



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

ROSANA DE ANDRADE CAMILO

**CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS E APLICAÇÃO DE
MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO PARQUE NACIONAL
MARINHO FERNANDO DE NORONHA**

BRASÍLIA

2021

ROSANA DE ANDRADE CAMILO

CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS E APLICAÇÃO DE
MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NO PARQUE NACIONAL
MARINHO FERNANDO DE NORONHA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Graduação,
Curso de Ciências Ambientais,
Universidade de Brasília.

Orientadora: Isabel Belloni Schmidt
Co-orientador: Alexandre Bonesso
Sampaio

BRASÍLIA - DF
NOVEMBRO / 2021

FOLHA/TERMO DE APROVAÇÃO

Epígrafe

“Você quase não sabe nada sobre mim.

Uma vez fui morar no alto da colina e fiquei tão abismada com a beleza natural, o rio, a cachoeirinha, a mata, que empilhei uma casa apoiada nas pedras. Morar na casa da colina mudou tudo. Mudou a mim, mudou a vida.

Lá, como não havia eletricidade, eu dependia de lampiões e candeeiros para me locomover com gentileza pelo escuro. De noite via os vagalumes incendiando o breu. Se a noite estava estrelada, eu dormia fora de casa, e me deslumbrava.

Tanta estrela me transportava pra um céu acolhedor. Só tinha anjo lá.

A casa me ensinou a pertencer a um lugar. O lampião iluminava o ambiente, mas o candeeiro era íntimo. Eu mesma carregava luz por onde ia. Havia uma sensação de amor, difícil de explicar. Era como se eu estivesse transportando amor. Uma carregadeira de amor.

Você não me vê assim, vê?

Pois esta sou eu.”

Carmen de Oliveira

Agradecimentos

Ao ICMBio Noronha e toda a equipe que compõe a instituição, em especial da manutenção e aos voluntários e voluntárias, por todo o apoio e pelas inúmeras ações desempenhadas para que esse estudo pudesse ser realizado.

Ao Programa de Voluntariado como um todo, por desempenhar um trabalho de excelência, fomentando atividades de pesquisa, divulgação científica, educação ambiental, entre tantas outras. Vivenciar o voluntariado por um ano mudou a minha vida em inúmeros aspectos. Me transformei em um ser humano mais leal e o valor ao coletivo berra em minhas veias.

Ao Coordenador da Pesquisa do ICMBio Noronha, Ricardo Araújo, imensamente. Por toda a motivação e confiança depositada no meu trabalho. Neste e em tantos outros de suma importância dos quais fiz parte e sigo desempenhando.

À minha orientadora, Isabel Belloni Schmidt, por ser fonte de inspiração e por todo aprendizado transmitido durante a construção teórica deste estudo.

Ao meu Co-orientador, Alexandre Bonesso Sampaio, sem o qual a ideia inicial não teria sido sequer pensada. Em muitos momentos me vi afogada por um mar de dúvidas e inseguranças em relação à aplicação das metodologias e coleta de dados, devidamente sanadas ou redirecionadas para que a primeira fase desse estudo fosse concluída.

Ao meu companheiro à época da realização de todos os experimentos, Samuel Almeida. Por ter sido meu apoio e meu suporte para que todas as parcelas deste estudo pudessem ser construídas e acompanhadas sem que eu precisasse abandonar os outros projetos desempenhados no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.

Ao meu estimado e admirado amigo, colega de trabalho, parceiro de campo e de discussões científicas, Lucas Penna. Eu e muitas das atividades de pesquisa desempenhadas no Arquipélago devemos muito a você. Obrigada, amigo querido. Você é um exemplo para mim em muitos aspectos.

À Aline Soares Passos, por todo apoio desde o momento da decisão de realizar essa pesquisa até os segundos que antecederam a finalização. Sem

você, com os inúmeros perrengues nos últimos dois anos, eu não estaria me sentindo tão inteira nesse momento.

À Morgana Franco, por toda troca e carinho, tão necessários para a manutenção de um mínimo de sanidade mental durante os momentos mais duros da pandemia, e por ter sido meu apoio durante a recuperação das duas cirurgias que precisei vivenciar para ter meus pés firmes novamente e dar continuidade aos trabalhos que me movem. E pelas horas ditando os dados dessa pesquisa por vídeo conferência.

Aos voluntários à época dos experimentos, pelas contribuições com o monitoramento das parcelas, campos, discussões científicas, coleta das sementes, construção de ideias: Luiza, Geovana, Sergio Espada, Filipe Gato, Beca, Aline, Ed, Gui, Clara, Lu, e Layane. Vocês são a prova de que “juntos, vamos mais longe”.

Finalmente, meu agradecimento mais importante, à minha linda família, pelo valor intrínseco disso, e por todo apoio que recebi para que pudesse chegar até aqui. Em especial à minha irmã Camila, Tia Monca e minha mãe. Eu sigo grata e tocada de saudade.

RESUMO

Atualmente reconhecida como uma das maiores e mais crescentes ameaças à diversidade biológica do planeta, invasões biológicas podem causar irreversíveis e profundas alterações no funcionamento e estrutura dos ecossistemas. Devem, portanto, ser alvo de programas de controle e erradicação em áreas naturais, principalmente no caso de ocorrência em Unidades de Conservação. A área de estudo corresponde ao Arquipélago de Fernando de Noronha, ilha oceânica de origem vulcânica, ambiente considerado mais suscetível ao estabelecimento de espécies exóticas invasoras e cujo território é dividido em duas Unidades de Conservação. Todo esse cenário exige que qualquer forma de intervenção na vegetação se baseie em estudos detalhados para que não se coloque em risco a regeneração de ambientes naturais insulares. Este estudo teve como objetivo: (i) testar a eficiência do controle químico para o controle e/ou erradicação das espécies *Cissus verticillata*, *Lantana camara* e *Panicum maximum*; (ii) testar a taxa de propagação vegetativa por meio da estaquia das espécies nativas: *Erythrina velutina*, *Capparis flexuosa*, *Ficus noronhae* e *Capparidastrium frondosum*; e, (iii) testar a taxa de germinação das sementes da espécie arbórea *Erythrina velutina*. Os resultados obtidos demonstraram que o controle químico pode ser uma ferramenta eficiente para o controle das 3 espécies exóticas invasoras amostradas: *L. camara* (40%), *P. maximum* (66,27%) e *C. verticillata* (92%). Em relação aos métodos de restauração ecológica em áreas degradadas, a propagação vegetativa por meio da estaquia apresentou médio a alto potencial para 3 das 4 espécies avaliadas. Os resultados das taxas de emissão de brotos para as espécies *C. flexuosa* (22%), *E. velutina* (24%) e *F. noronhae* (49%) indicam que esse pode ser um método eficiente para a recomposição de espécies nativas em áreas que necessitem de regeneração ativa, tendo em vista ser um método simples, econômico e relativamente mais célere. O mesmo se aplica para a *E. velutina* (31%) em relação ao método da semeadura direta no solo. Apesar das inúmeras dificuldades para a elaboração deste trabalho, tais como os poucos estudos sobre o controle de espécies invasoras e a eficiência dos métodos de recomposição das espécies nativas ou endêmicas do Arquipélago, conclui-se que os métodos aqui analisados podem ser efetivos para que o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha seja capaz de alcançar o controle e/ou erradicação das espécies exóticas invasoras da flora em suas áreas, contribuindo com a restauração de ambientes degradados há décadas.

Palavras-chave: Restauração ecológica; Fernando de Noronha; Propagação vegetativa; Invasões biológicas; Controle químico.

ABSTRACT

Currently recognized as one of the biggest and most growing threats to the planet's biological diversity, biological invasions can cause irreversible and profound changes in the functioning and structure of ecosystems. Therefore, they must be the target of control and eradication programs in natural areas, especially in the case of occurrence in Conservation Units. The area of study corresponds to the Fernando de Noronha archipelago, an oceanic island of volcanic origin, an environment considered more susceptible to the establishment of invasive exotic species and whose territory is divided into two Conservation Units. This entire scenario requires that any form of intervention in the vegetation be based on detailed studies so that the regeneration of natural island environments is not put at risk. This study aimed to: (i) test the efficiency of chemical control for the control and/or eradication of *Cissus verticillata*, *Lantana camara*, and *Panicum maximum*; (ii) test the vegetative propagation rate by cutting the native species: *Erythrina velutina*, *Capparis flexuosa*, *Ficus noronhae* and *Capparidistrum frondosum*; and, test the seeds germination rate of the specie *Erythrina velutina*. The results obtained show that chemical control can be an efficient tool to control the 3 invasive alien species sampled: *L. camara* (40%), *P. maximum* (66.27%), and *C. verticillata* (92%). Regarding the methods of ecological restoration for degraded areas, vegetative propagation through cuttings presented medium to high potential for 3 of the 4 species evaluated. The results for sprouts emission rates of the species *C. flexuosa* (22%), *E. velutina* (24%), and *F. noronhae* (49%) indicate that this can be an efficient method for restoration of native species in areas that need active restoration, considering that it's a simple, economical and relatively quick method. The same applies to *E. velutina* (31%) regarding the direct sowing method. Despite the many difficulties for the elaboration of this work, such as the few studies on the control of invasive species and on the efficiency of recovery methods for native or endemic species of the archipelago, it concludes that the methods here analyzed can be effective so that the National Marine Park of Fernando de Noronha is able to achieve control and/or eradication of its flora invasive alien species, contributing to the restoration of environments that have been degraded for decades.

Keywords: Ecological restoration; Fernando de Noronha; Vegetative propagation; Biological invasions; Chemical control

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espécie invasora *Cissus verticillata* “subindo” em um indivíduo da espécie arbórea *Erythrina velutina*. Foto: Rosana Andrade.

Figura 2: Espécie exótica *Lantana camara* em estágio de invasão em área próxima à Trilha do Capim Açú, dentro do PARNAMAR. Foto: Rosana Andrade.

Figura 3: Espécie invasora *Panicum maximum* em estágio de invasão em área do PARNAMAR, trilha “Mirante dos Golfinhos”, Área próxima à Praia do Sancho. Foto: Rosana Andrade.

Figura 4: Mapa com os pontos de ocorrência das espécies invasoras amostrados no estudo de Freitas (2018). O tamanho dos pontos de ocorrência indica o percentual de cobertura de cada espécie no local de amostragem.

Figura 5: Indivíduo da espécie arbórea *Erythrina velutina* próximo à encosta do Porto de Santo Antônio de Fernando de Noronha. Foto: Rosana Andrade.

Figura 6: Folha em estágio inicial de frutificação da espécie *Capparis flexuosa*. Foto: Rosana Andrade.

Figura 7: Indivíduo da espécie *Ficus noronhae*, provavelmente endêmica do AFN. Foto: Rosana Andrade.

Figura 8: Folhas, flor e frutos imaturos da espécie *Capparidastrum frondosum*, nativa do AFN. Foto: Rosana Andrade.

Figura 9: Equipe do ICMBio realizando o controle mecânico da espécie exótica invasora *L. camara* na área da parcela experimental montada próximo à trilha do Capim Açú. Foto: Rosana Andrade.

Figura 10: Sequência de imagens das etapas de (i) cobertura da espécie exótica invasora *Panicum maximum*; (ii) após o controle mecânico com uso de roçadeira; e (iii) após rebrota e aplicação do controle químico. Fotos: Rosana Andrade.

Figura 11: Análise da cobertura original antes da aplicação do controle mecânico e químico da espécie *Cissus verticillata* pelo método de interceptação de pontos em linha, em área próxima à trilha do Capim Açú. Foto: Rosana Andrade.

Figura 12: Foto do experimento referente à amostragem da propagação vegetativa por meio da estaquia e de germinação de sementes de espécies nativas.

Figuras 13 e 14: Fotos das espécies *F. noronhae* (esquerda) e *E. velutina* após a emissão de brotos a partir do método de propagação vegetativa por estaca.

Figura 15: Apresenta a porcentagem da taxa de mortalidade por espécie para o experimento de controle das EEIs.

Figura 16: Fotografia da área referente ao experimento de controle da espécie exótica invasora *C. verticillata*, antes da aplicação do controle mecânico e químico. (Foto: Rosana Andrade)

Figura 17: Fotografia a partir do ângulo da primeira estaca demarcando o ponto 0 da trena para análise da cobertura vegetal da área referente ao experimento de controle da espécie exótica invasora *C. verticillata*, 45 dias após a aplicação do controle mecânico e químico. (Foto: Geovana Rocha)

LISTA DE TABELAS E MAPAS

Tabela 1: Lista das Espécies Exóticas Invasoras catalogadas pelo Plano de Ação para Manejo de Espécies Exóticas Invasoras de Flora do PARNAMAR de Fernando de Noronha.

Tabela 2: Detalhamento das etapas da metodologia e materiais aplicados para os experimentos de controle das 3 EEIs: *C. verticillata*, *L. camara* e *P. maximum*.

Tabela 3: Detalhamento do tratamento utilizado no experimento para avaliar a taxa de emissão de brotos pelo método da propagação vegetativa por estaquia.

Tabela 4: Detalhamento das etapas da metodologia aplicada para avaliar a taxa de emergência de sementes da espécie *Erythrina velutina*.

Tabela 5: Resultados alcançados após aplicação do controle químico para as EEIs: *C. verticillata*, *L. camara* e *P. maximum*.

Tabela 6: O método empregado para análise da eficiência do controle químico para espécie *C. verticillata* foi o de interceptação de pontos em linha. A tabela apresenta a taxa de cobertura média para as categorias Sem Vegetação (SV); Espécies Nativas (SPN); *Cissus verticillata* (CV); outras Espécies Exóticas (SPE); e, Cobertura Total (CT).

Tabela 7: Lista das espécies nativas e exóticas presentes no experimento de controle da EEI *C. verticillata* após a aplicação do controle químico.

Tabela 8: Resultados alcançados no experimento que avaliou a taxa de emissão de brotos para o experimento referente à propagação vegetativa por estaquia das espécies *C. frondosum*, *C. flexuosa*, *E. velutina* e *F. noronhae*.

LISTA DE SIGLAS

AFN Arquipélago de Fernando de Noronha

UC Unidade de Conservação

ICMBio Instituto Chico Mendes de Biodiversidade

YUCN União Internacional para Conservação da Natureza e Recursos Naturais

MMA Ministério do Meio Ambiente

PARNAMAR Parque Nacional Marinho

APA Área de Proteção Ambiental

EI Espécies Exóticas Invasoras

FN Fernando de Noronha

Sumário

Introdução.....	14
Revisão da Literatura.....	19
Revisão Normativa	22
Objetivo.....	23
Controle de espécies exóticas invasoras no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha	24
Propagação vegetativa por estaquia e semeadura como métodos de Restauração Ecológica em áreas do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha	30
Metodologia.....	35
Área do Estudo	35
Metodologia aplicada para o controle das espécies exóticas invasoras.....	36
Metodologia para avaliar a taxa de propagação vegetativa por meio da técnica da estaquia.	40
Metodologia para avaliar a taxa de germinação da espécie <i>Erythrina velutina</i>	43
Resultados e Discussão	44
Experimentos de controle das espécies <i>L. camara</i> ; <i>P. maximum</i> e <i>C. verticillata</i> :	44
Avaliação da taxa de emissão de broto na propagação vegetativa das espécies <i>nativas</i>	52
Germinação de <i>Erythrina velutina</i>	53
Conclusão.....	55
Referências Bibliográficas	57

Introdução

Atualmente reconhecida como uma das maiores e mais crescentes ameaças à diversidade biológica do planeta, invasões biológicas podem causar irreversíveis e profundas alterações no funcionamento e estrutura dos ecossistemas (ZENNI & ZILLER, 2011). Espécies exóticas invasoras afetam indivíduos, populações e comunidades, seja em razão de alterações nas interações interespecíficas ou alterações físicas e químicas, provocando impactos diretos e indiretos sobre a biodiversidade (MACK *et al.*, 2000; GLOBAL INVASIVE SPECIES PROGRAMME, 2001). Interferem nas propriedades ecológicas fundamentais dos ecossistemas invadidos, tais como as espécies dominantes em uma comunidade, a ciclagem de nutrientes e a produtividade (RICHARDSON *et al.*, 2000; CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY,).

Os processos ecológicos desencadeados com a introdução de espécies exóticas invasoras podem incorrer na homogeneização de comunidades bióticas, inclusive com a extinção de espécies nativas (HEJDA *et al.* 2009; MCKINNEY & LOCKWOOD, 1999). O que as torna um desafio para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais (ZILLER, 2006). Devem, portanto, ser alvo de programas de controle e erradicação em áreas naturais, principalmente no caso de ocorrência em Unidades de Conservação; (HORTA *et al.*, 2010; D'ANTONIO; VITOUSEK, 1992; SIMBERLOFF *et al.*, 2013).

Os processos de invasão no Brasil são observados em todos os biomas. Há catalogado na Base de Dados I3N Brasil os registros de invasão em 324 Unidades de Conservação (UCs) nas esferas municipal, estadual e federal (ZENNI & ZILLER, 2011). O número de espécies registradas como invasoras, entre plantas, animais e microorganismos, ultrapassa atualmente 348 espécies, presentes em 12.971 locais de ocorrência (INSTITUTO HORUS, 2012).

Com relativamente pouca referência no Brasil, o manejo aplicado de Espécies Exóticas Invasoras (EEIs), com ações de erradicação e controle, tem demonstrado a necessidade de ações práticas que envolvem o reconhecimento

da gravidade das invasões biológicas para a biodiversidade e conservação das áreas naturais, em especial em Unidades de Conservação (ZILLER, 2006). O controle de plantas exóticas invasoras pode ser realizado por métodos mecânicos, químicos e biológicos, ou pela associação destes. Considerando que, em muitos casos, o uso de controle químico é a opção mais viável e eficaz (WITTENBERG; COCK, 2001).

Em “A Origem das Espécies”, publicado em 1859, Charles Darwin já mencionava o potencial das espécies exóticas sobre as nativas, salientando inclusive a problemática das invasões biológicas em ambientes insulares. Quase um século depois, com a publicação de “A ecologia das invasões por animais e plantas” Charles Elton (1958) solidifica o tema no ramo da ciência da Ecologia e Evolução, irrompendo a partir daí diversas atualizações por inúmeros autores. Sendo o estudo dos organismos invasores atualmente uma abordagem em crescimento (CALLAWAY & MARON, 2006).

Ilhas podem apresentar grandes variações a depender do seu arranjo espacial, características da biota e geologia. A biogeografia as classifica em: (i) ilhas oceânicas - aquelas que nunca tiveram ligação com o continente, ligadas assim a uma plataforma submersa, podendo ser de origem vulcânica ou origem calcária ou ambas; (2) ilhas continentais, localizadas na plataforma continental e podendo, em tempos remotos, ter sido conectadas ao continente; e, (3) ilhas de hábitat, um hábitat terrestre e cercado por outro diverso, a exemplo dos picos de montanhas (WHITTAKER, 1998).

São classificadas como ilhas oceânicas brasileiras o Atol das Rocas, o Arquipélago de Fernando de Noronha, a Ilha da Trindade e o Arquipélago Martin Vaz, todas situadas no Atlântico Sul; e os Rochedos de São Pedro e São Paulo no Atlântico Norte (BATISTELLA, 1993).

O Arquipélago de Fernando de Noronha é classificado como ilha oceânica de origem vulcânica (ALMEIDA, 1955; TEIXEIRA et al, 2011). E seu território é dividido em duas Unidades de Conservação: a Área de Proteção Ambiental – APA de Fernando de Noronha, Unidade de Conservação de Uso Sustentável; e o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha - Unidade de Conservação de Proteção Integral (SNUC, 2000; FUNATURA, 1990). O PARNAMAR FN é administrado pelo Instituto Chico Mendes – ICMBio e possui

uma área total de 11,270km², possuindo duas áreas distintas: a terrestre, que inclui todas as ilhas e ilhotas, e a faixa marinha (FUNATURA; 1990).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) define Unidades de Conservação - UC como espaços territoriais e seus recursos naturais, com características naturais relevantes, cuja função é assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diversas populações, habitats e ecossistemas. Após a realização de estudos técnicos, são legalmente instituídas pelo Poder Público com os objetivos e estratégias de assegurar a conservação e proteção da biodiversidade e do patrimônio genético natural (SNUC, 2000).

As UCs podem ser divididas em dois grupos: (i) de proteção integral, cujo principal objetivo é a proteção da natureza, com regras e normas mais restritivas sendo permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais tais como turismo ecológico, pesquisa científica e educação e interpretação ambiental; e (ii) de uso sustentável, que visa conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais, sendo permitido, portanto, o uso e coleta dos recursos disponíveis desde que praticadas de forma que a perenidade destes e dos processos ecológicos esteja assegurada (SNUC; 2000).

Em 1988, com a divisão do território de Fernando de Noronha em duas UCs, passou-se a desenvolver no arquipélago atividades turísticas de acordo com seu planejamento e zoneamento, reduzindo as intervenções drásticas que a vida natural vinha sofrendo até então. No ano de 2001 o Arquipélago de Fernando de Noronha foi tombado como Patrimônio da Humanidade pela UNESCO, tornando-se, portanto, responsabilidade de toda a sociedade brasileira (GROSSMAN; 2010).

Em 24 de novembro de 2010 o ICMBio celebrou contrato de concessão de prestação de serviço em Unidade de Conservação Federal com a empresa Cataratas do Iguaçu S/A, que adota o nome fantasia Econoronha. Entre as diversas obrigações, a concessionária deve elaborar e executar projeto de erradicação de espécies exóticas da flora dentro da área do PARNAMAR FN. O prazo de vigência da concessão é de 15 anos.

A divisão do território brasileiro em áreas fitogeográficas foi elaborada por RIZZINI, entre os anos de 1963 e 1979. Este método é de natureza florístico-

vegetacional, ou seja, considera toda a vegetação e a flora existentes na região e conseguindo, portanto, proporcionar uma visão global do território considerado. Dentro desse ponto de vista, o Parque Nacional Marinho de FN pertence à Província Atlântica, que inclui, ainda, a Floresta Atlântica, a Caatinga, o Pinheiral e a Restinga. (FUNATURA; 1990)

Em 1832, Charles Darwin e sua equipe realizaram as primeiras coletas botânicas em Fernando de Noronha. Entretanto, foi Ridley, em 1890, quem apresentou o primeiro estudo científico abrangendo a descrição da vegetação do arquipélago. À época, Ridley referiu 182 espécies da flora distribuídas em 43 famílias. Dasquelas, 44 foram identificadas como exóticas à vegetação do arquipélago, tendo sido introduzidas tanto para ornamentação quanto para cultivo local. Um total de 28 taxa foram descritos como novos para a ciência. Atualmente, o estudo de levantamento da flora fanerogâmica mais recente, de 2007, identificou no arquipélago 211 espécies, distribuídas em 148 géneros e 48 famílias (FREITAS, 2007).

O Plano de Manejo do PARNAMAR FN apresenta que a vegetação do arquipélago é basicamente subxerófila e composta de poucas espécies arbóreas, destacando-se as famílias Nyctaginaceae, Bignoniaceae, Anacardiaceae, Rubiaceae e Euphorbiaceae. Existe uma grande quantidade de espécies arbustivas e herbáceas, parte considerável sendo considerada exótica. As regiões com vegetação arbórea contínua são da mata do morro da quixaba até a ponta da sapata e uma parte da encosta das nascentes do córrego atalaia, com exemplares da flora original do tipo mata atlântica insular, e nas proximidades das praias com mata verde secundária (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 1989).

A vegetação arbórea do arquipélago vem sendo sucessivamente alterada desde o seu descobrimento. Os cortes, para utilização da madeira para lenha pelos navegadores ou pela devastação da ilha principal, quando presídio, para evitar as fugas, contribuíram para sua degradação. Atualmente, ainda existem indivíduos remanescentes de algumas espécies arbóreas, com grande porte, o que evidencia o potencial de suporte das populações dessas espécies (FELFILI & SILVA JÚNIOR, 1989). Como resultado de intervenções ao longo de mais de 500 anos de colonização, parcela significativa da flora de FN, que já fora

classificada como Mata Atlântica Insular, é de origem antropogênica (FREITAS, 2007).

O processo de homogeneização dos ambientes desencadeado pela invasão biológica, de forma voluntária ou não, torna os ambientes naturais cada vez menos diversificados em escalas regionais e globais (MCKINNEY & LOCKWOOD, 1999). Esse processo é amplamente observado na biota de ilhas, onde o declínio das espécies endêmicas e sua recolonização por espécies exóticas resultam na queda da diversidade beta entre ilhas, ou seja, na alteração de espécies ao longo do gradiente ambiental (HARRISON, 1993).

Ecosistemas insulares costumam possuir uma vegetação com menor diversidade que áreas continentais de mesmo clima. Isso porque a colonização natural das espécies depende da forma de dispersão das sementes, dos agentes de dispersão, entre outros fatores. A menor riqueza de espécies nativas indica um ecossistema frágil, principalmente quando há um grande número de espécies exóticas. Esse cenário exige que qualquer forma de intervenção na vegetação se baseie em estudos detalhados, para que não se coloque em risco a regeneração dos ambientes naturais (FELFILI & SILVA-JÚNIOR, 1989).

Ao discutir as inúmeras mudanças desencadeadas pela introdução dos organismos invasores, o crescimento acelerado por pesquisas sobre invasões biológicas nos últimos 20 anos estimulou avanços consideráveis em diversas áreas-chave da ecologia (ZENNI & ZILLER, 2011; MACK ET AL. 2000). E preveem que os próximos 20 anos, veremos um aumento das pesquisas sobre distúrbios no contexto das invasões biológicas (MACK ET AL. 2000). Provavelmente diversas pesquisas demonstrarão que fatores como perturbação e pressão de propágulos, entre outros, costumam contribuir para o sucesso das espécies introduzidas. E que com o aumento do número de estudos de caso sobre EEI, adquiriremos um maior potencial para prever quando e onde processos específicos afetarão populações e comunidades nativas (ZILLER, 2006).

Revisão da Literatura

Espécies nativas são aquelas que estão dentro dos seus limites ambientais, ou seja, de sua distribuição natural em termos evolutivos. O termo espécie exótica alude a uma espécie ou subespécie que tenha sido introduzida por ações humanas, voluntárias ou não, para além da sua área natural de distribuição natural (CBD Decisão VI/23). Espécies exóticas invasoras – EEI referem-se a espécies exóticas cuja introdução e/ou dispersão venham a ameaçar a diversidade biológica (ZILLER & ZALBA, 2007).

Ziller e Zalba (2007) detalham que a invasão biológica é um processo dinâmico e crescente. A partir do momento em que uma espécie exótica supera as barreiras geográficas que a mantem limitada a sua área natural de distribuição, ela precisa superar três estágios para que seja efetivamente definida como exótica invasora. O primeiro é definido pela sua introdução no ambiente, onde a espécie deve ultrapassar e sobreviver a determinadas barreiras ambientais como as condições do solo, do clima e ainda possíveis ataques de patógenos e predadores. A partir daí, ocorre o segundo estágio, definido por seu estabelecimento e persistência, caracterizado pela reprodução local, com a formação de populações auto-regenerativas; uma vez estabelecidas, as invasoras competem por recursos com as espécies nativas e podem impedir a sucessão natural dos ambientes. O terceiro estágio acontece a partir da capacidade de dispersão para além do ponto em que a espécie foi introduzida (PIVELLO, 2011).

Mack et al. (2000) definem como fase de latência (*lag phase*) o tempo decorrido entre o primeiro estágio, com a introdução da espécie, e a deflagração do processo de invasão, caracterizados pelos segundo e terceiro estágios, com o estabelecimento e a invasão respectivamente. Isolados ou combinados, fatores como tempo de amadurecimento, reprodução, números de anos entre ciclos climáticos favoráveis à espécie e o tempo necessário para produção de grandes quantidades de sementes tornam o tempo de latência imprevisível, variando de espécie para espécie em cada situação ambiental em que se encontre.

A pressão de propágulos também é um fator determinante para definir a fase de latência, medida pelas repetidas introduções/chegadas da espécie,

tanto pelo número de repetições da introdução quanto pelo número de indivíduos introduzidos. A partir da fase de latência, ocorre a fase de crescimento exponencial, que avança até que a espécie alcance as barreiras espaciais de sua nova área de distribuição (MACK et al. 2000).

Atividades humanas ligadas ao turismo e à movimentação comercial de produtos e serviços estão intimamente relacionadas aos fatores que desencadeiam a introdução de espécies exóticas invasoras, tais como os vetores – meios físicos que transportam as espécies, e as rotas de dispersão (*pathways*) – vias ou caminhos por onde as espécies são transportadas (ZILLER & ZALBA, 2007).

Mack et al. (2000) afirma que com a redistribuição sem precedentes dos seres vivos da Terra pelas atividades humanas, como pelo transporte, comércio e migração, estamos vivenciando uma gama cada vez maior de dispersão de espécies exóticas. Anteriormente limitadas a barreiras muitas vezes intransponíveis, tais com as cadeias de montanhas, rios, oceanos ou mesmo zonas climáticas inóspitas. Espécies que se estabelecem em novas áreas, proliferando, espalhando e persistindo em detrimento das espécies nativas, possuem um alto potencial de risco para a biodiversidade dos ecossistemas, especialmente em ilhas oceânicas, sujeitas a altas taxas de invasão.

No caso das espécies invasoras da flora, essas podem alterar completamente o ciclo de nutrientes, o regime de fogo, e a ciclagem de nutrientes e de energia dos ecossistemas nativos afetados, resultando na diminuição da sobrevivência e abundância das espécies nativas (MACK et al., 2000), entre outros danos.

A partir da base de dados mantida e fornecida pelo Instituto Hórus e The Nature Conservancy, cálculos estatísticos demonstram que aproximadamente 75% das espécies introduzidas em ecossistemas aquáticos de água doce e ecossistemas terrestres no Brasil foram motivadas para fins de uso econômico. Muitas dessas espécies sequer chegaram a ter um mercado estabelecido, onde a ausência de demanda incorreu no abandono da produção com a consequente adaptação da espécie e invasão em ambientes naturais (ZILLER & ZALBA, 2007). Tais dados justificam a necessidade de um estudo prévio e

análise de risco antes do processo de introdução voluntária de uma espécie exótica (SIMBERLOFF et al., 1997).

Dada a posição geográfica do Arquipélago de Fernando de Noronha, próxima a uma das rotas de navegação da África e da Europa, foi uma das primeiras descobertas no Novo Mundo. Em 1502, o Arquipélago de Fernando de Noronha teve seu registro no mapa de Alberto Cantino, a essa época sobre o nome “Quaresma”. Em 1503 foi “descoberta” oficialmente por Américo Vespúcio e desde então sofreu uma série de abordagens: em 1504 foi doado como capitania hereditária ao fidalgo Fernão de Loronha, que nunca ocupou o arquipélago, mas a partir desse momento passou a ser reconhecido como Fernando de Noronha. Ainda no século XVI começa o processo de uso extensivo dos recursos naturais por parte dos navegadores que procuravam nas ilhas madeiras para embarcações ou para a produção de alimentos (TEIXEIRA et al, 2011).

De 1556 até 1558 a ilha foi abordada pelos franceses; em 1577 pelo navegador inglês Francis Drake; em 1619 desembarca Pedro de Castro; em 1629 tomam posse os holandeses através de arrendamento até 1654, quando volta aos portugueses após a rendição holandesa em Pernambuco. Em 1735 é novamente ocupada pelos franceses até 1737, voltando definitivamente para os portugueses. Nessa mesma data se inicia a instalação da primeira colônia correcional, com conseqüente transformação em presídio comum até 1938, e desta até 1940, em presídio político (TEIXEIRA et al, 2011).

A partir do longo ciclo de administração militar e nos anos da Segunda Guerra Mundial acontece a maior intervenção antrópica da ilha principal e da Ilha Rata, segunda maior do arquipélago e com registros de ocupação. Houve a construção de bases de observação de mísseis, construção de alojamentos, aeroporto e demais construções para dar suporte à presença de mais de 3.000 homens, o que transforma definitivamente a paisagem natural das duas maiores ilhas do Arquipélago (LINS E SILVA, 2003).

Em 05 de junho de 1986, por meio do Decreto 92.755, todo o território federal de Fernando de Noronha, juntamente com o Atol das Rocas e São Pedro e São Paulo, foram declarados Área de Proteção Ambiental - APA. Em 03 de junho de 1987, com a promulgação da Lei nº 7.608, o Território Federal de Fernando de Noronha passa da administração dos militares e vincula-se ao

Ministério do Interior, tornando-se o primeiro governo civil. Com o Decreto nº 94.780 de 14 de agosto de 1987 fica definida a estrutura básica da administração de Fernando de Noronha (FUNATURA; 1990).

Com a promulgação da Nova Constituição Federal de 1988, uma emenda extinguiu o Território Federal de Fernando de Noronha anexando sua área ao Estado de Pernambuco, passando a ser um distrito desde então. Em 14 de setembro de 1988 foi assinado o Decreto nº 96.693, criando o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Em 1990 a FUNATURA – Fundação Pró-natureza, apresentou o Plano de Manejo do Parque Nacional, baseando-se em diversos estudos realizados à época (FUNATURA, 1990; TEIXEIRA et al, 2011).

Revisão Normativa

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), assinada em 1992 por 150 líderes globais, dedica-se à promoção do desenvolvimento sustentável, e foi promulgada no Brasil por meio do Decreto nº 2.519 de 16 de março de 1998. Em sua Decisão VI/23, atesta que EEI compõem uma das principais ameaças à diversidade biológica, singularmente em pequenos Estados insulares, por constituírem ecossistemas geográfica e evolutivamente isolados. E orienta diretrizes para a prevenção, introdução e mitigação de impactos de espécies exóticas invasoras que ameaçam ecossistemas, habitats ou espécies (SAMPAIO et al., 2018; CBD).

O Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, que institui a Política Nacional de Biodiversidade, tem seus princípios estabelecidos com base na CDB e inclui várias diretrizes referentes a ações sobre espécies exóticas invasoras com vistas a aumentar o nível de conhecimento e de ação prática contra invasões biológicas. Promover a prevenção, a erradicação e o controle de espécies exóticas invasoras que possam afetar a biodiversidade está entre os objetivos norteadores (BRASIL, 2002).

Em 2009 o Brasil lançou uma “Estratégia Nacional Sobre Espécies Exóticas Invasoras” que discorre sobre Controle de Espécies Exóticas Invasoras, também, em Áreas Protegidas. A Resolução nº 7, de 29 de maio de

2018 que aprova a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras com os objetivos de “Prevenir e mitigar os impactos negativos de espécies exóticas invasoras sobre a população humana, os setores produtivos, o meio ambiente e a biodiversidade, por meio do planejamento e execução de ações de prevenção, erradicação, contenção ou controle de espécies exóticas invasoras com a articulação entre os órgãos dos Governos Federal, Estadual e Municipal e a sociedade civil, incluindo a cooperação internacional”.

Em 2010 houve a 10^a Conferência das Partes das Nações Unidas (COP 10), da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), e ficou estabelecida as Metas de Aichi, onde a Meta 9 propunha que até o ano de 2020, as EEI “e seus vetores terão sido identificadas e priorizadas, espécies prioritárias terão sido controladas ou erradicadas, e medidas de controle de vetores terão sido tomadas para impedir sua introdução e estabelecimento” (SAMPAIO et al., 2018).

Objetivo

Este estudo teve como objetivos: (i) testar a eficiência do controle químico para o controle e/ou erradicação de três espécies exóticas invasoras: *Lantana camara* (Verbenaceae); *Panicum maximum* (Poaceae) e *Cissus verticillata* (Vitaceae), todas distribuídas no território do Parque Nacional Marinho do Arquipélago de Fernando de Noronha e frequentes nas áreas definidas como prioritárias para a conservação da biodiversidade do Arquipélago; (ii) testar a taxa de propagação vegetativa por meio da estaquia das espécies nativas: *Erythrina velutina* (Fabaceae), *Capparis flexuosa* (Capparaceae), *Ficus noronhae* (Moraceae) e *Capparidastrum frondosum* (Capparaceae), para a utilização destas nos métodos de restauração ecológica em áreas com baixo ou médio potencial de regeneração natural; e, (iii) testar a taxa de germinação das sementes da espécie arbórea *Erythrina velutina*, considerada espécie-chave para a conservação.

Controle de espécies exóticas invasoras no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha

O Plano de Ação para Manejo de Espécies Exóticas Invasoras de Flora do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha (PARNAMAR) FN (2019) foi criado visando o controle e/ou erradicação de 15 espécies da flora definidas como invasoras. Foi realizado o levantamento das EEI ou potencialmente invasoras que estão distribuídas pelas áreas do PARNAMAR FN e da Área de Proteção Ambiental (APA) FN, das áreas prioritárias para manejo e demais estratégias para a conservação e restauração da biodiversidade existente especialmente na UC de proteção integral (PLANO FLORA ICMBIO FN, 2019).

Com a necessidade iminente de manejo das áreas degradadas em razão da crescente dominância de algumas destas espécies, o plano conta com estratégias de controle das EEI pelos meios mecânico e químico, e subsequente restauração ecológica das áreas manejadas, com a reintrodução das espécies nativas quando necessário (SAMPAIO et al., 2018).

Quanto às UCs, a resolução CONABIO n.5 de 21 de outubro de 2009 enfatiza a priorização de ações em Unidades de Conservação de Proteção Integral, tanto em âmbito federal quanto estadual, com vistas à: (i) identificação das espécies exóticas presentes; (ii) avaliação de risco de dano real e potencial; (iii) avaliação de impactos causados no âmbito de cada espécie, se for o caso; (iv) definição de unidades prioritárias para ação; e (v) definição de medidas necessárias para prevenção, erradicação, mitigação e controle e monitoramento (MMA, 2009).

Tabela 1: Lista das Espécies Exóticas Invasoras catalogadas pelo Plano de Ação para Manejo de Espécies Exóticas Invasoras de Flora do PARNAMAR de Fernando de Noronha.

Lista das espécies exóticas invasoras - Plano Controle EEI Flora PARNAMAR FN		
Espécie	Família	Estágio invasão
<i>Arundo donax</i> L.	POACEAE	inicial
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	MELIACEAE	avançado
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Ailton.	APOCYNACEAE	inicial
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis.	VITACEAE	avançado
<i>Crotalaria retusa</i> L.	FABACEAE	inicial
<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	EUPHORBIACEAE	avançado
<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	EUPHORBIACEAE	avançado
<i>Lantana camara</i> L.	VERBENACEAE	avançado
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	FABACEAE	avançado
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	POACEAE	avançado
<i>Pennisetum setaceum</i> (Forssk.) Chiov.	POACEAE	avançado
<i>Ricinus communis</i> L.	EUPHORBIACEAE	inicial
<i>Terminalia catappa</i> L.	COMBRETACEAE	avançado
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	ASTERACEAE	avançado
<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	FABACEAE	avançado

A figura abaixo apresenta o mapa com a relação de 13 das 15 EEI selecionadas pelo Plano de Ação para Manejo de Espécies Exóticas Invasoras de Flora do PARNAMAR FN (Plano Flora ICMbio FN), e as áreas afetadas por estas. Para *P. maximum* e *C. verticillata*, não houve o levantamento completo dos dados para que essas duas espécies fossem amostradas neste mapa.

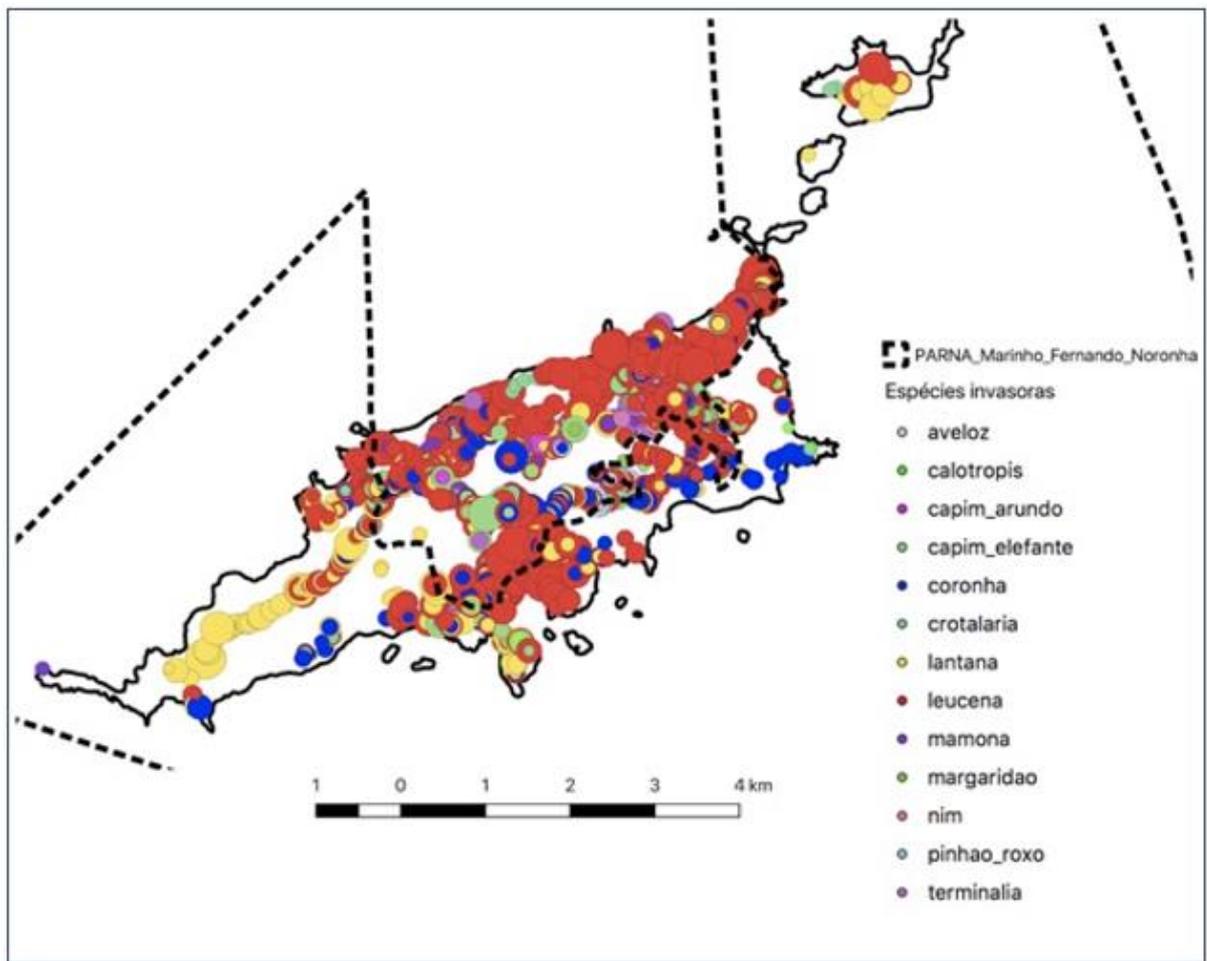


Figura 4: Mapa com os pontos de ocorrência das espécies invasoras amostrados no estudo de Freitas (2018). O tamanho dos pontos de ocorrência indica o percentual de cobertura de cada espécie no local de amostragem. Destaca-se a espécie *Lantana camara*, presente em 3 ilhas do arquipélago.

A EEI *Leucaena leucocephala* (Fabacea) é uma das 15 espécies vegetais que dominou a paisagem de maior parte do AFN. Reconhecida pela IUCN - União Internacional para Conservação da Natureza e Recursos Naturais como uma das 100 piores espécies exóticas invasoras do planeta (LOWE et al. 2000). Apresenta um grande potencial de homogeneização de ambientes em diversos pontos da ilha principal e da ilha Rata (PLANO FLORA ICMBIO, 2019).

A referida espécie foi objeto de experimento de controle que compôs o Plano de Ação para Manejo de Espécies Exóticas Invasoras do PARNAMAR FN. O objetivo foi analisar 6 técnicas de controle envolvendo: (i) controle mecânico, com remoção total dos indivíduos com raiz; (ii) corte do tronco e aplicação do controle químico com herbicida, para dois tipos de dosagem, 5% e

3%; (iii) anelamento do tronco e aplicação do controle químico com herbicida, para dois tipos de dosagem, 5% e 3%; (iv) monitoramento do desenvolvimento dos indivíduos em uma área controle, sem aplicação de nenhum tipo de controle (RAIMUNDO JUNIOR, 2019).

Os resultados apresentados pelo experimento demonstram que a utilização do Garlon 480 BR, herbicida seletivo, de ação sistêmica do grupo ácido piridiniloxialcanóico a base de Triclopir-Butotílico (MAPA) atingiu bons resultados para o método de controle de corte do tronco e aplicação do controle químico com dosagem de 5% (RAIMUNDO JUNIOR, 2019). E comparativo à mão de obra utilizada nos outros métodos, obteve o melhor custo-benefício para o controle da espécie (SAMPAIO et al., 2018) na região do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.

Seguindo essa linha de controle, este estudo buscou investigar resultados para o controle de outras três EEIs em estágio de invasão avançado no AFN:

***Cissus verticilata* (Vitaceae)**

Espécie de trepadeira com gavinhas, apresenta amplo polimorfismo. É originária do continente brasileiro, amplamente distribuída no Neotrópico, e ocorre no Brasil da Amazônia até o Rio Grande do Sul (FLORA DO BRASIL, 2020; FREITAS, 2007). No AFN é denominada popularmente como “jitirana”, e uma das espécies mais comuns, com ocorrência especialmente em áreas abertas (FREITAS, 2007).

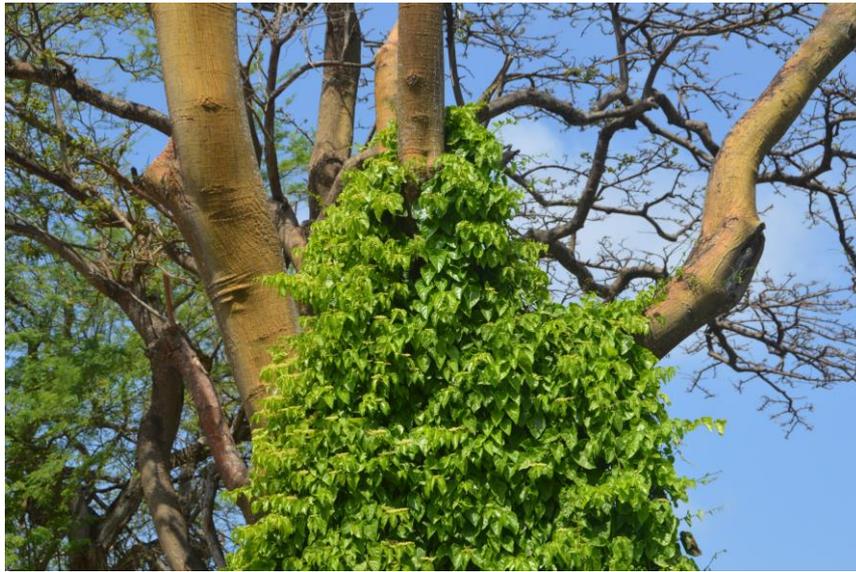


Figura 1: Espécie invasora *Cissus verticillata* “subindo” em um indivíduo da espécie arbórea *Erythrina velutina*. Foto: Rosana Andrade.

Lantana camara (Verbenaceae):

Espécie arbustiva originária do Continente Americano, distribuída em quase todas as regiões entre os paralelos 45° N e 45° S (Kissmann & Groth). É uma planta perene com flores o ano todo e frutificação a partir do segundo ano, sua propagação ocorre via sementes com alta taxa de germinação e adaptada a diversos ambientes, assim como ambientes secos e pobres em nutrientes. Por suas flores é utilizada como planta ornamental (FUNDAÇÃO CHARLES DARWIN, 2006).

É considerada uma planta venenosa, sobretudo as folhas e frutos, que contêm um triterpeno pentacíclico (lantanina ou lantadeno A), produzindo fotossensibilização nos animais e colapso neurocirculatório (FUNDAÇÃO CHARLES DARWIN; 2006).

Conhecida popularmente em FN como “chumbinho”, possui a maior distribuição espacial no arquipélago entre as EEIs listadas pelo plano de controle do PARNAMAR FN, presente tanto na ilha principal, como na Ilha Rata e Ilha do Meio (plano controle, 2007). Assim como a *L. leucocephala*, também compõe a lista das 100 piores espécies exóticas invasoras do planeta (LOWE et al. 2000).



Figura 2: Espécie exótica *Lantana camara* em estágio de invasão em área próxima à Trilha do Capim Açú, dentro do PARNAMAR. Foto: Rosana Andrade.

***Panicum maximum* (Poaceae):**

A espécie é perene e heliófita, oriunda da África, introduzida em outras regiões tropicais e subtropicais para a criação de pastagens para animais pastoreios, atualmente com ampla distribuição. Forma touceiras resistentes e sua propagação ocorre por dispersão de sementes pelo vento e aves granívoras (SILVA, 1969).

É considerada uma espécie exótica invasora agressiva que prejudica culturas e reservas naturais (SOUZA; BATISTA, 2004). Em Fernando de Noronha também apresenta ampla distribuição, nos mais diversificados ambientes, tanto em áreas ensolaradas como em áreas úmidas e sombreadas (FREITAS, 2007).



Figura 3: Espécie invasora *Panicum maximum* em área do PARNAMAR, próxima à Praia do Sancho. Foto: Rosana Andrade.

Como princípio, assume-se que a escolha pelo uso do controle químico deve ser considerada apenas nas situações em que não é viável utilizar as demais alternativas. E o seu uso deve ser feito da forma mais eficaz e racional possível, de forma a atingir apenas o alvo pretendido e evitar ao máximo a contaminação do ambiente e o potencial de impacto a outros organismos, reduzindo ao máximo o volume e a dosagem dos herbicidas a serem utilizados (SAMPAIO et al, 2018).

A chave decisória para auxiliar a tomada de decisão quanto ao uso deste método elaborada pelo “GUIA DE ORIENTAÇÃO PARA O MANEJO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAL” foi devidamente considerada para este estudo, assim como os procedimentos adotados para garantir resultados eficientes e seguros.

Propagação vegetativa por estaquia e semeadura como métodos de Restauração Ecológica em áreas do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha

A ecologia da restauração busca compreender os processos que envolvem a regeneração natural dos ecossistemas, utilizando essas informações para solucionar as problemáticas que envolvem a recuperação da estrutura e função dos ambientes naturais que estejam de alguma forma degradados. A propagação por estacas e a semeadura de arbustos para recobrir o solo e atrair a fauna dispersora são métodos desejados por utilizarem a manipulação de fontes de regeneração natural (SAMPAIO et al. 2007; ZAHAWI, 2005; HOLL ET AL; 2000).

Para que espécies exóticas invasoras sejam definitivamente controladas e as funções ecossistêmicas do ambiente reestabelecidas, devem ser utilizados os princípios da restauração ecológica. Definida como “processo de assistência à recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído” (SER, 2004). A Restauração Ecológica busca a restituição de um ecossistema degradado para o mais próximo possível da sua condição original (Lei nº 9.985 de 2000). Apenas a remoção das plantas invasoras das áreas invadidas pode não ser suficiente para restabelecer a sucessão natural, por

vezes sendo necessária a reintrodução das espécies nativas (SAMPAIO et al, 2018; SER, 2004; MELLO, 2014).

Os Planos de Manejo das duas Unidades de Conservação do AFN destacam a necessidade de restauração das áreas ocupadas por *Leucaena leucocephala*, *Lantana camara* e das demais espécies invasoras indicadas pelo Plano de Ação para Manejo de Flora (FUNATURA, 1990; IBAMA, 2005). Para cada área do AFN que haja a presença de EEI, é preciso avaliar a necessidade de ações complementares de restauração ambiental tais como semeadura, propagação por estaquia ou plantio de mudas de espécies nativas e outras medidas apropriadas (MELLO, 2014).

Avaliar a viabilidade de métodos de restauração ecológica para a vegetação nativa de Fernando de Noronha pode ser determinante para que as funções dos ecossistemas degradados possam ser restabelecidas, principalmente as das áreas prioritárias do PARNAMAR FN que estão afetadas pelas espécies exóticas invasoras. O estudo sobre as formas de propagação das espécies nativas selecionadas poderá contribuir para a restauração ecológica dos ambientes manejados.

***Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae):**

Espécie nativa do Brasil ocorre principalmente em áreas úmidas da Caatinga, encontrada também nos Biomas Floresta Amazônica, Cerrado e Mata Atlântica, bem como em formações vegetacionais como a orla litorânea de Pernambuco e a floresta latifoliada semidecídua de Minas Gerais e São Paulo (CARVALHO, 2008). Para seu grupo ecológico é classificada como pioneira, ocorrendo preferencialmente em áreas abertas e formações secundárias.

Em Fernando de Noronha, é denominada popularmente por “mulungu”, sendo muito frequente e amplamente distribuída na ilha principal. Apresenta floração exuberante que geralmente se inicia em setembro a outubro (FREITAS, 2009).

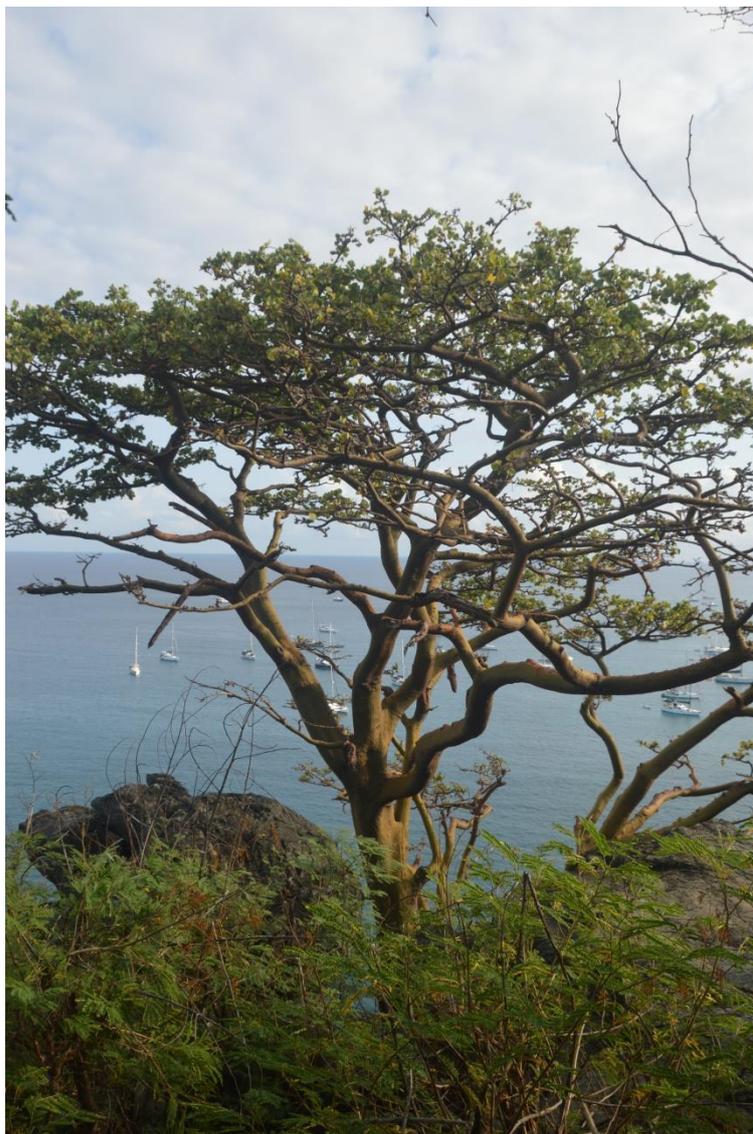


Figura 5: Indivíduo da espécie arbórea *Erythrina velutina* próximo à encosta do Porto de Santo Antônio de Fernando de Noronha. Foto: Rosana Andrade.

(ii) *Capparis flexuosa* (L.) L. (Capparaceae):

Espécie de ampla distribuição, *C. flexuosa*, ocorre na Flórida, nos Estados Unidos, toda a América Central, incluindo as Antilhas (Barbados, Cuba, Trinidad e Tobago), como também no Peru, Colômbia, Argentina. No Brasil ocorre nos estados do Acre, Amazonas e Roraima, toda a Região Nordeste, Espírito Santo e Rio de Janeiro (FLORA DO BRASIL, 2020). Embora preferencialmente habite vegetações secas como Caatinga, carrasco e florestas estacionais ocorre também em restingas e dunas (COSTA E SILVA; 1995).

Arbusto comum na ilha principal, especialmente na Ponta da Sapata, com ocorrência também na ilhota de Sela Gineta, apresenta flores brancas e

fugazes, sendo comumente enfiada por “galhas”. Atualmente é uma das espécies mais comuns, ocorrendo em todos os ambientes, foi também catalogada na ilha da Rata. É denominada pela população local, de “feijão-bravo” (FREITAS, 2009)



Figura 6: Folha em estágio inicial de frutificação da espécie *Capparis flexuosa*.
Foto: Rosana Andrade.

(iii) *Ficus noronhae* Oliv. (Moraceae):

Única representante nativa da família Moraceae, é endêmica do arquipélago de Fernando de Noronha. Ridley (1890) comentou ser a espécie de porte mais elevado da ilha, e ressaltou seu porte arbustivo quando encontrada entre os rochedos, principalmente nas ilhotas pequenas como nos morros “Dois Irmãos”. Amplamente distribuída no arquipélago, inclusive em várias ilhas secundárias como Rata e Sela Gineta (FREITAS, 2007).

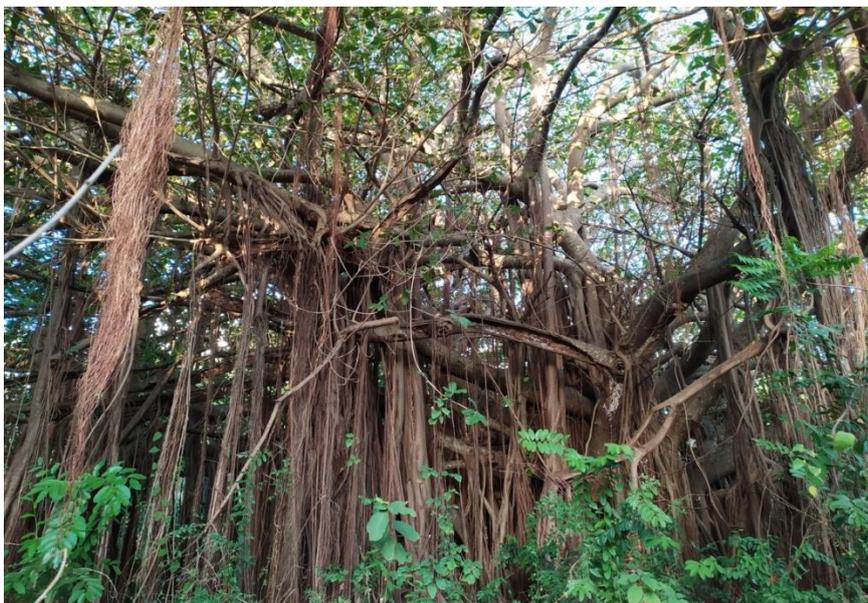


Figura 7: Indivíduo da espécie arbórea *Ficus noronhae*, endêmica do AFN.
Foto: Rosana Andrade.

(iv) *Capparidastrum frondosum* (Jacq.) Cornejo & Iltis (CAPPARACEAE):

Capparidastrum frondosum ocorre da Argentina até a região Sudeste do Brasil. Ridley (1890) citou *C. frondosa* como um arbusto de flores fugazes, com pétalas fracamente verde-purpúreas e estames brancos, com frutos similares aos de *C. flexuosa* (FLORA DO BRASIL, 2020). Abundante nas matas ao redor da lagoa e em algumas áreas da Sapata, e denominada pelos nativos de “Gitó”, como ainda é reconhecida (FREITAS, 2007).



Figura 8: Folhas, flor e frutos imaturos da espécie *Capparidastrum frondosum*, nativa do AFN. Foto: Rosana Andrade.

Para a espécie *E. velutina*, houve ainda o levantamento da taxa de emergência das suas sementes. Isso porque compreender sobre o potencial de emergência de sementes de espécies nativas, ou o estabelecimento destas em condições naturais é uma importante ferramenta no planejamento de ações de conservação e restauração em uma determinada área (BEWLEY & BLACK, 1994). Uma das principais formas de se obter maior conhecimento sobre plantios cujo objetivo é a restauração de áreas degradadas, é com o conhecimento sobre a germinação de sementes nativas.

Metodologia

Área do Estudo

Fernando de Noronha localiza-se na Plataforma Continental Brasileira, no oceano Atlântico Equatorial, a 345km do Cabo de São Roque, no Rio Grande do Norte, área continental mais próxima ao arquipélago, e a 523 km de sua capital, Recife – Pernambuco (FUNATURA, 1990). O ponto mais próximo da costa africana é a Libéria, localizado a cerca 2600 km (ALMEIDA, 1955). As atividades vulcânicas que iniciaram sua formação correspondem ao Período Mioceno, há pouco mais de 12 milhões de anos, cessando há cerca de 1,5 milhões de anos, já no período Pleistoceno (ALMEIDA, 1955; FUNATURA 1990; TEIXEIRA et al, 2011). Suas unidades litológicas correspondem a dois grandes grupos de primeira ordem, de acordo com sua origem: a Formação Remédios e a Formação Quixaba, ambas de rochas vulcânicas. Quanto ao das rochas sedimentares, há a Formação Caracas (ALMEIDA, 1955; FUNATURA 1990; TEIXEIRA et al, 2011).

Especificamente, Fernando de Noronha está a 3° 50'S e 32° 24'W e possui extensão total de 26 km² divididos em 21 ilhas, ilhotas e rochedos, sendo a ilha principal a maior delas, com 17 km² (ALMEIDA, 1955). O clima é o Tropical Aw, marcado pelo domínio oceânico, segundo a classificação de Köppen, com características semi-áridas, sobretudo pelas estações seca e chuvosa bem definidas, e acentuada irregularidade na precipitação pluvial interarural. A precipitação pluvial média anual é de 1.275 mm, estendendo-se a estação chuvosa de fevereiro a julho, com a média anual das temperaturas em torno dos 27°C, com grande influência dos ventos alísios. A umidade relativa

fica em torno de 78,3° com pouca variação e o total das precipitações anuais tem a média de 1400 milímetros com grande variabilidade anual (TEIXEIRA et al., 2011).

Metodologia aplicada para o controle das espécies exóticas invasoras

Das 15 espécies exóticas invasoras apresentadas pelo Plano de Manejo para controle ou erradicação de EEIs da Flora para o PARNAMAR FN, 3 foram selecionadas por este estudo para os testes de controle mecânico e químico: *Lantana camara*, *Panicum maximum* e *Cissus verticilata*.

A seleção das 3 espécies exóticas considerou: (i) espécies com maior amplitude de distribuição geográfica no PARNAMAR de Fernando de Noronha; e/ou, (ii) estado atual da invasão no AFN; e/ou, (iii) presença em áreas consideradas prioritárias para a conservação da Unidade de Conservação de Proteção Integral.

Todos os experimentos referentes ao controle de espécies exóticas invasoras foram realizados dentro da área do PARNAMAR, entre os meses de outubro de 2019 e fevereiro de 2020, época com menor média de precipitação (BATISTELLA, 1993) e considerada, portanto, ideal para o uso do controle químico (SAMPAIO et al, 2018). Os procedimentos realizados nos experimentos seguiram as sugestões apresentadas no Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais, publicada pelo ICMBio em dezembro de 2018.

Para as espécies *Lantana camara* e *Panicum maximum*, o método de amostragem escolhido foi o de parcelas de 10m por 10m, sendo uma parcela por espécie, em locais distintos. Os dados dos experimentos foram avaliados a partir da contagem dos indivíduos. No caso da espécie *Cissus verticilata*, o método foi o de interceptação de pontos em linha, isso porque a área escolhida se encontrava completamente infestada por um manto de caules e folhas da espécie, impossibilitando a sua contagem, mesmo após o controle mecânico, demonstrando a inviabilidade da amostragem por meio de parcelas de 10m².

Para *Lantana camara*, a parcela foi montada na área do PARNAMAR referente ao Morro da Quixaba, a sudoeste da ilha principal, acessada pela Trilha do Capim Açú. A área escolhida se encontrava infestada pela EEI com a

presença de alguns indivíduos das espécies nativas *C. frondosa* e *C. flexuosa*, que se encontravam acobertados pela *L. camara*. A metodologia para o teste de controle seguiu a seguinte ordem: em 18 de outubro de 2019 houve a poda de toda a área da parcela pela equipe de manutenção do ICMBio, com facão e foice, excluindo-se os poucos indivíduos de espécies nativas descobertos com a poda da EEI; já em 31 de outubro de 2019 começaram a aparecer as primeiras rebrotas para 4 indivíduos; em 30 de novembro foram contabilizados 40 indivíduos rebrotados, data definida como a final para o acompanhamento da rebrota, já que não houve o aparecimento de nenhuma outra. Nessa mesma data houve nova poda destes indivíduos, com corte na base do tronco, horizontalmente e rente ao solo, seguida da imediata aplicação da mistura de herbicida e a marcação dos indivíduos tratados com fita, para o acompanhamento e posterior avaliação (TU et al, 2001; SAMPAIO et al, 2018).

Para essa espécie, este estudo utilizou mistura com 4% do Herbicida Garlon 480, herbicida sistêmico à base de triclopyr para controle de espécies lenhosas. O cálculo de diluição ficou em 83,34 ml da solução do herbicida para 906,66 ml de água, com o adicional de 10 ml do corante High Light, fabricado pela Rigran, para completar o total de 1000 ml de solução. A aplicação foi realizada utilizando-se um pincel, imediatamente após a poda e diretamente nos caules (TU et al, 2001; SAMPAIO et al, 2018).



Figura 9: Equipe do ICMBio realizando o controle mecânico da espécie exótica invasora *L. camara* na área da parcela experimental montada próximo à trilha do Capim Açú. Foto: Rosana Andrade.

No caso da espécie de gramínea *Panicum maximum*, a área escolhida foi próxima à Praia do Sancho. O método utilizado seguiu a seguinte sequência: em 15 de dezembro de 2020 houve a poda com roçadeira de toda a área da parcela pela equipe de manutenção do ICMBio. No mesmo dia pode ser realizada a primeira contagem dos indivíduos (touceiras) da *P. maximum*, única espécie presente na área; em 10 de janeiro de 2020, já com presença de novas folhas, houve nova contagem para confirmação da contagem inicial e a aplicação da mistura adequada do Herbicida RoundUp 370 g/l, a base de Glifosato, considerado ideal para gramíneas (SAMPAIO et al, 2018). A aplicação foi realizada com pulverizadores diretamente nas folhas, conforme recomendado por SAMPAIO et al. (2018) e TU et al. (2001). O cálculo de diluição ficou em 3% do glifosato, ou, 81,08 ml do herbicida RoundUp para 908,92 ml de água, com o adicional de 10 ml do corante. Foram utilizados o total 3,5 litros da mistura, borrifado em todos os indivíduos da parcela.



Figura 10: Sequência de imagens das etapas de (i) cobertura da espécie exótica invasora *Panicum maximum*; (ii) após o controle mecânico com uso de roçadeira; e (iii) após rebrota e aplicação do controle químico. Fotos: Rosana Andrade.

Para a espécie *Cissus verticillata*, foi realizado a estimativa da cobertura da vegetação pelo método de interceptação de pontos em linha. A área amostrada fica próxima à trilha do Capim Açú e considerada prioritária em razão da presença do ninhal das espécies de aves marinhas *Gygis alba* e *Anous spp.* Uma trena de 25 metros foi estendida na área e os pontos referentes às extremidades marcados com estacas permanentes, para a segurança dos dados que seriam coletados posteriormente. Para mensurar a riqueza e abundância das espécies, uma vareta de 2 m de altura foi disposta perpendicularmente ao solo, e os dados de cada metro da trena anotados para posterior análise, totalizando 26 pontos de coleta (SOUSA & VIEIRA, 2017).

Os dados da cobertura original foram coletados em 15 de janeiro de 2020, seguido do controle mecânico de toda a cobertura da espécie *C. verticillata* e a imediata aplicação da mistura do herbicida Garlon 480, na proporção de 3%, com o total de 62,5 ml do herbicida para 927,5 ml de água, adicionando 10 ml do corante para completar o total de 1000 ml de solução. A aplicação foi realizada por meio de um borrifador, diretamente nos caules cortados (SAMPAIO et al, 2018).



Figura 11: Análise da cobertura original antes da aplicação do controle mecânico e químico da espécie *Cissus verticillata* pelo método de interceptação de pontos em linha, em área próxima à trilha do Capim Açu. Foto: Rosana Andrade.

Tabela 2: Detalhamento das etapas da metodologia e materiais aplicados para os experimentos de controle das 3 EEIs *C. verticillata*, *L. camara* e *P. maximum*.

Metodologia aplicada para o controle das EEI				
Espécie	Amostragem	Técnica de aplicação	Herbicida	Dosagem
<i>Cissus verticillata</i>	método de interceptação de pontos em linha	pulverização da solução diretamente e imediatamente após a poda dos caules	Garlon 480 g/l sistêmico à base de triclopyr	3% ou 62,5 ml do herbicida para 927,5 ml de água + 10 ml corante
<i>Lantana camara</i>	parcela de 10m ² com contagem dos indivíduos	pincelamento da solução diretamente na região do corte do caule rente e próximo ao solo	Garlon 480 g/l sistêmico à base de triclopyr	4% ou 83,3 ml do herbicida para 906,66 ml de água + 10 ml corante
<i>Panicum maximum</i>	parcela de 10m ² com contagem dos indivíduos	pulverização da solução nas folhas recém rebrotadas	RoundUp 370 g/l à base de Glifosato	3% ou 81,08 ml do herbicida para 908,92 ml de água + 10 ml corante

Todas as parcelas experimentais foram demarcadas com estacas e fitas de contenção em razão da periculosidade do produto utilizado. Também houve a utilização de placas anunciando a área em tratamento e dos Equipamentos de Proteção Individual durante a prática de mistura e aplicação dos herbicidas, além da adição de 10 ml por litro do corante High Light próprio para herbicida, conforme recomendado por Sampaio *et al* (2018).

Metodologia para avaliar a taxa de propagação vegetativa por meio da técnica da estaquia.

O material vegetativo foi proveniente da coleta de indivíduos identificados e selecionados nas áreas do PARNAMAR FN. Tendo em vista que a escolha inadequada das estacas pode resultar em taxas elevadas de mortalidade, inviabilizando assim o processo de propagação. O tamanho usado e a posição da estaca no ramo foram bem-definidos (GONDIM *et al*, 2001).

Para todas as espécies, o resgate do material vegetal foi realizado com a decepta em indivíduos adultos, com estacas de aproximadamente 15 centímetros de comprimento, com minimamente 2 gemas. O comprimento das estacas permite que haja reservas suficientes para a sua manutenção enquanto o processo regenerativo progride, e haver reservas para o desenvolvimento inicial de brotos e folhas (BROWSE, 1979). A presença de

gemas é considerada relevante tanto para o desenvolvimento posterior das estacas como por ser fonte de auxina. Todas as folhas das estacas foram retiradas e a porção basal e a porção superior foram incisadas transversalmente (KOLISSAROV; 1969).

Todas as coletas foram realizadas no período matutino, entre 8:00 e 10:00 horas, e tratadas com a solução nutritiva à base do fertilizante comercial Forth Solúvel Inicial, composto por 10% N (solúvel em água), 42% P₂O₅ (solúvel em água), 10% K₂O (solúvel em água), 0,6% Mg, 0,1% Fe e 0,02 Br. com a categoria Fertilizante orgânico organomineral classe “A”.

Para as estacas das espécies de arbóreas – *Erythrina velutina* e *Ficus noronhae*, a imersão foi de 9 minutos na solução de 1 ml de Forth para 10 ml de água filtrada. No caso das espécies arbustivas – *Capparidastrum frondosum* e *Capparis flexuosa*, a imersão foi por 6 minutos na solução de 1 ml de Forth para 10 ml de água filtrada. O plantio foi realizado no período noturno em concordância com a orientação da bula do fertilizante. Isso porque os horários mais quentes podem influenciar negativamente na resposta do material propagativo.

Para a espécie *Capparidastrum frondosum*, a coleta das estacas do experimento_1 foi realizada em 09 de outubro de 2019, com o tratamento e inserção no solo no mesmo dia. Para o experimento_2, as coletas, tratamento e inserção no solo aconteceram em 21 de novembro de 2019. Para a espécie *Capparis flexuosa*, a coleta das estacas do experimento_1 foi realizada em 10 de outubro de 2019, e para o experimento_2 em 28 de novembro de 2019.

Para a espécie arbórea *Erythrina velutina*, as coletas para o experimento_1 foram realizadas em 19 de outubro de 2019 e para o experimento_2 em 06 de dezembro de 2019 e no caso da espécie *Ficus noronhae*, experimento_1 em 12 de outubro de 2019 e experimento_2 em 06 de dezembro de 2019.

Tabela 3: Detalhamento do tratamento utilizado no experimento para avaliar a taxa de emissão de brotos pelo método da propagação vegetativa por estaquia.

Taxa de emissão de brotos experimento de propagação vegetativa espécies nativas					
Espécie	Experimento	Data coleta e inserção no solo	Média do diâmetro por estaca	Tratamento fertilizante Forth	Tempo (min) de imersão
<i>Capparidastrium frondosum</i>	1	09/10/2019	4,987	1ml Forth/10ml água	6
	2	21/11/2019	5,331		
<i>Capparis flexuosa</i>	1	10/10/2019	4,516	1ml Forth/10ml água	6
	2	28/11/2019	4,952		
<i>Erythrina velutina</i>	1	19/10/2019	7,338	1ml Forth/10ml água	9
	2	06/12/2019	7,136		
<i>Ficus noronhae</i>	1	12/10/2019	9,187	1ml Forth/10ml água	9
	2	06/12/2019	9,316		

Foram instaladas parcelas de 2 metros por 2 metros por espécie (Figura 12), para o número de 100 estacas cada, protegidas por tela sombrite preta, com 50% de sombreamento. Foi sobreposta cobertura de fibra de coco para a manutenção da umidade do solo, em razão do período de baixa precipitação. O solo foi monitorado e regado diariamente, para que se mantivesse sempre úmido. A avaliação foi realizada por meio da contagem das estacas com respostas foliares.



Figura 12: Foto do experimento referente à amostragem da propagação vegetativa por meio da estaquia e de germinação de sementes de espécies nativas.



Figuras 13 e 14: Fotos das espécies *F. noronhae* (esquerda) e *E. velutina* após a emissão de brotos a partir do método de propagação vegetativa por estaca.

Metodologia para avaliar a taxa de germinação da espécie *Erythrina velutina*

Em razão da irregularidade no período de frutificação das espécies selecionadas para avaliação da taxa de emissão de brotos por meio da estaquia, e dificuldades tais como a coleta e beneficiamento de sementes de determinadas espécies, a única espécie amostrada para a avaliação da taxa de emergência das sementes nesse experimento foi a *Erythrina velutina*.

Houve a coleta das sementes de matrizes espalhadas dentro da área do PARNAMAR entre os meses de setembro e novembro de 2019, a construção de 3 parcelas de 1m² onde foram semeadas 100 sementes para cada parcela. Em 20 de dezembro as sementes foram tratadas com solução na proporção de 1ml do fertilizante Forth Solúvel Inicial para 20ml de água, pelo período de 5 minutos com a imediata semeadura diretamente no solo das parcelas que não contaram com sombrite para cobertura ou fibra de coco para manutenção da umidade do solo. O solo foi regado diariamente.

A avaliação da taxa de emergência das sementes foi realizada através da contagem das plântulas em três momentos ao decorrer de 50 dias.

Tabela 4: Detalhamento das etapas da metodologia aplicada para avaliar a taxa de emergência de sementes da espécie *Erythrina velutina*.

Experimento Taxa de Emergência da espécie <i>Erythrina velutina</i> (FABACEAE)	
Coleta das sementes:	das matrizes dentro do PARNAMAR entre setembro e novembro de 2019
Tratamento das sementes:	solução de 1ml do fertilizante Forth para 20ml água filtrada com imersão por 5 minutos
N amostral:	300 sementes divididas em 3 parcelas - 100 sementes/parcela
Semeadura:	3 parcelas de 1m ² cada, sem sombrite ou fibra de coco, diretamente no solo, imediatamente após o tratamento com o fertilizante.

Resultados e Discussão

Experimentos de controle das espécies *L. camara*; *P. maximum* e *C. verticillata*:

Para a espécie *L. camara*, 30 dias após o manejo mecânico de toda a área da parcela, inicialmente considerada completamente infestada pela espécie, foram contabilizados 1 indivíduo por 2,5m com rebrota, ou o total de 40 indivíduos dentro da área total da parcela. Nessa mesma data, definida como a final para a contagem do que rebrotou, houve nova poda para a aplicação imediata do herbicida a base de triclopyr (SAMPAIO et al., 2018). Após acompanhamento semanal, em 07 de janeiro de 2019 houve a contagem final dos indivíduos com presença de rebrota após a aplicação do controle químico, totalizando 26 indivíduos, demonstrando que a taxa de mortalidade após o controle químico, objeto deste estudo, alcançou o total de 40%, ou a sobrevivência de 1 indivíduo por 3,84m.

No caso da espécie *P. maximum*, 25 dias após o manejo mecânico da área total da parcela, completamente infestada pela espécie, foi possível contabilizar o total de 513 touceiras, ou a média de 1 indivíduo por 0,194m. Houve a aplicação do herbicida a base de glifosato em 10 de janeiro de 2020 e acompanhamento semanal para realização da contagem dos indivíduos sobreviventes. Em 07 de fevereiro de 2020, foram contabilizados 173

indivíduos sobreviventes ao manejo. A taxa de mortalidade para essa espécie atingiu 66,27%, e a taxa de sobrevivência decaiu para 1 indivíduo por 0,578m dentro da área da parcela.

Finalmente, para a espécie *C. verticillata*, a taxa de mortalidade após o controle químico, amostrada 45 dias após a análise da cobertura original, alcançou 92%. Como a amostragem para essa espécie foi realizada de forma diferenciada, o detalhamento dos resultados será abordado em uma tabela única (Tabela 6).

Tabela 5: Resultados alcançados após aplicação do controle químico para as EEIs *C. verticillata*, *L. camara* e *P. maximum*.

Resultados experimento controle de EEI					
Espécie	família	Amostragem	Média de indivíduos por metro antes do manejo químico	Média de indivíduos por metro após o manejo químico	Taxa de mortalidade
<i>Cissus verticillata</i>	VITACEAE	método de interceptação de pontos em linha			92%
<i>Lantana camara</i>	VERBENACEAE	parcela de 10m ² com contagem dos indivíduos	1 indivíduo por 2,5 metros	1 indivíduo por 3,84 metros	40%
<i>Panicum maximum</i>	POACEAE	parcela de 10m ² com contagem dos indivíduos	1 indivíduo por 0,194 metros	1 indivíduo por 0,578 metros	66,27%

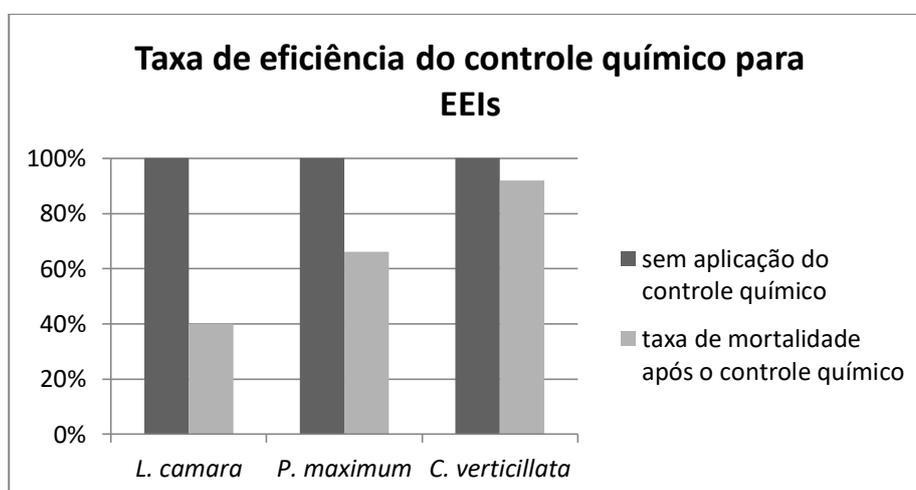


Figura 15: Apresenta a porcentagem da taxa de mortalidade por espécie para o experimento de controle das EEIs.

A *Lantana camara* é uma espécie que gera grandes impactos tanto na indústria do primeiro setor quanto na conservação da biodiversidade de áreas naturais espalhadas por todo o planeta (VAN OOSTERHOUT, 2004; TYE, 1999; CILLIERS, 1983), considerada, portanto, uma ameaça em escala global. Assim, diversos são os estudos sobre as alternativas de controle dessa espécie.

O herbicida à base de Triclopyr é um dos princípios ativos mais comumente utilizados para o controle de espécies lenhosas em áreas naturais (TU et al., 2001), utilizado neste estudo tanto para a *L. camara* quanto para a *C. verticillata*. É um herbicida sistêmico, que age na mimetização do hormônio auxina, apresentando ótimos resultados mesmo em baixas concentrações e com o tempo de meia vida de 30 dias para as regiões quentes e úmidas (SAMPAIO et al, 2018). Isso porque o produto não ultrapassa as cutículas das folhas, apresentando melhores resultados quando aplicado diretamente sobre os tocos após o corte dos caules, não havendo maiores riscos de percolar no solo e nem ser exsudado pelas raízes das plantas, resultando em excelente controle ambiental e evitando impactos sobre outras espécies (TUDECHOUM & ZILLER; 2013; GARDENER et al, 1999), o que pode ser observado por esse estudo.

O referido herbicida, em baixa concentração, após a poda, demonstrou ser uma ótima alternativa à eliminação definitiva de plantas invasoras, principalmente se tratando de áreas que se encontram dentro de UCs (SAMPAIO et al, 2018). Para *L. camara*, com base em outros estudos, já era esperado que a taxa de mortalidade não seria suficientemente alta mesmo após o controle com herbicida, reafirmando a necessidade de persistência com a ação de monitoramento e repasse combinando o controle mecânico com o controle químico para alcance da eliminação definitiva da invasão (SAMPAIO et al, 2018; TU et al, 2001).

Sobre a *Panicum maximum*, há uma correlação negativa prévia entre a abundância e riqueza de espécies nativas e a cobertura herbácea (gramíneas) (POSADA; AIDE; CAVELIER, 2000). A partir daí, vários estudos sugerem que após o controle da espécie invasora, as taxas de germinação em geral na área tendem a aumentar. Isso porque há uma redução na competição por recursos

com os indivíduos adultos da *P. maximum* e outras espécies, tal como luz que chega ao solo, água e nutrientes (VIDRA; SHEAR; STUCKY, 2007). Demonstrando a necessidade do monitoramento e manejo constante para repasse dos controles em caso de rebrota e retirada de plântulas da EEI, até que sua erradicação seja alcançada e o banco de sementes desta na área se esgote (SAMPAIO et al, 2018).

A alta taxa de mortalidade dessa espécie (66,27%) demonstrou ser o controle químico uma alternativa com ótimo custo-benefício para seu controle e/ou erradicação. Espécies de gramíneas tendem a se recuperar mais rapidamente, competindo por espaço e recursos sobre as nativas, sendo necessária a repassagem da mistura para se obter o controle efetivo podendo alcançar a erradicação a médio e longo prazo (ZILLER, 2006).

Especificamente para a EEI *Cissus verticillata*, destaca-se que o cálculo da cobertura da vegetação se baseou nos valores de cobertura média por amostragem realizada em 3 momentos: (1) análise da cobertura original (sem aplicação do controle químico), realizada em 15 de janeiro de 2020; (2) análise da cobertura 27 dias após a aplicação do controle químico, realizada em 10 de fevereiro de 2020; e, (3) análise da cobertura 45 dias após a aplicação do controle químico, realizada em 28 de fevereiro de 2020.

Na Tabela 6 foram apresentadas as categorias de cobertura média: Sem Vegetação; Espécies Nativas; *Cissus verticillata*; outras Espécies Exóticas; e, Cobertura Total.

Tabela 6: O método empregado para análise da eficiência do controle químico para espécie *C. verticillata* foi o de interceptação de pontos em linha. A tabela apresenta a taxa de cobertura média para as categorias Sem Vegetação (SV); Espécies Nativas (SPN); *Cissus verticillata* (CV); outras Espécies Exóticas (SPE); e, Cobertura Total (CT).

Análise da cobertura média antes do manejo com a aplicação do controle químico					
10/01/2020	Sem vegetação	Espécies nativas	<i>Cissus verticillata</i>	Outras espécies exóticas	Cobertura total
Soma pontos	1	12	25	0	25
Cobertura média	0,038461538	0,461538462	0,961538462	0	0,961538462
% Cobertura	4%	46%	96%	0%	96%
Análise após o manejo com aplicação da mistura de 3% do herbicida à base de Triclopir					
10/02/20	Sem vegetação	Espécies nativas	<i>Cissus verticillata</i>	Outras espécies exóticas	Cobertura total
Soma pontos	13	11	4	3	13
Cobertura média	0,5	0,423076923	0,153846154	0,115384615	0,5
% Cobertura	50%	42%	15%	12%	50%
Resultado final após o manejo com o controle químico					
28/02/2020	Sem vegetação	Espécies nativas	<i>Cissus verticillata</i>	Outras espécies exóticas	Cobertura total
Soma pontos	14	12	2	3	12
Cobertura média	0,538461538	0,461538462	0,076923077	0,115384615	0,461538462
% Cobertura final	54%	46%	8%	12%	46%

A partir da análise das categorias selecionadas, observou-se que ao decorrer do tempo, o controle da *C. verticillata* atingiu um alto potencial de eficiência na taxa de mortalidade da espécie. Na amostragem da cobertura original (sem a aplicação do controle químico), a espécie contou com 96%, caindo para 15% a partir do controle químico, e finalmente, após 50 dias da aplicação do controle químico, para 8%. Em relação à cobertura média de outras espécies exóticas, observou-se o aparecimento e aumento gradual na área da parcela, subindo de 0 para 12% de cobertura média (Tabela 7).

Com os resultados obtidos por esse estudo, observou-se que a categoria cobertura média de espécies nativas não apresentou alterações significativas para a amostragem antes e após a aplicação do controle químico.

Tabela 7: Lista das espécies nativas e exóticas presentes no experimento de controle da EEI *C. verticillata* após a aplicação do controle químico.

Espécie	Família	Origem
<i>Momordica charantia</i> L.	CUCURBITACEAE	exótica
<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.	FABACEAE	exótica
<i>Senna oblongifolia</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	FABACEAE	exótica
<i>Capparidastrium frondosum</i> (Jacq.) Cornejo & Iltis	CAPARACEAE	nativa
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	CAPARACEAE	nativa
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	FABACEAE	nativa

Sandoval (2011) apresenta que a *C. verticillata* possui comportamento de rápida invasão, usando outras espécies como hospedeiras, monopolizando ambientes e competindo por recursos como nutrientes luminosos e principalmente hídricos. Afeta negativamente a produção de sementes e o crescimento das árvores, deformando os caules e podendo inclusive causar a morte dos indivíduos sufocados. Em razão dos poucos estudos sobre esta espécie, em poucos casos foi considerada inclusive uma espécie invasora (FLORES et al.; 2013).

Em estudo realizado pelo Projeto GEF Invasoras, na Reserva da Biosfera de Marismas Nacionales Nayarit (RBBMNN), México. A *C. verticillata* foi considerada um problema por afetar o equilíbrio dos manguezais à medida que avança sobre as copas das árvores, impedindo a entrada de luz solar e consequente morte dos indivíduos que estão sob o manto que se forma pelas populações dessa EEI.

As perspectivas para o seu controle e/ou erradicação foram consideradas complexas para essas áreas devido ao seu alto potencial de crescimento, limitações ao controle mecânico e certa tolerância ao herbicida, (FLORES et al.; 2013). O controle químico para a região foi descartado por ser considerado método demasiadamente arriscado para a vida dos indivíduos de mangue. O método de controle indicado pelo estudo realizado na referida reserva se restringiu à remoção da trepadeira antes que invadisse as copas das árvores (PNUD MÉXICO, 2016), método considerado demasiadamente inviável em termos de custos financeiros, dificuldade e demora para sua execução.

Em Madagascar, a partir de um monitoramento regular realizado, a erradicação da espécie foi considerada impossível sem que o manejo com objetivo de controle viesse a danificar seriamente a vegetação nativa. Sendo considerada, portanto, uma séria ameaça aos ecossistemas costeiros (BINGGELI, 2003).

Com os resultados obtidos por esse estudo, observou-se que o uso do controle químico não afetou negativamente as espécies nativas presentes na área e com alguma capacidade de regeneração após a retirada da *C. verticillata*. Como essas espécies nativas também não apresentaram crescimento no percentual de cobertura, os dados indicam a necessidade da restauração ecológica ativa. O aparecimento de outras espécies exóticas corrobora essa conclusão.



Figura 16: Fotografia da área referente ao experimento de controle da espécie exótica invasora *C. verticillata*, antes da aplicação do controle mecânico e químico. (Foto: Rosana Andrade)



Figura 17: Fotografia a partir do ângulo da primeira estaca demarcando o ponto 0 da trena para análise da cobertura vegetal da área referente ao experimento de controle da espécie exótica invasora *C. verticillata*, 45 dias após a aplicação do controle mecânico e químico. (Foto: Geovana Rocha)

Sobre o controle de EEI como um todo, determinadas práticas podem desencadear o agravamento de invasões biológicas, tais como o simples corte de EEIs que possuam potencial de rebrota, como é o caso das três espécies amostradas por este estudo. Tal metodologia pode acarretar aumento no nível de dificuldade do controle nas intervenções seguintes e consequentemente o custo das ações como um todo (TU et al.; 2001; SAMPAIO et al, 2018).

Os dados obtidos a partir dos experimentos para as 3 EEI realizados neste estudos corroboram com a hipótese de que a utilização de herbicidas é considerada uma ferramenta útil para o controle de EEIs, justamente por auxiliarem na redução de custos da restauração e demonstrando um ganho ambiental em longo prazo, tais como a conservação do solo, alimentação e abrigo para a fauna, manutenção dos ecossistemas, sequestro de carbono entre outros (SARTORELLI et al., 2018).

Com relativamente pouca referência no Brasil, o manejo aplicado de EEIs com ações de erradicação e controle tem demonstrado a necessidade de ações práticas que envolvem o reconhecimento da gravidade das invasões biológicas para a biodiversidade e conservação das áreas naturais (SAMPAIO et al, 2018).

Avaliação da taxa de emissão de broto na propagação vegetativa das espécies nativas.

A porcentagem média da emissão de brotos totalizou 8% para a espécie *Capparidastrium frondosum*; 22% para *Capparis flexuosa*; 24% para *Erythrina velutina*; e, 49% para a espécie endêmica *Ficus Noronhae*.

Tabela 8: Resultados alcançados no experimento que avaliou a taxa de emissão de brotos para o experimento referente à propagação vegetativa por estaquia das espécies *C. frondosum*, *C. flexuosa*, *E. velutina* e *F. noronhae*.

Taxa da emissão de brotos experimento de propagação vegetativa espécies nativas					
Espécie	Repetição	Data coleta e inserção no solo	Média (mm) diâmetro por estaca	Emissão de brotos (%)	Emissão de brotos μ total
<i>Capparidastrium frondosum</i>	1	09/10/2019	4,987	9%	8%
	2	21/11/2019	5,331	6%	
<i>Capparis flexuosa</i>	1	10/10/2019	4,516	25%	22%
	2	28/11/2019	4,952	19%	
<i>Erythrina velutina</i>	1	19/10/2019	7,338	26%	24%
	2	06/12/2019	7,136	21%	
<i>Ficus noronhae</i>	1	12/10/2019	9,187	55%	49%
	2	06/12/2019	9,316	42%	

A *Ficus noronhae* apresentou uma alta taxa de emissão de brotos, o que já era esperado por ser uma espécie que possui látex abundante e pela quantidade de rebrota a partir dos galhos caídos nas observações em campo. O resultado obtido para a propagação vegetativa por meio da estaquia dessa espécie demonstrou ser uma ótima estratégia para a sua reintrodução. O mesmo não ocorreu para a espécie *C. frondosum*, que apresentou resultados baixos mas que podem ser reavaliados em novos experimentos considerando novos métodos de tratamento.

Para as espécies *E. velutina* e *C. flexuosa*, as mesmas apresentaram uma média de taxa de emissão de brotos de $\frac{1}{4}$ para 100 estacas cada. Tendo em vista a dificuldade na coleta e beneficiamento das sementes da *C. flexuosa*, muito suscetíveis à predação e rápida deterioração, a facilidade na coleta das estacas dessa espécie e sua importância para a restauração ecológica comprovam ser a propagação vegetativa uma técnica viável e eficiente para a

sua reprodução, aplicável para compor determinadas áreas que necessitem da restauração ecológica ativa.

A técnica da estaquia para a propagação vegetativa se destaca por ser a de maior viabilidade econômica, atribuindo muitas vezes o melhor custo benefício às ações de restauração ecológica (WRIGHT, 1969; ALVAREZ REQUEJO, 1973). É considerada simples, rápida e uma solução para os casos em que a germinação e produção de sementes apresentam ser uma problemática (HARTMANN & KESTER, 1962). Em relação à mudas obtidas por meio de sementes, a propagação vegetativa por estaquia apresenta vantagens como a redução do tempo entre a seleção das árvores superiores e sua utilização em programas de plantios operacionais (FRAMPTON & HODGES, 1989).

Sendo a obtenção de brotos viáveis um dos maiores problemas relacionados à estaquia, Fachinello et al. (2005) aborda que o sucesso desse método pode estar associado à coleta de estacas a partir de indivíduos juvenis ou de brotações jovens em plantas adultas. Algo que não foi considerado para este experimento. No segundo caso, a poda drástica de indivíduos adultos é uma alternativa utilizada para o rejuvenescimento de plantas, considerada uma forma de reverter o estágio adulto para o juvenil recuperando assim a competência da totipotência (XAVIER et al., 2009). Este fato associa-se à diminuição de cofatores de enraizamento e ao aumento no conteúdo de inibidores à medida que a idade da planta aumenta (FACHINELLO et al., 2005; PICHETH, 1997).

Para aumentar a possibilidade de resultados mais viáveis e eficientes para a *E. velutina* e *C. flexuosa* por exemplo, Hoffmann et al., (2005-a) recomenda a utilização de jardins clonais para uso subsequente do material propagativo. Assim, haveria um maior controle de coleta dos propágulos a partir de indivíduos mais jovens, diminuindo inclusive os riscos de transmissão de doenças para os clones, mais frequentes em indivíduos mais idosos (Hoffmann et al., 2005-a).

Germinação de *Erythrina velutina*

A taxa de emergência das sementes da espécie *Erythrina velutina* alcançou os seguintes valores: (i) parcela 1 - 31%; (ii) parcela 2 - 36%; e, (iii)

parcela 3 - 26%. A média das três parcelas atingiu o montante de 31% de potencial de germinação, considerada baixa quando comparada a outros estudos para essa mesma espécie.

Apesar da propagação por estaquia ser um método considerado mais vantajoso que por via seminal quando considerados fatores como celeridade do processo e menor período improdutivo (XAVIER et al, 2009), a depender das espécies que irão compor a área a ser restaurada e o grau de degradação, a avaliação da taxa de emergência de sementes para adoção de métodos como a semeadura direta podem ser determinantes para o custo, duração e eficiência da recuperação do ambiente degradado.

A média de 31% da taxa de emergência da *E. velutina* apresentada por esse estudo, comparado às taxas altas apresentadas (98%) por Ribeiro (2018), que utilizou técnicas de quebra de dormência, pode estar associado à esse fator em razão da impermeabilidade do tegumento da semente dessa espécie à água. Em estudo realizado por Ribeiro-Reis (2012-b), o autor sugere a escarificação do tegumento antes do plantio para a superação da dormência da semente, não havendo a necessidade de embebição para que a taxa de germinação seja alta, ocorrendo 3 dias após a semeadura (RIBEIRO-REIS, 2012b).

A espécie também foi testada neste trabalho para o método de propagação vegetativa por meio da estaquia, onde a taxa de emissão de broto alcançou a média de 24%. Xavier et al (2009) sugere que o método da propagação sexuada pode ser mais viável que a estaquia, mas o objetivo da utilização da espécie e a área a ser restaurada devem ser consideradas para que a tomada dessa decisão.

Conclusão

Considerando os poucos estudos sobre o controle de espécies exóticas invasoras e sobre a eficiência dos métodos de recomposição das espécies nativas no Arquipélago de Fernando de Noronha, este estudo se mostrou inovador. Os resultados obtidos indicam que o controle químico, quando realizado com os devidos cuidados e seguindo o Guia de Controle de EEI do ICMBio, pode ser um método efetivo para que o PARNAMAR FN seja capaz de alcançar o controle ou até a erradicação das EEI da flora.

De maneira geral, a utilização de herbicidas para o manejo das EEI em Unidades de Conservação se encontra em fase de execução incipiente, porém já apresenta resultados cujo custo benefício promove um cenário otimista para a conservação da biodiversidade, principalmente se tratando de ambientes insulares.

Diversas dificuldades relacionadas à logística e ao tempo para a realização dos experimentos de controle exigiram que a metodologia fosse limitada ao que foi efetivamente realizado. A partir do aprendizado adquirido, este estudo sugere abordagens que envolvam um maior número de parcelas por espécie e ainda a repetição do controle químico.

A utilização da propagação vegetativa por meio de estacas das espécies nativas e das sementes da *E. velutina*, a partir de materiais biológicos coletados no Arquipélago, indica que é possível realizar o reestabelecimento dessas espécies, contribuindo com a restauração de ambientes degradados há muitas décadas ou até séculos. Entretanto diversas outras espécies precisam ser avaliadas para ambos os métodos.

Finalmente, apesar das diversas controvérsias e dificuldades quanto ao controle de espécies exóticas invasoras da fauna, diversas ações já se encontram em fase de execução com resultados eficientes, inclusive com a erradicação da espécie *Rattus rattus* (Muridae) na Ilha do Meio, uma das ilhas secundárias do arquipélago. Tais resultados só foram alcançados em razão de diversos estudos já desenvolvidos pela ecologia animal no AFN. O mesmo, entretanto, não se aplica à flora, demonstrando a importância de estudos com informações básicas tais como evidenciadas por este trabalho. A partir deste

panorama, o controle das espécies invasoras da flora poderá apresentar avanços significativos, com aplicações diretas ao manejo das áreas do Arquipélago.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F.F.M. de 1955. Geologia e petrologia do Arquipélago de Fernando de Noronha. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 181p.
- ALVARES REQUEJO, S. Multiplicacion de Arboles Frutales, explotación de viveiros. Barcelona Aedos, 1973. 290p.
- Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras I3N Brasil, Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Florianópolis – SC. <http://i3n.institutohorus.org.br/www> (Acesso em 18 de agosto de 2019).
- BATISTELLA, M. 1993. Cartografia Ecológica de Arquipélago de Fernando de Noronha. 232p. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BATISTELLA, M. 1993. Cartografia Ecológica do Arquipélago de Fernando de Noronha. Dissertação (Mestrado em Ecologia) São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 200p.
- BROWSE, P. M. A Propagação das Plantas. Grã-Bretanha: Soe. Real de Hort. Frut. da Grã-Bretanha, 1979.229 p.
- BULA HERBICIDA GARLON 480 BR®. Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA sob nº 0319001.
- CDB. Convention of Biological Diversity. 2011. Disponível em: Acesso em: 20 de junho de 2021.
- CILLIERS, C. 1983. The weed *Lantana camara* L., and the insect natural enemies imported for its biological control into South Africa. J. Ent. Soc. sth Afr. 46, 131-138.
- DENSLOW, J.S. (2003) Weeds in Paradise: Thoughts on the Invasibility of Tropical Islands. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 90, 119–127.
- Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C. Propagação de plantas Frutíferas. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2005. 221p
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov>
- FRANPTOM, JR. L. J. & HODGES, J.F. Nursery Rooting of cuttings from Seedlings of Slasln an Toblolly Pine.SJAF, 1989, p. 127-132.
- FREITAS, Â. M. de M. “A Flora Fanerogâmica Atual do Arquipélago de Fernando de Noronha – Brasil”. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Feira de Santana – BA.
- FUNATURA 1990. Plano de manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis/Fundação Pró-Natureza.
- FUNATURA 1990. Plano de manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis/Fundação Pró-Natureza. 199p.

- GISIN. Global Invasive Species Information Network. 2010. Disponível em: . Acesso em: 14 jun. 2010.
- GROSSMAN, A. Fernando de Noronha 3°50´S 32°24. Bei Comunicação. Pg 19.
- HARTMANN, H. T. & KESTER, D. E. Propagacion de Plantas: Princípios y Praticas. México: Continental, 1962. 693 p.
- HEJDA, M., PYŠEK, P. & JAROŠÍK, V. (2009) Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology*, 97, 393–403.
- HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. A.; FACHINELLO, J. C. Formas de propagação de plantas frutíferas. In: Fachinello, J. C.; Hoffman, A.; Nachtigal J. C. (Eds.). Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005b. p.45-56
- INSTITUTO HORUS. 2012. http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/leucena_leucocephala.htm.
- INSTITUTO HÓRUS. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. 2012. Disponível em: . Acesso em: 21 de janeiro de 2020.
- KOMISSAROV, D. A. Biological basis for the propagaton of woody plants by cuttings. Jerusalem, Israel. Progam. For scientif. Translations, 1969. 250p.
- LINS E SILVA, M.B. 2003. Caminhos do tempo humano in TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G.; MENOR, E.A.; TEIXEIRA, M.G.; LINSKER, R. Arquipélago de Fernando de Noronha. O paraíso do vulcão. São Paulo: Terra Virgem. 101 – 121.
- LINS E SILVA, M.B. 2003. Caminhos do tempo humano in TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G.; MENOR, E.A.; TEIXEIRA, M.G.; LINSKER, R. Arquipélago de Fernando de Noronha. O paraíso do vulcão. São Paulo: Terra Virgem. 101 – 121
- LOWE, S.J., M. BROWNE Y S. BOUDJELAS. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species. IUCN/SSC, Nueva Zelandia.
- MACK, R. N.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F. A. Biological invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications*, New York, v. 10, p. 689-710, 2000.
- MACK, R.N., SIMBERLOFF, D., LONSDALE, W.M., EVANS, H., CLOUT, M. & BAZZAZ, F. (2000) Biotic invasions: causes, consequences, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10, 689–710.
- MCGEOCH, M.A., BUTCHART, S.H.M., SPEAR, D., MARAIS, E., KLEYNHANS, E.J., SYMES, A., CHANSON, J. & HOFFMANN, M. (2010) Global indicators of biological invasion: species numbers, biodiversity impact and policy responses. *Diversity and Distributions*, 16, 95–108.
- MCKINNEY, M. & LOCKWOOD, J. (1999) Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology & Evolution*, 14, 450–453.

MELLO, T. J., 2013; Invasão biológica em ilhas oceânicas: o caso de *Leucaena leucocephala* (Leguminosae) em Fernando de Noronha. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.

MULONGOY, K.J., WEBBE, J., FERREIRA, M. & MITTERMEIER, C. (2006) The Wealth of Islands - A Global Call for Conservation. Special Issue of the CDB Technical Series p. vi + 23. Montreal.

PICHETH, J. A. T. F. Efeito de soluções alcoólicas do ácido indol - 3 Butírico no enraizamento de estacas de árvores adultas de erva mate (*ttex paraguariensis* St. Hitt. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Engenharia Florestal. UFPR, 1997.

POSADA, J. M.; AIDE, T. M.; CAVELIER, J. Cattle and weedy shrubs as restoration tools of tropical montane rainforest. *Restoration Ecology*, Malden, v. 8, n. 4, p. 370-379, 2000

REASER, J.K., MEYERSON, L.A., CRONK, Q., POORTER, M.A.J.D.E., ELDRIGE, L.G., GREEN, E., KAIRO, M., LATASI, P. & RICHARD, N. (2007) Ecological and socioeconomic impacts of invasive alien species in island ecosystems. *Environmental Conservation*, 34, 1–14.

RIBEIRO-REIS, R.C.; DANTAS, B.F.; PELACANI, C.R. Mobilization of reserves and germination of seeds of *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) under different osmotic potentials. *Revista Brasileira de Sementes*, vol.34, n.4, p.580 - 588, 2012b.

ROCHA, M.C.; SILVA, A.L.B.; ALMEIDA, A.; COLLARD, F.H. Efeito do uso de bioestimulante Agrobio sobre as características físico-químicas na pós-colheita do maracujá amarelo (*Passiflora adulis* f. *flavicarpa* Deg.) no município de Taubaté. *Revista biociências*, Taubaté, v.7, n.1-7, 2001.

SAMPAIO, A. et al. "Guia De Orientação Para O Manejo De Espécies Exóticas Invasoras Em Unidades De Conservação Federal". Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, MMA. 2018.

SARTORELLI PAR, BENEDITO ALD, CAMPOS FILHO EM, SAMPAIO AB, GOUVÊA APML 2018. Guia de plantas não desejáveis na restauração florestal. São Paulo: Agroicone. 70p. Disponível em <https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2018/03/guia-plantas-nao-desejaveis.pdf>

SILVA JR., M.C.; FELFILLI, J.M.; PROENÇA, C.E.B.; BRASILEIRO, A.C.M.; SILVA, P.E.N. & COSTA, K.L. 1988. Fitossociologia da mata do morro da Quixaba no Território de Fernando de Noronha. *Acta Botanica Brasilica* 1(2): 257-262.

SILVA, S. A. F. Contribuição ao estudo do "Capim Colômbio" (*Panicum maximum* Jacq. var. *maximum*). *Vellozia*, Rio de Janeiro, v. 6, p. 3-8, 1968.

SIMBERLOFF, D. (2003) How Much Information on Population Biology Is Needed to Manage Introduced Species? *Conservation Biology*, 17, 83–92.

SIMBERLOFF, D. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects. *Biological Invasions*, Dordrecht, v. 11, n. 1, p. 149-157, 2008.

- SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 191, p. 185-200, 2004.
- TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G.; MENOR, E.A.; TEIXEIRA, M.G.; LINSKER, R. 2011. Arquipélago de Fernando de Noronha. O paraíso do vulcão. São Paulo: Terra Virgem. 101 – 121.
- TU, M.; HURD, C.; RANDALL, J. M. Weed control methods handbook: tools & techniques for use in natural areas. Davis: The Nature Conservancy, 2001. 219 p.
- TYE, A. Invasive plant problems and the requirements for weed risk assessment in the Galapagos Islands. In *Proceedings of the First International Workshop on Weed Risk Assessment*, Adelaide, February 1999.
- VAN OOSTERHOUT, E. 'Lantana control manual: current management and control options for lantana (*Lantana camara*) in Australia'. (National Heritage Trust, Australia). 2004.
- VIDRA, R. L.; SHEAR, T. H.; STUCKY, J. M. Effects of vegetation removal on native understory recovery in an exotic-rich urban forest. *Journal of the Torrey Botanical Society*, Lawrence, v. 134, n. 3, p. 410-419, 2007.
- WHITTAKER, R.J. 1998. *Island Biogeography, ecology, evolution, and conservation*. New York: Oxford University Press. 278p.
- WITTENBERG, R.; COCK, M. J. W. *Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices*. Oxfordshire: CABI International, 2001. 228 p
- WRIGHT, J. W. *Mejoramiento Genético de los Árboles Forestales*. Roma, FAO, 1964. 436P.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 272p.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. *Silvicultura clonal: Princípios e técnicas*. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 272p. CARVALHO, P.E.R. *Mulungu (Erythrina velutina)*. Circular técnica, 160. Embrapa Florestas: Colombo – PR, 2008. 8p.
- ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. An overview of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 431-446, 2011.
- ZILLER, S. R. Espécies exóticas da flora invasoras em unidades de conservação. In: CAMPOS, J. B.; TOSSULINO, M. G. P.; MULLER, C. R. C. (Ed.). *Unidades de conservação: ações para valorização da biodiversidade*. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2006.