



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

IONARA ESTEFANY NUNES DA SILVA

**POTENCIAL PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA CAATINGA E O PAPEL
DA DISPERSÃO DE SEMENTES POR AVES**

**CAMPINA GRANDE
2022**

IONARA ESTEFANY NUNES DA SILVA

**POTENCIAL PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA CAATINGA E O PAPEL
DA DISPERSÃO DE SEMENTES POR AVES**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia da Restauração.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes.

**CAMPINA GRANDE
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586p Silva, Ionara Estefany Nunes da.
Potencial para restauração ecológica da caatinga e o papel da dispersão de sementes por aves [manuscrito] / Ionara Estefany Nunes da Silva. - 2022.
25 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2022.

"Orientação : Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes ,
Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."

1. Restauração ecológica. 2. Caatinga. 3. Aves. 4.
Dispersão de sementes. I. Título

21. ed. CDD 577

IONARA ESTEFANY NUNES DA SILVA

POTENCIAL PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA CAATINGA E O PAPEL DA
DISPERSÃO DE SEMENTES POR AVES

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado ao Departamento do Curso de
Ciências Biológicas da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Licenciada em Ciências
Biológicas.

Área de concentração: Ecologia da
Restauração.

Aprovada em: 22/11/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Rômulo Romeu da Nóbrega Alves
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Msc. Gilbevan Ramos de Almeida
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais; à minha família, pelo incentivo e companheirismo, DEDICO.

É triste pensar que a natureza fala e que o gênero humano não a ouve”

Victor Hugo

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Trabalhos coletados sobre o método de restauração Facilitação.....	15
Quadro 2 -	Trabalhos coletados sobre o método de restauração Modelagem de nicho.....	16
Quadro 3 -	Trabalhos coletados sobre o método de restauração Manejo racional...	17
Quadro 4 -	Trabalhos coletados sobre o método de restauração Poleiros artificiais	18
Quadro 5 -	Lista de espécies de aves descritas por Araújo e Silva (2017) que tiveram suas origens na Caatinga, e que estão atualmente classificadas como ameaçadas de extinção. IUCN: espécies consideradas ameaçadas na Lista Vermelha da International Union for the Conservation of Nature; MMA: espécies consideradas ameaçadas no Ministério do Meio Ambiente. As categorias da Lista Vermelha em ambas as Listas são: CP criticamente em perigo, AE ameaçadas de extinção, VU vulnerável. E a alimentação de cada espécie, de acordo com o site Wikiaves.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Técnicas de restauração ecológica.....	9
2.1.1 <i>Facilitação</i>	9
2.1.2 <i>Modelagem de nicho</i>	10
2.1.3 <i>Manejo racional</i>.....	11
2.1.4 <i>Poleiros artificiais e as aves dispersoras de sementes</i>	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Implicações para a restauração ecológica na Caatinga	14
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
REFERÊNCIAS	22

POTENCIAL PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA CAATINGA E O PAPEL DA DISPERSÃO DE SEMENTES POR AVES

POTENTIAL FOR ECOLOGICAL RESTORATION OF CAATINGA AND THE ROLE OF SEED DISPERSION BY BIRDS

Ionara Estefany Nunes da Silva*

RESUMO

A Caatinga é o quarto maior bioma do Brasil, possuindo uma paisagem tipicamente seca e resiliente. Composta por tipos variados de vegetação, o que a faz, um dos locais mais biodiversos do mundo, habitat de espécies endêmicas que desempenham importantes serviços ecossistêmicos, como a dispersão de sementes. Na Caatinga, as aves, são um dos principais grupos de vertebrados frugívoros que atuam como dispersores potenciais de muitas espécies de plantas. Foram identificadas 548 espécies de aves no bioma; muitas das espécies endêmicas estão em um estado crítico de conservação. O objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão de literatura que destacasse a importância da restauração ecológica do bioma Caatinga, bem como, discutir alguns dos métodos de restauração que estão sendo realizados em ambientes semiáridos. Tendo como principal alvo evidenciar o papel da avifauna dispersora de sementes no processo de recuperação de áreas degradadas, através da utilização de poleiros artificiais. Concluiu-se que: (1) A exploração da Caatinga pela ação antrópica em conjunto com as mudanças climáticas, estão aumentando o risco de desertificação. (2) A restauração ecológica é o caminho ideal para prevenir danos futuros e reconstruir áreas degradadas do bioma, e algumas técnicas já mostraram bons resultados. (3) O uso de poleiros artificiais associados a benefícios como bacias de água adicionais, pode aumentar a deposição e variabilidade de sementes, e que os novos estudos devem focar na avaliação da eficácia dos poleiros quanto a germinação e estabelecimento das plântulas, para que possam atuar como mecanismo de restauração ecológica, além de testar essa técnica associada a outras, a fim de potencializar as chances de sucesso.

Palavras-chave: Restauração ecológica; Caatinga; Aves; Dispersão de sementes.

ABSTRACT

The Caatinga is the fourth largest biome in Brazil, with a typically dry and resilient landscape. Composed of varied types of vegetation, which makes it one of the most biodiverse places in the world, habitat of endemic species that perform important ecosystem services, such as seed dispersal. In the Caatinga, birds are one of the main groups of frugivorous vertebrates that act as potential dispersers of many plant species. 548 bird species were identified in the biome; many of the endemic species are in a critical state of conservation. The objective of this work was to review the literature that highlighted the importance of ecological restoration of the Caatinga biome, as well as to discuss some of the restoration methods that are being carried out in semi-arid environments. Having as main target to highlight the role of seed-dispersing avifauna in the recovery process of degraded areas, through the use of artificial perches. It was concluded that: (1) The exploitation of the Caatinga by anthropic action, together with climate change, are increasing the risk of desertification. (2) Ecological restoration is the ideal

* Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), campus I.
Endereço eletrônico: ionaranunes13@gmail.com.

way to prevent future damage and rebuild degraded areas of the biome, and some techniques have already shown good results. (3) The use of artificial perches, associated with benefits such as additional water basins, can increase seed deposition and variability, and that new studies should focus on evaluating the effectiveness of perches regarding germination and seedling establishment, so that they can act as an ecological restoration mechanism, in addition to testing this technique associated with others, in order to enhance the chances of success.

Keywords: Ecological restoration; Caatinga; Birds; Seed dispersio.

1 INTRODUÇÃO

A cada ano, aproximadamente 212 mil quilômetros quadrados de florestas tropicais são destruídos por queimadas, desmatamentos e exploração de madeira (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 1999; DUNCAN; CHAPMAN, 2002). Na década de 1970, Daniel H. Janzen, um dos grandes ecólogos tropicais, chamou a atenção para um problema de conservação muito mais sutil do que a extinção de espécies: a perda de interações bióticas em áreas tropicais sujeitas a perturbações de origem antrópica. Desde então, e particularmente a partir da década de 1990, a comunidade científica passou a investigar de que maneira as várias interações bióticas que ocorrem em ambientes tropicais são afetadas pela degradação ambiental (JORDANO P. et al., 2006).

Os impactos antrópicos ao meio ambiente estão cada vez maiores, tanto em intensidade, quanto em frequência, quando comparando-se aos distúrbios de ordem naturais, de modo que a recuperação do ecossistema se torna muito lenta, e até incerta, acarretando em danos irreparáveis a fauna e a flora do local afetado. Como consequência desses distúrbios, a sua resiliência diminui, e também a resistência a novos distúrbios, podendo chegar ao ponto em que o ecossistema entra em colapso com processos irreversíveis de degradação (ENGEL; PARROTTA, 2003).

Sabe-se que florestas são fontes de serviços de provisão que fornecem aos seres humanos produtos como madeira, frutos e bioativos e de serviços ecossistêmicos tais quais, a polinização. A restauração de áreas afetadas quando realizada em ampla escala pode sequestrar quantidades relevantes de carbono, levando em consequência, a redução da mudança climática, atuando também na manutenção dos ciclos hídricos. Além disso, no Brasil, modelos climáticos indicam que em 50 anos, ecossistemas ao norte e nordeste (Amazônia, Caatinga e porções da Mata Atlântica) aumentarão de 3 a 5 °C sua temperatura média, e reduzirão em 10% sua precipitação. De modo que, destaca a importância de se implantar projetos de restauração, porque árvores em crescimento sequestram e armazenam carbono nos troncos e raízes, podendo estocar até 40 toneladas/ha/ano (GANADE et al., 2019).

A região ecológica da Caatinga uma área de 826.411km² no Nordeste do Brasil, correspondendo ao quarto maior bioma do país e a maior região de floresta tropical seca da América do Sul (EMBRAPA, 2022; SILVA et al., 2020). Nos períodos de seca, a maioria das plantas da Caatinga perdem suas folhas como uma estratégia fisiológica para evitar a perda de água, e no período chuvoso as folhas nascem e trazem o verde para colorir a paisagem. Da Silva e Lacher (2019), comentam que os padrões de precipitação são anômalos e as secas podem durar vários anos. A província das Caatingas inclui os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, região norte e central da Bahia e uma faixa estendendo-se em Minas Gerais seguindo o rio São Francisco, juntamente com um enclave no vale seco da região média do rio Jequitinhonha (LEAL et al., 2003).

Queiroz et al. (2017) identificaram cinco subtipos principais de vegetação dentro de SDTFWs (floresta tropical sazonalmente seca e bosques lenhosos), cada um com seu próprio conjunto de espécies e requisitos de solo: caatinga cristalina, caatinga sedimentar, florestas de caatinga alta e semidecídua, afloramentos rochosos e comunidades de plantas aquáticas. Essa extraordinária heterogeneidade ambiental é possivelmente a principal razão pela qual a região da Caatinga é uma das terras secas tropicais mais biodiversas do mundo e mantém milhares de espécies, muitas das quais não são encontradas em nenhum outro lugar (SILVA et al., 2017; ARAÚJO et al., 2022).

De acordo com Leal et al. (2003), o estudo e a conservação da diversidade biológica da Caatinga são um dos maiores desafios da ciência brasileira. Esta região tem sofrido com a perda de vegetação, e grande parte de sua área é suscetível ou já está afetada pela desertificação (VIEIRA et al., 2015; DÓRIA; DOBROVOLSKI, 2021). A vegetação remanescente é fragmentada e fortemente perturbada pelas atividades impactantes do uso da terra, como agricultura intensiva, pastoreio extensivo, extração de madeira e fogo (RIBEIRO et al., 2015; SILVA et al., 2017; ANTONGIOVANNI et al., 2020; DÓRIA; DOBROVOLSKI, 2021).

O ritmo lento da regeneração natural levou os conservacionistas a usar técnicas de manejo que aceleram as taxas de regeneração. Esses métodos incluem abrigos artificiais para animais, translocação de solo e banco de sementes, plantio de ilhas de árvores e instalação de poleiros artificiais para aves (MCCLANAHAN; WOLFE, 1993; REIS; BECHARA; TRES, 2010; ZAHAWI et al., 2013; ALMEIDA et al., 2016). Estratégias de restauração baseadas em processos naturais (por exemplo, dispersão de sementes por animais) podem ter custos menores, pois não dependem da produção de mudas e plantio. Também pode permitir que as florestas circundantes atuem como fontes de sementes, aumentando a sucessão natural (ALMEIDA et al., 2016).

A natureza tem capacidade de se auto recuperar, através das interações mutualísticas entre a fauna e a flora. Animais que visitam plantas desempenham papéis significativos na dinâmica ecológica e evolutiva das comunidades e ecossistemas de plantas. Em particular, os vertebrados frugívoros são considerados elementos-chave na integridade dos ecossistemas, promovendo a troca de informações genéticas em larga escala por meio do fluxo de sementes (FLEMING, 2013; BAÑOS-VILLALBA et al., 2017).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão de literatura que destacasse a importância da restauração ecológica do bioma Caatinga, bem como, discutir alguns dos métodos de restauração que estão sendo realizados em ambientes semiáridos. Tendo como principal alvo, evidenciar o papel da avifauna dispersora de sementes no processo de recuperação de áreas degradadas, através da utilização de poleiros artificiais. A fim de reunir informações que possam apoiar estudos científicos futuros que visem a conservação do bioma, tendo em vista que a Caatinga atua como habitat de espécies endêmicas fornecedoras de importantes serviços ecossistêmicos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Técnicas de restauração ecológica

2.1.1 *Facilitação*

A facilitação foi definida como 'uma interação na qual a presença de uma espécie altera o ambiente de uma forma que aumenta o crescimento, a sobrevivência e a reprodução de uma segunda espécie' (BRONSTEIN, 2009; MCINTIRE; FAJARDO, 2014). Foi a partir

do trabalho de Bertness e Callaway (1994) que a facilitação foi explicitamente introduzida como um processo biótico que pode ter consequências importantes em comunidades ecológicas, particularmente em ambientes estressantes (ou seja, a hipótese do gradiente de estresse (SGH). O SGH prevê que as interações positivas das espécies são mais importantes em habitats biológica e fisicamente estressantes do que em habitats benignos (BERTNESS; CALLAWAY, 1994; MCINTIRE; FAJARDO, 2014).

A vegetação estabelecida pode facilitar a incorporação de novos indivíduos à comunidade, segundo um modelo de sucessão por facilitação (CONNELL; SLATYER 1977; MCINTIRE; FAJARDO, 2014). No entanto, também é possível que, uma vez estabelecidos alguns indivíduos, eles impedem a incorporação de novos de acordo com um modelo de sucessão por inibição (CONNELL; SLATYER 1977; MCINTIRE; FAJARDO, 2014). O equilíbrio entre essas interações positivas e negativas das plantas condicionará a taxa e a direção da mudança sucessional, e sua manipulação pode, portanto, ser usada para influenciar o desenvolvimento ou a regressão de um sistema degradado em direção à comunidade alvo (SILES et al., 2008; MCINTIRE; FAJARDO, 2014).

Bagousse-Pinguet et al. (2014) concorda com McIntire e Farjado (2014) quando discute que os efeitos da facilitação na diversidade são dependentes do contexto, ou seja, o efeito da facilitação na diversidade de espécies muda ao longo dos gradientes de perturbação e estresse. A facilitação diminui a riqueza de espécies em condições benignas (baixo estresse e perturbação) promovendo espécies competitivas dominantes levando à exclusão competitiva de longo prazo (XIAO et al., 2009; BAGOUSSE-PINGUET et al., 2014). Por outro lado, e em concordância com vários modelos teóricos (HACKER; GAINES 1997; BRUNO et al., 2003; MICHALET et al., 2006; BROOKER et al., 2008; BAGOUSSE-PINGUET et al., 2014), a facilitação promoveu a riqueza de espécies sob maior severidade ambiental (alto estresse e/ou perturbação) (BAGOUSSE-PINGUET et al., 2014).

2.1.2 Modelagem de nicho

Modelos de nicho ecológico (ENMs) e modelos de distribuição de espécies (SDMs) são comumente usados em estudos teóricos e aplicados em ecologia e biogeografia (PETERSON et al., 2015; MELO-MERINO et al., 2020). Entre as aplicações mais comuns estão a determinação de locais adequados para as espécies (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000; MELO-MERINO et al., 2020), a previsão de impactos de futuras mudanças climáticas na distribuição das espécies (PEARSON; DAWSON, 2003; MELO-MERINO et al., 2020), a avaliação do potencial invasor de espécies não nativas (JIMÉNEZ-VALVERDE et al., 2011; MELO-MERINO et al., 2020) e planejamento de conservação (GUISAN et al., 2013; MELO-MERINO et al., 2020).

A influência de fatores bióticos e abióticos nos processos que determinam padrões de distribuição geográfica e riqueza de espécies pode variar de acordo com a escala espacial investigada (BJORHOLM et al., 2005; EISERHARDT et al., 2011b; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020). Em escalas mais amplas, como regional e continental, a distribuição das espécies é determinada principalmente por parâmetros de temperatura e precipitação (EISERHARDT et al., 2011b; HAGEER et al., 2017; SALM et al., 2007; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), e por barreiras físicas ou restrições espaço-temporais à dispersão de organismos (BLACH-OVERGAARD et al., 2010; EISERHARDT et al., 2013; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020). Por outro lado, em escala local e de paisagem, a distribuição das espécies pode estar mais fortemente associada à variação das condições edáficas (SVENNING, 2001; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), capacidade de dispersão dos organismos (GERMAIN et al., 2017; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), estrutura física dos habitats (SILVA et al., 2017; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020) e interações interespecíficas (DRACXLER; FORGET, 2017; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020). Além

disso, os distúrbios antropogênicos responsáveis, entre outros, pela modificação da paisagem e fragmentação do habitat (BOIVIN et al., 2016; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), introdução de espécies exóticas invasoras (GUIMARÃES; SCHMIDT, 2017; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), mudanças no regime de fogo (PAUSAS; KEELEY, 2009; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020) e nas condições climáticas (VELAZCO et al., 2019; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), podem afetar a distribuição das espécies em escala local, regional e continental (LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020).

Devido à sua capacidade preditiva e discriminatória do espaço geográfico e ambiental, esses modelos tornaram-se particularmente úteis no planejamento de ações de conservação da biodiversidade (SAFERI et al., 2018; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020). Os modelos têm auxiliado na identificação de áreas prioritárias de conservação (SPIERS et al., 2018; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), avaliando os impactos das mudanças climáticas na distribuição de espécies (JINGA; ASHLEY, 2019; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), identificando processos de invasão biológica (BARBET-MASSIN et al., 2018; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), mapeando habitats adequados para reintrodução e/ou cultivo de espécies-alvo (SANCHEZ et al., 2010; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020), e projetar áreas protegidas (TAYLOR et al., 2017; LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020).

2.1.3 Manejo racional

O Manejo Florestal Sustentável (MFS) estabelece a extração de vegetação dinâmica e gradual, em que apenas uma parte da área total é removida a cada ano com o objetivo de manter a capacidade produtiva e a diversidade biológica do ecossistema. No entanto, as atividades de manejo florestal, mesmo que realizadas de acordo com critérios técnicos, podem causar efeitos adversos ao ecossistema (EMBRAPA, 2007; BARRETO-GARCIA et al., 2021).

Distúrbios na vegetação, como o manejo florestal, alteram uma variedade de atributos do ecossistema acima e abaixo do solo, o que pode resultar em mudanças na biomassa microbiana do solo e na respiração (HOLDEN; TRESEDER, 2013; BARRETO-GARCIA et al., 2021). Isso ocorre porque a redução ou remoção da vegetação pelo manejo causa uma diminuição nas entradas de serapilheira e exsudatos radiculares no solo (JOHNSON; CURTIS, 2001; WANG et al., 2012; ZHOU et al., 2013; EISENHAUER et al., 2017; BARRETO-GARCIA et al., 2021), que atuam como fonte de alimento para os microrganismos do solo e desempenham um papel fundamental na interação microrganismo-vegetação (BASHIR et al., 2016; BARRETO-GARCIA et al., 2021). Além disso, distúrbios abióticos na vegetação causam alterações nas espécies arbóreas dominantes, densidade do dossel e microclima da floresta (LUCAS-BORJA et al., 2016; BARRETO-GARCIA et al., 2021), gerando aumento da temperatura (TRESEDER et al., 2004; BARRETO-GARCIA et al., 2021) e redução da umidade do solo (PANDEY; SINGH, 1991; SAHANI; BEHERA, 2001; BARRETO-GARCIA et al., 2021).

Três fatores explicam as altas taxas de mortalidade encontradas para algumas espécies: i) corte raso na estação chuvosa; ii) estiagem prolongada imediatamente após o corte raso; e iii) pastoreio de caprinos e bovinos. Alguns estudos mostram que o corte raso reduz a sobrevivência de algumas espécies, principalmente quando o corte é feito na estação chuvosa, quando ocorre o crescimento ativo (FIGUEIRÔA et al., 2006; LIMA et al., 2021).

2.1.4 Poleiros artificiais e as aves dispersoras de sementes

Aves frugívoras desempenham um papel fundamental na dispersão de sementes, pois podem dispersar mais sementes do que qualquer outro vertebrado da Mata Atlântica (ALMEIDA et al., 2016). As aves têm o hábito de pousar em estruturas para defecar ou

regurgitar sementes previamente ingeridas (ALMEIDA et al., 2016). De acordo com Almeida et al. (2016) esse comportamento tem sido explorado por ecólogos da restauração por meio da introdução e manutenção de poleiros naturais e artificiais em paisagens degradadas (ALMEIDA et al., 2016).

Aves dispersoras de sementes podem usar árvores de pastagem isoladas para alimentação, abrigo e poleiro (GUEVARA; LABORDE, 1993; FREEMAN et al., 2021). A adição de poleiros artificiais pode aumentar a dispersão de sementes em locais sem árvores (HOLL, 1998; GUIDETTI et al., 2016; TOMAZI; CASTELLANI, 2016, LA MANTIA et al., 2019; FREEMAN et al., 2021), facilitando tanto a visita quanto a deposição de sementes por aves frugívoras, que normalmente defecam após o pouso ou logo após a decolagem (GUEVARA; LABORDE, 1993; FREEMAN et al., 2021). No entanto, este e outros métodos de restauração semelhantes, têm sido criticados recentemente, pois apesar de aumentando a chegada de sementes, eles não necessariamente melhoram o estabelecimento de plântulas ou aprimoram o processo sucessional (ALMEIDA et al., 2016; FREEMAN et al., 2021), e alguns estudos de restauração assistida por aves falham relatar os estágios subsequentes após a dispersão de sementes (ou seja, germinação, recrutamento e sobrevivência de plântulas) (ALMEIDA et al., 2016).

Os resultados da pesquisa realizada por Almeida et al. (2016) mostraram exatamente isso: o uso de poleiros artificiais aumentou significativamente a quantidade de sementes que chegavam a locais que até recentemente eram ocupados por atividades agropecuárias em uma área pertencente ao bioma Mata Atlântica no sul do Brasil. No entanto, um efeito semelhante não foi observado para o estabelecimento de plântulas, sugerindo fortemente que as consequências biofísicas da degradação ambiental limitam significativamente os efeitos potencialmente positivos dos poleiros na regeneração. Estudos anteriores a esse, mostram que alguns dos fatores que impedem a germinação de plântulas são: a compactação do solo, a falta de nutrientes do solo, a competição com gramíneas e a predação de sementes/plântulas como sendo desfavoráveis para o estabelecimento de mudas (FLORENTINE; WESTBROOKE, 2004; ALMEIDA et al., 2016). Aqueles que conseguem germinar geralmente enfrentam altas taxas de herbivoria nesses habitats (ALMEIDA et al., 2016; FREEMAN et al., 2021). Assim, o aumento da chuva de sementes pela adição de poleiros pode ser negado por fatores de mortalidade pós-dispersão (ALMEIDA et al., 2016; FREEMAN et al., 2021), especialmente a competição de gramíneas de pastagem (TOMAZI; CASTELLANI, 2016; FREEMAN et al., 2021).

Freeman et al. (2021), observaram em seus resultados que as sementes de árvores e arbustos de florestas nativas dispersas por aves depositadas nas bacias de água sob os poleiros seminaturais eram muito mais abundantes, mais diversificadas e continham uma proporção maior de espécies de grandes sementes em comparação com aquelas depositadas em armadilhas de malha. As bacias de água foram instaladas para aumentar o apelo geral das estruturas de poleiros, oferecendo oportunidades para beber ou tomar banho (MILLER et al., 2015; FREEMAN et al., 2021), mas seu uso frequente para regurgitação de sementes foi inesperado. As sementes regurgitadas nas bacias obviamente não foram depositadas em locais adequados para germinação, limitando sua utilidade potencial como ferramentas de restauração. Neste experimento, os autores não conseguiram separar o efeito das bacias hidrográficas do efeito dos poleiros na atração de dispersores de sementes. Mais pesquisas sobre o potencial da água suplementar para atrair dispersores de sementes devem testar isso independentemente de outros fatores (FREEMAN et al., 2021).

A chuva de sementes dominada pelos pioneiros neste estudo, atingiu o pico nas estações chuvosas do verão. A germinação é mais provável, e a dessecação menos provável, durante esta estação quando o solo está úmido, favorecendo ainda mais o recrutamento de espécies pioneiras. Apesar de algum sucesso das ações deste estudo para limitar as barreiras

de regeneração, a recuperação de uma comunidade arbórea com composição taxonômica e funcional amplamente semelhante à da floresta antiga dependerá de uma sequência em cascata de processos de recrutamento e crescimento que exigirá muitas décadas (FREEMAN et al., 2021).

Nas florestas de Caatinga, o sucesso reprodutivo de muitas espécies vegetais depende das chuvas e da eficácia dos polinizadores (LEITE; MACHADO, 2010). Semelhante a outras áreas de floresta tropical, o sucesso reprodutivo das espécies da Caatinga também depende da eficácia da dispersão de sementes (GOMES et al., 2016; LEAL et al., 2007; SILVA et al., 2020). O número de variáveis que modulam a eficiência de dispersão de sementes é alto, o que pode estar relacionado a características das plantas que terão seus propágulos dispersos, animais dispersores e/ou fatores ambientais (ex.: disponibilidade hídrica, estrutura da vegetação, topografia, solo, luz incidência) (CÔRTEZ; URIARTE, 2013). Na Caatinga, por exemplo, morfologia de frutos semelhantes e alta sincronização de frutificação são fatores que podem favorecer o compartilhamento de recursos entre dispersores (GOMES et al., 2017).

Como em qualquer região semiárida, as assembleias de aves locais na Caatinga apresentam grandes variações sazonais que estão associadas a variações nas chuvas. As chuvas aumentam as populações de artrópodes, bem como a produção de folhas, flores e frutos pelas plantas. Dado esse ambiente sazonal, a maioria das espécies da região utiliza alimentos de origem animal e vegetal em suas dietas como estratégia de sobrevivência. Frutos carnosos são um recurso importante para as aves em toda a região. Eles estão disponíveis para as aves principalmente durante a estação chuvosa e mais raramente durante a estação seca (ARAÚJO, 2009; GOMES et al., 2014; ARAÚJO; SILVA, 2017). Grandes aves frugívoras, como *Penelope jacucaca*, alimentam-se dos frutos de pelo menos 30 espécies de plantas e desempenham um papel fundamental como dispersores de sementes (BEZERRA, 2015; CASTRO, 2016; ARAÚJO; SILVA, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um apanhado geral de artigos científicos que abordam as técnicas de restauração ecológica na Caatinga, e alguns fora do bioma, para ampliar a gama de estudos; além de incluir informações acerca do papel das aves como dispersoras de sementes. Diante disso, as buscas por referências foram feitas nos bancos de dados *Science direct* e o *Google acadêmico*, este último foi utilizado para coletar referências citadas por artigos já coletados anteriormente.

As buscas se deram em dois momentos, no primeiro utilizou-se as seguintes palavras-chave em inglês: *birds, frugivory and seed dispersal, caatinga and ecological restoration*. No segundo momento de buscas, utilizou-se as seguintes palavras-chave em inglês: *artificial perches, ecological facilitation, niche modeling and rational management*. Esses artigos foram inicialmente selecionados seguindo os critérios: (1) o título, quando se referiam as palavras-chaves selecionadas; (2) o resumo e introdução, para buscar uma compreensão maior do conteúdo do trabalho (no geral, esperou-se que se os trabalhos fossem ambientados na Caatinga, ou a ambientes semiáridos; ou sobre a dispersão de sementes e as aves dispersoras de semente). Resultando assim, em 83 artigos coletados ao todo, para uma leitura completa e eliminatória. Uma vez que os artigos fugissem do que era esperado, descartou-se; até chegar a uma triagem final dos que foram considerados relevantes ao que se propõe este trabalho.

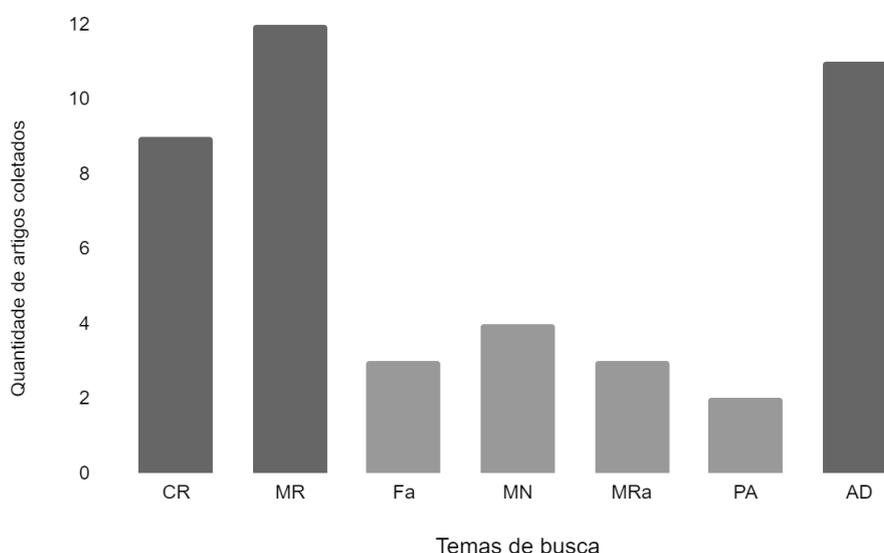
Os dados coletados foram sistematizados aqui, por tópicos, com o propósito de responder às seguintes perguntas: (1) Qual o estado de conservação atual da Caatinga? (2) Quais as técnicas de restauração ecológica estão sendo aplicadas na Caatinga atualmente? (3) Como a dispersão de sementes por aves pode auxiliar no processo de restauração ecológica desse bioma? Resultando nos seguintes tópicos: (1) Introdução; (2) Referencial teórico; (3) Material e métodos; (4) Resultados e discussão, o qual abrange as técnicas de restauração

ecológica, sendo elas: facilitação, modelagem de nicho, manejo racional e poleiros artificiais; (5) Implicações para a restauração ecológica na Caatinga; (6) Considerações finais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram incluídos nesta revisão, 32 artigos. Sendo que nove se referem ao bioma Caatinga e a importância da restauração ecológica; 12 se referem aos métodos de restauração ecológica, no qual três abordam a facilitação, quatro a modelagem de nicho, três o manejo racional e dois artigos sobre os poleiros artificiais. E ainda, 11 artigos discutem o papel da avifauna como dispersora de sementes. Como pode ser observado na Figura 1. Quanto à distribuição dos artigos selecionados por base de dados: Science Direct (56,3%), Google Acadêmico (43,7%).

Figura 1 - Total de artigos por temas de busca. **(CR)** Caatinga e restauração ecológica; **(MR)** Métodos de restauração ecológica; **(Fa)** Facilitação; **(MN)** Modelagem de nicho; **(MRa)** Manejo racional; **(PA)** Poleiros artificiais; **(AD)** Aves e dispersão de sementes.



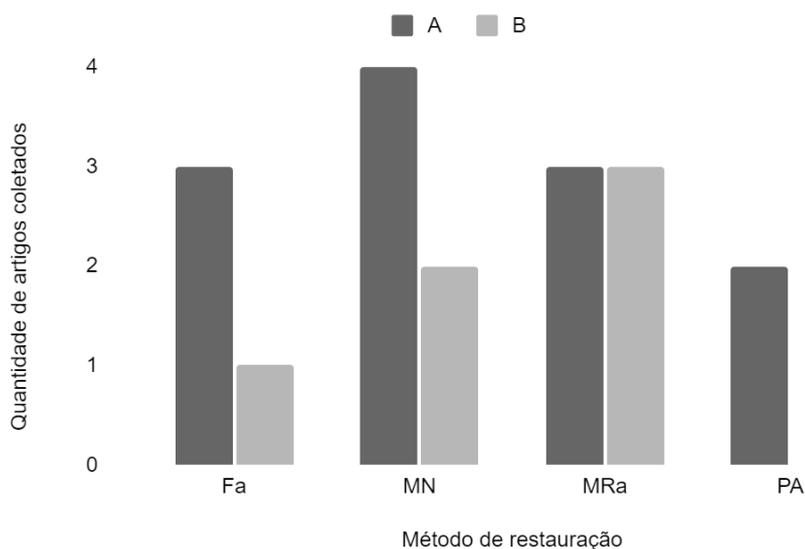
Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

4.1 Implicações para a restauração ecológica na Caatinga

Sabendo que a Caatinga é considerada uma Floresta Seca, o estresse hídrico e a crescente desertificação destacam-se como os maiores desafios para o estabelecimento das plantas do bioma. Rodrigues et al. (2019) comentam que plântulas de muitas espécies sobrevivem melhor sob a copa de árvores já estabelecidas; esse importante processo é conhecido como facilitação (FONSECA et al., 2018; RODRIGUES et al., 2019). Foram também desenvolvidos estudos de modelagem de nicho de 606 espécies arbóreas nativas, o que permitiu definir localidades onde cada espécie melhor se adaptaria hoje e em condições de alterações climáticas. O grande desafio está no treinamento da população e de órgãos ambientais competentes (RODRIGUES et al., 2019). Uma outra técnica eficaz de evitar a superexploração ilegal dos recursos madeireiros é o manejo racional dessas florestas. (SAMOJLINK et al., 2016; RIBEIRO et al., 2021).

Esta revisão alcançou 12 artigos que tiveram o objetivo central de discutir e/ou testar quatro técnicas de restauração. Resultando em alguns estudos direcionados a reconstruir áreas degradadas na Caatinga, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Distribuição dos artigos. **(A)** Total de artigos por método de restauração; **(B)** Total de artigos sobre os métodos de restauração dentro do bioma Caatinga; **(Fa)** Facilitação; **(MN)** Modelagem de nicho; **(MRa)** Manejo racional; **(PA)** Poleiros artificiais



Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Nos quadros abaixo têm-se os artigos referentes aos métodos de restauração selecionados. Uma vez que o estudo tenha sido aplicado no bioma alvo, serão utilizados neste trabalho, como referência, para ampliar a visão sobre como estudos como estes podem ser úteis na regeneração da Caatinga; embora tenham sido poucas evidências, tendo em vista que a ideia central é verificar se há estudos como estes (de técnicas de restauração) sendo investigados na área em questão; e depois, discutir como aves dispersoras atuam na regeneração - por meio da técnica dos poleiros artificiais.

Quadro 1 - Trabalhos coletados sobre o método de restauração *Facilitação*.

Autores	Título	Aplicado na Caatinga
BAGOUSSE-PINGUET et al., 2014.	Facilitation displaces hotspots of diversity and allows communities to persist in heavily stressed and disturbed environments	Não
FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018.	The role of nurse successional stages on species-specific facilitation in drylands	Sim
MCINTIRE; FAJARDO, 2014.	Facilitation as a ubiquitous driver of biodiversity	Não

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

O trabalho realizado por Fagundes, Weisser e Ganade (2018) mostra que o estágio sucessional de uma planta facilitadora pode desempenhar um papel importante nos resultados complexos da interação espécie-específica, que são frequentemente imprevisíveis

(FAGUNDES; WEISSER; GANADE; 2018). Isso pode ser devido a diferenças na forma como facilitadoras de estágios sucessionais distintos alteram as condições e recursos disponíveis para a mesma espécie-alvo (DIAZ; CABIDO, 2001; FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018). Os resultados da interação também podem depender de como as estratégias de facilitação se combinam com diferentes necessidades-alvo (FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 018).

A Caatinga brasileira é um ambiente hostil onde a seca é uma forte força que molda o recrutamento de plantas. Apesar dos efeitos geralmente positivos da facilitadora na sobrevivência (BERTONCELLO et al., 2016; HE et al., 2013; FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018), a seca ainda é a força mais forte que limita a regeneração (JANKJU, 2013; FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018). É importante entender que as estações chuvosas podem ser muito erráticas na Caatinga, e as mudas precisam atingir um certo tamanho de raiz e uma quantidade mínima de armazenamento para se manterem vivas durante os períodos de seca até a próxima chuva chegar. A compreensão futura dos mecanismos que definem uma boa facilitadora em terras semiáridas tropicais pode revelar fatores-chave para combater a degradação da terra e a desertificação e melhorar os programas de restauração e gestão da terra (FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018).

Quadro 2 - Trabalhos coletados sobre o método de restauração *Modelagem de nicho*.

Autores	Título	Aplicado na Caatinga
CAVALCANTE; SAMPAIO, 2022.	Modeling the potential distribution of cacti under climate change scenarios in the largest tropical dry forest region in South America	Sim
KOCH et al., 2017.	Revealing areas of high nature conservation importance in a seasonally dry tropical forest in Brazil: Combination of modelled plant diversity hot spots and threat patterns	Sim
LIMA; SCARIOT; SEVILHA, 2020.	Predicting the distribution of <i>Syagrus coronata</i> palm: Challenges for the conservation of an important resource in northeastern Brazil	Não
MELO-MERINO et al., 2020.	Ecological niche models and species distribution models in marine environments: A literature review and spatial analysis of evidence	Não

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Para modelar o padrão espacial de riqueza de espécies, Koch et al. (2017) construíram o maior conjunto de dados disponível gratuitamente para plantas da Caatinga, que representa 1062 espécies de 87 famílias. Esse resultado fornece a primeira visão geral altamente representativa e espacialmente explícita da distribuição geográfica das plantas para toda a Caatinga. Essas informações podem servir de base para o planejamento da conservação (GUEDES et al., 2014; KOCH et al., 2017). Com base nos padrões espaciais gerados, os

autores destacaram áreas dignas de proteção devido à sua alta diversidade de espécies vegetais, o que é um passo importante para entender e reconhecer a diversidade vegetal. No entanto, como mais um passo importante para minimizar a perda de biodiversidade, é necessário localizar habitats adequados para as espécies ameaçadas (THORN et al., 2009; KOCH et al., 2017).

Os modelos gerados mostraram a importância da precipitação (chuva) para a distribuição das espécies estudadas no bioma Caatinga com base nas projeções de mudanças climáticas para este século. De fato, a precipitação na forma de chuva é o fator climático dominante que afeta a vida vegetal no bioma Caatinga, sendo responsável por iniciar e concluir diversos processos biológicos, como floração, germinação de sementes etc., bem como pela presença ou ausência de espécies em determinados lugares do bioma (SILVA et al., 2017; CAVALCANTE; SAMPAIO, 2022). Temperatura e relevo no bioma Caatinga têm ação conjunta sobre a biodiversidade. A elevação da terra é direta, influenciando a ocorrência de espécies (CAVALCANTE et al., 2020; CAVALCANTE; SAMPAIO, 2022). Além disso, a temperatura por si só também tem uma influência relevante na vida das plantas em áreas de sequeiro. Estudos experimentais com cactos sob aquecimento *in loco* demonstraram que algumas espécies sofrem redução no desempenho fisiológico e maior mortalidade (ARAGÓN-GASTÉLUM et al., 2017; CAVALCANTE; SAMPAIO, 2022).

O objetivo do estudo de Cavalcante e Sampaio (2022) foi modelar a distribuição potencial de oito espécies de cactos nativas (espécies-alvo) para a Caatinga sob cenários climáticos futuros e avaliar a mudança de alcance das espécies-alvo durante o restante deste século, a partir do atual limite da Caatinga. Considerando apenas as projeções para as áreas com alta adequação de habitat no bioma Caatinga, o movimento ou padrão dominante observado nas simulações para o final do século foi de contração, afetando seis das oito espécies-alvo (*Cereus albicaulis*, *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus catinpicola*, *Pilosocereus gounellei*, *Pilosocereus pachycladus* e *Pilosocereus pentaedrophorus*) (CAVALCANTE; SAMPAIO, 2022). A contração é mais crítica quando a espécie em estudo tem uma pequena distribuição geográfica. Para *P. pentaedrophorus*, que possui a menor área ocupada atualmente, a perda de área com alta adequação de habitat será de 100% no final deste século. Isso significa certa extinção local da espécie no futuro, a menos que medidas efetivas de conservação sejam tomadas (CAVALCANTE; SAMPAIO, 2022).

Quadro 3 - Trabalhos coletados sobre o método de restauração *Manejo racional*.

Autores	Título	Aplicado na Caatinga
BARRETO-GARCIA et al., 2021.	Short-term effects of forest management on soil microbial biomass and activity in caatinga dry forest, Brazil	Sim
LIMA et al., 2021.	Structure, survival, and species diversity in a tropical dry forest submitted to coppicing	Sim
MARINHO et al., 2016.	Effects of past and present land use on vegetation cover and regeneration in a tropical dryland forest	Sim

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Um tipo comum de uso da terra na Caatinga é o pastoreio de gado, onde os animais geralmente são criados livremente para se alimentar da vegetação nativa que cresce durante a estação chuvosa. Na maioria dos casos, algumas áreas são desmatadas para estimular o crescimento de vegetação herbácea palatável que o gado se alimenta. Outras áreas são convertidas para a agricultura. A remoção contínua de madeira juntamente com o pastoreio é, no entanto, considerada uma das principais causas da degradação da vegetação da Caatinga (LEAL et al., 2005; MARINHO et al., 2016).

Marinho et al. (2016) avaliaram os efeitos do uso da terra passado e presente, medidos como corte raso passado, pastejo atual e corte seletivo atual, em vários parâmetros relacionados à regeneração e estrutura da vegetação da Caatinga no Nordeste do Brasil. A cobertura vegetal foi afetada principalmente pela interação entre o corte raso passado e o pastoreio, onde a cobertura foi reduzida apenas em parcelas previamente cortadas com alta intensidade de pastejo, enquanto a cobertura vegetal permaneceu relativamente alta em áreas com baixa carga animal. Isso pode indicar que a vegetação é capaz de se recuperar após o corte raso se os animais forem mantidos afastados (MARINHO et al., 2016). Em terras áridas, o recrutamento e o crescimento de plantas lenhosas são muito melhores sob manchas de vegetação em comparação com áreas fora da vegetação. Isso se deve a condições ambientais mais amenas (aumento da umidade do solo e disponibilidade de nutrientes) e proteção contra predadores de sementes e herbívoros (GRAFF et al., 2007; PUGNAIRE et al., 2004; VIEIRA et al., 2013; MARINHO et al., 2016). Compreender como o uso da terra afeta a comunidade vegetal pode ajudar a entender se o uso sustentável da terra é possível e como pode ser alcançado (MARINHO et al., 2016).

As principais práticas de intervenção utilizadas para o MFS na Caatinga são baseadas em três tipos de corte: corte raso (CC, remoção de 100% da vegetação), corte seletivo por diâmetro mínimo (SCD, corte de todas as árvores com diâmetro à altura do peito ≥ 5 cm), ou corte seletivo por espécie (SCS, corte de árvores de espécies selecionadas com base em parâmetros fitossociológicos como densidade e dominância, ou interesses econômicos) (EMBRAPA, 2007; BARRETO-GARCIA et al., 2021). O SCD foca na manutenção de um número significativo de indivíduos e visa acelerar a resposta da floresta à reposição de biomassa, sendo a madeira extraída normalmente utilizada para lenha e aparas. A SCS tem como foco a viabilidade econômica, ecológica e ambiental, visando a obtenção de madeira com maior valor agregado e melhor conservação das características do ecossistema.

Práticas que promovam menor redução da área basal, maior diversidade de espécies e menor alteração da serapilheira, como a SCS, são mais favoráveis à manutenção de microrganismos e sua atividade no solo, e, portanto, devem ser incentivadas para um manejo mais sustentável da Caatinga, ao mesmo tempo em que práticas mais intensivas como SCD e CC devem ser desencorajados (BARRETO-GARCIA et al., 2021).

Quadro 4 - Trabalhos coletados sobre o método de restauração *Poleiros artificiais*.

Autores	Título	Aplicado na Caatinga
ALMEIDA et al., 2016.	Limited effectiveness of artificial bird perches for the establishment of seedlings and the restoration of Brazil's Atlantic Forest	Não
FREEMAN et al., 2021.	Enhancing bird-mediated seed dispersal to increase rainforest regeneration in disused	Não

	pasture – A restoration experiment	
--	------------------------------------	--

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Aves dispersoras de sementes podem usar árvores de pastagem isoladas para alimentação, abrigo e poleiro (GUEVARA; LABORDE, 1993; FREEMAN et al., 2021). A adição de poleiros artificiais pode aumentar a dispersão de sementes em locais sem árvores (HOLL, 1998; GUIDETTI et al., 2016; TOMAZI; CASTELLANI, 2016, LA MANTIA et al., 2019; FREEMAN et al., 2021). No entanto, este e outros métodos de restauração semelhantes, têm sido criticados recentemente, pois apesar de aumentar a chegada de sementes, eles não necessariamente melhoram o estabelecimento de plântulas ou aprimoram o processo sucessional (GRAHAM; PAGE, 2012; HEELEMANN et al., 2012; REID; HOLL, 2013; ALMEIDA et al., 2016; FREEMAN et al., 2021). No estudo de Freeman et al. (2021) a chuva de sementes atingiu o pico nas estações chuvosas do verão. A germinação é mais provável, e a dessecação menos provável, durante esta estação quando o solo está úmido, favorecendo ainda mais o recrutamento de espécies pioneiras (FREEMAN et al., 2021).

A Caatinga é uma das regiões mais fascinantes para novos estudos de aves na América do Sul. Uma vez pensado para ser povoado por apenas algumas espécies difundidas, abriga avifauna diversificada, incluindo várias espécies encontradas em nenhum outro lugar (CRACRAFT, 1985; HAFFER, 1985; SILVA et al., 2003; ARAÚJO; SILVA, 2017). Araújo e Silva (2017) registraram nos domínios do bioma, 548 espécies de aves de 74 famílias, o que representa 28,6% do total de espécies registradas no Brasil (PIACENTINI et al., 2015; ARAÚJO; SILVA, 2017).

A maioria (70,4%) das aves que habitam a Caatinga, incluindo as mais ameaçadas, possuem baixa a média capacidade adaptativa e necessitam de ecossistemas naturais ou aquáticos para sobreviver (ARAÚJO; SILVA, 2017). Levando essa estimativa em consideração, no Quadro 5 encontra-se a representação da lista de aves endêmicas da Caatinga ameaçadas de extinção, e os principais componentes de suas dietas.

Quadro 5 - Lista de espécies de aves descritas por Araújo e Silva (2017) que tiveram suas origens na Caatinga, e que estão atualmente classificadas como ameaçadas de extinção. **IUCN:** espécies consideradas ameaçadas na Lista Vermelha da *International Union for the Conservation of Nature*; **MMA:** espécies consideradas ameaçadas no Ministério do Meio Ambiente. As categorias da Lista Vermelha em ambas as Listas são: **CP** criticamente em perigo, **AE** ameaçadas de extinção, **VU** vulnerável. E a alimentação de cada espécie, de acordo com o site Wikiaves.

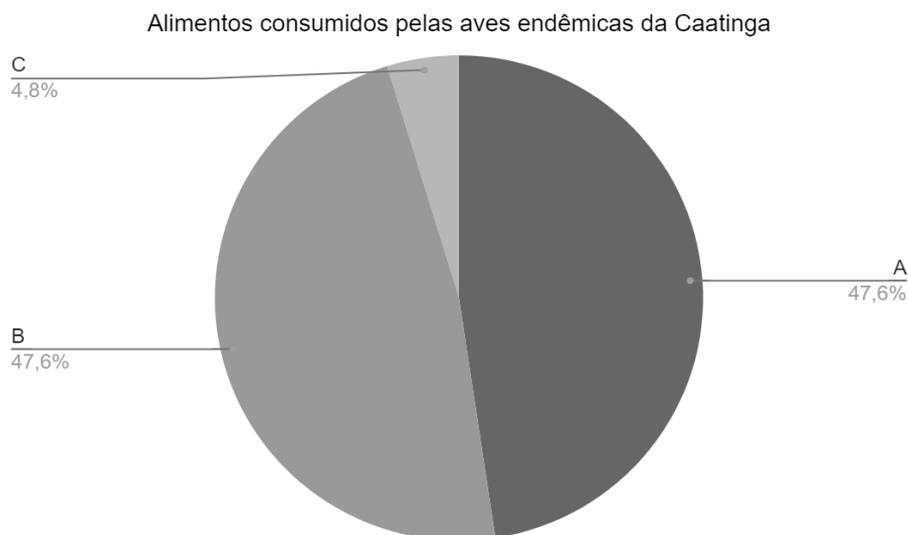
Espécie ou subespécie	IUCN	MMA	Alimentação
<i>Crypturellus noctivagus zabele</i>		VU	Sementes, pequenos frutos, insetos, vermes, aranhas, moluscos e ainda vegetais de folhas tenras, como certas gramíneas e também boa quantidade de grãos de areia.
<i>Penélope jacucaca</i>	VU	VU	Essencialmente frugívoro, tem predileção por frutos, bem como flores de ipê.
<i>Augastes</i>		AE	Primariamente de néctar.

<i>lumachella</i>			
<i>Selenidera gouldii baturitensis</i>		AE	Frutos da embaúba (<i>Cecropia sp.</i>) e eventualmente insetos.
<i>Anodorhynchus leari</i>	AE	AE	Alimenta-se basicamente de cocos da palmeira Licuri (<i>Syagrus coronata</i>), frutos da braúna (<i>Melanoxylon brauna</i>), e frutos de cactos como o mandacaru e o facheiro.
<i>Cyanopsitta spixii</i>	CP	CP	Alimenta-se de frutos e sementes.
<i>Pyrrhura griseipectus</i>	CP	AE	Alimenta-se de sementes, frutos e flores.
<i>Formicivora grantsaui</i>	AE	AE	Pequenos insetos, principalmente formigas.
<i>Thamnophilus caerulescens cearensis</i>		VU	Alimenta-se basicamente de insetos, mas também pode incluir pequenos frutos.
<i>Rhopornis ardesiacus</i>	AE	AE	Alimenta-se de uma série de invertebrados terrestres, como cupins, grilos e pequenas aranhas.
<i>Conopophaga cearae</i>		AE	Alimenta-se de pequenos artrópodes.
<i>Scytalopus diamantinensis</i>	AE	AE	Pouco se sabe.
<i>Sclerurus cearensis</i>	VU	VU	Alimenta-se de artrópodes.
<i>Xiphorhynchus guttatoides gracilirostris</i>		AE	Alimenta-se principalmente artrópodes, ocasionalmente pequenos vertebrados.
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	VU	VU	Alimenta-se insetos, larvas, caramujos, aranhas e outros itens.
<i>Antilophia bokermanni</i>	CP	CP	A dieta do soldadinho-do-araripe é baseada principalmente no consumo de pequenos frutos, contudo, também ingere artrópodes.
<i>Phylloscartes</i>	AE	AE	Alimentam-se, em sua maioria, de

<i>beckeri</i>			insetos.
<i>Phylloscartes roquettei</i>	AE	AE	Alimentam-se, em sua maioria, de insetos.
<i>Hemitriccus mirandae</i>	VU	VU	Alimenta-se de Insetos (adultos e larvas).
<i>Tangara cyanocephala cearensis</i>		VU	Frutinhas, insetos, larvas e néctar/pólen de flores.
<i>Spinus yarrellii</i>	VU	VU	Granívoro, gosta de se alimentar de sementes de mussambê (<i>Cleome</i> sp.) e também das sementes de bem-me-quer.

Fonte: (ARAÚJO; SILVA, 2017). Adaptada pela autora do presente artigo, 2022.

Figura 3 - Dieta das aves endêmicas da Caatinga. (A) Frutos e sementes; (B) Outros itens (que incluem: insetos, larvas, artrópodes, néctar e pólen); (C) Sem informações.



Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Ao observar o número de aves presentes na lista construída inicialmente por Araújo e Silva (2017); as quais consomem sementes e ou frutos, e que são endêmicas, como representado na Figura 3, tem-se 10 das 21 espécies (47,6%). Considerando a capacidade dessas aves atuarem como potenciais dispersoras em áreas degradadas da Caatinga, percebe-se a relevância da regeneração dos habitats naturais, uma vez que essas espécies correm sérios riscos de extinção devido às mudanças climáticas e a crescente modificação da paisagem pela ação humana. A conservação a longo prazo da avifauna regional depende da proteção total da heterogeneidade ambiental em toda a região. A proteção e recuperação dos ecossistemas naturais nos topos e encostas dos planaltos isolados, bem como nos vales dos rios, é a espinha dorsal de um plano de conservação da avifauna regional (ARAÚJO; SILVA, 2017). Restaurar os habitats naturais das espécies é permitir que as mesmas continuem oferecendo os serviços ecossistêmicos vitais para a própria sobrevivência do ecossistema, e além disso, para a manutenção das populações humanas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Caatinga é uma das regiões mais biodiversas do mundo, contendo espécies endêmicas importantes para o equilíbrio ecossistêmico, bem como para a subsistência humana, e econômica do país. Todavia, as atividades antrópicas excessivas têm aumentado intensamente os níveis de estresse ambiental, tanto que os danos são visíveis e podem ter consequências irreversíveis; Sá e Angelotti (2009) estimam que pelo menos 75% da região tem alto potencial de desertificação (ARAÚJO; SILVA, 2017).

A restauração ecológica tem por objetivo utilizar métodos naturais (por exemplo, a dispersão de sementes) e/ou combinados com métodos artificiais (por exemplo, a adição de poleiros para aumentar o número de deposição de sementes) para iniciar e acompanhar o processo de sucessão ecológica de uma área degradada, almejando a composição vegetal o mais próximo da original, o que pode levar décadas, principalmente em ecossistemas de florestas lenhosas, sendo necessário métodos de acompanhamento a longo prazo, a exemplo do manejo racional - As observações dos impactos de diferentes práticas de manejo florestal na Caatinga têm focado principalmente no crescimento e estrutura da vegetação (GARIGLIO et al., 2010; BARRETO-GARCIA et al., 2021) -, que foi a técnica de restauração mais utilizada na Caatinga segundo esta revisão sistemática; seguida pela modelagem de nicho (Os modelos gerados mostraram a importância da precipitação para a distribuição das espécies estudadas no bioma Caatinga com base nas projeções de mudanças climáticas para este século (SILVA et al., 2017; CAVALCANTE; SAMPAIO, 2022)); e pela facilitação Bagousse-Pinguet et al., (2014) concorda com McIntire, EJB e Farjado, A. (2014) quando discute que os efeitos da facilitação na diversidade são favoráveis em ambientes perturbados e estressados. Como é o caso da Caatinga.); enquanto que não houve estudos coletados que discutiam o uso de poleiros artificiais no bioma, que podem ser devido a fatores como: (1) Busca insuficiente por trabalhos publicados sobre o tema e (2) Falta de investimento científico quanto a esse tipo de método na Caatinga; o que oferece uma oportunidade para a comunidade acadêmica.

Ao restringir o olhar para as aves frugívoras endêmicas da Caatinga - como importantes dispersores de sementes - deve-se considerar a influência da sazonalidade das chuvas, uma vez que isso se correlaciona com a disponibilidade de frutos. De modo que grande parte dos grupos de aves endêmicas, dependem de ambientes naturais ou aquáticos para sobreviver, como demonstrado por Araújo e Silva (2017) em sua pesquisa. Ainda que nesta pesquisa não tenham sido incluídos - por não ter sido encontrado - artigos sobre poleiros artificiais desenvolvidos dentro do bioma, as evidências mostraram que atentando-se para o cenário atual, de constantes mudanças climáticas, e possível aumento da temperatura; em áreas degradadas da Caatinga que tiveram o solo convertido, e perda de espécies vegetais, o uso desta técnica associada a benefícios como bacias hidrográficas adicionais, por exemplo, poderiam atuar como uma ótima alternativa para aumentar a deposição e variabilidade de sementes, como testado por Freeman et al. (2021) em um ambiente de pastagem. No entanto, estudos futuros, devem se concentrar em avaliar a eficácia dos poleiros quanto a germinação e estabelecimento das plântulas, bem como pontua Almeida et al. (2016) e Freeman et al. (2021), para que possam atuar como mecanismo de restauração ecológica, além de testar essa técnica associada as outras mencionadas (facilitação, manejo racional e modelagem de nicho), a fim de potencializar as chances de sucesso em um ambiente que tem a seca como fator limitante para a regeneração.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Adriana de et al. Limited effectiveness of artificial bird perches for the establishment of seedlings and the restoration of Brazil's Atlantic Forest. **Journal for Nature Conservation**, v. 34, p. 24-32, 2016.

ARAÚJO, Helder F. P. de et al. The Caatinga region is a system and not an aggregate. **Journal of Arid Environments**, v. 203, p. 104778, 2022.

ARAÚJO; H. F. P.; SILVA, J. M. C. The Avifauna of the Caatinga: Biogeography, Ecology, and Conservation. *In*: SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. (eds). **Caatinga**. EUA: Springer, Cham.

BAGOUSSE-PINGUET, Yoann Le et al. Facilitation displaces hotspots of diversity and allows communities to persist in heavily stressed and disturbed environments. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, n. 1, p. 66-76, 2014.

BAÑOS-VILLALBA, Adrián et al. Seed dispersal by macaws shapes the landscape of an Amazonian ecosystem. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2017.

BARRETO-GARCIA, Patrícia Anjos Bittencourt et al. Short-term effects of forest management on soil microbial biomass and activity in caatinga dry forest, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 481, 2021.

CAVALCANTE, Arnóbio de Mendonça Barreto; SAMPAIO, Augusto César Praciano. Modeling the potential distribution of cacti under climate change scenarios in the largest tropical dry forest region in South America. **Journal of Arid Environments**, v. 200, 2022.

CÔRTEZ, Marina Corrêa; URIARTE, María. Integrating frugivory and animal movement: a review of the evidence and implications for scaling seed dispersal. **Biological Reviews**, v. 88, n. 2, p. 255-272, 2013.

SILVA, J. M. C. da; LACHER, T. E. Caatinga—South America. **Encyclopedia of the World's Biomes**, p. 554-561, 2020.

DORIA, Thais Andrade Ferreira; DOBROVOLSKI, Ricardo. Improving post-2020 conservation of terrestrial vertebrates in Caatinga. **Biological Conservation**, v. 253, 2021.

DUNCAN, R.; CHAPMAN, A. Seed Dispersal and Frugivory. **Ecology, Evolution, and Conservation**, 2002.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Defining ecological restoration: global trends and perspectives. *In*: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Eds.) **Ecological Restoration of Natural Ecosystems**. Botucatu (SP): FEPAF, 2003.

FAGUNDES, Marina; WEISSER, Wolfgang; GANADE, Gislene. The role of nurse successional stages on species-specific facilitation in drylands: Nurse traits and facilitation skills. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 10, p. 5173-5184, 2018.

FONSECA, A. et al. Conservation Opportunities in the Caatinga. *In*: SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. (Eds) **Caatinga**. EUA: springer, cham, 2017.

FLEMING, Theodore H.; HEITHAUS, E. Raymond. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. **Biotropica**, p. 45-53, 1981.

FREEMAN, Amanda N. D. et al. Enhancing bird-mediated seed dispersal to increase rainforest regeneration in disused pasture—A restoration experiment. **Forest Ecology and Management**, v. 479, p. 118536, 2021.

GALETTI, Mauro et al. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. **Science**, v. 340, n. 6136, p. 1086-1090, 2013.

GANADE G. et al. **Chapter 6: Benefits of Restoring Landscapes and Ecosystems**. In: CROUZEILLES R.; RODRIGUES, R.R.; STRASSBURG, B.B.N. (eds.). **BPBES/IIIS: Thematic Report on Restoring Landscapes and Ecosystems**. São Carlos: Publisher Cubo, 2019.

GOMES, Vanessa Gabrielle Nóbrega et al. Synchronous fruiting and common seed dispersers of two endemic columnar cacti in the Caatinga, a dry forest in Brazil. **Plant Ecology**, v. 218, n. 11, p. 1325-1338, 2017.

JORDANO, P. et al. Linking frugivory and seed dispersal to conservation biology. In: ROCHA, C. D. F.; BERGALLO, H. D.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M. A. S. (Ed.). **Conservation Biology: Essences**. São Carlos: Rima Editora, 2006. p. 411-436.

KOCH, Robert; ALMEIDA-CORTEZ, Jarcilene S.; KLEINSCHMIT, Birgit. Revealing areas of high nature conservation importance in a seasonally dry tropical forest in Brazil: Combination of modelled plant diversity hot spots and threat patterns. **Journal for nature conservation**, v. 35, p. 24-39, 2017.

LEAL IR; TABARELLI M.; SILVA JMC. **Ecology and conservation of the Caatinga**. Recife: UFPE, 2003.

LEITE, Ana Virgínia de Lima; MACHADO, Isabel Cristina. Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 11, p. 1374-1380, 2010.

LIMA, Victor Vinicius F. de; SCARIOT, Aldicir; SEVILHA, Anderson Cássio. Predicting the distribution of *Syagrus coronata* palm: Challenges for the conservation of an important resource in northeastern Brazil. **Flora**, v. 269, p. 151607, 2020.

LIMA, Tamires Leal de et al. Structure, survival, and species diversity in a tropical dry forest submitted to coppicing. **Forest Ecology and Management**, v. 501, p. 119700, 2021.

MARINHO, Felipe Pereira et al. Effects of past and present land use on vegetation cover and regeneration in a tropical dryland forest. **Journal of Arid Environments**, v. 132, p. 26-33, 2016.

MCINTIRE, Eliot J. B; FAJARDO, Alex. Facilitation as a ubiquitous driver of biodiversity. **New phytologist**, v. 201, n. 2, p. 403-416, 2014.

MELO-MERINO, Sara M.; REYES-BONILLA, Héctor; LIRA-NORIEGA, Andrés. Ecological niche models and species distribution models in marine environments: A literature review and spatial analysis of evidence. **Ecological Modelling**, v. 415, 2020.

RIBEIRO JR. et al. The effect of forest management on the avifauna of a Brazilian Dry Forest. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 9, 2021.

RODRIGUES, R.R et al. Chapter 5: Restoration practices in different Brazilian biomes. *In*: CROUZEILLES, R.; RODRIGUES, R.R.; STRASSBURG, B.B.N. (eds.). **BPBES/IIS: Thematic Report on Restoring Landscapes and Ecosystems**. São Carlos: Publisher Cubo, 2019.

SILVA, Érica Emanuela de Medeiros e et al. Fruiting phenology and consumption of zoochoric fruits by wild vertebrates in a seasonally dry tropical forest in the Brazilian Caatinga. **Acta oecologica**, v. 105, p. 103553, 2020.

VALIENTE-BANUET, Alfonso et al. Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. **Functional Ecology**, v. 29, n. 3, p. 299-307, 2015.