



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO BACHARELADO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS**

PATRÍCIA DANIELE DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DE EXÓTICA INVASORA *ARISTIDA
ADSCENSIONIS* L. (POACEAE) NA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA
DE UMA ÁREA DE RECUPERAÇÃO ECOLÓGICA NA
CAATINGA**

PETROLINA

2022

PATRÍCIA DANIELE DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DE EXÓTICA INVASORA *ARISTIDA
ADSCENSIONIS* L. (POACEAE) NA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA
DE UMA ÁREA DE RECUPERAÇÃO ECOLÓGICA NA
CAATINGA**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Renato Garcia Rodrigues

Coorientadora: Ma. Raphaela Aguiar de Castro

PETROLINA

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO - UNIVASF

Gabinete da Reitoria

Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI)

Av. José de Sá Maniçoba, s/n, Campus Universitário – Centro CEP 56304-917
Caixa Postal 252, Petrolina-PE, Fone: (87) 2101- 6760, biblioteca@univasf.edu.br

S729a Souza, Patrícia Daniele de
Avaliação de exótica invasora *Aristida adscensionis* L. na riqueza e abundância de uma área de recuperação ecológica na Caatinga / Patrícia Daniele de Souza. – Petrolina-PE, 2022.
xiv, 49f.: il.; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2022.

Orientador: Prof.º Dr.º Renato Garcia Rodrigues.

Inclui referências.

1. Plantas - Identificação. 2. Sucessão ecológica. 3. Plantas invasoras. 4. Degradação ambiental. I. Título. II. Rodrigues, Renato Garcia. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 581.12

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF.
Bibliotecária: Andressa Laís Machado de Matos CRB – 4/2240.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

FOLHA DE APROVAÇÃO

PATRÍCIA DANIELE DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DE EXÓTICA INVASORA *ARISTIDA
ADSCENSIONIS* L. (POACEAE) NA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA
DE UMA ÁREA DE RECUPERAÇÃO ECOLÓGICA NA
CAATINGA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: 30 de agosto de 2022.

Banca Examinadora



Renato Garcia Rodrigues (Sep 6, 2022 13:29 ADT)

(Prof. Dr. Renato Garcia Rodrigues, UNIVASF).



Matheus da Silva Asth (Sep 6, 2022 13:40 ADT)

(MSc. Matheus da Silva Asth, NEMA - UNIVASF).



Fábio Socolowski (Sep 8, 2022 17:39 ADT)

(Dr. Fábio Socolowski, NEMA - UNIVASF).

AGRADECIMENTOS

À Deus pela oportunidade concedida.

À minha família por todo apoio e amor ao longo dessa jornada principalmente aos meus pais, Vera e Roberto, por sempre acreditarem nos meus sonhos.

À minha tia, Lucimar, que despertou em mim o amor por Biologia. Obrigada por ser um exemplo incrível e por sempre me incentivar e aconselhar.

À Rafaela e Dayse, por todo consolo e distração nos momentos difíceis. Obrigada por proporcionarem momentos alegres e por sempre falar: Vai dar certo! Não sei como teria sido sem o apoio de vocês.... Eternamente grata por todo amor e carinho!

À todos os meus amigos que ganhei ao longo da graduação, obrigada por todo carinho, todas as risadas e o companheirismo que recebi de cada um de vocês. Em especial Kedma, Ana Luiza e Julia Mariah, vocês tornaram meus dias no curso muito mais leves. Obrigada por cada risada, por cada ensinamento e pelo companheirismo.

À Leticia, que tem sido minha companheira diária nesses últimos anos. Nunca imaginei que pudesse encontrar alguém tão especial e única no meu estágio, mas a vida me surpreendeu e me agraciou com uma parceira e amiga incrível. Obrigada por tudo que você vem me ensinando, pela paciência, por escutar todas as minhas conversas, por me passar segurança e estar sempre presente quando eu preciso. Obrigada por tudo! E que estejamos juntas na próxima fase das nossas vidas!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Renato Garcia Rodrigues pela oportunidade de trabalhar no NEMA. Obrigada pelas orientações e por todo aprendizado compartilhado.

À minha Coorientadora MSc. Raphaela Aguiar de Castro por ter me dado uma oportunidade em um momento em que eu me encontrava perdida no curso. Agradeço por ter me direcionado para uma área da biologia que nunca pensei em trabalhar, mas que me identifiquei assim que vi todo o seu empenho e dedicação no projeto. Obrigada pela confiança, pela paciência, pelos conhecimentos compartilhados e por acreditar em mim.

À equipe do NEMA, a Luany e Nilzado que fizeram parte desse processo e contribuíram para o desenvolvimento do estágio. Obrigada pelo apoio e pelo profissionalismo.

“Nothing in life is to be feared, it is only to be understood. Now is the time to understand more, so that we may fear less.” – Marie Curie

RESUMO

As atividades agrícolas e o extrativismo estão entre as principais causas de degradação do ambiente. Hoje a maior parte da Caatinga encontra-se em um nível avançado de degradação, visto que, a maior fonte de renda no semiárido é agropecuária. Devido a essa situação, tornou-se comum na paisagem a presença de espécies exóticas invasoras, principalmente do extrato herbáceo. A invasão de gramíneas africanas na Caatinga acarreta em alterações das estruturas das comunidades das espécies nativas, dentre estas espécies tem a *Aristida adscensionis* L. que é uma das espécies herbáceas exóticas usualmente encontradas nessas áreas que sofreram algum tipo de perturbação, podendo ser indicadora de áreas degradadas. Diante desse cenário viu-se a necessidade da aplicação de técnicas para recuperação de áreas degradadas (RAD) para amenizar os impactos antrópicos e restabelecer as populações nativas. Um dos métodos que pode ser utilizado para a recuperação é a transposição do solo, que consiste na retirada do solo de uma área conservada situada nas redondezas do local a ser recuperado. Através dessa técnica, a localidade a ser regenerada receberá junto com o solo, o banco de sementes, a serrapilheira, e a micro e mesofauna aumentando as chances de que a intervenção promova uma sucessão ecológica semelhante à da área conservada. Neste trabalho, analisou-se a influência da espécie *A. adscensionis* na riqueza e abundância das populações de espécies herbáceas nativas situadas em uma área de recuperação ecológica de 1 hectare, por meio da técnica de transposição do solo pelo método da transposição, ao longo do tempo. Para a avaliação foram utilizados três tratamentos, sendo eles: regeneração natural; 15% de cobertura com o solo de transposição e 30% de cobertura de transposição do solo. Os dados foram coletados com uma amostragem de 1m² por cada parcela dos tratamentos, totalizando em 15 parcelas avaliadas. Com os dados coletados em 19 avaliações durante 3 anos de experimento, foi realizado a correlação de Pearson no software R Development Core Team (2013), com 5% de significância, para cada tipo de tratamento avaliando a riqueza e densidade da *A. adscensionis* e das espécies nativas e para avaliação do comportamento da *A. adscensionis* ao longo do tempo nos tratamentos de transposição foi realizado o teste estatístico GLM com dois fatores (tipo de transposição e tempo). Os

resultados obtidos foram que nos tratamentos de regeneração natural e 15% de cobertura a abundância de *A. adscensionis* não interfere na riqueza e abundância das espécies nativas presentes na área. Pelos resultados é possível observar uma correlação positiva, no tratamento de 30% visto que o condicionamento do solo favoreceu o aumento das espécies nativas. Com relação aos tratamentos de transposição de solo, observou-se uma dispersão nas variações da riqueza e abundância das nativas, com ou sem a presença da invasora na parcela. A análise ao longo do tempo não constatou diferenças entre os tratamentos de transposição ($p = 0,05$) e os tratamentos demonstraram uma interação não significativa ($p = 0,99$). Desse modo, os resultados sugerem que o tratamento de transposição de solo favorece o aumento da abundância de *A. adscensionis*, bem como das espécies nativas, mas que a invasora, inicialmente, ainda não apresenta efeito negativo na população nativa.

Palavras – Chave: Invasão Biológica, Nucleação, Regeneração ambiental, Semiárido.

ABSTRACT

Agricultural activities and extractivism are among the main causes of environmental degradation. Today most of the Caatinga is in an advanced level of degradation, since the largest source of income in the semiarid is agriculture. Due to this situation, the presence of invasive exotic species has become common in the landscape, mainly from the herbaceous extract. The invasion of African grasses in the Caatinga leads to changes in the structures of the communities of native species, among these species there is *Aristida adscensionis* L. which is one of the exotic herbaceous species usually found in these areas that have suffered some type of disturbance, and may indicate areas degraded. In view of this scenario, there was a need to apply techniques for the recovery of degraded areas (RAD) to mitigate human impacts and restore native populations. One of the methods that can be used for recovery is soil transposition, which consists of removing soil from a conserved area located in the vicinity of the site to be recovered. Through this technique, the location to be regenerated will receive, along with the soil, the seed bank, the litter, and the micro and mesofauna, increasing the chances that the intervention promotes an ecological succession similar to that of the conserved area. In this work, we analyzed the influence of the species *A. adscensionis* on the richness and abundance of populations of native herbaceous species located in an ecological recovery area of 1 hectare, through the technique of soil transposition by the transposition method, along the time. For the evaluation, three treatments were used, namely: natural regeneration; 15% cover with transposition soil and 30% cover with transposition soil. Data were collected with a sampling of 1m² for each plot of treatments, totaling 15 plots evaluated. With the data collected in 19 evaluations during three years of experiment, Pearson's correlation was performed in the software R Development Core Team (2013), with 5% of significance, for each type of treatment, evaluating the richness and density of *A. adscensionis* and of native species and to evaluate the behavior of *A. adscensionis* over time in the transposition treatments, the GLM statistical test was performed with two factors (type of transposition and time). The results obtained were that in the treatments of natural regeneration and 15% coverage, the abundance of *A. adscensionis* does not interfere with the richness and abundance of native

species present in the area. From the results, it is possible to observe a positive correlation, in the treatment of 30%, since the conditioning of the soil favored the increase of native species. Regarding the soil transposition treatments, a dispersion was observed in the variations of native richness and abundance, with or without the presence of the weed in the plot. Analysis over time found no differences between the transposition treatments ($p = 0.05$) and the treatments showed a non-significant interaction ($p = 0.99$). Thus, the results suggest that the soil transposition treatment favors the increase of the abundance of *A. adscensionis*, as well as of the native species, but that the invasive, initially, still does not have a negative effect on the native population.

Keywords: Biological Invasion, Nucleation, Environmental regeneration, Semi-arid.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema das técnicas de transposição de solo	26
Figura 2 -	Imagem aérea da delineamento experimental	28
Figura 2 -	Representação gráfica das subparcelas	29
Figura 3 -	Representação gráfica da riqueza e abundância das herbáceas	31
Figura 4 -	Representação gráfica do comportamento da <i>A. adscensionis</i>	33
Figura 5 -	Representação gráfica da abundância total das espécies herbáceas	34

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 -	Correlação da riqueza e abundância de espécies nativas na presença da exótica invasora <i>Aristida adscensionis</i>	30
Tabela 2 -	Comportamento da <i>A. adscensionis</i> ao longo do tempo em relação aos tratamentos de transposição de solo	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 IMPACTOS DA DEGRADAÇÃO NA CAATINGA.....	17
2.2 SUCESSÃO ECOLÓGICA.....	21
2.3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	22
3 OBJETIVOS.....	25
3.1. GERAL.....	25
3.2. ESPECÍFICOS.....	26
4 METODOLOGIA	26
4.1 ÁREA DE ESTUDO	26
4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	26
4.3. COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Com biodiversidade e flora únicas, a Caatinga possui comunidades vegetais compostas por plantas lenhosas e herbáceas, frequentemente caducifólias, cactáceas e bromeliáceas, sendo 180 espécies endêmicas (DRUMOND *et al.*, 2000; SIQUEIRA FILHO, 2012). As atividades agropecuárias e o extrativismo vegetal, comuns na região semiárida, em conjunto das características climáticas dessa região, como o déficit hídrico, resultaram na redução da diversidade de espécies, redução da cobertura vegetal, alterações estruturais no ecossistema Caatinga e no avanço da desertificação do ambiente (DRUMOND *et al.*, 2000; ALVES *et al.*, 2009).

Ambientes degradados tem suas funções ecológicas perdidas, nesse momento pode ocorrer o surgimento de espécies exóticas invasoras que preenchem os espaços alterados. A contaminação biológica pode acontecer, por influência humana, intencional ou acidental (FABRICANTE *et al.*, 2012). Uma espécie invasora é caracterizada quando um organismo supera diversas barreiras bióticas e abióticas e consegue se estabelecer e proliferar em um ecossistema diferente do seu de origem (RICHARDSON *et al.*, 2000). Locais onde o solo não apresenta uma cobertura vegetal, a presença dessas espécies pode alterar a estrutura e a composição vegetal da área, interferindo no processo de sucessão ecológica e na dinâmica populacional, acarretando na diminuição da diversidade local (OLDEN & POFF, 2003; SILVA *et al.*, 2012). No geral, as espécies invasoras são plantas com uma alta taxa de germinação e dispersão (VILÁ *et al.*, 2011). Esse comportamento agressivo pode ser influenciado pelas características edafoclimáticas da região, gerando uma variação no nível de impacto que uma mesma planta invasora pode ocasionar em duas áreas distintas (VILÁ *et al.*, 2011).

A maior parte das pesquisas são voltadas para a identificação das características que permitam a caracterização de uma planta como invasora (PYSYK *et al.*, 2011), porém, muitas vezes esses dados não estão alinhados com os impactos e as consequências que uma planta exótica invasora pode acarretar em uma área de recuperação ecológica (VILÁ *et al.*, 2011). Variação genética de plantas nativas por hibridização, ruptura das redes mutualistas como

a polinização e dispersão, mudança no *habitat* e no solo, e na estrutura e interação ecossistêmica da área invadida também são problemas associados a interação de plantas exóticas invasoras e com as plantas nativas de um determinado ecossistema (VILÀ *et al.*, 2000; TRAVESET & RICHARDSON, 2014; TRAVESET & RICHARDSON, 2020).

Dentre as plantas classificadas como exóticas invasoras, temos a Poaceae *Aristida adscensionis* L. que é uma herbácea com distribuição na maior parte da região norte e nordeste do Brasil, principalmente nos ecossistemas Caatinga e Cerrado (FABRICANTE, 2013). A *A. adscensionis* afeta a resiliência das áreas invadidas devido ao seu potencial alelopático que em concentrações altas afetando a germinação e o desenvolvimento de outras espécies, quando presente no início da sucessão ecológica resulta na alteração da dinâmica populacional e na estrutura e composição vegetal da área (SILVA *et al.*, 2012; ARAUJO & FABRICANTE, 2020).

Decorrente as características da poaceae *A. adscensionis*, que foi registrada na área de estudo e seu comportamento de invasor, viu-se a necessidade de avaliar sua influência na estrutura da comunidade durante esse primeiro momento da sucessão ecológica e recuperação da área. Ressaltando a importância de avaliar e ter resultados referente a capacidade competitiva entre a herbácea exótica invasora e as herbáceas nativas presentes nessas áreas de recuperação ecológica (ARAÚJO *et al.*, 2021).

Nos casos de ambientes com alto nível de degradação, que não possuem viabilidade de regeneração natural e necessitam de intervenção humana, a sucessão natural pode ser induzida pelas técnicas de recuperação de áreas degradadas (RAD). Várias técnicas podem ser aplicadas na RAD como, por exemplo, a semeadura direta, plantio de mudas e sementes e transposição de solo (RODRIGUES *et al.*, 2020). A transposição do solo consiste na retirada da camada superficial do solo de uma área de referência do ecossistema estudado ou de um fragmento preservado próximo ao local degradado que, junto da camada de serapilheira, é transposto para a área degradada (REIS *et al.*, 2014). A transposição do banco de sementes e rebrotas presentes nas camadas superficiais das áreas florestais preservadas recobre a área descampada. A emergência das sementes contidas no banco, em conjunto com o material

transposto, realiza o condicionamento do solo (CALEGARI *et al.*, 2013; SOUSA *et al.*, 2020). Assim, há o estímulo à regeneração natural e auxílio da recuperação das qualidades físicas e químicas do solo.

Em decorrência da necessidade de avaliar invasoras em áreas em recuperação, as hipóteses desse trabalho são: I) A presença da *A. adscensionis* irá influenciar negativamente na riqueza e abundância das espécies herbáceas nativas; II) A abundância da *A. adscensionis* será maior nas parcelas sem ou com menor porcentagem de cobertura do solo com transposição; e III) Ocorrerá uma redução da emergência da *A. adscensionis*, ao longo do tempo devido ao tratamento de transposição do solo que irá favorecer o estabelecimento das herbáceas nativas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPACTOS DA DEGRADAÇÃO NA CAATINGA

A Caatinga abrange todos os Estados da região Nordeste e o norte do Estado de Minas Gerais (ANDRADE *et al.*, 2005) e é caracterizada por uma vegetação que possui uma alta capacidade adaptativa, elevado grau de endemismo, diferentes índices de pluviosidade e formação geológica que constituem diferentes nichos ecológico (OLIVEIRA *et al.*, 2018). As Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (SDTF) (PENNINGTON *et al.*, 2009), são caracterizadas por ecossistemas complexos e com fitossociologias distintas, determinadas pelos processos ecológicos em que estão inseridas e com espécies adaptadas a escassez da água (ANDRADE *et al.*, 2011; MORO *et al.*, 2016). Por conter 20% de uma flora endêmica do Brasil, composta por espécies nativas das famílias Euphorbiaceae, Cactaceae e Bromeliaceae (GIULIETTI *et al.*, 2004) do qual Pennington *et al.*, (2009) propôs a defini-la como uma metacomunidade.

As espécies endêmicas da Caatinga estão vulneráveis a uma redução significativa na sua taxa de reprodução e na população de indivíduos (FONSECA *et al.*, 2018). No total existem 350 espécies de plantas ameaçadas de extinção, sendo 154 consideradas altamente endêmicas, em áreas que foram indicadas como prioritárias para a conservação em diferentes regiões, como por exemplo a Chapada Diamantina, Bahia e Pernambuco (FONSECA *et al.*, 2018), esses dados ressaltam a importância da criação de unidades de conservação e

a prática de métodos de recuperação adaptados para cada *habitat* (JESUS *et al.*, 2019).

A Caatinga também é caracterizada como um neoeossistema, devido a sua capacidade de formar comunidades vegetais diferente dos sistemas naturais originais (ALBUQUERQUE & MELO, 2018). Essa capacidade, além de ressaltar a resiliência do ecossistema, mostra o quão delicado é a biodiversidade e quão grave é a degradação dessas regiões (VOGT *et al.*, 2018). Pois, as ações antrópicas geram variações de dissimilaridade e funcionamento do ecossistema original, esse fator atrelado a informação que a maior parte da fauna da Caatinga são importantes dispersores de plantas endêmicas, certifica o quão grave é a degradação desse ecossistema único (ALBUQUERQUE & MELO, 2018).

Dessa forma, a degradação causa uma preocupação crescente para os ambientalistas, que estabelecem a necessidade da aplicação de projetos de recuperação. De acordo com o decreto federal 97.632/89 (BRASIL, 1989), a degradação ambiental caracteriza atos que agredem o meio ambiente ocasionando a redução das propriedades qualitativas e produtivas dos recursos naturais (SILVA *et al.*, 2018). As atividades antrópicas afetam o ecossistema Caatinga agressivamente, pode-se citar grandes obras como projetos de transposição de Bacias Hidrográficas (SILVA, 2014), a construção de barragens (SANTOS *et al.*, 2022), a construção civil (FLORÊNCIO *et al.*, 2021) e a construção de rodovias e estradas (SANTOS & TABARELLI, 2002) como contribuintes da fragmentação das áreas conservadas. Assim como a criação de mamíferos de médio e grande porte de forma extensionista, causando pisoteio e a utilização de vegetação nativa na alimentação desses animais (COSTA *et al.*, 2008). Os incêndios florestais (NOGUEIRA, 2017) e as atividades agrícolas manejadas de forma errônea podem resultar na redução da cobertura vegetal, aumento da compactação e salinização do solo e alteração da composição, riqueza e diversidade das plantas (MARINHO *et al.*, 2016; TAVARES *et al.*, 2016). Bem como, erosões hídricas e redução significativa de nutrientes no solo (ARAÚJO *et al.*, 2016).

A degradação do solo interfere diretamente na redução da diversidade, densidade e na cobertura vegetal do local, ocasionando uma

dissimilaridade da fitofisionomia dos ambientes degradados quando comparado com as regiões conservadas (COSTA *et al.*, 2009). Esse desequilíbrio ecossistêmico pode acarretar na dominância de somente uma espécie na área antropizada, podendo ser uma planta nativa ou exótica, resultando na redução da diversidade local e em uma mudança na estrutura ecológica da área (SANTOS *et al.*, 2009).

2.1.2 PLANTAS EXÓTICAS INVASORAS

A definição de planta exótica é atribuída a uma espécie que é introduzida em bioma diferente do seu *habitat* por ações antropicas, de forma intencional ou acidental (RICHARDSON *et al.*, 2000). Essas espécies comumente não possuem predadores naturais nesses novos locais e podem causar uma desestruturação da biodiversidade local (LINDERS *et al.* 2019). Porém, não são todas as plantas exóticas que serão propensas a formação de uma população invasora (ZENNI, 2015). Para que uma invasão biológica ocorra de fato, é necessário que uma espécie exótica consiga se introduzir na região com sucesso e reproduzir, formando uma população estável e de modo autossustentável em uma determinada região, e a partir disso, dispersar recobrando as áreas do entorno (ALMEIDA *et al.*, 2014; DAWSON *et al.*, 2009). Desse modo, podemos correlacionar que a maioria dos casos de invasões biológicas é resultado de uma ação antrópica contínua e deliberada da introdução de plantas cosmopolitas (ALMEIDA *et al.*, 2014; BLACKBURN *et al.*, 2011).

A presença de espécies de plantas invasoras pode interferir diretamente no êxito da sucessão inicial em uma área degradada, pois, pode influenciar na redução de riqueza de espécies nativas, alterar a estrutura da comunidade, dificultar o estabelecimento de uma determinada espécie e alterar a disponibilidade de nutrientes no solo (CORDEIRO, 2017). Algumas espécies exóticas produzem substâncias aleloquímicas que, dependendo da concentração do aleloquímico liberada no solo, pode afetar negativamente o desenvolvimento de outras espécies, um exemplo conhecido são as Poaceae do gênero *Urochloa* (SOUZA FILHO *et al.*, 2005). Outra condição negativa que pode ser atribuída as gramíneas, é o grande volume da fitomassa produzida por elas

que tem potencial de barreira física, impossibilitando o estabelecimento de propágulos de espécies nativas e delimitam o crescimento de novas mudas (CALEGARI et al., 2013). A presença de espécies exóticas é considerada um fator importante para determinar o sucesso da regeneração em áreas degradadas, juntamente com a intensidade do manejo que foi realizado no solo (CRUZ et al., 2009).

A presença de plantas exóticas é uma realidade em uma grande parte da flora brasileira, tanto em áreas conservadas como em regiões perturbadas (ARAÚJO et al., 2021). Na região do Nordeste, onde o ecossistema predominante é a Caatinga, é recorrente encontrar plantas da família das gramíneas (Poaceae), nativas e exóticas, pois, trata-se de plantas que se adaptam com facilidade a climas quentes, desse modo, o clima do cerrado e da caatinga torna favorável o estabelecimento dessas plantas (FABRICANTE, 2013).

Dentre essas gramíneas temos a *Aristida adscensionis* L., uma Poaceae de origem africana que consegue se estabelecer em diversos solos, com característica de estenotérmica e eurihídrica, com inflorescência do tipo panícula que florescem durante todo o ano (FABRICANTE, 2013).

Apresenta potencial alelopático que interfere no desenvolvimento de outras espécies, atuando como uma exótica invasora, decorrente a sua fisiologia, essa espécie consegue resistir durante os períodos secos e mantém um alto percentual na cobertura vegetal do solo quando comparado com outras herbáceas nativas e exóticas (FABRICANTE, 2013).

A *A. adscensionis* é vista como uma opção para a alimentação de animais no sistema de pastejo, no estudo de Parente, et al. (2013) demonstraram que a exótica não apresentou uma redução na sua frequência quando relacionado ao pastejo caprino na área estudada.

Em outros estudos a *A. adscensionis* também demonstrou que consegue se desenvolver em culturas agrícolas que utilizam das técnicas de manejo como as capinas e o fogo para controle de herbáceas, evidenciando sua capacidade de adaptação (AGUIAR et al., 2019). Como por exemplo, em áreas de mineralização, pois, essa herbácea apresenta a capacidade de tolerar alguns

metais pesados presente nos solos das minas, o que permite seu estabelecimento (AHMAD *et al.*, 2022).

Ahmad *et al.* (2022) afirmou que essa espécie pode ser utilizada como um bioindicador de zona de mineração de cromita uma vez que nessas regiões de mineralização ocorre a dominância de poucas famílias botânicas e cada indicador dessas regiões são diferentes devido as propriedades físico-química do solo. Devido às características agressivas dessa espécie exótica invasora, é necessário o monitoramento e manejo dessas espécies nos primeiros períodos da restauração para aumentar as chances de sucesso da sucessão ecológica (SOUSA *et al.*, 2017).

2.2 SUCESSÃO ECOLÓGICA

O termo “sucessão ecológica” refere-se as alterações que ocorrem na composição das espécies que influenciam os processos ecológicos de uma determinada comunidade no decorrer do tempo (URBAN *et al.*, 2021). A sucessão resulta em mudanças nas relações de competição e coexistência, do fluxo gênico e em modificações das propriedades físicas e químicas daquele *habitat*, sendo então, um processo complexo (ODUM, 1997; URBAN *et al.*, 2021).

Os estágios sucessionais possuem um desenvolvimento único em cada comunidade, pois, a sucessão depende da integridade daquele sistema ecológico (REIS *et al.*, 2014). O termo sucessão primária, refere-se às primeiras plantas que se estabelecem e se adaptam ao ambiente. Na Caatinga, são geralmente plantas herbáceas com altas taxas de dispersão e de crescimento rápido, sua presença nesse primeiro momento auxilia na retenção de água no solo, permitindo ao longo do tempo a germinação do banco de semente (SANTANA & SOUTO, 2006). A sucessão secundária classifica a fase seguinte da colonização em que, de modo gradativo e competitivo, as espécies vegetais iniciais são substituídas por plantas de crescimento mais lento, favorecendo a riqueza e abundância de espécies (CHAZDON, 2012; ALVES *et al.*, 2018). Em resumo, a sucessão ecológica é um processo de certo modo direcional, que, direcionado pelas as alterações ambientais ocorridas naquela área, resultará no desenvolvimento, e estabelecimento do ecossistema, conseqüentemente no clímax daquela comunidade (SILVA & CAVASSAN, 2011).

A sucessão pode acontecer naturalmente, de modo espontâneo e gradual nas comunidades, influenciada pelas interações que acontecem no *habitat* (SILVA *et al.*, 2012) ou por intermédio antrópico. Neste caso, os processos da dinâmica sucessional costumam apresentar resultados positivos na taxa de sobrevivência das plantas pioneiras, podendo tornar a estrutura da comunidade vegetal mais diversa (GOMEZ-APARICIO *et al.*, 2004). A sucessão natural é influenciada diretamente por diversos processos biológicos, como fatores climáticos, disponibilidade hídrica e de nutrientes, condições físicas do solo, presença ou ausência de banco de sementes e o entorno da localidade (COSTA, 2018).

A degradação do ecossistema, muitas das vezes, incapacita a resiliência dos ambientes, de modo que, a sucessão ecológica natural não consegue reverter os danos gerados, ou, demora um período maior para alcançar a sucessão secundária (JUNIOR *et al.*, 2016). O restabelecimento da resiliência de um ecossistema como o da Caatinga é lento, sendo necessária a implantação de projetos de restauração para auxiliar a regeneração das estruturas abióticas e bióticas a uma condição intermediária da sucessão natural (SOUSA *et al.*, 2013).

2.3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A restauração ecológica tem o intuito de promover ações que resultem no restabelecimento estrutural de um ecossistema e no aumento da biodiversidade local (HOBBS, 1998; OLIVEIRA, 2011). No Brasil a primeira menção genérica na lei sobre recuperação ecológica está presente na Lei nº 4 771, de 1965 e em 1988 ocorreu a primeira referência sobre o meio ambiente na Constituição Federal no Art. 225, que prevê que todos têm direito a um ambiente ecológico equilibrado e que é do Poder Público e à coletividade o dever de defender e preservá-lo para as próximas gerações (BRASIL, 1988; ARAÚJO *et al.*, 2018).

Em 1998, entrou em vigor a Lei nº 9.605, que estabelece a recuperação de áreas degradadas como uma das penalidades a ser empregada em casos de crimes ambientais (BRASIL, 1998; RODRIGUES *et al.*, 2020) sendo o Estado de São Paulo o pioneiro na criação de regras e técnicas específicas para a restauração visando os diferentes biomas encontrados no

Brasil, resultando na criação da Resolução nº 21, da Secretaria do Meio Ambiente (Resolução SMA 21, 2001; DURINGAN *et al.*, 2010). Com base nisso, hoje em todas as áreas onde serão implantadas técnicas de restauração, sabe-se a necessidade da realização de um estudo de caso antes da aplicação de qualquer método para garantir a melhor funcionalidade do processo natural de sucessão ecológica (DUARTE & BUENO, 2006).

A restauração de um fragmento perturbado pode ocorrer de forma natural ou induzida, uma vez que, o processo de sucessão ecológica é dinâmico (REIS *et al.*, 2014). A mediação antrópica se faz necessária quando a exploração dos recursos naturais ocasiona um desequilíbrio ecossistêmico severo que incapacita a regeneração natural (DUARTE *et al.*, 2017).

Uma das etapas iniciais do processo de recuperação é realizar um levantamento florístico e fitossociológico da área e o seu entorno para o reconhecimento da estrutura e composição florística da região (NERI *et al.*, 2011). Assim como avaliar a área, o seu nível de degradação e os fragmentos de áreas conservadas remanescentes (BENCHIMOL & PERES, 2015) esses passos auxiliam no reconhecimento da heterogeneidade espacial e a disponibilidade de recursos, e permite a aplicação de métodos de recuperação adequados para o processo sucessional na área (NERI *et al.*, 2011). Após esse reconhecimento é que podem ser empregadas técnicas como o condicionamento do solo através da transposição ou cobertura do solo por meio de semeadura direta, nucleação e plantio de mudas que acarretam no aumento de riqueza e posteriormente favorecem o estabelecimento de outras espécies (RODRIGUES *et al.*, 2020).

Podemos citar as técnicas de regeneração natural, seleção de espécies e nucleação como as mais comuns a serem empregadas, sendo a regeneração natural referente a auto recuperação do ecossistema, que apresenta o menor custo para a sua aplicação e o processo é lento (MARTINS, 2013). Além de promover a recuperação da vegetação, são necessárias ações estratégicas de proteção das áreas remanescentes, contra o desmatamento e degradação nas áreas de ativo ambiental (PLANAVEG, 2017).

Nas áreas mais degradadas da Caatinga, e que apresenta uma baixa ou até mesmo a ausência do banco de sementes e sem áreas conservadas

ao redor, a recuperação pode ser realizada por meio do plantio de mudas e semeadura para a recuperação do banco de sementes (SCARAMUZZA *et al.*, 2016). Devido as diferentes fitofisionomias encontradas nos ecossistemas presentes no Brasil, é necessário realizar um bom planejamento e estudo da área a ser recuperada, para aprimorar a técnica ser empregada (COSTA *et al.*, 2009).

Atualmente, o método de nucleação é amplamente usado na recuperação ecológica. Segundo Reis *et al.*, (2010), a formação de fragmentos regenerantes promove o agrupamento dos fragmentos conservados remanescentes, formando novos nichos de colonização. Nesse caso a nucleação pode ser feita inicialmente com o estrato herbáceo da área, pois, na Caatinga são elas que compõem a maior parte da cobertura vegetal durante os períodos de chuvas (ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2003), além disso, as herbáceas são importantes para manter condições de germinação para as sementes do estrato lenhoso da Caatinga (SILVA *et al.*, 2009), estão presentes no início da sucessão ecológica, apresentam alta biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

No estudo realizado por Pilon *et al.*, (2018), ele obteve um resultado de que 90% da comunidade do estudo era composta de espécies herbáceas, após realização da técnica de transposição do solo. A transposição de solo pode ser considerada uma técnica baseada na nucleação, pois consiste na formação de fatores que estimulam a ocorrência do fluxo gênico e o desenvolvimento da biota local, promovendo interações interespecíficas, e conseqüentemente, permitindo a colonização de outras espécies que irão auxiliar na restituição da diversidade local através do banco de sementes (SOUSA *et al.*, 2013). Essa técnica em conjunto com fatores bióticos e abióticos constitui novos núcleos ecológicos com estratos herbáceos e arbóreos, criando conectividade com os remanescentes da vegetação natural (SOUSA *et al.*, 2013).

A transposição de solo consiste na transferência de uma camada superficial entorno de 10 – 20cm de espessura retirada de uma área de referência positiva que contenha características estruturais ecológicas semelhantes ao local degradado a ser restaurado (REIS *et al.*, 2014). Os benefícios da aplicação desse procedimento consistem em propiciar o condicionamento físico e químico do solo, assim como, transportar junto com o

solo microrganismos, o banco de semente e a micro e mesofauna do solo, pertencentes à região preservada (SOUSA *et al.*, 2020).

A transposição do solo é ideal principalmente em regiões onde foi realizada a remoção completa da primeira camada do solo e da vegetação, como por exemplo, em áreas de mineração, construção civil, agrícola ou áreas em que a prática de queimadas (SILVA *et al.*, 2011).

Além de que promove um ambiente favorável para o estabelecimento de espécies produtoras, consumidoras e decompositoras que ajudam no processo sucessional através de suas interações (ZAVALA, 2020).

A inclusão dessas espécies da flora e da fauna ao local degradado torna mais susceptível a formação de núcleos biológicos, devido ao recobrimento do solo descampado pela emergência do banco de semente. Além disso, permite o desenvolvimento de outras plantas, formando conglomerados de vegetação que atraem animais polinizadores e dispersores (CALEGARI *et al.*, 2013). Na Caatinga, o banco de sementes presentes no solo e na serapilheira é composto predominantemente por plantas herbáceas. Um estudo feito por Ribeiro *et al.*, (2017) no bioma, relatou que no banco de sementes coletado, os propágulos de plantas herbáceas equivaliam a 75% do banco.

A dominância das herbáceas pode ser associada aos fatores climáticos da região, ao déficit hídrico que pode resultar na inviabilização das sementes, reduzindo as taxas de germinação e ocasionado uma seleção natural das sementes com mais resistência as condições semiáridas. (MARTINS *et al.*, 2017). Apesar dos benefícios do tratamento com transposição de solo, um problema recorrente é a contaminação do banco de sementes com plantas invasoras, principalmente espécies herbáceas exóticas, visto que, a presença de plantas exóticas invasoras é uma característica comum em áreas degradadas e seu entorno (CALEGARI *et al.*, 2013).

3 OBJETIVOS

3.1. GERAL

Avaliar a ocorrência da espécie herbácea exótica invasora *Aristida adscensionis* L. em uma área de recuperação ecológica e sua influência no estrato herbáceo nativo da área de estudo.

3.2. ESPECÍFICOS

Avaliar se *A. adscensionis* irá influenciar negativamente⁰ na riqueza e abundância das herbáceas nativas da área do estudo.

Avaliar se os tratamentos de transposição de solo influenciam de forma diferente na abundância da *A. adscensionis*.

Examinar a dinâmica da *A. Adscensionis* na área em recuperação ao longo do tempo.

4METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O projeto foi desenvolvido dentro do Campus de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) (9°19'19.8"S e 40°32'57.4"W), localizado no município de Petrolina, PE. Segundo a classificação de Köppen, o clima no município é seco, vegetação predominantemente xerófito, a temperatura média anual é de mínimas de 21,5°C e de máximas 32°C. A precipitação média anual é de 535 mm, e apresenta déficit hídrico devido a evaporação causada pelas altas temperaturas (LACERDA et al., 2010). A área de estudo foi utilizada para a retirada do solo para a construção das estradas do campus. Por mais de 18 anos foi feito a retirada desse solo, ocasionando um desnível de 1,5 metros de profundidade. Em decorrência disso, a área experimental apresentava-se com o solo exposto, sem a presença da camada superficial ou espécies nativas. O entorno do local é formado por prédios de salas e laboratórios do Campus, além de produções agrícolas de uva e manga. Observou-se também a ocorrência de espécies exóticas nas redondezas das áreas de referência e de estudo.

4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

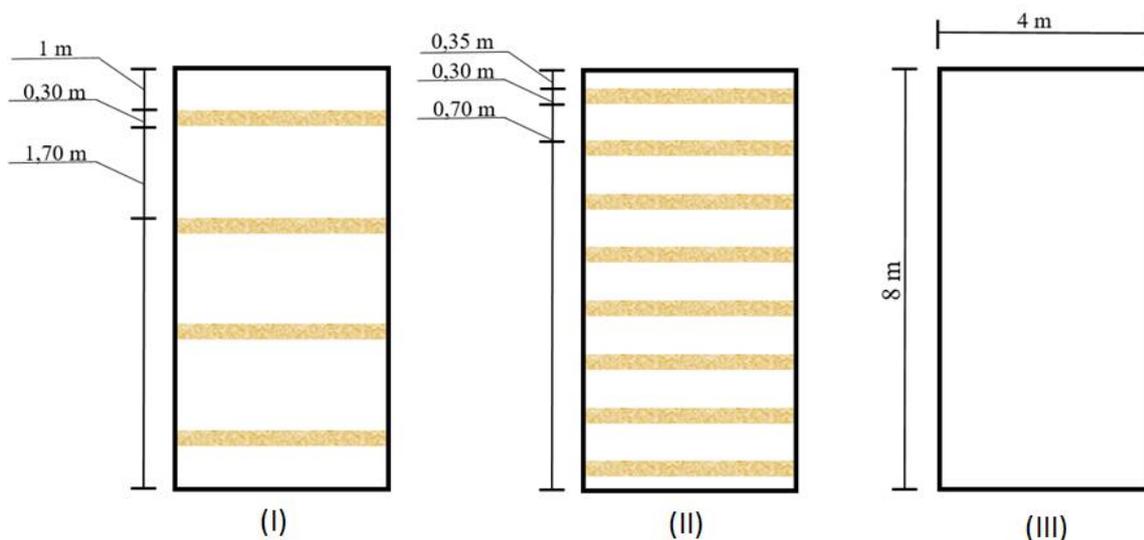
Inicialmente foi realizada a limpeza e o revolvimento em torno de 30 cm de profundidade do solo para a descompactação através de uma gradagem. A divisão da área foi feita em quinze parcelas com 8m x 4m (32m²), cada. O solo utilizado para transposição foi coletado em março de 2019 de duas áreas de referência positiva localizadas a uma distância de 400 e 920m, da área

degradada. Foram retirados 10 cm de profundidade juntamente com a serrapilheira.

Os tratamentos de transposição do solo foram separados de acordo com as diferentes porcentagens de recobrimento nas parcelas. Foram empregados três tipos de tratamentos (Figura 1): I) Parcelas com quatro faixas de transposição (recobrimento de 15% da parcela); II) Parcelas com oito faixas de transposição (recobrimento de 30% da parcela); e III) Parcelas sem tratamento de transposição, consideradas como condução da regeneração natural. Cada faixa do tratamento possuiu cerca de 0,30m de largura, 0,05 m de profundidade e comprimento de 4 m. Cada tratamento apresenta cinco repetições, que foram plotadas de forma aleatória.

O presente estudo faz parte da tese do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, da aluna Ma. Raphaela Aguiar de Castro, desenvolvida pela Universidade Federal de Sergipe em parceria com o Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental – NEMA, tendo em vista isso, os primeiros dados coletados foram cedidos pela doutoranda.

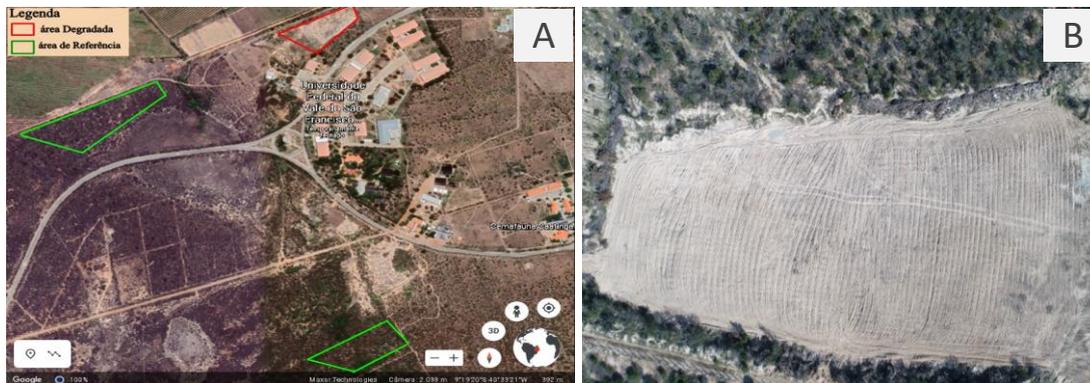
Figura 1. Representação gráfica dos tratamentos de introdução implantados em áreas com recuperação de solo por meio da transposição na Caatinga*, Petrolina, PE.



*À saber: I) Parcelas com quatro faixas de transposição (recobrimento de 15% da parcela); II) Parcelas com oito faixas de transposição (recobrimento de 30% da parcela); e III) Parcelas sem tratamento de transposição, consideradas como condução da regeneração natural.

Fonte: CASTRO (2019).

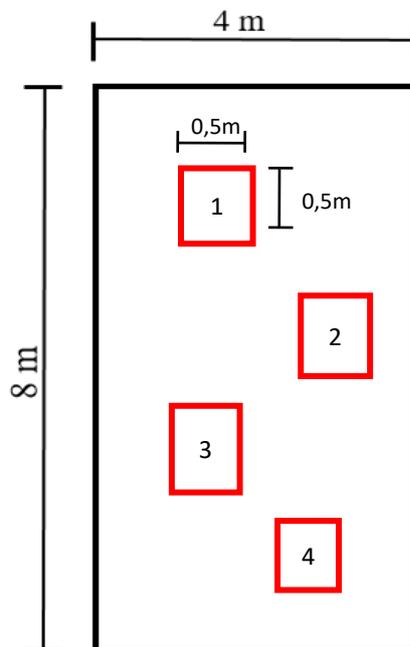
Figura 2. (A) Imagem aérea das áreas de referência e da área degradada. Fonte: Google Earth (2021) adaptado; (B) Imagem aérea do delineamento experimental após a limpeza e o revolvimento do solo. Petrolina, PE. Fonte: Castro (2019)



4.3. COLETA E ANÁLISE DE DADOS

As coletas de dados de riqueza e abundância das espécies foram realizadas a partir da introdução dos tratamentos, inicialmente com intervalo de 20 dias, depois com aumento gradual e variações maiores no período de seca. Para essas coletas, foram utilizadas subparcelas (gabaritos de 0,5 m x 0,5 m), nas quais foram aferidos números de espécies herbáceas emergentes dentro de cada subparcelas e a quantidade de indivíduos de cada espécie. Foram coletados os dados de quatro subparcelas em cada parcela, essas subparcelas foram plotadas por sorteio pelo modelo esquemático do GRID, formando um total de amostragem de 1m² (Figura 3), essas subparcelas eram fixas, de modo que as avaliações ocorriam sempre nas mesmas subparcelas.

Figura 3. Representação gráfica das subparcelas de avaliação de espécies em área de recuperação experimental, Petrolina, PE.



Fonte: CASTRO (2019)

Para avaliação do efeito da invasora nas áreas em recuperação, foram utilizados os dados de riqueza e abundância de *A. adscensionis* e das espécies nativas encontradas nas parcelas. Em toda parcela avaliada havia pelo menos um indivíduo da *A. adscensionis*. A correlação de Pearson foi realizada para avaliar a relação da abundância de *A. adscensionis* em relação a riqueza e abundância de nativas, a análise foi feita no software R Development Core Team (2013), com 5% de significância, em cada tratamento de transposição. Para avaliação do comportamento da *A. adscensionis* ao longo do tempo nos tratamentos de transposição foram comparadas a abundância da espécie, em cada período através de um GLM com dois fatores (tipo de transposição e tempo). As diferenças em cada tempo foram determinadas através dos intervalos de confiança projetados em um gráfico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as correlações avaliadas não foram significativas ($p = 0,05$) (Tabela 1). Dessa forma é possível verificar que a abundância de *A. adscensionis* nas parcelas não interfere negativamente ou positivamente na riqueza e na

abundância de nativas, nos tratamentos de regeneração natural e com 15% de transposição. No tratamento com 30% de cobertura apresentou um resultado significativo. Nota-se que independente da presença ou ausência da *A. adscensionis* a riqueza das herbáceas nativas apresentou aumento de acordo com os tratamentos de transposição de solo (Figura 4), assim como a invasora, que aumentou sua riqueza e abundância.

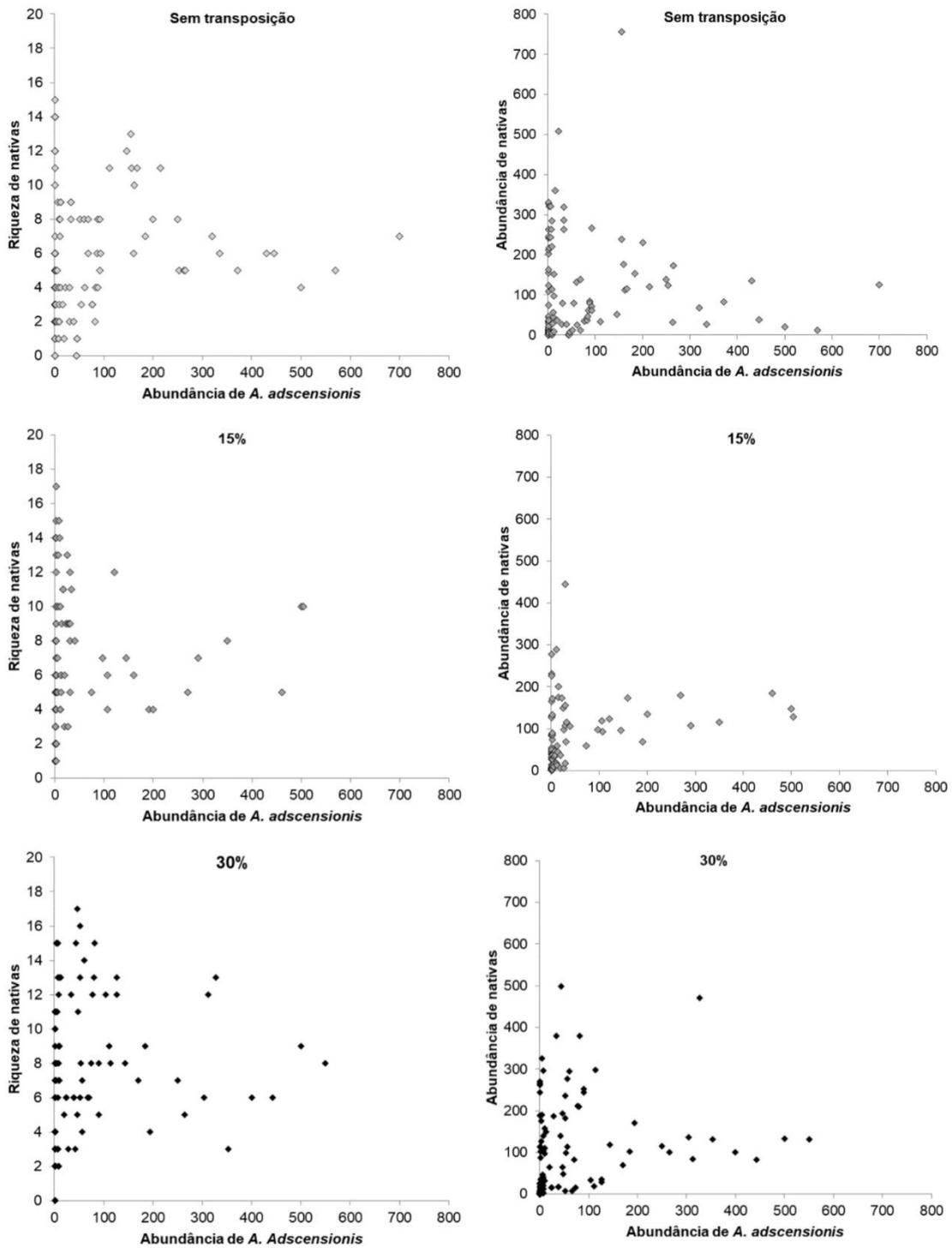
Tabela 1. Correlação da riqueza e abundância de espécies nativas na presença da exótica invasora *Aristida adscensionis* em áreas com recuperação de solo por meio da transposição na Caatinga*, Petrolina, PE.

	Riqueza de nativas X Abundância <i>A. adscensionis</i>			Abundância de nativas X Abundância <i>A. adscensionis</i>		
	DF	p	Correlação	DF	P	Correlação
Sem transposição	118	0,053	0,17	118	0,634	0,04
15%	93	0,449	0,07	93	0,304	0,10
30%	105	0,248	0,11	105	<0,033	0,20

*À saber: I) Parcelas com quatro faixas de transposição (recobrimento de 15% da parcela); II) Parcelas com oito faixas de transposição (recobrimento de 30% da parcela); e III) Parcelas sem tratamento de transposição, consideradas como condução da regeneração natural.

Fonte: Autoria própria

Figura 4. Correlação da riqueza e abundância de espécies nativas na presença da exótica invasora *Aristida adscensionis* em áreas com recuperação de solo por meio da transposição na Caatinga*, Petrolina, PE.



*À saber: I) Parcelas com quatro faixas de transposição (recobrimento de 15% da parcela); II) Parcelas com oito faixas de transposição (recobrimento de 30% da parcela); e III) Parcelas sem tratamento de transposição, consideradas como condução da regeneração natural.

Fonte: Autoria própria.

Entre os tratamentos de transposição de solo avaliados, pode-se verificar também como os pontos são dispersos, havendo variações na riqueza e na abundância de nativas mesmo quando a *A. adscensionis* possui apenas um indivíduo (acúmulo de pontos no eixo Y, quando o número de *A. adscensionis* é igual a 1). Este fato ressalta a correlação baixa dos parâmetros avaliados e como a variação dos dados pode ser decorrente de fatores edafoclimáticos locais.

A análise do comportamento da *A. adscensionis* ao longo do tempo não determinou diferenças em relação aos tratamentos de transposição ($p = 0,05$), com diferença entre as análises através do tempo ($p < 0,0001$) (Tabela 2). Além disso, os tratamentos de transposição apresentam valores semelhantes em cada tempo analisado, com interação não significativa ($p = 0,99$).

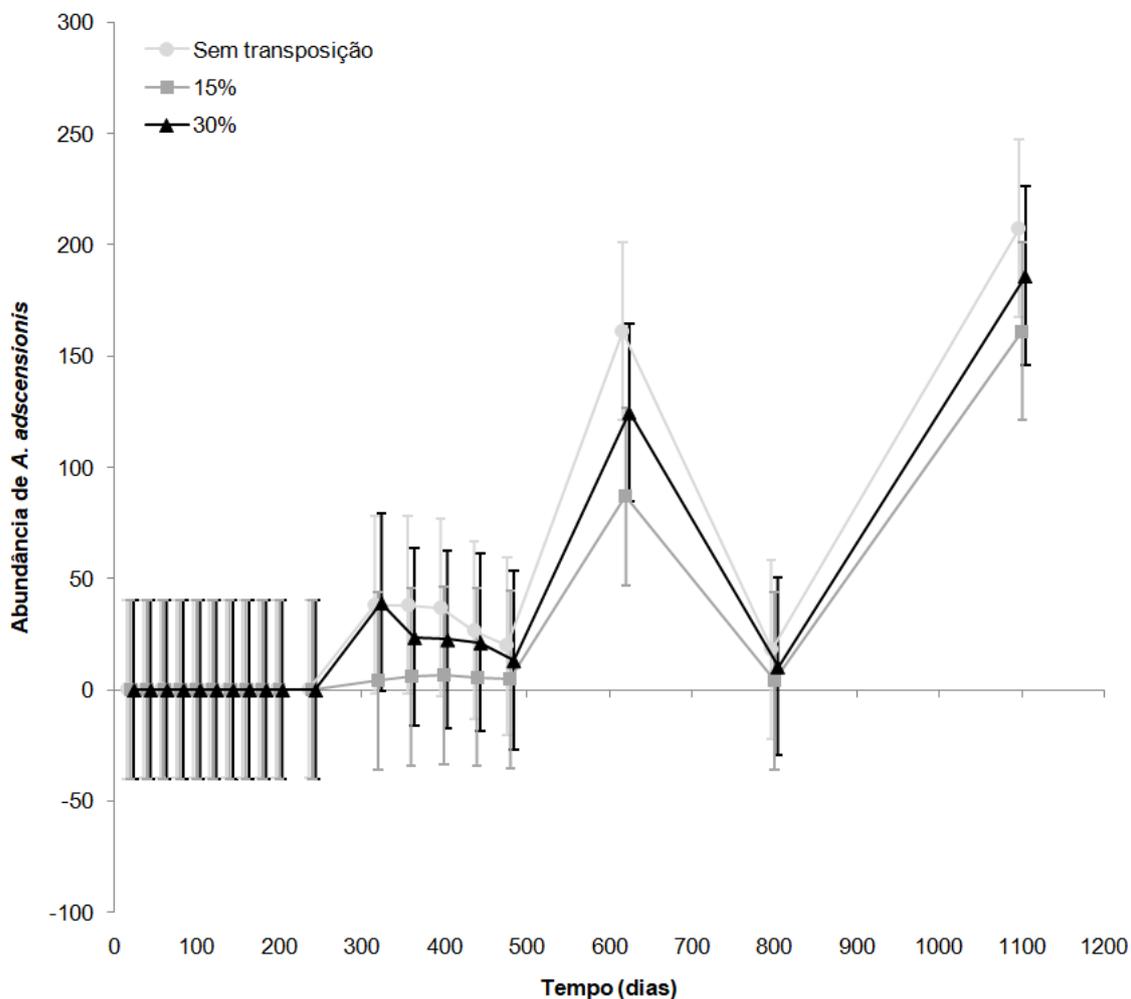
Tabela 2. Comportamento da *A. adscensionis* ao longo do tempo em relação aos tratamentos de transposição de solo em áreas com recuperação na Caatinga*, Petrolina, PE.

	DF	F	P
Transposição	2	3,9	0,05
Tempo	18	28,7	< 0,0001
Transposição:Tempo	36	0,46	0,99

Fonte: Autoria própria

Na figura 5, é possível observar que a espécie exótica invasora conseguiu aumentar o número de indivíduos através do tempo, com redução apenas no período de seca (dia 800). Os inícios dos períodos chuvosos promoveram picos de abundância de *A. adscensionis* (dia 660 e 1100). A última análise demonstra como a espécie continua se reproduzindo e expandido sua abundância desde o início da implantação dos tratamentos sem indícios de redução. Pelo contrário, a crescente entre os dois últimos períodos chuvosos foi de 124 (média para 620 dias) para 184 indivíduos por m² (média de 1100 dias).

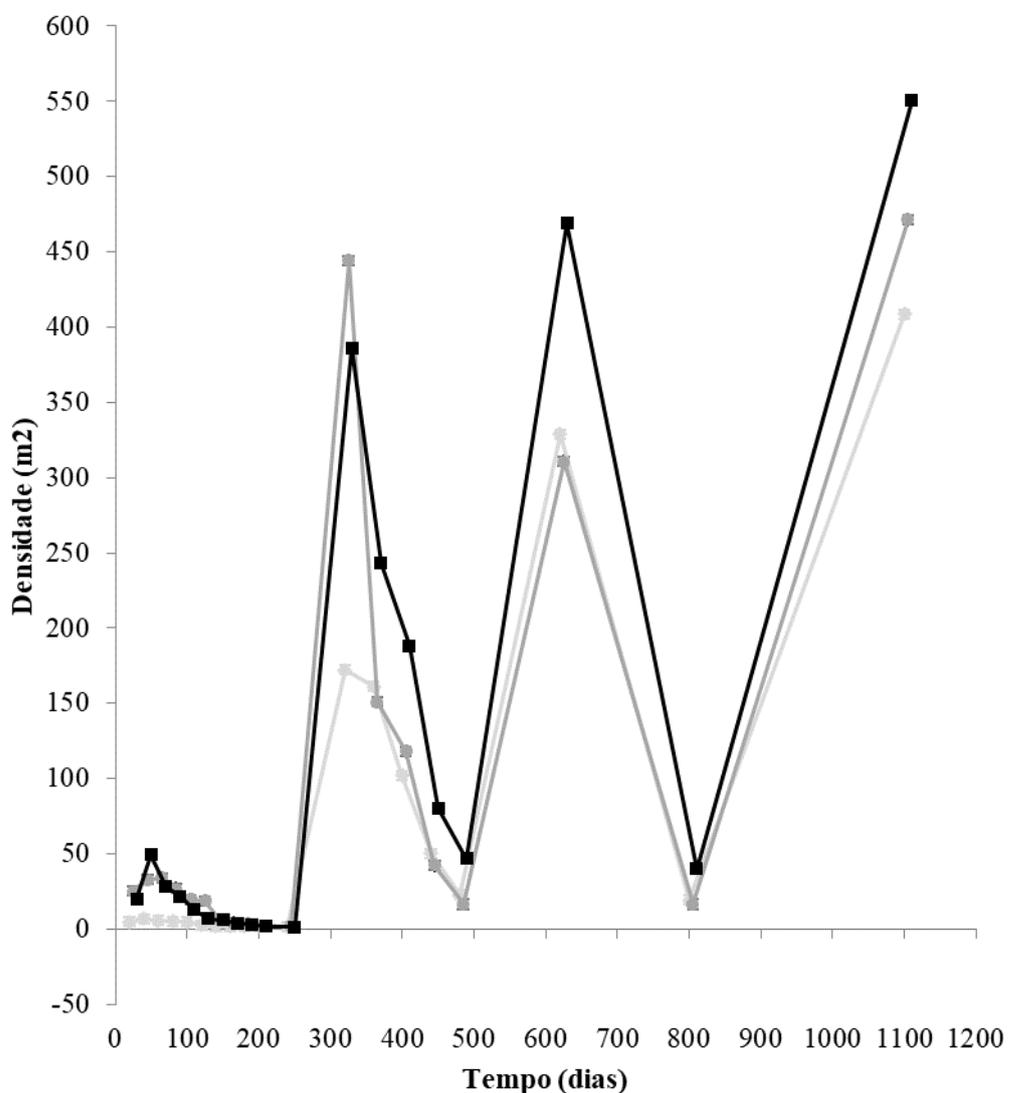
Figura 5. Comportamento da *A. adscensionis* ao longo do tempo em relação aos tratamentos de transposição de solo em áreas com recuperação na Caatinga*, Petrolina, PE.



*À saber: I) Parcelas com quatro faixas de transposição (recobrimento de 15% da parcela); II) Parcelas com oito faixas de transposição (recobrimento de 30% da parcela); e III) Parcelas sem tratamento de transposição, consideradas como condução da regeneração natural.

Fonte: Autoria própria

Figura 6. Abundância total das espécies herbáceas em áreas com recuperação de solo por meio da transposição na Caatinga*, Petrolina, PE.



*À saber: I) Parcelas com quatro faixas de transposição (recobrimento de 15% da parcela); II) Parcelas com oito faixas de transposição (recobrimento de 30% da parcela); e III) Parcelas sem tratamento de transposição, consideradas como condução da regeneração natural.

Fonte: Autoria própria

Pós processo de retirada da vegetação natural, em áreas degradadas por atividades antrópicas ou desabitadas após o cultivo, é comum a ocorrência da sucessão ecológica inicialmente por hemicriptófitos, graminóides, caméfitos rosulados e nanofanerófitos de baixo porte (SILVA *et al.*, 2012). Essas áreas propiciam disponibilidade de recursos bióticos e abióticos para a

colonização de espécies pioneiras (BUDOWSK, 1965). Essas espécies estão presentes no banco de sementes da área, e sofrem influência da variação espaço-temporal da vegetação e pela sazonalidade do ambiente (MEIADO, 2008; MEIADO *et al.*, 2012). Essa descrição auxilia na caracterização da área desse estudo antes da implantação da técnica de transposição do solo e descreve a fitofisionomia observada nesses primeiros anos de sucessão ecológica.

No estudo realizado por Martins *et al.* (2011), é relatado que as espécies de hábito subarborescente-herbáceo no ecossistema Cerrado, apresentou um maior número de espécies quando comparado com as espécies arbustivas-arbórea em uma área de restauração. Esses estudos demonstram que no primeiro momento em uma área de recuperação, os índices de riqueza são compostos por uma grande parcela do estrato herbáceo, sendo a família Poaceae um representante recorrente, incluindo as espécies exóticas invasoras (ANDRADE *et al.*, 2009; MARTINS *et al.*, 2011; SILVA & FABRICANTE, 2019)

Diversos estudos relatam a relação significativa das invasões biológicas por gramíneas anuais com a diminuição dos níveis de riqueza, abundância e diversidade das espécies, na sobrevivência da biota local de plantas e animais (PYSYK *et al.*, 2011; BANDEIRA, 2021) e na cobertura vegetal da comunidade dentro de um ecossistema (PARENTE *et al.*, 2013; BELLARD *et al.*, 2016).

Os resultados obtidos por esse estudo ajudam a compreender melhor essas tendências, visto que, inicialmente a *A. adscensionis* não está influenciando e nem interferindo na riqueza e abundância das nativas presentes na área. No tratamento com 30% é possível ver uma baixa relação positiva entre a abundância da invasora e das nativas, mas isso, provavelmente, ocorre devido ao condicionamento do solo que favoreceu o estabelecimento tanto das nativas, como da invasora. Visto que, como observado na figura 6, ao longo do tempo também está ocorrendo o aumento da abundância total das herbáceas na área. Esses dados podem estar associados aos fatores que levam a competição, pois, a competição por recursos ocorre apenas quando a disponibilidade de um determinado recurso se torna escasso para a demanda da população vegetal de uma área (DONALD, 1963).

No caso da área experimental por encontrar-se no estágio inicial da sucessão ecológica apresenta alta disponibilidade de espaço e de luz, para a emergência desse estrato herbáceo de germinação rápida que compõe grande parte do banco de sementes da Caatinga (MEIADO, 2014). Outro fator são as características edafoclimáticas das áreas estudadas (MENDONÇA *et al.*, 2013), a área que inicialmente encontrava-se em um estado avançado de degradação, não está evidenciando inicialmente os impactos causados pela invasão biológica, mas que posteriormente a presença da exótica invasora pode ocasionar a perda de espécies nativas (BELLARD *et al.*, 2016).

A exemplo, temos o estudo de Martins *et al.* (2011), que em sua avaliação no Parque Nacional de Brasília notou uma frequência significativa do *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Capim-gordura) na área e mesmo com a presença da invasora, a riqueza das espécies nativas apresentou um nível alto e mesmo realizando levantamento entre os anos de 2002 a 2005, até então a vegetação nativa não tinha sido afetada pela presença da exótica invasora.

Como foi descrito nos resultados, a *A. adscensionis* continua aumentando significativamente sua densidade ao longo do tempo, esse comportamento observado, ressalta a capacidade de adaptação que a *A. adscensionis* apresenta em regiões das florestas tropicais sazonalmente secas (SILVA & FABRICANTE, 2019), ambientes perturbados e sua alta capacidade de invasão (FABRICANTE, 2013), indicando a necessidade do contínuo monitoramento da espécie na área.

Por ser uma área que durante anos vinha sofrendo com intensa degradação, visto que houve uma retirada considerável dessa camada inicial do solo, e que apresenta em seu entorno espécies exóticas invasoras, observa-se a necessidade de continuar o monitoramento da *A. adscensionis* na área de recuperação. Esse acompanhamento permitirá avaliar se a densidade dessa população irá continuar aumentando e se posteriormente sua presença interferirá do estabelecimento das populações nativas, e definir a necessidade de manejo da espécie, fornecendo dados mais completos para os projetos de restauração no ecossistema Caatinga.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nesses estudos podemos inferir que a exótica invasora *A. adscensionis* nesse primeiro momento da sucessão ecológica não está influenciado na riqueza e na abundância das herbáceas nativas presentes na área estudada, de modo que a primeira hipótese desse trabalho não foi corroborada. Em relação a hipótese dos tratamentos aplicados, não foi corroborada visto que o único tratamento que foi estatisticamente significativo a emergência das herbáceas foi com 30% de cobertura do solo e esse tratamento favoreceu tanto as herbáceas nativas, como a invasora estudada.

Em relação a última hipótese abordada no trabalho, não foi corroborada visto que nas últimas análises dos períodos chuvosos, foi observado um aumento significativo na abundância da *A. adscensionis*. Esses picos que ocorreram na abundância da *A. adscensionis* não indica uma prévia de redução. Ressaltando a importância de uma avaliação por um período maior, para monitorar o comportamento da invasora em áreas de recuperação na Caatinga.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W. R.; LOPES, A. V.; TABARELLI, M.; LEAL, I. R. (2014). The alien de flora of Brazilian Caatinga: deliberate introductions expand the contingent of potential invaders. **Biological Invasions**, 17(1), 51–56. doi: 10.1007/s10530-014-0738-6. 2014.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

ANDRADE, E. M. A irrigação e suas implicações sobre o capital natural em regiões áridas e semi-áridas: uma revisão. **Ceres**, v. 56, n. 4, 2015.

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; ARAÚJO, E. L. Estudos de fitossociologia em vegetação de Caatinga. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA NE-TO, J.A.A. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudo de caso**. Viçosa: UFV, 2011. cap. 12, p. 339-371.

ARAÚJO FILHO, J. A. e CRISPIM, S. M. A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de Caatinga no Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1. 2003, Corumbá. Anais eletrônicos... Corumbá: : Universidade do Contestado, 2003.

ALBUQUERQUE, U. P.; MELO, F. P.L. Socioecologia da Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 40-44, 2018.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

AGUIAR, M. I.; FIALHO, J. S.; CAMAPNHA, M. M.; OLIVEIRA, T. S. Florística e estrutura vegetal em áreas de Caatinga sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, 2019

AGUIAR, M. I.; MAIA, S. M.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAUJO FILHO, J. A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.

ALVES, A. P. A.; PEREIRA, T. M. S.; MARQUES, A. L.; MOURA, D. C.; MELO, J. I. M. Sucessão Ecológica em área de exploração mineral do Semiárido Paraibano. **Acta geográfica**, v. 12, n. 29, p. 75-93, 2018.

ARAÚJO, J. E.; FERREIRA, R. L.; DE CARVALHO, R. C. R. A questão ambiental no Brasil: políticas públicas e estratégias. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 13, n. 7, 2018.

ARAÚJO, K. C. T.; CRUZ, A. B. S.; FABRICANTE, J. R. Invasão Biológica na Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu, Aracaju, Sergipe, Brasil. 2021.

ARAÚJO, K. C. T.; FABRICANTE, J. R. Invasão biológica no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 43-50, 2020.

ARAÚJO, J. L.; MATOS, A. C. B. P.; PEREIRA, M. P. K. A. A judicialização das questões ambientais e os seus impactos do meio ambiente ecologicamente equilibrado: um estudo de caso da aplicação da Lei nº 9.985/2000. **Revista Acadêmica Escola Superior do Ministério Público do Ceará**, v. 9, n. 1, p. 85-105, 2017.

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; SILVA, I. R.; OLIVEIRA, E. K. Impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta amazônica**, v. 41, p. 103-114, 2011.

ANDRADE, M. V. M.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; BRUNO, R. L. A.; GUEDES, D. S. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de caatinga no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 229-237, 2009.

ASNER, G. P.; BEATTY, S. W. Effects of an African grass invasion on Hawaii an shrubland nitrogen biogeochemistry. **Plant and Soil**, v. 186, n. 2, p. 205-211, 1996.

ARAÚJO, Y. R.; SOUZA C. A.; NETO, J. R. A.; FILHO, J. C. R.; LIMA J. W. C. Perda de nutriente e custo da erosão em microbacias no Semiárido Brasileiro. **Revista Geonorte**, v. 7, n. 26, p. 206-219, 2016.

BARBOSA, L. M. coord. Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

BLACKBURN, T. M.; PYSEK, P.; BACHER, S., CARLTON, J. T.; DUNCAN, R. P.; JAROSIK, V.; WILSON, J. R. U; RICHARDSON, D. M. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, 26(7), 333–339. doi: 10.1016/j.tree.2011.03.023. 2011.

BANDEIRA, J. P. F. P. O impacto da invasão da braquiária (*Urochloa* sp.) na diversidade de formigas, no cerrado da estação ecológica de Santa Bárbara e Itirapina, sp. Trabalho de conclusão de curso. 2021.

BELLARD, C.; CASSEY, P.; BLACKBURN, T. M. Espécies exóticas como propulsoras de extinções recentes. **Cartas de biologia**, v. 12, n. 2, pág. 20150623, 2016.

BENCHIMOL, M.; PERES, C. A. Edge-mediated compositional and functional decay of tree assemblages in Amazonian forest islands after 26 years of isolation. **Journal of Ecology**, 103(2), 408-420. 2015.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional processes. *Turrialba*, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965

CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; CAMPOS, L.C.; SILVA, E.; GLERIANE, J.M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, v. 37, p. 871-880, 2013.

CASTRO, F. C.; SANTOS, A. M. Salinidade do solo e risco de desertificação na região semiárida. **Mercator (Fortaleza)**, v. 19, 2020.

COSTA, Thomaz C.; COSTA, C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 961-974, 2009.

CHAZDON, R.L. 2012. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais** 7(3): 195-218.

COSTA, J. P. Regeneração natural no sub-bosque de eucaliptal no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. **Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo**, 2018.

COSTA, T. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 961-974, 2009.

COSTA, R. G.; ALMEIRDA, C. C.; PIMENTA FILHO, E. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SANTOS, N. M. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, 57(218), 195-205. 2008.

CORDEIRO, B. F. M. **Biodiversidade e plantas invasoras: uma análise da percepção social**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra

CATAPAN, F. Q.; SOUTO, J. S.; LEITE, A. P.; HOLANDA, A. C.; AGRA, P. F. M.; SANTOS, L. C. Transposição do banco de sementes do solo para restauração ecológica da caatinga no Núcleo de Desertificação do Seridó. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 50120-50138, 2020.

CRUZ, D. L. S.; RODRIGUES, G. S.; DIAS, F. O.; ALVES, J. M. A.; ALBURQUERQUE, J. A. A. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 1, p. 58-63, 2010.

DAWSON, W.; BURSLEM, D. F. R. P.; HULME, P. E. Os fatores que explicam o sucesso da invasão de plantas exóticas em um ecossistema tropical diferem em cada estágio da invasão. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 4, pág. 657-665, 2009.

DONALD, C. M. Competition among crop and pasture plants. **Advances in Agronomy**, v. 15, p. 1-118, 1963.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO S.J.P.; NICOLAI M.; CHRISTOFFOLETI P.J. Understanding the occurrence of different species of crabgrass (*Digitaria spp.*) in sugar canecrop. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 489-499, 2007.

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAVALCANTI, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. **Embrapa Semiárido-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2000.

DUARTE, T. E. P.; ANGEOLETTO, F. H. S.; SANTOS, J. W. M. C.; LEANDRO, D. S.; BOHRER, J. F. C.; VACCHIANO, M. C.; LEITE, L. B. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. **Desenvolvimento em questão**, Ijuí, v. 40, p. 175-203, jan./mar., 2017.

DUARTE, R. M. R.; BUENO, M. S. G. Fundamentos ecológicos aplicados à RAD para matas ciliares do interior paulista. **Manual para Recuperação de Áreas Degradadas do Estado de São Paulo**, p. 30, 2006.

DURIGAN, G.; ENGEL, V. L.; TOREZAN, J. M.; MELO, A. C. G.; MARQUES, M. C. M.; MARTINS, S. V.; REIS, A.; SCARANO, F. R. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, v. 34, p. 471-485, 2010.

FABRICANTE, J. R. **Plantas Exóticas e Exóticas Invasoras da Caatinga-Vol. 1**. Bookess, 2013.

FABRICANTE, J. R. **Plantas Exóticas e Exóticas Invasoras da Caatinga-Vol. 3**. Bookess, 2013.

FABRICANTE, J. R.; ARAÚJO, K. C. T.; ANDRADE, L. A.; FERREIRA, J. V. A. Invasão biológica de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) em um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: impactos sobre a fitodiversidade e os solos dos sítios invadidos. **Acta Botanica Brasílica**, v. 26, p. 399-407, 2012.

FARIAS, T. Q. **Aspectos gerais da política nacional do meio ambiente: comentários sobre a Lei nº 6.938/81.** Âmbito Jurídico, Rio Grande, IX, n. 35, 2006.

FLORÊNCIO, P. R. C. **Avaliação de impactos ambientais na disposição irregular de resíduos sólidos da construção civil no município de Guarabira-PB.** Tese de TCC. Universidade Federal de Campina Grande. 2021.

FONSECA, C. R.; ANTONGIOVANNI, M.; MATSUMOTO, M.; BERNARD, E.; VENTICINQUE, E. M. Oportunidades de conservação na Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 44-51, 2018.

FLORESTAL, Novo Código. Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. **Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos**, 2017.

FIGUEIREDO, C. C. M. **Atividade antioxidante, antiglicante e microencapsulação de saponinas obtidas de *Tribulusterrestris*.** 2018. Tese de Mestrado. Universidade Estadual Paulista.

GÓMEZ-APARICIO, L., Zamora, R., Gómez, J. M., Hódar, J. A., Castro, J., & Baraza, E. Applying plant facilitation to forest restoration: A meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. **Ecological Applications**, 2004.

GOULART, I. C.G. R.; JÚNIOR, A. M.; PEREZ, N. B.; KALSING, A. Controle de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana*) com herbicidas pré-emergentes em associação com diferentes métodos de manejo do campo nativo. **Planta Daninha**, v. 27, p. 181-190, 2009.

GIULIETTI A.M.; BOCAGE NETA A.L.; CASTRO, A.A.J.F.; ROJAS, C. F.L. G.; SAMPAIO, E. V. S. B; VIRGINIO. J. F.; QUEIROS, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV (orgs) Biodiversidade da Caatinga: Ações Prioritárias para a Conservação, **Ministério do Meio Ambiente**, Brasil, pp 47 –90. 2004.

PARENTE, H. N.; SILVA, D. S. 3; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D.; VIANA, B. L.; PARENTE, M. O. M.; MARIZ, T. M. A. EVOLUÇÃO DO ESTRATO HERBÁCEO EM ÁREA DE CAATINGA SOB PASTEJO. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, [S. l.], v. 3, n. 2, 2013. DOI: 10.21206/rbas.v3i2.216. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2807>.

HOBBS, R. Restoring the health and wealth of ecosystems. In: CONFERENCE ON ECOLOGICAL RESTORATION IN NEW ZEALAND, 1998, Christchurch.

Proceedings...Lincoln: Landcare Research, 1998. Disponível em: <<http://www.landcareresearch.co.nz/news/conferences/ecorestoration/hobbs.pdf>>.

JUNIOR, F. T. A.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; CESPEDES, A. H. G. Natural regeneration of an area of caatinga vegetation in Pernambuco state, northeastern Brazil. **Cerne**, v. 19, n. 2, p. 229-235, 2016.

JESUS, J. B. D. C. G.; JUNIOR, J. M. N.; FERNANDES, M. R. M.; FERNANDES, M. M. Fragmentação florestal em região semiárida no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, 2019.

LACERDA, F. F., ASSIS J. M. O., MOURA M. S. B. de, SILVA L. L., SOUZA L. S. B., Índices climáticos extremos para o município de Petrolina, PE. **In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16., 2010, Belém, PA. A Amazônia e o clima global: anais. Belém, PA: SBMET, 2010.

LINDERS, T. E. W.; SCHAFFNER U.; ESCHEN R.; ABEBE A.; CHOGE S. K.; NIGATU L.; MBAABU P. R.; SHIFERAW H.; ALLAN, E. Direct and indirect effects of invasive species: Biodiversity loss is a major mechanism by which an invasive tree affects ecosystem functioning. **Journal of Ecology**, v. 107, n. 6, pág. 2660-2672, 2019.

MARTINS, D. A. P.; LANZANNI, A. C., HEINZ, C. F.; VIEIRA, F. S.; BONATTO, R. A.; KANIESKI, M. R. Avaliação da transposição de serapilheira e do banco de sementes do solo em uma área degradada no planalto catarinense. **Floresta**, v. 47, n. 3, 2017.

MARINHO, M. A.; MAZZOCHINI, G. G.; MANHÃES, A. P.; WEISSER, W. W.; GANADE, G. Effects of past and present land use on vegetation cover and regeneration in a tropical dryland forest. **Journal of Arid Environments**, 132, 26-33. 2016.

MARTINS, D. J. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração**. 2013. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Estadual de Goiás, Niquelândia, 2013.

MARTINS, C. R.; HAY, J. D. V.; WALTER, B. M. T.; PROENÇA, C. E. B.; VIVELDI, L. J. Impacto da invasão e do manejo do capim-gordura (*Melinis minutiflora*) sobre a riqueza e biomassa da flora nativa do Cerrado sentido restrito. **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, p. 73-90, 2011.

MEIADO, M.V.; SILVA, F.F.S.; BARBOSA, D.C.A.; SIQUEIRA FILHO, J.A. Diásporos da Caatinga: uma revisão. In: SIQUEIRA FILHO, J.A. (Org.). *Flora das Caatingas do Rio São Francisco: História Natural e Conservação*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson **Estúdio Editorial**, 2012, p.306-365.

MEIADO, M. V. Banco de sementes no solo da Caatinga, uma Floresta Tropical Seca no Nordeste do Brasil. **Informativo Abrates**, v. 24, n. 3, p. 39-43, 2014.

MENDONÇA, V. Z., MELLO, L. M. M., ANDREOTTI, M., PEREIRA, F. C. B. L., LIMA, R. C., VALÉRIO-FILHO, W. V., YANO, E. H., Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, p. 251-259, 2013.

MEIADO, M.V. **A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H.E. Ireland (Leguminosae) e sua relação com a comunidade de plantas em ambiente semiárido no Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

Ministério do Meio Ambiente, *Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa* (2017); www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/ecossistemas-1/conservacao-1/politica-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa/planaveg_plano_nacional_recuperacao_vegetacao_nativa.pdf

MOREIRA, H.J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. Manual de identificação de plantas infestantes. **FMC Agricultural Products, Campinas, 1017p**, 2011.

MORO M.F.; LUGHADHA E.N.; ARAÚJO F.S.; MARTINS F.R.A. phytogeographical metaanalysis of the semiarid caatinga domain in Brazil. **Botanic Review.**;82(2):91-148. 2016

MONÇÃO, F. P.; OLIVEIRA, E. R.; TONISSI, R. H.; GOES, B. O capim-buffel. **Agrarian**, v. 4, n. 13, p. 258-264, 2011.

ODUM, E.P. Fundamentos de ecologia. Lisboa: Fundação Calouste **Gulberkian**. 5ª ed. 1997. 927p.

OLIVEIRA, R. E. **O estado da arte da ecologia da restauração e sua relação com a restauração de ecossistemas florestais no bioma Mata Atlântica**. xix, 241 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011.

OLIVEIRA, E. V. S.; PRATA, A. P. N.; PINTO, A. S. Caracterização e atributos da vegetação herbácea em um fragmento de Caatinga no Estado de Sergipe, Brasil. **Hoehnea**, v. 45, p. 159-172, 2018.

Olden, J. D., & Poff, N. L. Toward a Mechanistic Understanding and Prediction of Biotic Homogenization. **The American Naturalist**, 162(4), 442–460. doi:10.1086/378212 (2003).

PENNINGTON R.T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Woody plant diversity, evolution and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**.40(4):437-57. 2009

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. 2013.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, B. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Revista Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 509-519, 2014.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, B. E. Nucleation in tropical ecological restoration. **ScientiaAgricola**, Piracicaba, v. 67, n.2, p. 244-250, mar./abr. 2010.

RICHARDSON, D. M.; PYSEK, P.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, M. G., PANETTA, F. D.; WEST, C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, 6, 93–107. 2000

ROCHA, K. R.; JÚNIOR, A. J. B. Anova medidas repetidas e seus pressupostos: análise passo a passo de um experimento. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 10,p. 29-51, 2018.

RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; JÚNIOR, A. P. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020.

ROQUE, N.; Teles, A. M.; Nakajima J.N. A família Asteraceae no Brasil: classificação e diversidade. **SciELO-EDUFBA**, 2017.

RIBEIRO, T. O.; BAKKE, I. A.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A.; LUCENA, D. S. Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de caatinga manejadas no semiárido da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 203-213, 2017.

SANDERS, N. J., GOTWILLI, N. J., HELLER, N. E., GORDON, D. M., Community disassembly by an invasive species. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 5, p. 2474-2477, 2003.

SALGADO, E. V. **Capacidade de suporte da serapilheira da caatinga na recuperação de solos degradados no semiárido**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará.

SANTOS, M. F. A. V.; GUERRA, T. N. F.; SOTERO, M. C.; SANTOS, J. I. N. Diversidade e densidade de espécies vegetais da caatinga com diferentes graus de degradação no município de Floresta, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, p. 389-402, 2009.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na estação ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**. vol.6. n. 2. Campina Grande: UEPB, 2006.

SANTOS, A. M.; TABARELLI, M. DISTANCE FROM ROADS AND CITIES AS A PREDICTOR OF HABITAT LOSS AND FRAGMENTATION IN THE CAATINGA VEGETATION OF BRAZIL. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 897-905, 2002.

Santos, M. J. R., Borges, I. M. S., Fernandes, A. C. G., da Silva, E. C. B., Martins, M. S., da Silva, J. A., ... & dos Anjos, N. L. Impactos ambientais em Juazeirinho-PB: análise do açude do Mucutú após intervenção antrópica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e52511730290-e52511730290, 2022.

SCARAMUZZA, C. A. M.; SENTA, M. M. D.; FERRARINI, O. G.; STRASSBURG, B. B. N.; SIQUEIRA, L. P.; SANSEVERO, J. B. B.; CALMON, M. A. G.; MORAES, M. A.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGES, R. R.; HOLVORCEM, C; Elaboração da proposta do plano nacional de recuperação da vegetação nativa. 2016.

SCHNEIDER. A. A. A flora naturalizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Herbáceas subespontâneas, **BIOCIÊNCIAS**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 257-268, jul. 2007

SOUSA, A. M. R.; ALVES, D. F.; FORNEAS, F. G.; SILVA, N. P. **Recuperação de Áreas Degradadas: Restauração de Áreas Degradadas por Técnicas de Nucleação**. Belo Horizonte, 2013. Trabalho Interdisciplinar de Graduação. UNI-BH.

SOUSA, F. Q.; ANDRADE, L. A.; XAVIER, K. R. F., SILVA, P. C. C.; ALBUQUERQUE, M. B. Impactos da invasão por *Cryptostegia madagascariensis*

Bojerex Decne. (Apocynaceae Juss.) em remanescentes da Caatinga no município de Ibaretama, Ceará, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 1243-1255, 2017.

SOUZA FILHO, A. P. S.; PEREIRA, A. A. G.; BAYMA, J. C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta daninha**, v. 23, p. 25-32, 2005.

Silva, J.S.V., POTT, A., ABDON, M.M., POTT, V.J., SANTOS, K.R. 2011. Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul. Campinas/ SP: Embrapa Informática Agropecuária 64 p

SILVA, J. L. C.; VIDAL, C. A. S.; BARROS, L. M.; FREITA, F. R. V. Aspectos da degradação ambiental no Nordeste do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 180-191, 2018.

SILVA, S. C. **Transposição do Rio São Francisco e fragmentação do bioma caatinga**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SILVA, N. P.; CAVASSAN, O. As concepções históricas de sucessão ecológica e os livros didáticos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 87-104, 2011.

SILVA, J. C.; SILVA, I. P.; SILVA, E. M.; RIBEIRO E. S.; MOREIRA, E. L.; PASA, M. C. Sucessão ecológica no Cerrado. **FLOVET-Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica**, v. 1, n. 1, 2012.

SILVA, K.A., ARAÚJO, E.L. & FERRAZ, E.M.N. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de Caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 23: 100-110. 2009.

SILVA, F. O.; FABRICANTE, J. R. Invasão Biológica no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 17-26, 2019.

SIQUEIRA FILHO, J. A.; CONCEIÇÃO, A. A.; RAPINI, A; *et al.* Flora of the caatingas of the São Francisco River. In: **Flora of the caatingas of the São Francisco River: natural history and conservation**[S.l: s.n.], 2012.

TRAJANO, E. Políticas de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. **Estudos avançados**, v. 24, p. 135-146, 2010

TRAVESET, A.; RICHARDSON, D. M. Biological invasions as disruptors of plant reproductive mutualisms. **Trends in ecology & evolution**, v. 21, n. 4, p. 208-216, 2006.

TRAVESET, A.; RICHARDSON, D. M. Mutualistic interactions and biological invasions. 2014.

TRAVESET, A.; RICHARDSON, D. M. Plant Invasions: the role of biotic interactions—an overview. **Plant invasions: the role of biotic interactions. CAB International, Wallingford**, p. 1-25, 2020.

TAVARES, F. M.; SCHULZ, K.; PEREIRA, R. C. A.; CIERJACKS, A.; ALMEIDA-CORTES, J. S. Floristic survey of the caatinga in areas with different grazing intensities, Pernambuco, Northeast Brazil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, 1(1), 43-51. 2016.

URBAN, P.; SABO, P.; PLESNÍK, J. How to define ecology on the basis of its current understanding? **FOLIA OECOLOGICA**, v. 48, n. 1, 2021.

VINHAS, A. S. S. **Uma revisão das atividades biológicas de sementes de *Citrullus Lanatus* (Cucurbitaceae)**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso.

VILÀ, M.; ESPINAR, J. L.; HEJDA, M.; HULME, P. E.; JAROSIK, V.; MARON, J. L.; PERGL, J. SCHAFFNER, U.; SUN, Y.; PYSEK, P. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. **Ecology letters**, v. 14, n. 7, p. 702-708, 2011.

VILÀ, M.; WEBER, E.; ANTÔNIO, C. Implicações de conservação da invasão por hibridização de plantas. **Invasões biológicas**, v. 2, n. 3, pág. 207-217, 2000.

VOGT, Carlos et al. Ciência e Cultura (temas e tendências): caatinga. **Ciência & Cultura, São Paulo, vol. 70, nº 4, out./dez. 2018**, 2018.

ZEESHAN A.; SHUJAULMULK K.; SUE P.; SAAD A.; MOHAMED H. Plants predict the mineral mines – A methodological approach to use indicator plant species for the discovery of mining sites. **Journal of Advanced Research**, Volume 39, Pages 119-133, ISSN 2090-1232, <https://doi.org/10.1016/j.jare.2021.10.005>. 2022

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. New Jersey: Prentice Hall Inc. 1999.

Zenni, R. D. The naturalized flora of Brazil: A step towards identifying future invasive non-native species. **Rodriguesia**, 66(4), 1137–1144. doi: 10.1590/2175-7860201566413. 2015.

Zavala, C.B.R. **Fitoecologia e avaliação de técnicas de restauração na transição savana-floresta decidual sobre gradiente topográfico na Serra da Bodoquena** -Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia Ambiental), Universidade Federal da Grande Dourados, Dour. 2020.