S. S.; CASSIOLATO, R. Adubação química e orgânica na recuperação da fertilidade de subsolo degradado e na micorrização do *Stryphnodendron polyphyllum*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1337-1347, 2008.

CESP, Companhia Energética de São Paulo. Disponível em: <http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/Empresa_Usinallha?OpenDocument> Governo do Estado de São Paulo, 2009. Acesso em: 23 dez. 2023.

DAJOZ, Roger; **Princípios de ecologia**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

COX, C. Barry; MOORE Peter D.; LADLE, Richard J.; **Biogeografia: uma abordagem ecológica e evolucionária**. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

FOX, Gordon A.; GUREVITCH, Jessica; SCHEINER, Samuel M.; **Ecologia vegetal**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HARPER, John L.; TOWNSEND, Colin R.; BEGON, Michael; **Fundamentos em ecologia**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FOLDATS, E.; RUTKIS, E. Ecological studies of chaparro (*Curatella americana* L.) and manteco (*Byrsonima crassifolia* H.B.K) in Venezuela. *Journal of Biogeography*, 2: 159-178, 1975.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Krimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 390p.

MUNIZ, F.H. *Curatella* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB7337>>. Acesso em: 05 jan. 2024

PEREIRA, M.G. **Variabilidade genética em populações de *Jacaranda cuspidifolia* (Mart): uso da seleção natural na recuperação de áreas degradadas**. Dissertação (Mestrado em Genética) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu, São Paulo. p.90. 2023.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 353p., 2018.

SILVA, A.M.; AGUIAR, A.V.; MORAES, M.L.T.; ALVES, M.C.; BUZETTI, S. . Recuperação de áreas degradadas com a utilização de diferentes espécies e variedades de *Pinus*. **Cultura Agronômica**, v. 11, n.1, p. 1-11, 2002.

SPIEGEL, Murray R.; **Estatística**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

RESENDE, M.D.V. **Software SELEGEN-REML/BLUP**: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo PR: Embrapa Florestas, 2007.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.73-80, 2007.

ROSA, Jonathan Galdi. Regeneração natural de cerrado após a retirada de plantações de *Pinus elliottii*. 2016. 36 p. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado e licenciatura - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, **Instituto de Biociências** (Campus de Rio Claro), 2016.

SHIMIZU, Jarbas Yukio. *Pínus na Silvicultura Brasileira*. Colombo/PR: **Embrapa Florestas**, 2008. 223 p. ISBN 978-85-89281-26-3.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/#!/instituicao/historico>>. Governo do Estado de São Paulo, 2017. Data de acesso: 23 de dez. 2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Área de Hidráulica e Irrigação. **Canal Clima**. 2021. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br>. Data de acesso: 23 dez. de 2023.

ANEXO A: Valores em ordem crescente entre matriz amostrada e indivíduo mais próximo na área aberta, para o caractere distância.

ARV	DIST				
1	22,7	17	19,5	35	21,3
2	17,6	18	18,8	36	23,8
3	19,1	19	18,7	37	27,4
4	20,3	20	18,8	38	26,6
5	20,7	21	17,7	39	26,2
6	18,7	22	16,5	40	27,2
7	20,0	23	16,6	41	26,8
8	15,8	24	15,8	42	26,1
9	18,6	25	15,7	43	24,5
10	21,4	26	15,9	44	27,8
11	25,8	27	15,6	45	22,9
12	27,9	28	15,5	46	21,2
13	28,5	29	15,5	47	23,5
14	31,4	30	15,9	48	23,6
15	23,3	31	16,5	49	26,3
16	19,5	32	16,9	50	32,3
		33	19,1	51	34,4
		34	21,1		

Anexo B: Valores em ordem crescente entre matriz amostrada e indivíduo mais próximo no sub-bosque de pinus.

ARV	DIS				
		41	32,9	84	26,3
		42	30,8	85	27,1
		43	30,5	86	25,9
		44	28,8	87	25,9
		45	26,6	88	24
		46	26,6	89	23,7
		47	26,0	90	24,5
		48	26,9	91	25,6
		49	26,6	92	26,1
		50	25,5	93	26,5
		51	24,8	94	28
		52	25	95	27,8
		53	25	96	29,3
		54	25,7	97	30
		55	26,5	98	28,9
		56	25,9	99	29,0
		57	26,1	100	31,7
		58	26,7	101	32,3
		59	28,5	102	33,5
		60	30,3	103	33,6
		61	30,4	104	32,9
		62	31,6	105	32
		63	30,5	106	31,9
		64	30,9	107	32,0
		65	31,7	108	33,4
		66	32,0	109	30,4
		67	31,1	110	28,4
		68	36,2	111	29,3
		69	37,5	112	28,2
		70	38	113	29,1
		71	37,5	114	28,6
		72	38,3	115	28
		73	37,6	116	27,2
		74	34,3	117	26
		75	34	118	26,9
		76	32,5	119	25,4
		77	33	120	24,5
		78	33,1	121	25,0
		79	30,3	122	25,2
		80	30,1	123	24,9
		81	31,7	124	25
		82	28,3	125	26,6
		83	27,8	126	26,7
1	39,7				
2	38,9				
3	36,7				
4	39,0				
5	39,8				
6	37,5				
7	35,8				
8	36				
9	35,5				
10	34,1				
11	31,5				
12	31				
13	30,4				
14	30,4				
15	29				
16	29,5				
17	25,8				
18	26,7				
19	30				
20	32,0				
21	33,8				
22	35,7				
23	34				
24	36,6				
25	36,3				
26	37,9				
27	37,0				
28	39,5				
29	36,9				
30	38				
31	38,5				
32	39,2				
33	39				
34	31,1				
35	30,1				
36	29,8				
37	33,7				
38	34				
39	33,4				
40	35,3				

127	26,8
128	26,6
129	29,8
130	28,4
131	28,1
132	26,2
133	26,6
134	25,7
135	26,3
136	24,7
137	24
138	26,2
139	27,6
140	26,6
141	28,0
142	28,8
143	27,3
144	27,1
145	28,4
146	29,1
147	27,6
148	30,5
149	36,8
150	36,3
151	38,7
152	37,9
153	37
154	38,4
155	39
156	38,8
157	39,5
158	37,9
159	37,6
160	39,6
161	39,9
162	39,7
163	39,7

Anexo C: Distribuição por classes para matrizes amostradas na área aberta, dados para o caractere distância, onde LI: limite inferior, IC: intervalo de classes, LS: limite superior e F: frequência.

CLASSES	LI	IC	LS	F
1	15,5	2,451112119	18,0	14
2	18,0	2,451112119	20,4	11
3	20,4	2,451112119	22,9	7
4	22,9	2,451112119	25,3	5
5	25,3	2,451112119	27,8	9
6	27,8	2,451112119	30,2	2
7	30,2	2,451112119	32,7	2
8	32,7	2,451112119	35,1	1

Anexo D: Distribuição por classes para matrizes amostradas na área de *Pinus*, dados para o caractere distância, onde LI: limite inferior, IC: intervalo de classes, LS: limite superior e F: frequência.

CLASSES	LI	IC	LS	F
1	23,7	2,371476463	26,0646	23
2	26,1	2,371476463	28,4360	37
3	28,4	2,371476463	30,8075	29
4	30,8	2,371476463	33,1790	21
5	33,2	2,371476463	35,5505	13
6	35,6	2,371476463	37,9219	19
7	37,9	2,371476463	40,2934	21