



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC

FLORA EXÓTICA INVASORA DOS ECOSISTEMAS DE SERGIPE

Área do conhecimento: Ciências Biológicas
Subárea do conhecimento: Ecologia
Especialidade do conhecimento: Invasão Biológica

Relatório Final
Período da bolsa: de setembro de 2017 a agosto de 2018

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PIBIC/FAPITEC

Orientador: Juliano Ricardo Fabricante
Autor: Francielly Oliveira da Silva



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
2. Objetivos.....	4
3. Metodologia.....	5
4. Resultados e discussões.....	9
5. Conclusões.....	23
6. Referências bibliográficas.....	24
7. Outras atividades.....	30
8. Anexo.....	32



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

1. Introdução

A Mata Atlântica é extremamente importante para subsistência de uma grande parcela da população brasileira. Pois, presta vários serviços ecossistêmicos como o de regular o fluxo dos mananciais hídricos, assegurar a fertilidade dos solos, controlar o equilíbrio climático e proteger as escarpas e encostas das serras (CAPOBIANCO; LIMA, 1997; CAMPANILI; SCHÄFFER, 2010). Este bioma também abriga uma grande parcela da biodiversidade brasileira e possui um alto grau de endemismo (MMA, 2007).

Mas, desde a chegada dos portugueses ao Brasil que a Mata Atlântica é intensamente modificada pela ação antrópica. Vários motivos (*ver* CAPOBIANCO; LIMA, 1997) causaram a fragmentação e perda de habitats desse bioma (CAMPANILI; SCHÄFFER, 2010), restando apenas cerca de 7% da sua área original (MMA, 2007; CAMPANILI; SCHÄFFER, 2010).

Segundo Williamson (1996) a existência de distúrbios é um importante fator facilitador das invasões biológicas (IB). As IB são consideradas umas das maiores ameaças à biodiversidade do planeta (WILLIAMSON, 1996; ZENNI; ZILLER, 2011). As exóticas invasoras podem causar impactos sobre as espécies autóctones, meio físico, saúde humana, saúde animal, agricultura e pecuária, gerando graves problemas ambientais, sociais e econômicos (PARKER ET AL., 1999; WILLIAMSON, 1996; ZILLER; ZALBA, 2007; FABRICANTE ET AL., 2012).

As IB ameaçam todos os tipos de ambientes, incluindo as Unidades de Conservação (UC), o que é especialmente preocupante uma vez que estas reservas são criadas exatamente para proteger o patrimônio genético autóctone.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

2. Objetivo

Por isso, o presente estudo tem como objetivos realizar o levantamento e classificar quanto ao status a flora exótica existente na APA Morro do Urubu, Aracaju, SE, área classificada como de importância para a conservação da biodiversidade do Estado de Sergipe. Além de avaliar os impactos da exótica invasora *Ricinus communis* L. sobre a vegetação nativa do local e ainda, recomendar métodos de controle para as espécies e recuperação dos sítios invadidos.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

3. Metodologia

3.1. Área de estudo

O presente trabalho foi realizado na Área de Proteção Ambiental. O parque tem seus limites definidos pelo Rio do Sal, Rio Sergipe e pela zona urbanizada da cidade (PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU, 2015). Na área, originalmente havia predomínio da Mata Atlântica e seus ecossistemas e esse complexo de vegetação sofre com interferências urbanas, sendo descaracterizada principalmente pela construção e habitação das favelas que circundam a área (GOMES et al., 2006).

Segundo a classificação de Koppen-Geiger, o clima da região é As, ou seja, clima tropical, com temperatura média anual de 25.6° C e precipitação média anual de 1.409 mm (Climate-Data.org, 2017). Os solos predominantes são os Podizólico Vermelho Amarelo e Vertissolo (Embrapa, 1975).

3.2. Metodologia

3.2.1. Inventário da flora exótica

O levantamento das espécies não nativas foi realizado por meio de caminhadas por toda a extensão do parque (busca ativa). Amostras das plantas foram coletadas, herborizadas e depositadas no Herbário da UFS, São Cristóvão, SE. A classificação taxonômica utilizada segue o Sistema APG III (2009) e a grafia dos nomes dos autores das espécies segundo a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2018).

As espécies inventariadas foram classificadas quanto ao seu status em exótica, naturalizada e exótica invasora mediante observações em campo e consulta às bases de



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

dados sobre o assunto (BIONET-EAFRINET, 2018; CABI, 2018; I3n Brasil, 2018; ISSG, 2018). Foi considerada exótica, toda espécie que introduzida fora do seu local de origem (CDB, 2005); naturalizada, toda exótica que se reproduz de forma eficaz apenas nas proximidades das plantas-matrizes e; exótica invasora, toda exótica que se reproduz de maneira eficaz e que é capaz de se dispersar para novas áreas, estabelecer-se e invadi-las (MORO et al., 2012).

3.2.2. Comparação parcelas com a espécie invasora x parcelas que a espécie foi removida

Para avaliar o efeito da exótica invasora *Ricinus communis* L. sobre a flora nativa, foram plotadas 20 parcelas nos sítios invadidos, sendo que em metade das unidades amostrais, a exótica invasora foi completamente removida, enquanto na outra metade, foram mantidas, servindo assim como testemunhas. As parcelas possuíam dimensão de 1m x 1m.

Mensalmente foi feita a contagem do número de espécies e de indivíduos nativos recrutados em ambos os tratamentos. Para comparar o número de espécies e de indivíduos autóctones entre os tratamentos foi realizada após 10 leituras, uma análise de variância e teste de média apropriados para o tipo de distribuição dos dados. O experimento foi realizado segundo o delineamento inteiramente casualizado, em parcela subdividida, sendo os tratamentos as parcelas (T1 - sem remoção das espécies exóticas invasoras; T2 - com remoção das espécies exóticas invasoras) e os tempos de avaliação as subparcelas (t0 - leitura inicial - antes da remoção das espécies exóticas invasoras; t1 - leitura após um mês de iniciado o experimento; t2 - leitura após dois meses de iniciado o experimento; t3 - leitura após três meses de iniciado o experimento; t4 - leitura após quatro meses de iniciado o experimento; t5 - leitura após cinco meses de iniciado o experimento; t6 - leitura após seis meses de iniciado o experimento; t7 - leitura após sete meses de iniciado o experimento; t8 - leitura após oito meses de iniciado o experimento; t9 - leitura após nove meses de iniciado o experimento; t10 - leitura após dez meses de iniciado o experimento). Para testar a



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

existência de variação na composição e abundância de espécies entre os tratamentos no início e final do experimento foram realizadas análises multivariadas NMDS (escalonamento multidimensional não-métrico) e o teste de permutação ANOSIM (oneway) (CLARKE, 1993).

3.2.3. Comparação sítio invadido x não invadido

Ainda foram alocadas mais 20 parcelas, metade foram dispostas em sítios invadidos por *Ricinus communis* e a outra metade em sítios não invadidos com as mesmas características biofísicas das anteriores. Estas também possuíam dimensão de 1m x 1m. No interior dessas unidades amostrais foram contabilizados o número de indivíduos de cada espécie presente. Ao término da coleta desses dados foram calculadas a densidade das espécies (MÜLLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974), a diversidade por meio do índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') (SHANNON; WEAVER, 1949), e a equabilidade pelo índice de Pielou (E) (PIELOU, 1977). Diferenças nas diversidades entre os sítios invadidos e não invadidos serão verificadas pelo teste t ($p \leq 0,05$) (LEHMANN, 1997).

Para avaliar a similaridade florística entre os sítios invadidos e não invadidos foi utilizado o coeficiente de Jaccard (S_j) (MÜLLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974) e a dissimilaridade foi obtida por Bray-Curtis (BROWER; ZAR, 1984). A avaliação do grau de ajuste dos agrupamentos formados nas análises foi verificada pelo coeficiente de correlação cofenética (SOKAL; ROHLF, 1962). Para testar a existência de variação na composição e abundância de espécies entre os sítios invadidos e não invadidos foi realizada a análise multivariada NMDS (escalonamento multidimensional não-métrico) e o teste de permutação ANOSIM (oneway) (CLARKE, 1993). Através da SIMPER (porcentagem de similaridade), será definido o percentual de contribuição das espécies amostradas para a formação dos grupos (CLARKE, 1993). As análises foram realizadas por meio dos softwares MVSP 3.1© (KOVACH, 2005) e Past 2.17c© (HAMMER et al., 2003).

3.2.4. Recomendações de métodos de manejo das exóticas invasoras



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Ainda, baseado em revisão de literatura, foram indicados métodos de controle para as espécies exóticas invasoras inventariadas. Os métodos levam em consideração o custo-benefício e especialmente a ausência ou baixa ocorrência de impactos residuais ou paralelos. Também foram propostos métodos de recuperação desses ambientes, os quais também são conhecidos como métodos de controle ambientais. Eles se referem à recuperação das condições do meio pelo replantio de espécies nativas, descompactação de solos, semeadura de espécies nativas para cobertura de solo e outras técnicas (I3n Brasil, 2017).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

4. Resultados e discurso

4.1. Inventário da flora exótica

Foram inventariadas 37 espécies distribuídas em 34 gêneros e 17 famílias. As famílias mais abundantes foram Poaceae com nove espécies, Fabaceae e Myrtaceae com cinco representantes cada, seguidas das famílias Asparagaceae com quatro espécies e Moraceae com duas. As demais famílias apresentaram uma única espécie cada (Tabela 1). Dentre as espécies inventariadas, 20 (54%) foram categorizadas como exóticas invasoras, oito (21,6%) como naturalizadas e oito (21,6%) como exóticas.

Tabela 1. Lista de espécies exóticas, naturalizadas e exóticas invasoras inventariadas na APA Morro do Urubu, Aracaju, SE.

Família	Espécie	Status
Acantaceae	<i>Dyschoriste depressa</i> Nees	Exótica invasora
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Naturalizada
Asparagaceae	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Naturalizada
	<i>Agave sisalana</i> Perrine	Naturalizada
	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	
	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Exótica
Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Naturalizada
Apocynaceae	<i>Cryptostegia madagascariensis</i> Bojer	Naturalizada
Araceae	<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	Naturalizada
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Exótica
Curcubitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Exótica invasora
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Exótica invasora



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Exótica invasora
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Exótica invasora
Fabaceae	<i>Calliandra surinamensis</i> Benth.	Exótica
	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A Howard	Exótica
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Exótica invasora
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	Naturalizada
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Exótica invasora
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Exótica invasora
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Exótica
Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	Exótica
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Exótica invasora
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & LM Perry	Exótica
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Exótica invasora
	<i>Psidium guajava</i> L.	Exótica invasora
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L.	Exótica invasora
	<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf	Exótica invasora
	<i>Cynodon dactylon</i> L. Pers.	Exótica invasora
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Exótica invasora
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd	Exótica invasora
	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.	Exótica invasora
	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Exótica invasora
	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	Exótica invasora
	<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster	Exótica invasora
Polygalaceae	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Naturalizada
Pandanaceae	<i>Pandanus tectorius</i> Parkison	Exótica

Estudo semelhante apresentou um maior número de espécies quando comparado ao presente trabalho. Em um levantamento feito no Parque Nacional de Brasília, Horowitz et



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

al. (2013) listaram 43 espécies bioinvasoras. Já outros trabalhos apresentaram menor número de espécies. No trabalho realizado por Fabricante et al. (2015) em ilhas fluviais no rio São Francisco, foram apresentadas 31 táxons; em um levantamento realizado por Moro et al. (2011) em um fragmento de vegetação savânica no Ceará, foram encontradas 12 espécies exóticas invasoras.

As diferenças na riqueza de espécies não nativas devem estar associadas ao tamanho das áreas amostrais e qualidade das mesmas. Segundo Ziller (2001), a intensidade dos distúrbios facilita o acesso e influenciam nos números de táxons invasores nos locais.

4.2. Comparação parcelas com a espécie invasora x parcelas que a espécie foi removida

O número médio de espécies foi estatisticamente maior nas parcelas onde a exótica invasora foi removida já a partir da segunda leitura (1 mês depois da remoção de *R. communis*) e permaneceu assim até a oitava leitura (Tabela 2). A igualdade observada nas duas últimas leituras deve-se ao fato de que houve intervenção na área. Várias parcelas tiveram removidas a exótica invasora por moradores da circunvizinhança que utilizam a área de forma ilegal para extração de lenha.

Tabela 2. Número médio (e desvio padrão) de espécies por tratamento em uma área de Mata Atlântica invadida por *Ricinus communis* L., Aracaju, SE. Sendo: CEI= parcelas com exótica invasora, SEI= parcelas sem exótica invasora.

Tempo	Tratamento	
	CEI	SEI
1	1±0a	0±0a
2	3.1±0.7a	7.9±2.8b
3	4.2±1.9a	7.2±1.3b
4	4.7±1.9a	7±2.2b



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

5	4.2±1.8a	8.3±1.5b
6	5.4±1.7a	7.4±2.3b
7	5±1.4a	6.9±1.1b
8	5±1.5a	6.7±1.7b
9	5.6±1.4a	6.1±1.7a
10	4.9±1.5a	4.4±1.4a

*médias seguidas letras iguais não diferem estatisticamente segundo o teste t ($p \leq 0,05$).

Para o número médio de indivíduos os resultados foram semelhantes. A partir da segunda leitura já ficou caracterizada a diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Número médio (e desvio padrão) de indivíduos por tratamento em uma área de Mata Atlântica invadida por *Ricinus communis* L., Aracaju, SE. Sendo: CEI= parcelas com exótica invasora, SEI= parcelas sem exótica invasora.

Tempo	Tratamento	
	CEI	SEI
1	7.5±3.6a	0±0a
2	38.9±29.6a	152.5±125.8b
3	27.1±15.7a	84.5±66.6b
4	30.8±21.9a	88.7±86.4b
5	28.3±17.1a	104.8±94.5b
6	28.7±19.2a	59.8±39.1a
7	20.7±10.7a	65.9±58.1a
8	32.8±24.8a	115.9±178b
9	30.1±24.4a	55.6±29.5a
10	18.6±11.9a	27.9±14.2a

*médias seguidas letras iguais não diferem estatisticamente segundo o teste t ($p \leq 0,05$).



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

Por meio da análise gráfica de NMDS, tanto por Jaccard (Figura 1), assim como por Bray-Curtis (Figura 2) observa-se a formação de dois grandes grupos de parcelas. Um formado por aquelas parcelas em que a exótica invasora foi removida e outro onde ela foi mantida. Segundo a ANOSIM, há diferenças estatísticas entre as parcelas com e sem a exótica invasora - Jaccard ($R = 0,74$; $p = 0,0001$); Bray-Curtis ($R = 0,59$; $p = 0,0001$).

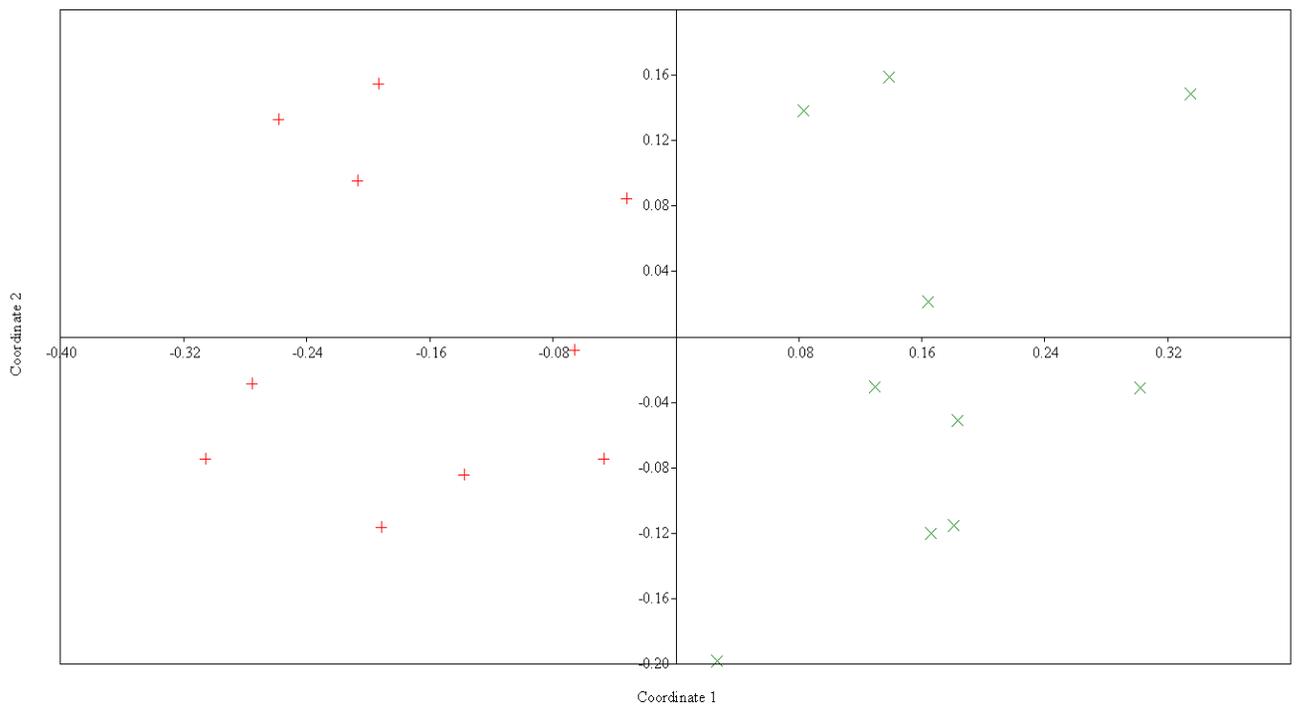


Figura 1. Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) por Jaccard para uma área Mata Atlântica invadida pela espécie exótica invasora *Ricinus communis* L., Aracaju, SE. Sendo: cruces vermelhas = unidades amostrais com *Ricinus communis*; cruces verdes = unidades amostrais sem *Ricinus communis*.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

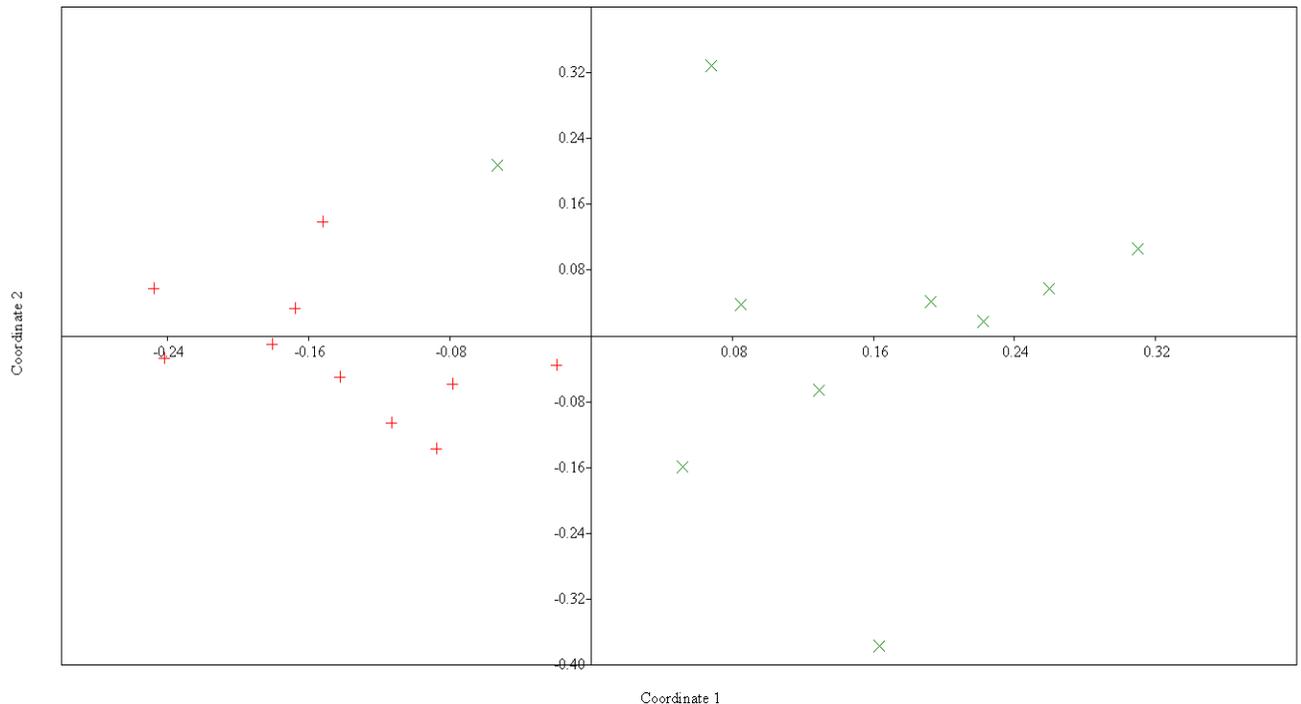


Figura 2. Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) por Bray-Curtis para uma área Mata Atlântica invadida pela espécie exótica invasora *Ricinus communis* L., Aracaju, SE. Sendo: cruces vermelhas = unidades amostrais com *Ricinus communis*; cruces verdes = unidades amostrais sem *Ricinus communis*.

A chegada e estabelecimento de novas espécies nas parcelas onde *Ricinus communis* foi retirada demonstram que a mesma inviabiliza o processo de sucessão natural. Segundo Ricklefs (2016), Florestas Tropicais Úmidas como a Mata Atlântica possui alto poder de resiliência, que é a capacidade de uma área retornar as suas condições originais após sofrer algum distúrbio.

Quando uma área passa por distúrbios ambientais, outras espécies vegetais surgem no local, processo chamado de sucessão ecológica (BEGON, 2007). Muitas dessas espécies são exóticas invasoras, que se estabelecem primeiro por serem pioneiras e dominam o local impedindo que muitas espécies nativas cresçam no local.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

4.3. Comparação ambiente invadido x não invadido

Nas parcelas plotadas na área não invadida foram encontradas 28 espécies. A família com maior número de representantes foi a Fabaceae com três (10,7%) representantes, seguida das famílias Asteraceae, Euphorbiaceae e Poaceae com duas (7,1%) espécies cada. As demais famílias apresentaram apenas um (3,5%) táxon cada. Do número total de espécies encontradas três (10,7%) ainda não foram identificadas. Já nas parcelas plotadas no sítio invadido, foram amostradas apenas três espécies, distribuídas em três famílias: Amarathaceae, Euphorbiaceae e Malvaceae com um (33,3%) representante cada (tabela 4).

Tabela 4. Espécies (e número de indivíduos) amostradas em uma área de Mata Atlântica na APA Morro do Urubu, Aracaju, SE. Sendo: I = ambiente invadido; NI = ambiente não invadido.

Família	Espécie	Abundância	
		I	NI
Acantaceae	<i>Dyschoriste depressa</i> Nees	0	53
Amarathaceae	<i>Althernantera tenella</i> Colla	2	2
Araceae	<i>Caladium bicolor</i> (Aiton) Vent.	0	1
Asteraceae	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	0	1
	<i>Conocliniopsis prasiifolia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	0	45
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	0	2
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	0	2
	<i>Croton campestris</i> A. St.-Hil.	0	1
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	72	0
Fabaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	0	5
	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	0	5



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

	sp. 10	0	2
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	0	4
Lamiaceae	<i>Hyperia salzmannii</i> (Benth.) Harley	0	4
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	0	1
Malvaceae	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	0	3
	<i>Sida</i> sp.	1	0
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	0	1
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	0	3
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i> L.	0	3
Poaceae	<i>Aristida</i> sp.	0	21
	<i>Setaria</i> sp.	0	14
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	0	9
Rutaceae	<i>Ertela trifolia</i> (L.) Kuntze	0	15
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	0	7
Verbenaceae	<i>Latana camara</i> L.	0	1
Não identificada	sp. 11	0	2
	sp. 12	0	2
	sp. 13	0	1

No total foram amostrados 75 indivíduos no ambiente invadido, dos quais, 72 eram da exótica invasora estudada. Já no ambiente não invadido foram amostrados 210 indivíduos.

A diversidade obtida para o ambiente não invadido (NI) foi de 2,48 e para o invadido (I) foi de 0,19. Segundo o teste realizado ($t = -18,42$; $p < 0,01$) há diferenças significativas entre eles, sendo maior no ambiente com a ausência de *R. communis*.

O valor de equitabilidade foi maior no ambiente não invadido ($J' = 0,7526$) quando comparado com o do ambiente invadido ($J' = 0,176$). Este resultado evidencia a dominância da espécie exótica invasora no ambiente em relação as demais espécies,



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

fazendo com que a equitabilidade fosse diminuída, refletindo sobre a diversidade do ambiente invadido.

Em um estudo realizado por Fabricante et al. (2012) num fragmento de Mata Atlântica no Nordeste invadido por *Artocarpus heterophyllus* Lam., os valores de diversidade para o ambiente invadido foi de 0,24 e para o ambiente não invadido foi de 3,24 (FABRICANTE et al., 2012). Para ambientes invadidos por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. em áreas de Caatinga na Paraíba, os valores de diversidade foram de 0,32 e 0,09; para os ambientes não invadidos comparados, foram de 2,23 e 1,79 (ANDRADE et al., 2010). Pegado et al. (2006) também encontrou resultados semelhantes para a *P. juliflora* no Município de Monteiro, Paraíba, onde a diversidade foi de 0,61 para o ambiente invadido e 2,81 para o ambiente não invadido.

Na análise de similaridade ficou evidenciado a formação de dois grupos de parcelas formados pelas unidades amostrais plotadas no ambiente invadido pela espécie em estudo. Um abrangendo parcelas com a presença da *R. communis* e outro pelas parcelas onde a espécie foi retirada (Figura 3). O mesmo pode ser observado nos resultados da análise de dissimilaridade de Bray-Curtis (Figura 4).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

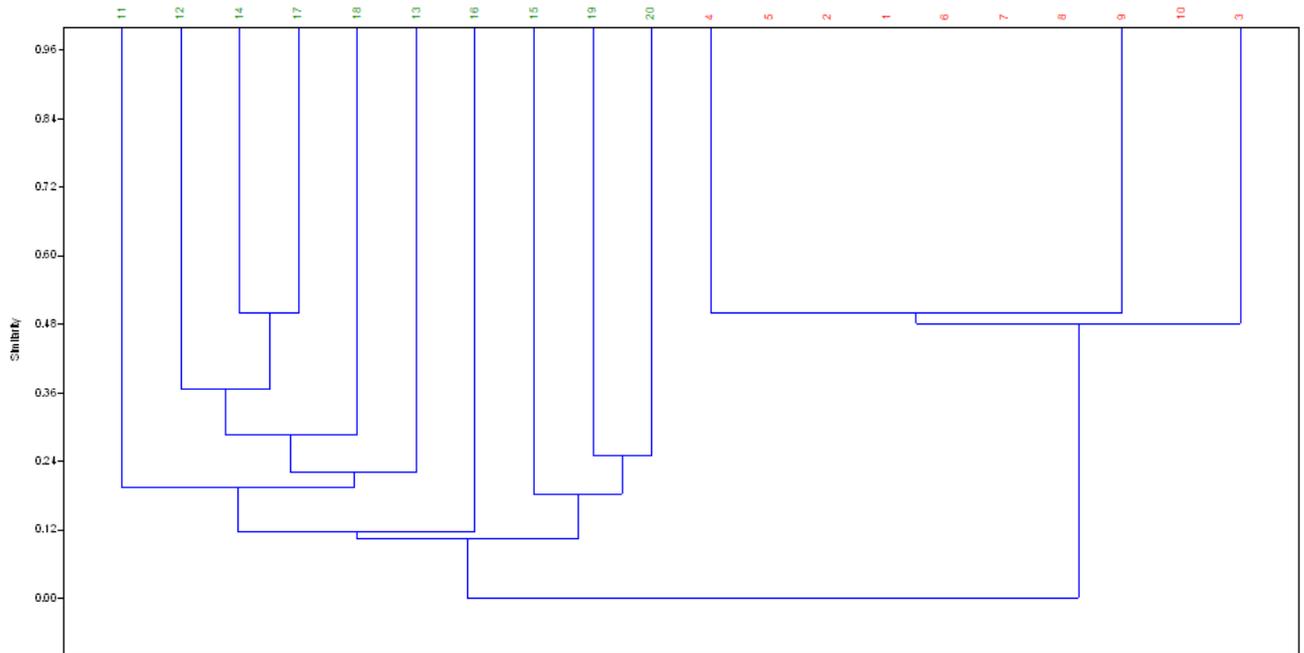


Figura 3. Resultado da análise de similaridade de Jaccard para as parcelas estudadas em uma de área Mata Atlântica, Aracaju, SE. Sendo: números em vermelho = parcelas com a exótica invasora; números em verde = parcelas sem a exótica invasora.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

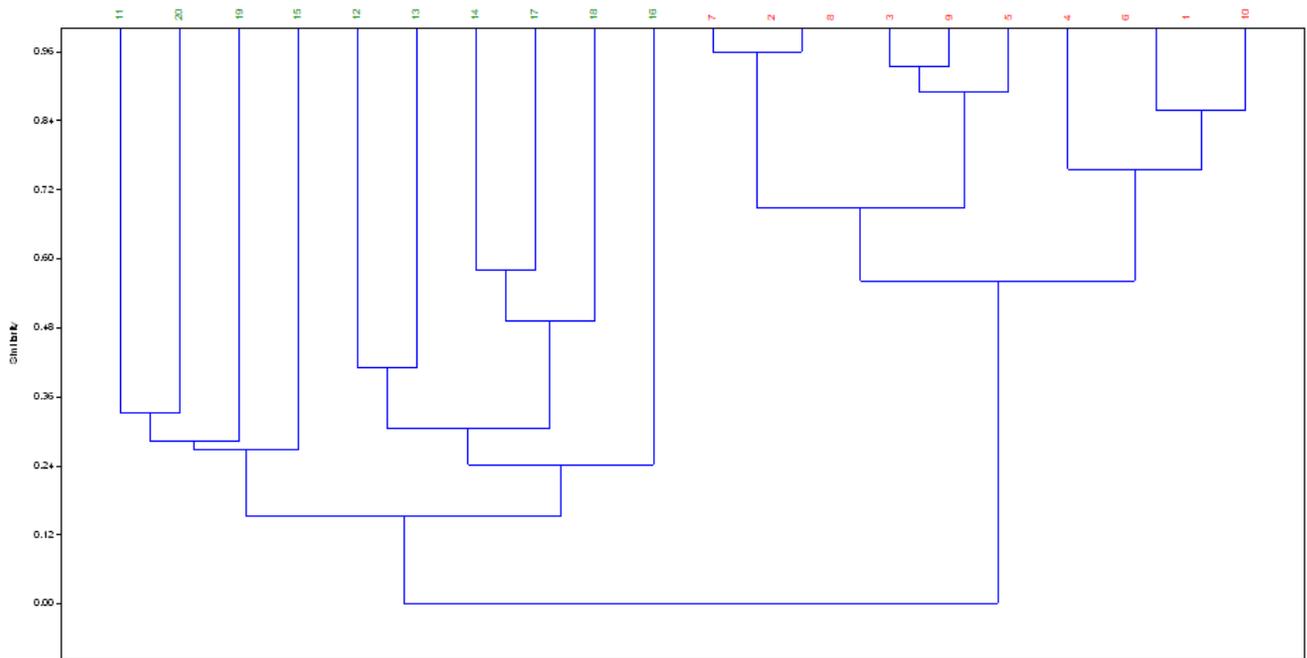


Figura 4: Resultado da análise de dissimilaridade de Bray-Curtis para as parcelas estudadas em uma área de Mata Atlântica, Aracaju, SE. Sendo: I = parcelas do ambiente invadido; NI = parcelas ambiente não invadidos.

As espécies que mais contribuíram para a formação dos agrupamentos observados na análise de similaridade foram *R. communis* (25,3%), seguida por *Dyschoriste depressa* Nees (18,7%), *Conocliniopsis prasiifolia* (DC.) R.M.King & H.Rob. (14,3%) e a *Aristida* sp. (6,9%). Juntas, elas contribuíram com mais de 65%.

Segundo o teste de ANOSIM, há diferenças significativas entre os ambientes estudados, tanto por Jaccard ($p \leq 0,01$), como por Bray-Curtis ($p \leq 0,01$). Tal fato indica que as parcelas de cada ambiente são mais similares (ou menos dissimilares) entre si, do que com as réplicas do outro ambiente e vice-versa.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Através da análise gráfica de NMDS foi possível confirmar a formação dos dois grupos de parcelas relatados nas análises anteriores. Os resultados foram semelhantes utilizando-se Jaccard (Figura 5) e Bray-Curtis (Figura 6).

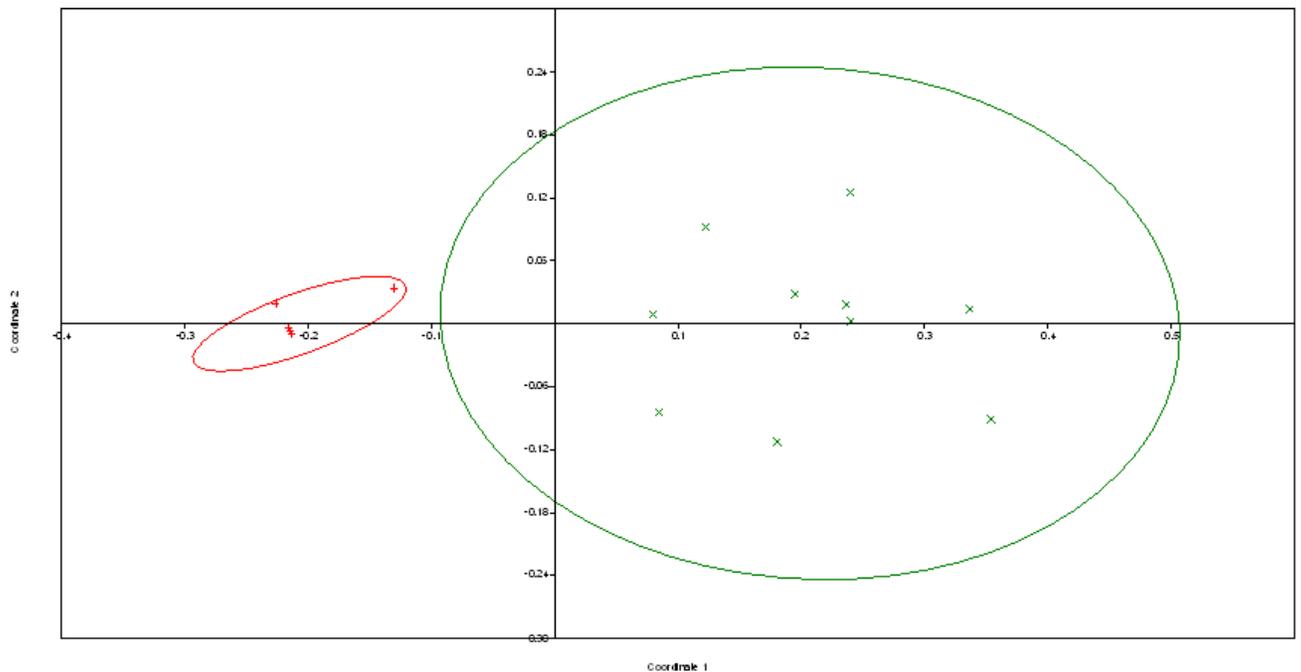


Figura 5. Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) por Jaccard para uma área de Mata Atlântica, Aracaju, SE. Sendo: cruces vermelhas = unidades amostrais do ambiente invadido por *Ricinus communis*; cruces verdes = unidades amostrais do ambiente não invadidos.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

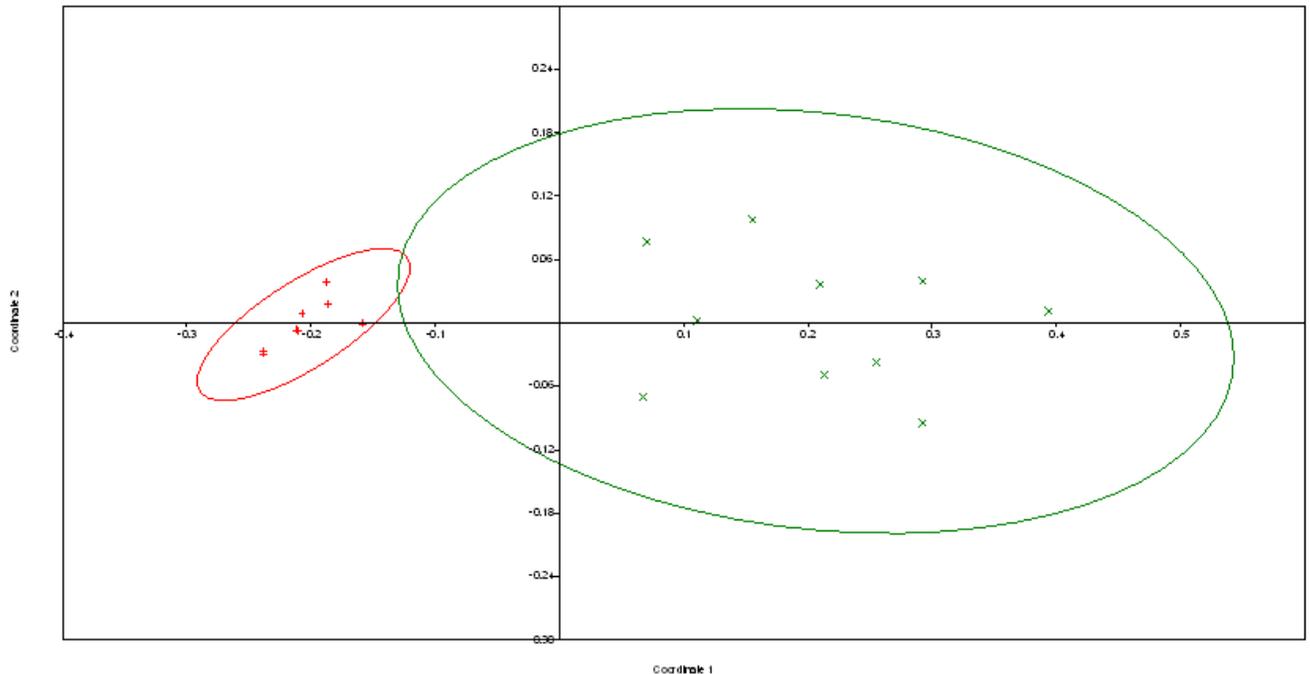


Figura 6. Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) por Bray-Curtis para uma área Mata Atlântica, Aracaju, SE. Sendo: cruces vermelhas = unidades amostrais do ambiente invadido por *Ricinus communis*; cruces verdes = unidades amostrais do ambiente não invadidos.

Os resultados obtidos evidenciam os impactos causados pela *R. communis* sobre a comunidade autóctone e corrobora com as afirmações de Randall (1996), Primental et al. (2000) e Ziller (2001), que as espécies invasoras geram sérias consequências para os sítios invadidos. As exóticas invasoras podem causar impactos sobre as espécies autóctones, meio físico, saúde humana, saúde animal, agricultura e pecuária, gerando graves problemas ambientais, sociais e econômicos (Parker et al., 1999; Williamson, 1996; Ziller e Zalba, 2007; Fabricante et al., 2012).

4.4. Indicação de métodos de controle para as espécies exóticas



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Segundo o Instituto Hórus (2018), os métodos de controle estão agrupados em quatro: mecânico, químico, biológico e ambiental. O mecânico consiste em uso de ferramentas para o corte e remoção das plantas exóticas invasoras, também pode ser por arranquio manual. No controle químico utiliza-se produtos químicos como os herbicidas, esse método é recomendado para plantas em que os métodos mecânicos não sejam eficazes. O controle biológico consiste no uso de inimigos naturais das espécies visando diminuir a população e os danos por elas causados. Enfim, o método de controle ambiental é a restauração das condições do meio para dar-lhe maior resistência a invasão.

Para as espécies herbáceas é recomendado a utilização de controle mecânico como o arranquio e o roçado, pois são técnicas de baixo custo. Também podem ser utilizados herbicidas a base de Glifosato (DECHOUM; ZILLER, 2013).

Já para as espécies lenhosas, quando os indivíduos estiverem em fase inicial de desenvolvimento, recomenda-se o método mecânico de arranquio, enquanto, para os indivíduos adultos, se faz necessário o uso de produtos químicos como herbicidas a base de Triclopyr ou Picloram (DECHOUM; ZILLER, 2013) após o corte raso ou anelamento.

Porém, o uso de químicos é recomendado apenas na estação seca e longe de rios, nascentes e locais com lençol freático mais superficiais, uma vez que estes podem poluir o solo se serem carregados para esses ambientes. Sendo assim não é recomendado o uso dessas técnicas em áreas de preservação ambiental pois estas possuem o objetivo de preservar e manter as condições ambientais das áreas.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

5. Conclusão

Os resultados obtidos revelam que a Unidade de Conservação estudada apresenta um número elevado de espécies não nativas, o que é bastante preocupante por tratar-se de um local que deveria resguardar a diversidade autóctone da região. Ainda, os dados obtidos demonstram que nas unidades amostrais em que a exótica invasora foi removida houve acréscimo no número de espécies e indivíduos de plantas nativas o que significa que o ambiente está readquirindo sua capacidade de resiliência natural.

Pode-se afirmar que o presente plano de trabalho foi desenvolvido conforme o cronograma de atividades proposto inicialmente.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

6. Referências bibliográficas

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. 2010. Impactos da Invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. Acta Scientiarum Biological Sciences, v. 32, n. 3, p. 249-255.

APG. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, n. 161, p. 105-121.

BEGON, M. 2007. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre, Artmed, 752p.

BIONET-EAFRINET. 2017. Keys & fact sheets overview. Disponível em: <<http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/index.htm>>. Acesso em: 9 junho 2017.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. 1984. Field e laboratory methods for general ecology. Dudaque, W. C. Brown Publishers. 226p.

CABI. 2017. Cookies on Invasive Species Compendium. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/datasheet/47782>>. Acesso em: 9 junho 2017.

CAMPANILI, M.; SCHÄFFER, W. B. 2010. Mata Atlântica: manual de adequação ambiental. Biodiversidade, 35. Brasília, MMA.. 96p.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

CAPOBIANCO, J. P. R.; LIMA, A. 1997. A evolução legal da proteção da Mata Atlântica. In: CAPOBIANCO, J. P. R.; LIMA, A. 1997. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para a sua conservação. Documentos do ISA, n. 4, p. 8-111.

CBD. 2005. Handbook of the Convention on Biological Diversity Including its Cartagena Protocol on Biosafety. 3a ed. Montreal: Convention on Biological Diversity.

CLARKE, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Australian Journal of Ecology, Canberra, v.18, n.1, p.117-143.

Climate-data.org. 2017. Clima: Itabaiana. Acesso em 09 de dezembro de 2017. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>

DECHOUM, M. S; ZILLER, S. R. 2012. Métodos para controle de plantas exóticas invasoras. Biotemas, n 26, v. 1, p. 69-77.

Embrapa. 1975. Solos do Nordeste. Acesso em: 16 de outubro de 2017. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/>

FABRICANTE, J.R., ARAÚJO, K.C.T., ANDRADE, L.A., FERREIRA, J.V.A. 2012. 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 (Impresso). v. 26, p. 399 - 407.

FABRICANTE, J.R.; ZILLER, S. R.; ARAÚJO, K. C. T.; FURTADO, M. D. G.; BASSO, F. A. 2015. Non-native and invasive alien plants on fluvial islands in the São Francisco River, northeastern Brazil. Check List. v. 11. n. 1. p. 1-7.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

GOMES, L. J., SANTANA, V., RIBEIRO, G. T. 2006. Unidades de Conservação do Estado de Sergipe. Revista da Fapese, v. 2, n. 1, p. 101-112.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.; RYAN, P.D. 2003. PAST 1.12. Paleontological Statistics.

HOROWITZ, C.; MARTINS, C. R.; WALTER, B. M. T. 2013. Flora Exótica no Parque Nacional de Brasília: Levantamento e Classificação das Espécies. ICMBio, v. 3. n. 2. p. 50-73.

I3N BRASIL. 2017. Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras I3N Brasil - Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. <<http://i3n.institutohorus.org.br/www>>. Acesso em: 9 junho 2017.

Instituto Hórus. 2018. Métodos de controle de espécies exóticas invasoras. Disponível em: http://www.institutohorus.org.br/pr_metodos_controle.htm#fisico . acesso em: 23 julho 2018.

ISSG. 2017. Global Invasive Species Database. <<http://www.issg.org/>>. Acesso em: 9 junho 2017.

KOVACH, W.L. 2005. MVSP. A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Pentraeth, Wales, U.K: Kovach Computing Services.

LEHMANN, E.L. 1997. Testing statistical hypotheses. 2.ed. New York: Springer-Verlag. 600p.

Lista de Espécies da Flora do Brasil. 2017. Disponível em: [www.http://floradobrasil.jbrj.gov.br/](http://floradobrasil.jbrj.gov.br/). Acesso em: 20 agosto 2017.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2007. Avaliação e Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Brasília: MMA, 300p.

MORO, M. F.; CASTRO, A. S.; ARAÚJO, F. S. 2011. Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará. *Rodriguésia*, v. 62, n. 2, p. 407-423.

MORO, M.F.; SOUZA, V.C.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; QUEIROZ, L.P.; FRAGA, C.N.; RODAL, M.J.N.; ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F.R. 2012. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? *Acta Botanica Brasilica*, n. 26, p. 991-999.

MULLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons. 547p.

PARKER, I.M., SIMBERLOFF, D., LONSDALE, W.M., GOODELL, K., WONHAM, M., KAREIVA, P.M., WILLIAMSON, M.H., VON HOLLE, B., MOYLE, P.B., BYERS, J.E., GOLDWASSER, L. 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions*, n.1, p.3-19.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A.; FÉLIX, L. P.; PERREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. *Acta botânica Brasília*, v. 20, p. 887-898, 2006.

PIELOU, U.C. 1977. Mathematical diversity. New York: John Wiley. 385p.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACAJU. 2015. Aspectos ambientais. In: Plano diretor de desenvolvimento urbano de Aracaju – diagnóstico municipal. Estado de Sergipe, prefeitura municipal de Aracaju, 36p.

PRIMENTAL, D.; LACH, L.; ZURINGA, R.; MORRISON, D. 2000. Environmental and economic costs on indigenous species in the United states. *Bioscience*, v. 50, p. 53-65.

RANDALL, J. M. 1996. Weed control for the preservation of biological diversity. *Weed technology* v. 10, p. 370-383.

RICKLEFS, R.E., 2016. Estrutura das Comunidades. In: RICKLEFS, R.E. *A Economia da Natureza*. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp. 412-441.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University Illinois Press.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. 1981. *Biometry*. 2nd. Ed. Freeman, San Francisco.

WILLIAMSON, M. 1996. *Biological Invasions*. London: Chapman e Hall.

ZENNI, R.D.; ZILLER, S.R. 2011. An overview of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, n.34, p. 431-446.

ZILLER, S. R. 2001. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência Hoje*, v. 30, n. 178. p. 77-79.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

ZILLER, S.R.; ZALBA, S. 2007. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. *Natureza & Conservação*, v. 5, n. 2, p.8-15.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

7. Outras atividades

Durante o período de execução do presente plano de trabalho foram realizadas as seguintes atividades extras:

. Minicursos:

. Gerenciamento de referências bibliográficas para trabalhos de pesquisas e artigos científicos. IV SEMAC, 2017.

. Monitoria:

. Monitoria da disciplina de Ecologia III.

. Monitoria na IV SEMAC, 2017.

. Monitoria V SEBITA, 2017.

. Eventos:

. V SEBITA, Itabaiana, SE, 2017.

. Publicações:

. Publicação em Anais:

. CUNHA, L. A.; SANTOS, L. A.; SANTOS, G.; SANTOS, J. L.; SILVA, F. O.; SILVA, K. C.; SANTANA, J. A.; FABRICANTE, J. R. Tem Alienígenas na Cidade: Avaliação da Efetividade das Ações Realizadas em Escolas Públicas de Itabaiana, Sergipe. XIII Congresso de Ecologia do Brasil & III International Symposium of Ecology and Evolution, Viçosa, MG. 2017.

. LOPES, M. T.; SILVA, K.C.; SILVA, F. O.; SANTOS, J. L.; SANTOS, J. P. B.; FABRICANTE, J. R. Comunidade de Macrófitas Aquáticas em Mananciais no Estado de Sergipe. In: XIII Congresso de Ecologia do Brasil & III International Symposium of Ecology and Evolution, 2017, Viçosa. Anais, 2017.

. Santos, J. L.; Santos, G.; Santos, L. A.; Silva, K. C.; Lopes, M. T.; Silva, F. O.; FABRICANTE, J.R. Epífitas Vasculares do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

XIII Congresso de Ecologia do Brasil & III International Symposium of Ecology and Evolution, Viçosa, MG. 2017.

. SANTOS, G; SANTOS, J. L.; SANTOS, L. A.; SILVA, W. S.; SILVA, F. O.; FABRICANTE, J. R. Impactos da *Uroclora brizantha* sobre as Espécies Herbáceas Autóctones em uma Área de Mata Atlântica. XIII Congresso de Ecologia do Brasil & III International Symposium of Ecology and Evolution, Viçosa, MG. 2017.

. SANTOS, J.L.; SILVA, K.C.; SILVA, F.O.; FABRICANTE, J.R. Análise de Susceptibilidade de Invasão Biológica Global de Espécies Nativas do Brasil. XIII Congresso de Ecologia do Brasil & III International Symposium of Ecology and Evolution, Viçosa, MG. 2017.

. CUNHA, L. A.; SANTOS, L. A.; SANTOS, G.; SILVA, F. O.; SILVA, K. C. FABRICANTE, J. R. Projeto de Ensino e Extensão: Tem Alienígenas na Cidade. 5º Encontro de Iniciação a Extensão da Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, SE. 2017.

. Artigos submetidos:

. CUNHA, L. A.; SILVA, F. O.; FABRICANTE, J. R. 2017. Proposta de material de apoio sobre o tema invasão biológica para professores do ensino fundamental. Ciência & Educação, Bauru.

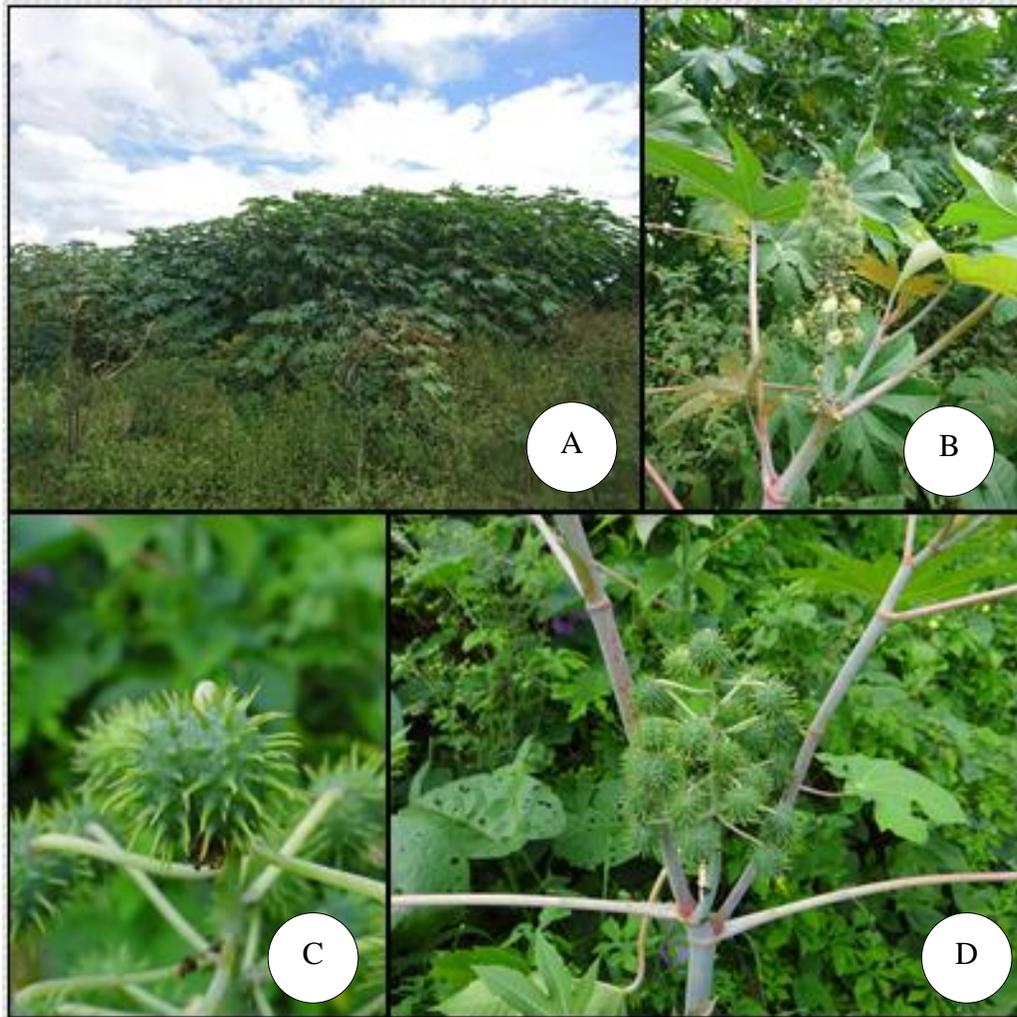


**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

ANEXOS



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA



Anexo 1. *Riicinus communis*. APA Morro do urubu, Aracaju, SE. Sendo: A – área invadida; B – Inflorescência; C – Fruto; D – infrutescência.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



Anexo 2. Coleta de dados. APA Morro do urubu, Aracaju, SE.