



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCÊNCIAS  
MESTRADO EM BIOLOGIA ANIMAL

**MARCOS VINÍCIOS ALEXANDRE DA SILVA**

**MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS AVES ENDÊMICAS DA  
CAATINGA, STATUS DE CONSERVAÇÃO E POSSÍVEIS EFEITOS DE  
MUDANÇAS CLIMÁTICO-AMBIENTAIS**

RECIFE

2017

**MARCOS VINICIOS ALEXANDRE DA SILVA**

**MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS AVES ENDÊMICAS DA CAATINGA,  
STATUS DE CONSERVAÇÃO E POSSÍVEIS EFEITOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICO-AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração Biodiversidade, à Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial necessário à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Nicolas Naka  
Co-Orientadora: Dr. Maria Cláudia Medeiros

RECIFE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Marcos Vinicios Alexandre da

Modelagem de distribuição geográfica das aves endêmicas da Caatinga, status de conservação e possíveis efeitos de mudanças climático-ambientais/ Marcos Vinicios Alexandre da Silva- 2017.

71 folhas: il., fig., tab.

Orientador: Luciano Nikolas Naka

Coorientador: Maria Cláudia Medeiros

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.

Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia

Animal. Recife, 2017.

Inclui referências e apêndice

1. Aves endêmicas 2. Mudanças climáticas 3. Caatinga I. Naka, Luciano Nikolas (orient.) II. Medeiros, Maria Cláudia (coorient) III. Título

598

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2018-142

Elaborado por Elaine C. Barroso CRB4/1728

**MARCOS VINICIOS ALEXANDRE DA SILVA**

**MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS AVES ENDÊMICAS DA CAATINGA,  
STATUS DE CONSERVAÇÃO E POSSÍVEIS EFEITOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICO-AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração Biodiversidade, à Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial necessário à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Aprovado em: 27/10/17

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Luciano Nicolás Naka (Orientador)

---

Prof. Dr. Diego Astúa de Moraes (Examinador Interno)

---

Prof. Dra. Karla Pareske (Examinador Externo)

---

Dra. Flor Maria Guedes Las Casas (Examinador Externo)

Recife

2017

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família pelo apoio, à Érica por estar presente e me apoiando durante todo o mestrado, ao meu orientador Luciano, pela disponibilidade de tempo e conhecimento compartilhado, à Maria também, por ter-me co-orientado, à FACEPE por ter financiado o projeto e a todos os amigos sempre presentes.

## RESUMO

As espécies endêmicas representam linhagens evolutivas de distribuição restrita, podendo estas ser o resultado de variáveis históricas ou atuais. Dentre as variáveis atuais, as variáveis climáticas têm sido consideradas como principais limitantes restringindo a área de ocorrência dos organismos. Desta forma, descrever e compreender como os padrões de distribuição geográfica das espécies endêmicas variam ao longo do tempo sob o efeito de mudanças climáticas é uma importante ferramenta para a conservação das espécies e das áreas de endemismo (AE), e para definir prioridades conservacionistas. Neste trabalho, modelamos a distribuição geográfica de 51 táxons de aves endêmicas da Caatinga, descrevendo seus padrões de endemismo e indicando as AE, para o cenário atual e para dois cenários futuros previstos para o ano de 2070 (um otimista RCP4\_5 e um pessimista RCP8\_5), utilizando variáveis bioclimáticas e topográficas através do algoritmo MAXENT. Ainda avaliamos a representatividade de cada táxon em áreas protegidas e o quanto das AE está presente em UCs. Houve diferenças significativas entre áreas de distribuição do presente e futuro pessimista. Segundo os modelos utilizados, as mudanças climáticas provocariam reduções na área de distribuição de 21 táxons endêmicos, sendo estas mudanças mais significativas para aqueles táxons que originalmente possuíam distribuição restrita. As AE para o presente (41) e futuro (41 e 38) compreendem a região Centro-Sul do bioma, abrangendo o estado da Bahia e a região Noroeste da Caatinga, incluindo os estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará. Nenhuma espécie apresentou mais de 30% de sua distribuição presente em UCs, um número que ainda é baixo. Apenas 12 UCs protegem áreas de alta riqueza de táxons endêmicos em comum aos três cenários (de 30 até 41 táxons), o que representa 15,5% da quantidade de áreas protegidas na Caatinga. Este estudo sugere que a Caatinga necessita de maiores planejamentos conservacionistas, tendo em vista o alto valor de áreas ricas (334.500 km<sup>2</sup>) em táxons de aves endêmicos que não estão inseridos dentro de qualquer Unidade de Conservação.

**Palavras – Chave:** Aves endêmicas. Caatinga. Mudanças Climáticas. Modelagem de Nicho Ecológico. Áreas de endemismo.

## ABSTRACT

The endemic species represent evolutionary strains of restricted distribution, these being the result of historical or current variables. Among the current variables, the climatic variables have been considered as main limiting factors restricting the area of occurrence of the organisms. In this way, to describe and understand how patterns of geographic distribution of endemic species vary over time under the effect of climate change is an important tool for the conservation of species and areas of endemism (EA), and to define conservation priorities. In this work, we model the geographic distribution of 51 endemic bird taxa of Caatinga, describing their patterns of endemism and indicating the AE, for the current scenario and for two future scenarios predicted for the year 2070 (an optimistic RCP4\_5 and a pessimistic RCP8\_5), using bioclimatic and topographic variables through the MAXENT algorithm. We still evaluate the representativeness of each taxon in protected areas and how much of the EA is present in PAs. There were significant differences between the distribution areas of the present and future pessimistic. According to the models used, the climatic changes would cause reductions in the distribution area of 21 endemic taxa, these changes being more significant for those taxa that originally had a restricted distribution. The EA for present (41) and future (41 and 38) comprise the Center-South region of the biome, covering the state of Bahia and the Northwest region of the Caatinga, including the states of Pernambuco, Paraíba and Ceará. No species presented more than 30% of its present distribution in UCs, a number that is still low. Only 12 UCs protect areas rich in endemic taxa in common with the three scenarios (from 30 to 41 taxa), representing 15.5% of the amount of protected areas in the Caatinga. This study suggests that the Caatinga needs greater conservation planning, considering the high value of rich areas (334,500 km<sup>2</sup>) in endemic bird taxa that are not inserted inside any Conservation Unit.

**Key words:** Endemic birds. Caatinga. Climate change. Ecological Niche Modeling. Areas of endemism.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização da Caatinga e suas eco-regiões: Complexo da Chapada da Diamantina (1), Complexo de Campo Maior (2), Complexo Ibiapaba-Araripe (3), Depressão Sertaneja Meridional (4), Depressão Sertaneja Setentrional (5), Dunas do São Francisco (6), Planalto da Borborema (7) e Raso da Catarina (8). Modificado de The Nature Conservancy do Brasil, 2001.....15
- Figura 2 - Localização das unidades de conservação e sobreposição de endemismos para o presente (A), para o ano 2070 RCP4\_5(B), RCP8\_5 (C) e para os três cenários simultaneamente (D).....30
- Figura 3 - Localização das Unidades de Conservação e áreas com alta riqueza de táxons endêmicos (acima de 30) para o cenário atual (A), futuro otimista RCP4\_5(B), futuro pessimista RCP8\_5(C) e áreas prioritárias para conservação destacadas, resultantes da sobreposição da riqueza nos três cenários com o mapa de remanescentes de vegetação natural da Caatinga (D).....31

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Lista das variáveis bioclimáticas e topográficas utilizadas para a Modelagem obtidas do WorldClim (Hijmans et al., 2005) e AMBDATA (<http://www.dpi.inpe.br/Ambdata>).....17
- Tabela 2 - Lista dos 51 táxons de aves endêmicos da Caatinga, incluindo o status de conservação de acordo com a IUCN, padrão de endemismo, número de localidades obtidas para construção de cada modelo, valores de AUC, área de distribuição de cada táxon no presente em km<sup>2</sup>, valor em km<sup>2</sup> destas áreas que estão em UCs, percentual destas áreas que se encontra em UCs e área de distribuição projetada para 2070 nos cenários otimista (RCP4\_5) e pessimista (RCP8\_5). Os símbolos ao lado dos números indicam: Redução da área de ocorrência climática (-) ou expansão (+).....23
- Tabela 3 – Resultados das Análise de Variância ANOVA (F) com teste a posteriori de Tukey (Q), mostrando diferenças significativas entre as áreas de distribuição climática favorável previstas pelos modelos nos cenários presente (Pr), futuro otimista (RCP4\_5) e futuro pessimista (RCP8\_5). SQ (Soma dos quadrados), MQ (Quadrado Médio) e gl (graus de liberdade).....27
- Tabela 4 - Lista de Unidades de Conservação na Caatinga analisadas, e a estimativa do número de táxons endêmicos com áreas de distribuição climática favoráveis nas mesmas de acordo com os modelos. Em destaque as Unidades de Conservação que apresentaram alta riqueza de táxons endêmicos ( $\geq 30$ ).....28

## LISTA DE SIGLAS

AOGCM	Atmosphere Ocean General Circulation Models
AE	Área de Endemismo
AUC	Area Under Curve
CEMAVE	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres
CMIP5	Coupled Model Intercomparison Project
GCM	Modelos Climáticos de Circulação Atmosférica
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
MNE	Modelagem de Nicho Ecológico
PAN	Plano de Ação Nacional
RCP	Representative Concentration Pathways
UC	Unidade de Conservação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS.....	14
1.1.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	15
2.2	LISTA DE ESPÉCIES E PONTOS DE OCORRÊNCIA.....	16
2.3	MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICO.....	16
2.4	ÁREAS DE ENDEMISMO E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO.....	19
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
3.1	PADRÕES DE ENDEMISMO E AMEAÇA.....	21
3.2	MODELOS DE NICHOS ECOLÓGICO.....	21
3.3	ÁREAS DE ENDEMISMO, STATUS DE CONSERVAÇÃO E REPRESENTATIVIDADE DOS TÁXONS.....	27
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>
	<b>APÊNDICE A – MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES.....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A distribuição geográfica das espécies é limitada por uma série de fatores históricos, ecológicos e evolutivos, tais como as características climático-ambientais onde as espécies ocorrem, interações intra e inter-específicas, barreiras geográficas à dispersão, e a capacidade evolutiva das espécies de se adaptarem a novas condições climáticas (Soberón e Peterson, 2005). O clima e seu conjunto de variáveis, tais como temperatura e precipitação, são um dos principais fatores que exercem um papel importante na regulação da distribuição das espécies, promovendo movimentos de contração e expansão populacional (Iverson & Prasad 1998; Venier et al. 1999, Araújo et al., 2013).

Diversos fatores ambientais, ecológicos e evolutivos, fazem com que as espécies não se distribuam de maneira cosmopolita no espaço geográfico, algumas sendo consideradas endêmicas, pois ocorrem, de maneira natural apenas em uma área geográfica restrita (Primack, 2006). Quando esta área geográfica contém dois ou mais táxons endêmicos, ou quando há a sobreposição congruente de alguns táxons, ela pode ser considerada uma área de endemismo (Cracraft, 1985; Szumik & Goloboff, 2015). Áreas de endemismo, especialmente aquelas com alto grau de endemismo, devem ser priorizadas em políticas conservacionistas, pois espécies endêmicas geralmente ocupam nichos/habitats especializados e podem formar populações pequenas (Primack, 2006; Thomas et al., 2004). Desta maneira, quando os habitats de espécies endêmicas sofrem intervenção antrópica, a distribuição destas espécies e o tamanho de suas populações pode se reduzir, deixando-as mais vulneráveis à extinção do que outras espécies de ampla distribuição (Isik, 2011).

Existem fortes evidências de que alterações na área de distribuição geográfica e tamanho populacional de várias espécies de aves tem sido o resultado de mudanças climáticas globais (Crick 2004, Araújo & Rahbek 2006, Stephens et al., 2016). Alguns estudos apontam também evidências históricas de como mudanças climáticas no passado afetaram a distribuição das espécies atualmente (Tingley et al., 2009). Da mesma forma, mudanças climáticas futuras devem afetar a distribuição geográfica das espécies, provocando alterações espaciais na sua área de ocorrência (Huges, 2000; McCarty, 2001). Estas mudanças podem levar a ocupação de novas regiões ou promover extinções locais, reduzindo a riqueza de espécies e provocando alterações espaciais nas áreas de endemismo (Walther et al., 2002; Anciães & Peterson, 2006; De Oliveira et al, 2012).

Compreender como as espécies se distribuem geograficamente ao longo do tempo sob influência de efeitos climáticos e identificar áreas de endemismo é uma importante ferramenta conservacionista (Pacifci et al., 2015; Szumik & Goloboff, 2015). Conhecendo as distribuições geográficas, por exemplo, podemos definir planos sistemáticos para conservação de espécies e a priorização ou a criação de novas áreas protegidas. Estimativas e previsões de áreas de distribuição geográfica de diferentes espécies, tem sido realizadas frequentemente com a aplicação da Modelagem de Nicho Ecológico (Gianini, 2012). Espécies endêmicas representam um bom objeto de estudo na aplicação de modelos bioclimáticos, pois estes podem englobar toda sua extensão de ocorrência, podendo gerar modelos mais acurados (Thuiller, 2004; Guisan & Thuiller, 2005). De fato, erros relacionados a modelos de nicho costumam estar associados a espécies de ampla distribuição (Araújo & Pearson, 2005; McPherson & Jetz, 2007).

A região Neotropical é uma das regiões mais ricas e diversas em espécies do planeta. Sua avifauna com cerca de 3.300 espécies é a mais rica e abriga grande número de endemismos, onde aproximadamente 44% das espécies são endêmicas (Sick, 2001). O Brasil possui uma estimativa de 1.919 espécies de aves, das quais 277 espécies são endêmicas (Piacentini et al., 2015). A Caatinga, uma floresta sazonalmente seca brasileira (Pennington et al., 2000), possui estimativas do número de espécies de aves variando de 347 (Pacheco, 2004) a 510 (Da Silva et al., 2003), dependendo de quais ambientes são considerados como fazendo parte da Caatinga, como os brejos de altitude (enclaves de vegetação úmida rodeadas por uma matriz de vegetação seca). Embora haja alguns trabalhos que cite uma listagem de aves endêmicas para a Caatinga (Cracraft, 1985; Haffer, 1985; Stotz et al., 1996; Da Silva et al., 2003; Pacheco, 2004; Olmos et al., 2005) não há um consenso sobre o número exato de endemismos. Nossas estimativas apontam a ocorrência de 51 táxons de aves endêmicos para a região, incluindo espécies e subespécies.

Além das mudanças associadas ao desmatamento e desertificação (Santos et al., 2014) alguns estudos preveem mudanças no clima da Caatinga, principalmente como resultado do aumento da temperatura (Salazar et al., 2007). Estas mudanças devem afetar as espécies de aves, especialmente aquelas endêmicas e associadas a nichos ambientais muito específicos. Lamentavelmente, a Caatinga é o bioma com o menor número de Unidades Conservação do Brasil, onde apenas 1,2% de seu território encontra-se protegido integralmente (MMA, 2016).

Portanto, torna-se necessário entender o papel que estas unidades possuem na conservação da biodiversidade, e em especial em relação às espécies endêmicas.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo principal elucidar o padrão de distribuição geográfica potencial dos táxons (espécies e subespécies) de aves endêmicas da Caatinga, utilizando modelagem de nicho ecológico baseados em pontos de ocorrência e camadas ambientais climáticas e topográficas.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

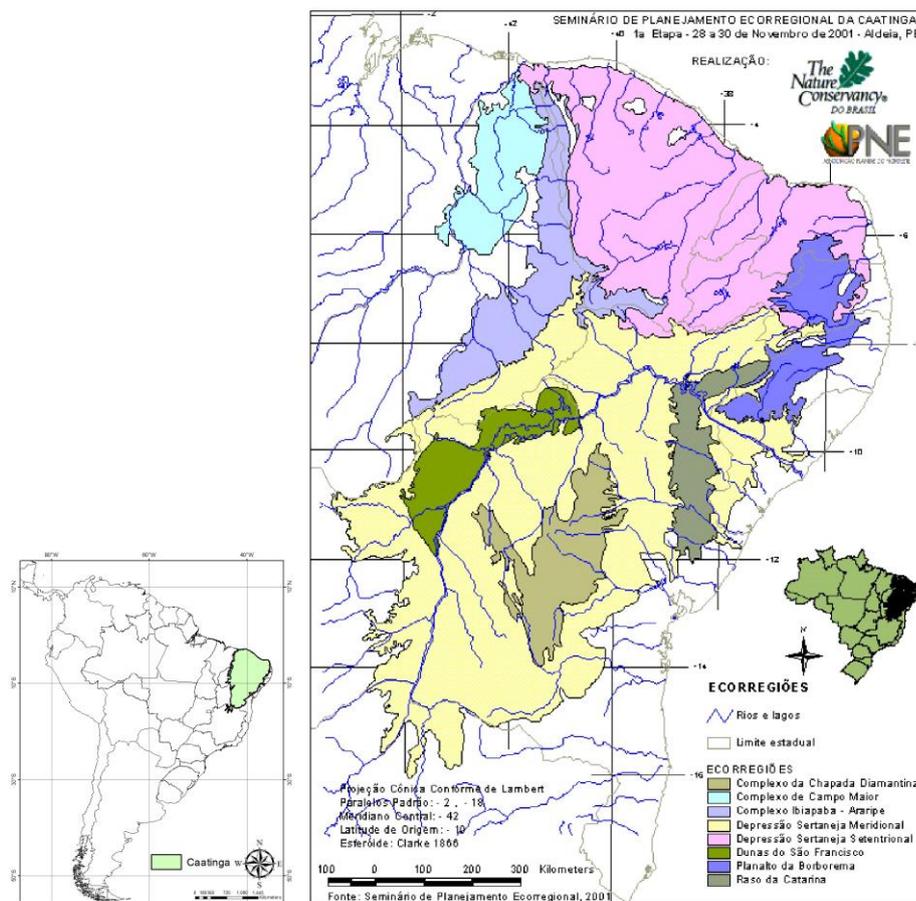
Especificamente buscamos: 1) Modelar a distribuição geográfica potencial atual e futura dos táxons de aves endêmicas da Caatinga, com projeções climáticas para 2070, descrevendo seus padrões de distribuição, segundo dados climáticos e topográficos desconsiderando dados bióticos; 2) Identificar áreas de endemismo, ou áreas com maior sobreposição de espécies endêmicas para as aves da Caatinga, avaliando o status de proteção das mesmas através de análises espaciais, e avaliando potenciais mudanças espaciais em decorrência dos cenários climáticos projetados para o futuro; e por fim 3) Avaliar a representatividade da distribuição geográfica potencial de cada táxon dentro das Unidades de Conservação da Caatinga, indicando o quanto da área desta distribuição potencial de cada táxon endêmico se encontra protegido para o cenário climático presente.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área estudada compreende toda a extensão geográfica da Caatinga e áreas de transição como Cerrado e Mata Atlântica. Cobrindo cerca de 800.000 km<sup>2</sup>, a Caatinga se encontra limitada a leste pela floresta Atlântica, a oeste pela floresta Amazônica e ao sul pelo Cerrado, e pode ser dividida em oito eco-regiões, as quais são delineadas por fatores bióticos e abióticos que regulam a estrutura e função das comunidades naturais presentes (The Nature Conservancy, 2001) (Figura 1). A Caatinga está localizada principalmente numa extensa depressão inter-planáltica, constituída predominantemente por formações arbóreas e arbustivas decíduas, xerófitas e espinhosas, sendo composta principalmente por espécies vegetais lenhosos, cactáceas, bromeliáceas e ervas de crescimento lento (Andrade Lima, 1982; Da Costa et al., 2007).

Figura 1 - Localização da Caatinga e suas eco-regiões. Modificado de The Nature Conservancy do Brasil, 2001.



Fonte: Modificado de The Nature Conservancy do Brasil, 2001.

## 2.2 LISTA DE ESPÉCIES E PONTOS DE OCORRÊNCIA

Criamos a lista de espécies de aves endêmicas da Caatinga através do uso de dados obtidos do CEMAVE/PAN Aves da Caatinga e de bancos de dados como o Wikiaves (<http://www.wikiaves.com.br/>). Algumas espécies presentes dentro dos domínios da Caatinga, mas que ocorrem apenas em regiões de matas e brejos de altitude não foram consideradas na nossa lista. Montamos um banco de dados com localidades georreferenciadas para cada táxon, construído a partir de três grandes coleções digitais que agregam dados de diferentes coleções, o *Global Biodiversity Information Facility* (<http://www.gbif.org>), o *Specieslink* (<http://www.splink.cria.org.br>) e o *Vertnet* (<http://www.vertnet.org/>). Utilizamos também localidades obtidas do Wikiaves (<http://www.wikiaves.com.br/>) que é um de um banco de dados de imagens, e do Xenocanto (<http://www.xeno-canto.org/>), um banco de dados de registros sonoros. Os registros de duas coleções Ornitológicas do Brasil também foram utilizados, incluindo a da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e o Catálogo das Aves do Brasil (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo). Para as subespécies que não possuem limites de distribuição bem definidos na Caatinga, ou seja, aquelas em que sua distribuição mistura-se com a de outras subespécies do mesmo gênero, delimitamos suas localidades de ocorrência de acordo com Del Hoyo et al (2015).

Os pontos de ocorrência obtidos para cada táxon foram tratados removendo-se localidades repetidas e retirando a autocorrelação espacial entre eles. Estes foram plotados sobre a extensão geográfica da Caatinga e biomas adjacentes (Cerrado e Mata Atlântica) utilizando o Programa ArcGis 10.3 (Esri, 2011). As espécies foram classificadas por nós de acordo com o grau de endemismo que possuem para o ecossistema, utilizando as localidades obtidas, incluindo: espécies Quase Endêmicas (QE1), cujas distribuições ocupam praticamente toda a Caatinga e ambientes similares adjacentes ou zonas de transição fora dos limites deste ecossistema; Endêmicas (E2), cujas distribuições são restritas à Caatinga, ou mesmo a alguns estados dentro desta região; e Quase Endêmicas (QE3), com distribuição marginal, nos ecótonos, chegando às vezes a ocorrer em apenas uma parte dos limites geográficos da Caatinga.

## 2.3 MODELAGEM DE NICHOS ECOLÓGICO

Utilizamos a técnica da Modelagem de Nicho Ecológico (MNE) para determinar a distribuição geográfica potencial de cada táxon de ave endêmico da Caatinga, tanto no cenário climático presente quanto em cenários futuros, seguindo projeções climáticas para o ano de 2070 - 2100. A MNE relaciona localidades georreferenciadas de ocorrência das espécies com variáveis ambientais, através do uso de algoritmos específicos. O resultado é uma representação geográfica das áreas com maior adequabilidade ambiental para a ocorrência da espécie, levando em consideração as áreas de ocorrência atual (Peterson et al., 2002).

A preparação dos dados para a MNE e elaboração dos mapas foi feita através do programa ArcGis 10.3 (Esri, 2011). Foram obtidas 19 variáveis bioclimáticas do banco de dados do WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) (Hijmans et al., 2005), e quatro variáveis topográficas obtidas do AMBDATA (<http://www.dpi.inpe.br/Ambdata>) (Tabela 1). Os modelos finais foram gerados utilizando todas as variáveis disponíveis. Assim como também foram criados outros modelos para comparação utilizando apenas as variáveis não correlacionadas. As variáveis não correlacionadas foram selecionadas através da correlação de Pearson; variáveis com mais de 75% de correlação foram excluídas das análises. Embora existam razões técnicas e biológicas para excluir variáveis altamente correlacionadas (Guisan & Thuiller, 2005), decidimos utilizar todo o conjunto de variáveis bioclimáticas e topográficas, pois os modelos gerados com todas as variáveis mostraram-se mais acurados e adequados às localidades de ocorrência obtidas.

Tabela 1- Lista das variáveis bioclimáticas e topográficas, todas numa resolução de 5 km<sup>2</sup>, utilizadas para a Modelagem obtidas de WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) e AMBDATA (<http://www.dpi.inpe.br/Ambdata>).

<b>Código da Variável</b>	<b>Nome Original</b>
<b>Bio 1</b>	Annual Mean Temperature
<b>Bio 2</b>	Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))
<b>Bio 3</b>	Isothermality (BIO2/BIO7) (* 100)
<b>Bio 4</b>	Temperature Seasonality (standard deviation *100)
<b>Bio 5</b>	Max Temperature of Warmest Month
<b>Bio 6</b>	Min Temperature of Coldest Month
<b>Bio 7</b>	Temperature Annual Range (BIO5-BIO6)
<b>Bio 8</b>	Mean Temperature of Wettest Quarter
<b>Bio 9</b>	Mean Temperature of Driest Quarter
<b>Bio 10</b>	Mean Temperature of Warmest Quarter
<b>Bio 11</b>	Mean Temperature of Coldest Quarter
<b>Bio 12</b>	Annual Precipitation
<b>Bio 13</b>	Precipitation of Wettest Month
<b>Bio 14</b>	Precipitation of Driest Month
<b>Bio 15</b>	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)

<b>Bio 16</b>	Precipitation of Wettest Quarter
<b>Bio 17</b>	Precipitation of Driest Quarter
<b>Bio 18</b>	Precipitation of Warmest Quarter
<b>Bio 19</b>	Precipitation of Coldest Quarter
<b>HAND</b>	Height Above the Nearest Drainage
<b>Density of drainage</b>	Presence of water bodies
<b>Exposition</b>	Slope Variation
<b>Altitude</b>	Altitude

Fonte: WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) e AMBDATA (<http://www.dpi.inpe.br/Ambdata>).

Modelar a distribuição geográfica das espécies avaliando o possível efeito de mudanças climáticas futuras requer o uso de cenários de emissão que representem uma visão possível do clima futuro, baseado no desenvolvimento futuro de emissões de substâncias que têm um efeito radiativo potencial (por ex., gases de efeito estufa, aerossóis). Este cenário futuro é baseado em controladores como: demografia, desenvolvimento socioeconômico, e mudanças tecnológicas, assim como suas interações (IPCC, 2014). A Organização Mundial Meteorológica (WMO) recomenda o tempo mínimo de observação de 30 anos para estudos climáticos (WMO, 2008). O IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) evidencia que as alterações climáticas nos últimos 50 anos, resultando no aquecimento, são atribuídas às atividades antropogênicas (McCarthy et al, 2001; IPCC, 2014).

As variáveis projetadas para o futuro aqui utilizadas foram baseadas no modelo climático global (GCM) CMIP5 provindo da quinta avaliação do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (IPCC, 2013). Foi utilizado o AOGCM (*Atmosphere Ocean General Circulation Model*) CSIRO\_ACCESS1 em dois cenários, com projeções para 2070. Os dois cenários escolhidos incluem um modelo mais conservativo (RCP4\_5) caracterizado por: 1) índices de emissão médios, 2) estabilização do crescimento populacional e 3) desenvolvimento de tecnologias e estratégias para redução da emissão de gases de efeito estufa, e um segundo modelo mais pessimista (RCP8\_5) caracterizado por: 1) elevados índices de emissão, 2) alto crescimento populacional, 3) uso intensivo de combustíveis fósseis e 4) avanço tecnológico baixo (Moss et al., 2010). As variáveis topográficas foram as mesmas para ambos cenários.

O algoritmo escolhido e utilizado para gerar os modelos foi o da Máxima Entropia, implementado no software MAXENT 3.3.3k (Phillips et al., 2006). No programa, foi utilizado

o critério de replicação (*Cross validation*) com 10 réplicas para cada modelo. A acurácia ou desempenho dos modelos foi avaliado através dos valores de AUC (*Area Under the Curve*), indicados pelo algoritmo. O limite de corte utilizado foi o *Maximum training sensitivity and specificity logistic threshold*, geralmente utilizado para criar modelos apenas com dados de presença. Este limite de corte maximiza os casos em que o modelo atribui erroneamente habitats inadequados e perde habitat adequado (Liu et al., 2013; 2016). Para comparar diferenças entre as áreas de distribuição potencial previstas pelos modelos para o presente, e os cenários futuros otimista (RCP4\_5) e pessimista (RCP8\_5), para todos os táxons, foi realizada uma ANOVA de dois critérios (com valor de significância de 0,05). Para avaliar quais cenários diferiram entre si, foi utilizado o teste a posteriori de Tukey (Q). Estes testes foram realizados no BioEstat5.3® (Ayres, 2007). As espécies foram consideradas como réplicas.

#### 2.4 ÁREAS DE ENDEMISMO E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO

Aqui nós estamos considerando como área de endemismo as regiões que apresentam a maior quantidade de táxons endêmicos com distribuições potenciais sobrepostas. Estas foram determinadas através da sobreposição de todos os modelos de distribuição individuais. Os arquivos no formato *raster*, depois de somados, indicam quais áreas comportam maior número de endemismos simultaneamente. As AE projetadas para o futuro também foram identificadas através da sobreposição dos modelos gerados para o futuro. As AE do futuro foram comparadas com as do presente avaliando potenciais alterações na sua conformação espacial em termos de área geográfica. Posteriormente, as áreas de endemismo do presente e futuro foram sobrepostas, para verificar áreas em comum com adequabilidade climática, para ambos os cenários climáticos, escolhendo-se aquelas regiões com valor de riqueza acima de 30 espécies e foram projetadas sobre remanescentes de vegetação natural na Caatinga. Desta maneira, identificamos áreas prioritárias para a conservação de aves endêmicas da Caatinga. Os modelos sugerem que estas regiões apresentarão estabilidade climática nos próximos 50 anos e vegetação natural propícia onde ações conservacionistas atuais e futuras poderão ser tomadas. Dentre os 51 táxons que analisamos, escolhemos áreas com valor acima de 30 táxons para serem consideradas de alta riqueza.

Nós também avaliamos o quanto das áreas com grande sobreposição de espécies endêmicas (acima de 30) encontra-se inserido em Unidades de Conservação (UC) para todos

os cenários climáticos. Para isso, foi realizada a sobreposição dos mapas das AE com o mapa das UCs, avaliando quanto destas áreas mais ricas em táxons endêmicos está presente em UCs. O percentual da área de distribuição de cada táxon presente nas unidades de conservação da Caatinga foi calculado através da sobreposição dos mapas de distribuição dos táxons, com os mapas das UCs da Caatinga, utilizando o *Zonal Statistics* no ArcGis 10.3 (ESRI, 2011). A partir desta análise avaliamos o quanto da distribuição de cada táxon está sendo protegido pelo atual sistema de unidades de conservação da Caatinga.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 PADRÕES DE ENDEMISMO E AMEAÇA

Criamos uma lista com 51 táxons de aves, pertencentes à 21 famílias, endêmicas para a Caatinga (Tabela 2), incluindo 32 espécies e 19 subespécies. O banco de dados de localidades para estes táxons de aves endêmicos incluiu 6.809 localidades georreferenciadas (Tabela 2). Quase a metade dos táxons (25) incluídos neste estudo podem ser considerados quase endêmicos (QE1), ocorrendo em praticamente toda a Caatinga, estendendo sua distribuição até as zonas de transição com outros biomas (Cerrado; Mata Atlântica). Exemplos de táxons de aves nesta categoria incluem *Eupsitulla cactorum*, *Crypturellus noctivagus zabele*, *Thectocercus acuticaudatus haemorrhous* e *Thamnophilus capistratus* (Tabela 2). Doze espécies apresentam distribuição totalmente restrita aos limites da região (E2), como é o caso de *Anodorhynchus leari*, *Antilophia bokermanni*, *Sclerurus cearenses* e *Scytalopus diamantinensis* (Tabela 2). Já outras 14 possuem uma distribuição marginal, nos ecótonos, chegando às vezes a ocorrer em apenas uma parte dos limites geográficos da Caatinga (QE3) como é o caso de *Phylloscartes roquettei*, *Arremon franciscanus*, *Knipolegus franciscanus* e *Lepidocolaptes wagleri* (Tabela 2).

Dentre os 51 táxons avaliados, 25% estão enquadrados em alguma categoria de ameaça segundo padrões internacionais (IUCN, 2017) e nacionais (MMA, 2016). Uma espécie já se encontra extinta na natureza (*Cyanopsitta spixii*), duas estão criticamente ameaçadas (*Pyrrhura griseipectus* e *Antilophia bokermanni*), cinco estão em perigo, sete espécies podem ser consideradas vulneráveis e nove estão quase ameaçadas (MMA, 2016; IUCN, 2017). (Tabela 2).

#### 3.2 MODELOS DE NICHOS ECOLÓGICO

A partir do banco de dados criado geramos 51 modelos de distribuição geográfica de áreas climaticamente favoráveis para ocorrência das espécies, para o presente e para cada cenário futuro (Apêndice: Figuras A1-A51). Os valores de áreas de adequabilidade climática para os táxons no cenário presente variaram entre 7.200 km<sup>2</sup> (por ex., *Antilophia bokermanni*) e 1.022.058 km<sup>2</sup> (por ex., *Thectocercus acuticaudatus haemorrhous*). Todos os modelos apresentaram valores de AUC elevados (> 0.9) para todos os cenários, indicando modelos

acurados (Tabela 2). Comparando-se os valores de áreas de distribuição previstas pelos modelos de nicho para o cenário presente com os cenários otimista (RCP4\_5) e pessimista (RCP8\_5), pode-se observar a influencia do efeito de mudanças climáticas, resultando em diminuição e aumento das áreas climaticamente favoráveis para as distribuições das espécies.

Observamos que 21 táxons podem sofrer reduções de áreas de ocorrência climática comparando-se os valores de áreas para os três cenários simultaneamente. Comparando-se o presente com o cenário otimista, um táxon apresentou redução na sua área de ocorrência climática com perda de pelo menos 50% da área inicial e outros 22 com reduções parciais da área de ocorrência, com perdas de pelo menos 100.000 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Já quando comparamos os valores de áreas do presente com o cenário pessimista, 10 táxons apresentaram redução na sua área de ocorrência climática com perda de pelo menos 50% da área inicial e outros 22 com reduções parciais da área de ocorrência, com perdas de pelo menos 100.000 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Outros 11 táxons não apresentaram mudanças significativas na sua área de ocorrência potencial ou seguiram valores de redução/expansão inferiores a 100.000 km<sup>2</sup>. Três espécies (*Pyrrhura griseipectus*, *Hylopezus ochroleucus* e *Sclerurus scansor cearenses*) podem expandir sua área de adequabilidade climática de ocorrência, com ganhos de pelo menos 100.000 km<sup>2</sup> (Tabela 2).

Achamos diferenças significativas entre os valores de áreas de distribuição climáticas previstas para o cenário atual, futuro otimista (RCP4\_5), e futuro pessimista (RCP8\_5), para aqueles táxons que possivelmente sofreriam redução na sua área de ocorrência (ANOVA,  $F_{(2,100)} = 13.3920$   $p < 0.0001$ ) (Tabela 3). Como poderia se esperar, observamos que as principais diferenças em termos de área de distribuição geográfica climaticamente favorável para ocorrência das espécies se encontram entre os cenários presente e futuro pessimista, o qual possui maiores valores de fatores que possivelmente poderiam alterar o clima atual (RCP8\_5) (Tukey Q= 7.2248).

Tabela 2 - Lista dos 51 táxons de aves endêmicas da Caatinga, status de conservação de acordo com a IUCN/MMA, padrão de endemismo, número de localidades obtidas para construção de cada modelo, valores de AUC, área de distribuição de cada táxon no presente em km<sup>2</sup>, valor em km<sup>2</sup> destas áreas que estão em UCs, percentual destas áreas que se encontra em UCs e área de distribuição projetada para 2070 nos cenários otimista (RCP4\_5) e pessimista (RCP8\_5). As siglas ao lado do nome das espécies indicam sua localização no apêndice. Os símbolos ao lado dos números indicam: Redução da área de ocorrência climática (-) ou expansão (+).

Família	Espécie/Figura no apêndice	Status de Conservação (IUCN/MMA)	Padrão de Endemismo	No. de localidades	AUC	Distribuição (km <sup>2</sup> ) / Área em UC (km <sup>2</sup> )	% em área de UC	Distribuição Futura otimista /pessimista (km <sup>2</sup> )
Tinamidae	<i>Crypturellus noctivagus zabelê/A1</i>	Nt/Vu	QE1	103	0.936	609.010/25.468	4.0	627.309/648.333
Cracidae	<i>Penelope jacucaca/A2</i>	Vu/Vu	QE1	146	0.931	673.559/45.156	6.7	582.708/527.638 (-)
Caprimulgidae	<i>Chordeiles pusillus novaesi/A3</i>	Lc/Lc	QE3	135	0.927	716.961/32.187	4.5	619.652/610.486 (-)
	<i>Hydropsalis hirundinacea/A4</i>	NE/Lc	QE3	9	0.979	690.868/33.194	4.8	654.982/737.534
	<i>Hydropsalis vielliardi/A5</i>	Nt/Nt	QE3	4	0.945	81.267/3.142	3.8	59.826/11.979 (-)
Apodidae	<i>Streptoprocne b. seridoenses/A6</i>	Lc/Lc	QE1	49	0.954	473.715/29.045	6.1	519.895/453.628
Trochilidae	<i>Anopetia gounellei/A7</i>	Lc/Lc	QE1	145	0.943	651.944/38.000	5.8	456.510 (-)/714.965
	<i>Augastes lumachella/A8</i>	Nt/Nt	E2	45	0.989	87.743/2.439	2.7	152.430/55.625
	<i>Colibri delphinae greenewalti/A9</i>	Lc/Lc	E2	6	0.994	71.666/2.656	3.7	97.916/14.600 (-)
Picidae	<i>Picumnus fulvescens/A10</i>	Nt/ Nt	E2	167	0.984	198.316/8.194	4.1	186.232/165.034
	<i>Picumnus limae/A11</i>	Lc/ Lc	E2	132	0.977	288.038/16.909	5.8	262.760/176.284 (-)

Psittacidae	<i>Picumnus pygmaeus/A12</i>	Lc/Lc	QE1	265	0.908	814.670/42.100	5.1	652.013 (-)/612.881 (-)
	<i>Anodorhynchus leari/A13</i>	En/En	E2	89	0.995	119.583/1.961	1.6	59.756/15.937 (-)
	<i>Cyanopsitta spixii/A14</i>	Cr/Cr(Ew)	E2	11	0.994	65.312/7.118	10.8	75.295/32.118 (-)
	<i>Eupsittula cactorum/A15</i>	Lc/Lc	QE1	423	0.928	879.722/47.812	5.43	619.097 (-)/745.833 (-)
	<i>Pyrrhura griseipectus/A16</i>	Cr/En	E2	17	0.937	124.843/2.621	0.61	625.972(+)/556.302(+)
	<i>Thectocercus a. haemorrhous/A17</i>	Lc/Lc	QE1	60	0.922	1.022.058/30.225	2.9	814.166 (-)/574.600 (-)
Thamnophilidae	<i>Formicivora grantsauii/A18</i>	En/En	E2	30	0.999	10.989/1.267	11.5	17.343/1.600 (-)
	<i>Formicivora iheringi/A19</i>	Nt/Nt	QE3	75	0.974	315.104/5.399	1.7	206.996 (-)/149.062
	<i>Formicivora m. bahiae/A20</i>	Lc/ Lc	QE1	272	0.930	964.409/49.375	5.1	634.982 (-)/773.750 (-)
	<i>Herpsilochmus pectoralis/A21</i>	Vu/NE	QE3	112	0.978	408.472/5.972	1.4	308.038 (-)/331.354
	<i>Herpsilochmus sellowi/A22</i>	Nt/Nt	QE3	260	0.944	717.013/42.847	5.9	486.388 (-)/584.427 (-)
	<i>Myrmorchilus s. strigilatus/A23</i>	Lc/ Lc	QE1	290	0.946	743.194/36.371	4.8	486.406 (-)/718.975
	<i>Sakesphorus cristatus/A24</i>	Lc/ Lc	QE1	299	0.942	755.416/34.982	0.65	478.055 (-)/521.562 (-)
	<i>Thamnophilus capistratus/A25</i>	Lc/ Lc	QE3	204	0.934	923.437/45.972	4.9	586.527 (-)/533.784 (-)
	Grallariidae	<i>Hylopezus ochroleucus/A26</i>	Nt/Nt	QE1	184	0.963	488.454/33.506	6.8
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus diamantinensis/A27</i>	En/En	E2	27	0.998	49.010/1.284	2.6	21.440/13.159 (-)

Scleruridae	<i>Sclerurus scansor cearenses</i> /A28	Vu/Vu	E2	24	0.953	123.958/12.239	9.8	266.493 (+)/282.986(+)
Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes wagleri</i> A29	En/En	QE3	33	0.982	385.763/4.131	1.0	206.284 (-)/316.145
	<i>Sittasomus griseicapillus reiseri</i> /A30	Lc/ Lc	QE3	162	0.925	833.888/34.687	4.1	609.149 (-)/565.451 (-)
	<i>Xiphocolaptes falcirostris</i> /A31	Vu/Vu	QE1	86	0.927	692.691/39.513	5.7	551.267 (-)/503.125
Furnariidae	<i>Cranioleuca semicinerea</i> /A32	Lc/ Lc	QE3	121	0.959	409.861/15.121	3.6	348.628/363.055
	<i>Cranioleuca vulpina reiseri</i> /A33	Lc/ Lc	QE1	19	0.965	456.236/24.496	5.3	431.909/179.218 (-)
	<i>Megaxenops parnaguae</i> /A34	Lc/ Lc	QE1	169	0.949	489.045/31.354	6.4	296.302 (-)/561.996
	<i>Phacellodomus r. rufifrons</i> /A35	Lc/ Lc	QE1	184	0.966	355.590/9.513	2.6	294.166/229.444 (-)
	<i>Pseudoseisura cristata</i> /A36	Lc/ Lc	QE1	426	0.939	784.878/37.517	4.7	557.239 (-)/556.354 (-)
	<i>Synallaxis hellmayri</i> /A37	Nt/Nt	QE1	152	0.960	369.184/29.479	7.9	296.753/326.788
Pipridae	<i>Antilophia bokermanni</i> /A38	Cr/Cr	E2	38	0.999	7.200/2.048	28.4	0.17 (-)/0.59 (-)
Rhynchocyclidae	<i>Phylloscartes roquettei</i> /A39	En/Vu	QE3	63	0.978	468.090/6.770	1.4	368.593/351.076 (-)
Tyrannidae	<i>Knipolegus franciscanus</i> /A40	Nt/Nt	QE3	42	0.973	652.829/18.229	2.7	308.975 (-)/223.333 (-)
	<i>Knipolegus nigerrimus hoflingi</i> /A41	Lc/ Lc	E2	41	0.944	704.947/40.034	5.6	400.763 (-)/496.493 (-)
	<i>Phyllomyias fasciatus cearae</i> /A42	Lc/ Lc	QE3	122	0.952	533.229/20.572	3.8	332.256 (-)/335.399 (-)
	<i>Stigmatura budytoides gracilis</i> /A43	Lc/ Lc	QE1	115	0.965	384.513/21.128	5.4	385.295/335.868

	<i>Stigmatura napensis bahiae/A44</i>	Lc/ Lc	QE1	116	0.965	426.475/24.253	5.6	343.663/383.489
	<i>Suiriri suiriri bahiae/A45</i>	Lc/ Lc	QE1	101	0.934	521.475/22.760	4.3	597.725/441.753
	<i>Xolmis irupero niveus/A46</i>	Lc/ Lc	QE1	210	0.945	777.222/35.989	4.6	494.826 (-)/455.972 (-)
Troglodytidae	<i>Cantorchilus longirostris bahiae/A47</i>	Lc/ Lc	QE1	242	0.940	761.684/39.548	5.1	550.364 (-)/738.506
Mimidae	<i>Mimus saturninus arenaceus/A48</i>	Lc/ Lc	QE1	247	0.936	772.395/34.982	4.5	452.795 (-)/497.309 (-)
Passerellidae	<i>Arremon franciscanus/A49</i>	Nt/Nt	QE3	53	0.983	393.628/10.989	2.7	330.937/179.392 (-)
Icteridae	<i>Agelaioides fringillarius/A50</i>	Lc/ Lc	QE1	370	0.929	759.756/36.163	4.7	578.680 (-)/684.340
Fringillidae	<i>Sporagra yarrellii/A51</i>	NE/Vu	QE1	116	0.957	443.368/26.718	6.0	391.180/472.968

Fonte: O Autor (2017)

Tabela 3 – Resultados das Análise de Variância ANOVA (F) com teste a posteriori de Tukey (Q), mostrando diferenças significativas entre as áreas de distribuição climática favorável previstas pelos modelos nos cenários presente (Pr), futuro otimista (RCP4\_5) e futuro pessimista (RCP8\_5). SQ (Soma dos quadrados), MQ (Quadrado Médio) e gl (graus de liberdade).

ANOVA	gl	SQ	MQ	F	Q	p
Tratamento	2	0.9564	0.478	13.3920	Pr; RCP4_5= 4.6261	< 0.01
Resíduos	100	3.571	0.036	$p < 0,0001$	Pr; RCP8_5= 7.2248	< 0.01
Total	102	4.5274	0.514		RCP4_5; RCP8_5= 2.5987	ns

Fonte: O Autor (2017).

### 3.3 ÁREAS DE ENDEMISMO, STATUS DE CONSERVAÇÃO E REPRESENTATIVIDADE DOS TÁXONS

As áreas com o maior número de espécies endêmicas, indicadas pelos nossos modelos, na Caatinga, na atualidade (cenário climático presente) inclui a região Centro-Sul do ecossistema, abrangendo o estado da Bahia e a região Noroeste da Caatinga, incluindo os estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará (Fig. 2A). Estas áreas incluem até 41 táxons de aves endêmicas. Os padrões espaciais de endemismo não mudaram visualmente quando projetados para o cenário futuro, tanto sob o cenário otimista, quanto o cenário pessimista (Figs. 2B e 2C). No cenário otimista (RCP4\_5), o número máximo de espécies endêmicas não variou em relação ao padrão atual (Fig. 2B), mas este número caiu para um máximo de 38 táxons, num cenário futuro pessimista (RCP8\_5) (Fig. 2C), sugerindo que a redução na área de distribuição das aves endêmicas da Caatinga afetará levemente os padrões de endemismo na Caatinga.

O mapa com todas as AE sobrepostas para os três cenários também apresentou valor de 38 táxons (Fig. 2D). Estas regiões de alta riqueza abrangem uma área total de aproximadamente 350.000 km<sup>2</sup>. Para o cenário futuro otimista (RCP4\_5) esta área cai para 237.847 km<sup>2</sup> e para o cenário futuro pessimista (RCP8\_5) cai para 115.000 km<sup>2</sup> (Fig. 3A, B e C). As áreas prioritárias para conservação dos táxons endêmicos (Fig. 3D) estão localizadas principalmente nas eco-regiões do Complexo da Chapada da Diamantina e partes da Depressão Sertaneja Meridional e Setentrional (Fig. 1). Em relação ao status de conservação das AE, apenas 12 dentre as 47 UCs analisadas, envolvem áreas com mais de 30 táxons de aves endêmicos (Tabela 4).

Levando-se em consideração os percentuais de proteção, ou presença de cada táxon em Unidades de Conservação de todas as categorias de proteção, as espécies *Cyanopsitta spixii*, *Formicivora grantsaui*, *Sclerurus scansor cearenses*, *Synallaxis hellmayri* e *Antilophia bokermanni*, foram as que apresentaram maiores valores percentuais de sua distribuição presente potencial em unidades de conservação. Já as espécies *Anodorhynchus leari*, *Pyrrhura griseipectus*, *Formicivora iheringi*, *Herpsilochmus pectoralis*, *Sakesphorus cristatus*, *Lepidocolaptes wagleri*, e *Phylloscartes roquettei*, foram as que apresentaram menores valores percentuais de sua distribuição dentro de unidades de conservação (Tabela 2).

Nenhum dos táxons aqui analisados apresentou mais de 30% de sua área de distribuição potencial presente em áreas protegidas (Tabela 2). Apenas uma espécie (*Antilophia bokermanni*) apresenta 28% de sua distribuição potencial dentro de Unidades de Conservação na Caatinga. Quando levamos em consideração o valor absoluto de proteção, as espécies *Formicivora melanogaster bahiae*, *Eupsittula cactorum*, *Penelope jacucaca*, *Thamnophilus capistratus*, *Picumnus pygmaeus* e *Herpsilochmus sellowi* foram as que apresentaram maiores valores absolutos de proteção (Tabela 2). Já as espécies *Anodorhynchus leari*, *Formicivora grantsaui*, *Scytalopus diamantinensis*, *Antilophia bokermanni*, *Augastes lumachella*, *Colibri delphinae greenewalti* e *Pyrrhura giseipectus*, foram as que apresentaram os menores valores (Tabela 2).

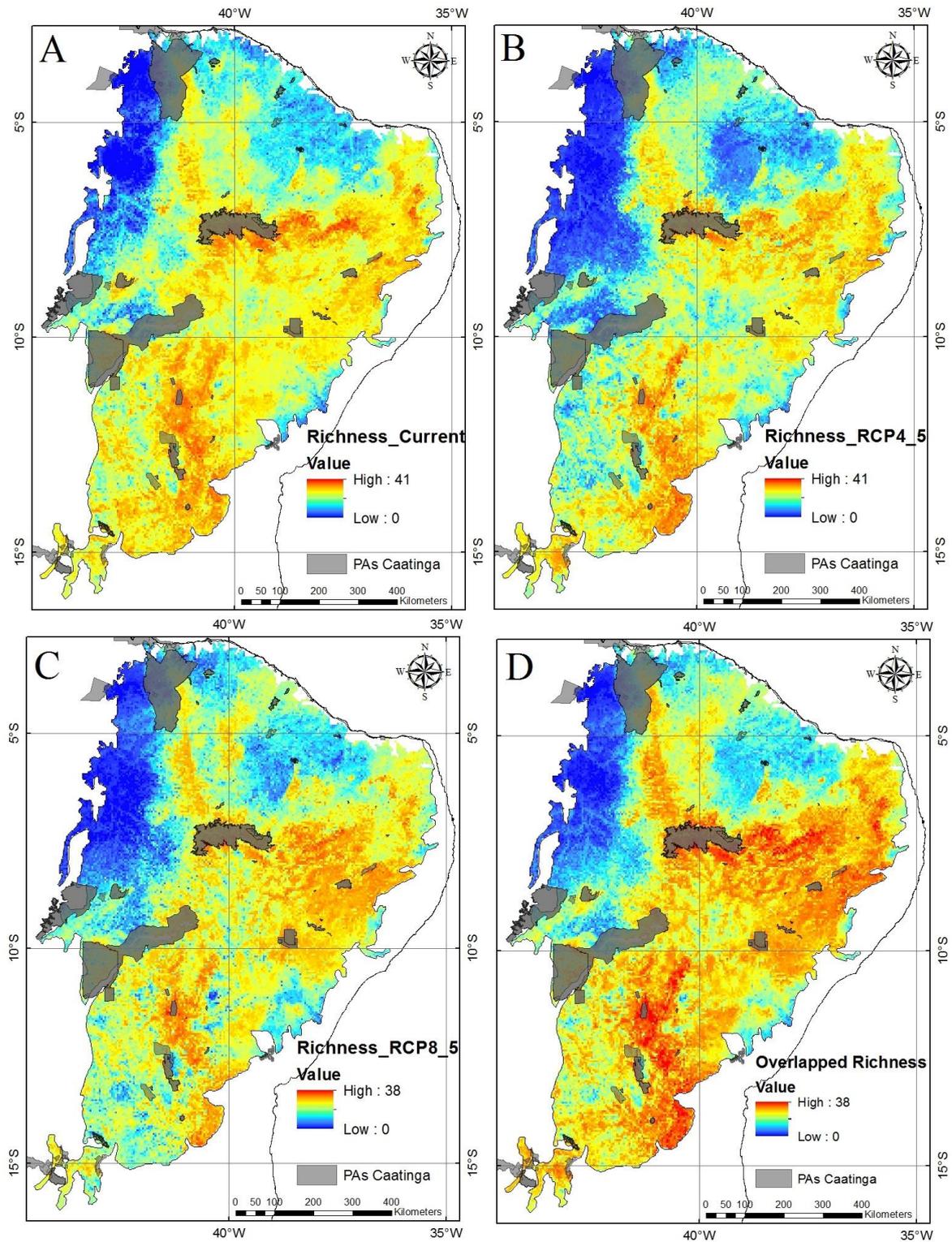
Tabela 4 - Lista de Unidades de Conservação na Caatinga analisadas e estimativa do número de táxons endêmicos com áreas de distribuição climática favoráveis nas mesmas de acordo com nossos modelos. As UCs destacadas em negrito apresentaram alta riqueza de táxons endêmicos ( $\geq 30$ ). Tipos de UCs incluem áreas de Proteção Integral (PI) como ESEC (Estação Ecológica), Reservas Biológicas (REBIO), Parque Nacional (PARNA), Monumento Natural (MN), Reserva de Vida Silvestre (REVIS), Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA) e Parque Estadual (PE).

Tipo de UC	Unidade de Conservação (Estado)	Área (ha)	No. de espécies
ESEC (PI)	Castanhão (CE)	12.579	18
	Aiuaba (CE)	11.525	26
	Raso Da Catarina (BA)	99.772	28
REBIO (PI)	Seridó (RN)	1.123	24
	Jaíba (MG)	6.358	27
<b>PARNA (PI)</b>	<b>Serra da Capivara (PI)</b>	<b>100.000</b>	<b>30</b>
	Furna Feia (RN)	8.494	13
	Sete Cidades (PI)	7.700	6
	Serra Das Confusões (PI)	823.436	27
	Catimbau (PE)	62.555	27
	Ubajara (CE)	6.299	17
	<b>Chapada Diamantina (BA)</b>	<b>152.000</b>	<b>38</b>
	<b>Cavernas Do Peruaçu (MG)</b>	<b>56.448</b>	<b>30</b>

MN (PI)	Monumento Natural Do Rio São Francisco (AL)	26.736	29
<b>REVIS (PI)</b>	<b>Serra Dos Montes Altos (BA)</b>	<b>27.489</b>	<b>34</b>
<b>APA (US)</b>	<b>Marimbus / Iraquara (BA)</b>	<b>125.400</b>	<b>35</b>
	Lago De Sobradinho (BA)	1.018.000	22
	<b>Chapada Do Araripe (CE, PE, PI)</b>	<b>1.063.000</b>	<b>38</b>
	Serra Da Aratanha (CE)	6.453	16
	Delta Do Parnaíba (PI)	307.59	22
	Lagoa De Itaparica (BA)	78.450	25
	Serra Do Barbado (BA)	63.652	26
	Dunas e Veredas Do Baixo Médio São Francisco (BA)	1.029.000	24
	Cariri (PB)	18.560	27
	Serra Branca / Raso Da Catarina (BA)	67.234	28
	Foz Do Rio Das Preguiças - Pequenos Lençóis - Região Lagunar Adjacente (MA)	269.684	14
	<b>Grutas Dos Brejões / Veredas Do Romão Gramacho (BA)</b>	<b>11.900</b>	<b>31</b>
	Serra Da Meruoca (CE)	29.361	21
	Bica Do Ipú (CE)	3.485	26
	Serra Da Ibiapaba (CE)	1.625.019	29
	Lajedão (BA)	12.000	22
	Serra Do Sabonetal (MG)	86.633	28
	Serra De Baturité (CE)	32.69	18
	Morros Garapenses (MA)	63.652	6
<b>ARIE (US)</b>	<b>Serra Do Orobó (BA)</b>	<b>7.397</b>	<b>31</b>
	Corobobo (BA)	7.473	28
	Nascente Do Rio De Contas (BA)	4.771	28
<b>FLONA (US)</b>	<b>Contendas Do Sincorá (BA)</b>	<b>11.034</b>	<b>33</b>
	<b>Negreiros (PE)</b>	<b>3.000</b>	<b>33</b>
	<b>Araripe-Apodi (CE)</b>	<b>38.331</b>	<b>37</b>
PE (PI)	Lagoa Do Cajueiro (MG)	20.500	25
	Mata Seca (MG)	10.281	29
	Carnaúbas (CE)	10.000	16
	<b>Caminho Dos Gerais (MG)</b>	<b>56.264</b>	<b>33</b>
	Montes Altos (BA)	18.491	28
	Verde Grande (MG)	25.57	28
	<b>Morro Do Chapéu (BA)</b>	<b>48.507</b>	<b>36</b>

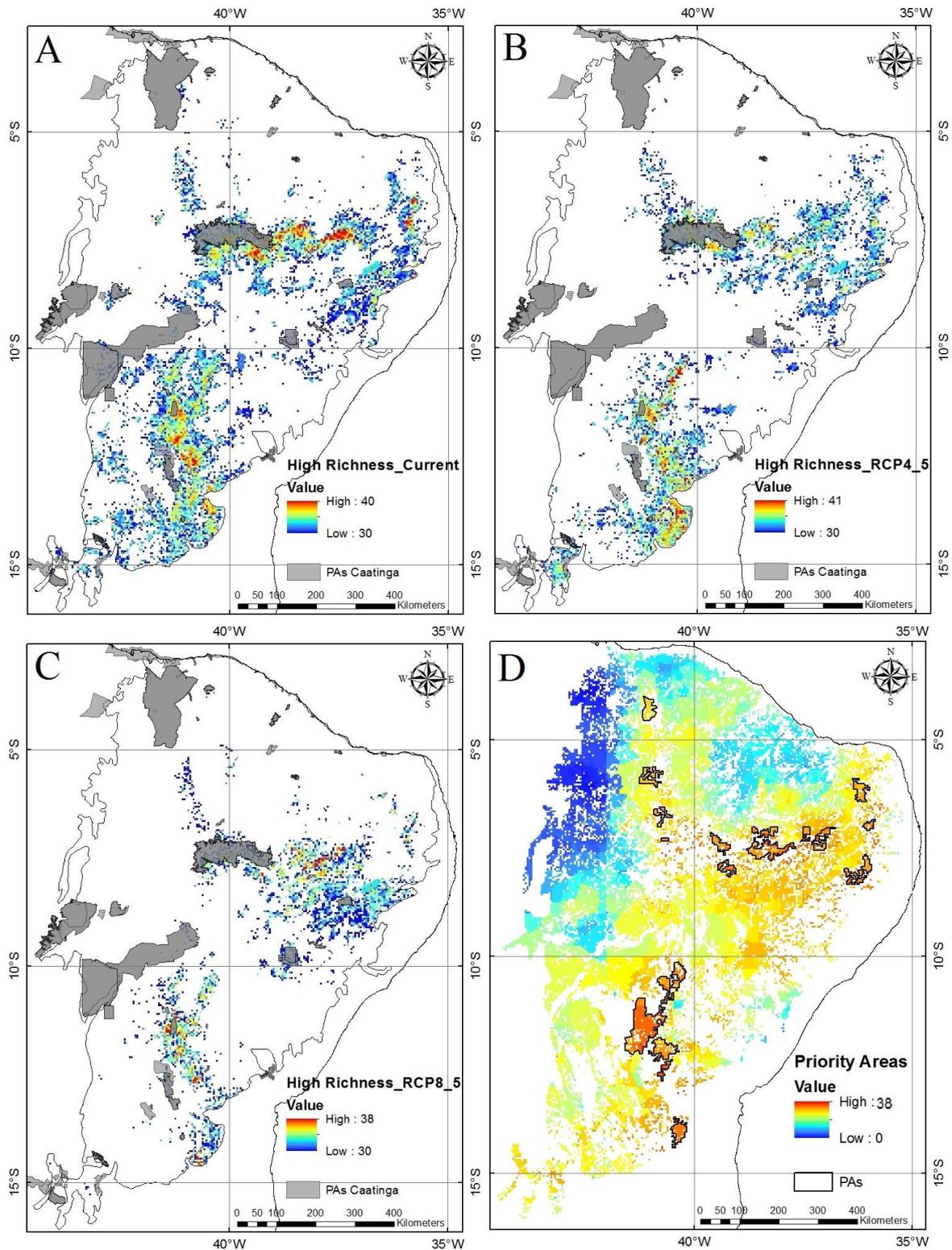
Fonte: O Autor (2017)

Figura 2 - Localização das Unidades de Conservação e sobreposição de endemismos para o presente (A), para o ano 2070 RCP4\_5(B), RCP8\_5 (C) e para os três cenários simultaneamente (D).



Fonte: O Autor (2017)

Figura 3 - Localização das Unidades de Conservação e áreas com alta riqueza de táxons endêmicos (acima de 30) para o cenário atual (A), futuro otimista RCP4\_5(B), futuro pessimista RCP8\_5(C) e algumas áreas prioritárias para conservação destacadas, resultantes da sobreposição da riqueza nos três cenários com o mapa de remanescentes de vegetação natural da Caatinga (D).



Fonte: O Autor (2017)

## 4 DISCUSSÃO

Historicamente, a Caatinga tem sido considerada com baixa diversidade de espécies e baixo grau de endemismo, comparado a outros ecossistemas florestais Neotropicais (Vanzolini 1976, 1980, Andrade-Lima 1982, Mares et al. 1985, Whitmore & Prance 1987). Estudos recentes, entretanto, apontam uma alta diversidade e táxons de endemismo elevada para diversos grupos biológicos como plantas vasculares, com 932 espécies registradas e 318 endemismos (Giulietti et al., 2004); peixes, com 240 espécies e 136 endemismos (Rosa et al., 2003); 167 espécies de répteis e anfíbios (Rodrigues, 2003), 148 de mamíferos, com 10 endêmicas (Oliveira et al., 2003). O endemismo nesses grupos varia entre 7% e 57% (Leal et al., 2005).

A Caatinga representa uma conhecida área de endemismo para as aves (Cracraft, 1985; Haffer, 1985; Stotz et al., 1996), onde cerca de metade da região possui riqueza elevada (de 30 a 41 espécies) (Fig. 2A). Apesar da importância das espécies endêmicas para o entendimento biogeográfico de uma região, o número de endemismos na Caatinga ainda é controverso. O primeiro autor a indicar alguns táxons de aves endêmicos para a Caatinga foi Cracraft (1985), quem catalogou 20 táxons para a região. Posteriormente, Haffer (1985) definiu 10 táxons, seguido por Stotz et al (1996) com 20 táxons, Da Silva et al (2003) com 15 táxons, Pacheco (2004) com 60 taxóns e Olmos et al (2005) com 23 táxons endêmicos. Neste trabalho, definimos 51 táxons como sendo endêmicos ou quase endêmicos da Caatinga, distribuídos em 7 ordens e 21 famílias. A maioria dos táxons endêmicos da Caatinga pertencem à família *Thamnophilidae* (8 espécies), seguido pelas famílias *Tyrannidae* (7 espécies), *Furnariidae* (6 espécies), e *Psittacidae* (5 espécies).

Para as aves, o número de espécies na Caatinga varia de 510 espécies com 15 endêmicas considerando (Da Silva et al., 2003), para 347 espécies com 60 endêmicas considerando Pacheco (2004). A porcentagem de aves endêmicas muda dramaticamente, de 3% para mais de 17% comparando-se estas duas listas. O total (51) representa 10 % de todas as espécies registradas na Caatinga. Comparando-se nosso número estimado de espécies de aves endêmicas com o de outros biomas brasileiros, a Caatinga representa o terceiro bioma brasileiro com maior número de endemismos, apenas atrás da Amazônia (1300 espécies, 263

endêmicos) (Mittermeier et al., 2003) e Mata Atlântica (1035 espécies, 213 endêmicos) (Lima, 2013) e na frente do Cerrado (837 espécies, 36 endêmicos) (Marini & García, 2005), do Pantanal (463 espécies, sem endêmicos) (Tubelis & Tomas, 2003), dos campos sulinos (476 espécies, 2 endêmicos) (MMA, 2000). Comparando-se com outras florestas secas na região neotropical, como as florestas que ocorrem no México, este possui 212 espécies de aves endêmicas, das quais 47 estão presentes na porção leste do país onde ocorrem as florestas secas (Gonzalez-García & Gomez de Silva, 2003). Os valores observados podem transformar a Caatinga na floresta seca tropical mais diversa e com maior número de endemismos da região Neotropical.

Por ser um ambiente de condições ambientais extremas, especialmente relacionadas à seca, a Caatinga parece ser especialmente sensível às mudanças climáticas, prevendo menor pluviosidade e desertificação do bioma (Casteletti et al., 2004, Salazar et al., 2007, Petta et al., 2013). Mudanças climáticas podem afetar negativamente a diversidade e distribuição das espécies de aves (Jetz et al., 2007). De modo geral os táxons aqui analisados apresentaram mudanças previstas na distribuição geográfica potencial, com contrações e expansões de áreas climaticamente favoráveis para a ocorrência das espécies em função de alterações das características climáticas (Araújo et al., 2013).

A redução da área de distribuição climática das espécies foi mais significativa para aqueles táxons endêmicos com distribuições restritas (Ohlemüller et al., 2008; Sekercioğlu et al., 2012), tais como *Hydropsalis vielliardi*, *Colibri delphinae greenewalti*, *Anodorhynchus leari*, *Cyanopsitta spixii*, *Formicivora grantsau* e *Antilophia bokermanni*. Para estas espécies/táxons, a redução pode chegar à metade de sua distribuição climática favorável inicial, o que reforça a ideia de que espécies endêmicas de distribuição restrita tendem a sofrer mais com influências antrópicas do que espécies de ampla distribuição (Isik, 2011). Alterações deste tipo na configuração espacial das áreas de adequabilidade ambiental para as espécies podem estar relacionadas ao desaparecimento de regiões climaticamente favoráveis à ocorrência das mesmas, e que estas possam reduzir sua área de ocorrência climática ideal (Huntley et al. 2006). Já aquelas que apresentam expansão de áreas de ocorrência climaticamente favoráveis, estão relacionadas ao surgimento de novas regiões climaticamente favoráveis à ocorrência das espécies, assumindo que estas possam se mover acompanhando a

adequação climática, caso a disponibilidade dos habitats seja favorável para dispersão (Marini et al., 2009; Leroux et al., 2013; Stephens et al., 2016).

A IUCN estabelece alguns valores como tamanho mínimo de área de extensão de ocorrência para uma determinada espécie se enquadrar em alguma categoria de ameaça; as espécies criticamente ameaçadas devem possuir uma extensão de ocorrência menor a 100.000 km<sup>2</sup>, espécies ameaçadas devem possuir uma extensão de ocorrência menor a 5.000 km<sup>2</sup>, enquanto que espécies vulneráveis devem possuir uma extensão de ocorrência menor a 20.000 km<sup>2</sup> (MMA, 2013). Dentre os sete táxons que possuem áreas de distribuição atual inferior a 100.000 km<sup>2</sup>, todos devem sofrer alterações negativas em suas áreas de distribuição (*Hydropsalis vielliardi*, *Augastes lumachella*, *Colibri delphinae greenewalti*, *Cyanopsitta spixii*, *Formicivora grantsaui*, *Scytalopus diamantinensis*, *Antilophia bokermanni*). Estes resultados são especialmente preocupantes, pois três delas já se encontram sob algum grau de ameaça (*F. grantsaui*, *S. diamantinenses* e *Antilophia bokermanni*) e uma está extinta na natureza (*C. spixii*). Vale salientar que para a espécie *Cyanopsitta spixii*, que se encontra extinta na natureza, modelamos áreas onde ela ocorria baseada em localidades conhecidas, e que existe um programa para reintrodução da mesma na natureza até o ano 2020 (PAN Ararinha-Azul, 2012). Estas áreas que modelamos podem servir como base para definir áreas prioritárias climaticamente favoráveis para a reintrodução da espécie.

Os resultados deste estudo apontam também que para algumas espécies não haveria alterações equivalentes a 100.000 km<sup>2</sup> no tamanho das áreas climaticamente favoráveis, podendo prever poucas modificações na sua distribuição nos próximos 50 anos (*Crypturellus noctivagus zabelê*, *Picumnus fulvescens* e *Stigmatura budytoides gracilis*). As alterações nas áreas de distribuição climaticamente favoráveis foram mais significativas entre o cenário atual e o pessimista RCP8\_5. Isto evidencia que quanto maior o nível de alteração antrópica do cenário de emissão utilizado, maior a alteração que pode ser provocada sobre a distribuição das espécies. Aqui utilizamos dados ambientais exclusivamente climáticos para modelar possíveis áreas de ocorrência para as espécies. A inclusão de outros tipos de variáveis como categorias de uso da terra poderiam afetar os padrões de distribuição observados.

Registros na literatura apontam uma relação entre a riqueza de espécies aves com as condições climáticas, através do uso de modelos bioclimáticos (Rodhouse et al., 2007). Aqui observamos uma leve redução na riqueza dos táxons endêmicos (de 41 para 38) quando

modelamos suas áreas de distribuição geográfica para o cenário baseado no cenário futuro pessimista. Já quando levamos em consideração o cenário mais otimista, não observamos redução espacial na riqueza de espécies endêmicas. Desta forma, os padrões de endemismo não devem mudar significativamente sob os distintos cenários. As áreas com maior número de endemismos (acima de 30) se encontram localizadas em duas grandes regiões que compreendem as eco-regiões da Depressão Sertaneja Meridional, parte da Depressão Sertaneja Setentrional, o Complexo Ibiapaba – Araripe, e o Complexo da Chapada Diamantina. As reduções apresentadas nas áreas de endemismo estão relacionadas a mudanças na configuração espacial da distribuição individual de algumas espécies ou redução da área de ocorrência delas em função de previsões do clima futuro.

Áreas protegidas são capazes de manter a representatividade das espécies e são uma resposta válida para a conservação frente às mudanças climáticas (Hannah et al., 2007; Araújo et al., 2011). Atualmente apenas 70.000 km<sup>2</sup> do território da Caatinga se encontra inserido em unidades de conservação integrais, o que representa cerca de 1 % do seu território. Comparando-se este valor com o de outros biomas brasileiros, este número aproxima-se ao valor de UCs do Pampa (0,8%), mas é bem menor que na Amazônia (49%), no Cerrado (7.7%), no Pantanal (3,9%), e na Mata Atlântica (3,2%) (Oliveira et al., 2017).

Além do baixo número de áreas protegidas que cobrem o território da Caatinga (MMA, 2016), nossos resultados sugerem que estas representam os táxons endêmicos ameaçados de forma precária, pois quatro das sete espécies de aves endêmicas com menores proporções da sua distribuição dentro de unidades de conservação estão enquadradas em categorias de ameaça de extinção. Das 47 Unidades de conservação aqui analisadas, para todos os cenários climáticos, 12 protegem áreas de alta riqueza de táxons (acima de 30), o que representa 15% das áreas protegidas na Caatinga. Estas 12 UCs representam uma área de cerca de 15.500 km<sup>2</sup> de áreas protegidas e são projetadas para reterem adequabilidade climática para os táxons endêmicos nos três cenários e comportarem alta riqueza (Tabela 4).

As regiões que segundo nossos modelos seriam de alta riqueza de espécies endêmicas (> 30 táxons) abrangem uma área total de 350.000 km<sup>2</sup>. Comparando este valor com o valor da área de UCs que protegem áreas mais ricas, estimamos que cerca de 334.500 km<sup>2</sup> em áreas com alta riqueza de táxons endêmicos encontram-se fora de unidades de conservação. As áreas prioritárias para conservação envolvem os três cenários climáticos e abrange uma área

de aproximadamente 20.000 km<sup>2</sup>, presente em regiões com remanescentes de vegetação natural que possuem uma riqueza potencial de 38 táxons de aves endêmicas. Algumas das principais áreas prioritárias para conservação indicadas na região centro-sul da Caatinga, nas mediações da eco-região do Complexo da Chapada Diamantina merecem atenção especial em planejamentos conservacionistas, pois estão inseridas nas regiões de ganho de adequabilidade climática para vertebrados endêmicos da Caatinga para o futuro, previstas por três modelos climáticos distintos (*Atmosphere Ocean Global Circulation Models*) (de Oliveira et al., 2012).

## 5 CONCLUSÃO

Mudanças climáticas futuras podem afetar a distribuição geográfica potencial das aves endêmicas da Caatinga, especialmente as de reduzida distribuição. Estes efeitos do clima futuro sobre a distribuição das espécies devem ser levados em consideração durante planejamentos conservacionistas. A Caatinga ainda carece de um número suficiente de áreas protegidas para conservação de aves endêmicas, devido ao alto valor observado de áreas com alta riqueza de táxons endêmicos, que estão fora de Unidades de Conservação. A consideração de algumas áreas prioritárias aqui apontadas é uma alternativa viável frente aos efeitos de mudanças climáticas e podem fazer com que grande número de espécies de aves endêmicas da Caatinga persista em áreas de adequabilidade ao longo do tempo diante das mudanças climáticas prevista para os próximos 50 anos.

## REFERÊNCIAS

- ANCIÃES, M.; PETERSON, A. T. Climate change effects on neotropical manakin diversity based on ecological niche modeling. **The Condor**, v. 108, n. 4, p. 778-791, 2006.
- ANDRADE-LIMA D. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. *In*: Prance GT (ed) Biological diversification in the tropics. **Columbia University Press**, New York, p. 245–254, 1982.
- ARAÚJO, M. B.; PEARSON, R. G. Equilibrium of species' distributions with climate. **Ecography**, v. 28, n. 5, p. 693-695, 2005.
- ARAÚJO, M. B.; RAHBK, C. How does climate change affect biodiversity? **Science**, v. 313, n. 5792, p. 1396-1397, 2006.
- ARAÚJO, M. B. et al. Climate change threatens European conservation areas. **Ecology Letters**, v. 14, n. 5, p. 484-492, 2011.
- ARAUJO, M.B., et al Heat freezes niche evolution. **Ecology Letters**, v.16, p. 1206–1219, 2013.
- AYRES, M. **BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Sociedade Civil Mamirauá, 2007.
- CASTELLETTI, C.H.M., et al. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. *In*: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (eds). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação, p. 91-100, 2004. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília.
- CATEGORIES, IUCN IUCN Red List. Criteria: Version 3.1. **IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland**, 2001.
- CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemism. **Ornithological monographs**, n.36, p. 49-84, 1985.
- CRICK, H.Q.P. The impact of climate change on birds. **Ibis**, v. 146, n. s1, p. 48-56, 2004.
- DA, A. CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos sulinos. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA)**. Brasília, 2000.
- DA COSTA, R. C. et al. Flora and life-form spectrum in an area of deciduous thorn woodland (Caatinga) in northeastern, Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 68, n. 2, p. 237-247, 2007.

- DA SILVA, J.M.C., et al. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. p. 237-273, 2003, Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- DE OLIVEIRA, G. et al. Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 11, p. 2913-2926, 2012.
- DEL HOYO, J. **Handbook of the Birds of the World Alive**. Lynx Edicions, 2015.
- DESKTOP, ESRI ArcGIS. Release 10. **Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute**, 2011.
- GIANNINI, T. C. et al. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p. 733-749, 2012.
- GIULIETTI, A.M., et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (eds). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. p. 48-90, 2004.
- GUISAN, A.; THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters**, v. 8, n. 9, p. 993-1009, 2005.
- HAFFER, J. Avian zoogeography of the Neotropical lowlands. **Ornithological Monographs**, p. 113-146, 1985.
- HANNAH, L. et al. Protected area needs in a changing climate. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, n. 3, p. 131-138, 2007.
- HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.
- HUGHES, L. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 2, p. 56-61, 2000.
- HUNTLEY, B. et al. Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds. **Ibis**, v. 148, n. s1, p. 8-28, 2006.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2001a: Climate Change 2001: The Scientific Basis-Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment Report. **Cambridge University Press**. 2001. Disponível em: <http://webpages.icav.up.pt/PTDC/CVT/098487/2008/IPPC,%202001.pdf> Acessado em:15/06/2016.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2001b: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report. **Cambridge Univ. Press**. 2001. Disponível em:

<[http://hcl.harvard.edu/collections/ipcc/docs/27\\_WGIITAR\\_FINAL.pdf](http://hcl.harvard.edu/collections/ipcc/docs/27_WGIITAR_FINAL.pdf)> Acessado em: 15/06/2016.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)> Acessado em: 15/06/2016.

IŞIK, K. Rare and endemic species: why are they prone to extinction? **Turkish Journal of Botany**, v. 35, n. 4, p. 411-417, 2011.

IVERSON, L. R.; PRASAD, A. M. Predicting abundance of 80 tree species following climate change in the eastern United States. **Ecological Monographs**, v. 68, n. 4, p. 465-485, 1998.

JETZ, W.; WILCOVE, D. S.; DOBSON, A. P. Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. **PLoS Biology**, v. 5, n. 6, p. e157, 2007.

LEAL, I. R. et al. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.

LEROUX, S.J., et al. Mechanistic models for the spatial spread of species under climate change. *Ecological Applications*, v.23, p.815–828, 2013.

LIMA, L. M. **Aves da Mata Atlântica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LIU, C.; WHITE, M.; NEWELL, G. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. **Journal of Biogeography**, v. 40, n. 4, p. 778-789, 2013.

LIU, C.; NEWELL, G.; & WHITE, M. On the selection of thresholds for predicting species occurrence with presence-only data. **Ecology and evolution**, v 6, n1, p. 337-348, 2016.

MARES, M. A.; WILLIG, M. R.; LACHER, J.R.; THOMAS, E. The Brazilian Caatinga in South American zoogeography: tropical mammals in a dry region. **Journal of Biogeography**, v.12, p. 57-69, 1985.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 95-102, 2005.

MARINI, M. A. et al. Major current and future gaps of Brazilian reserves to protect Neotropical savanna birds. **Biological Conservation**, v. 142, n. 12, p. 3039-3050, 2009.

MCCARTY, J. P. Ecological consequences of recent climate change. **Conservation Biology**, v. 15, n. 2, p. 320-331, 2001.

MCCARTHY, J. J. et al. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. **Journal Applied Meteorology**, v. 44, n. 5, p. 7009716Messerli, 2001.

MCPHERSON, J.; JETZ, W. Effects of species' ecology on the accuracy of distribution models. **Ecography**, v. 30, n. 1, p. 135-151, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos sulinos. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), **Ministério do Meio Ambiente** (MMA), Brasília, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Aplicação de Critérios e Categorias da UICN na Avaliação da Fauna Brasileira, Coordenação De Avaliação Do Estado De Conservação Da Biodiversidade, **Instituto Chico Mendes**, Brasil. 45 páginas, 2013. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/especies\\_ameacadas/publicacoes/2013\\_apostila\\_aplicacao\\_critérios\\_categorias\\_UICN\\_versao\\_2.0.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/especies_ameacadas/publicacoes/2013_apostila_aplicacao_critérios_categorias_UICN_versao_2.0.pdf)>. Acessado em: 12/05/17

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Sumário Executivo. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, **Instituto Chico Mendes**, Brasil. 73 páginas, 2016. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/dcom\\_sumario\\_executivo\\_livro\\_vermelho\\_ed\\_2016.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/dcom_sumario_executivo_livro_vermelho_ed_2016.pdf)> Acessado em: 24/09/16

Ministério do Meio Ambiente [Ministry of the Environment], Unidades de Conservação por Bioma (CNUC/MMA, Brasília-DF, Brasil, 2016); [www.mma.gov.br/images/arquivo/80112/CNUC\\_PorBiomaFev16.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80112/CNUC_PorBiomaFev16.pdf)

MITTERMEIER, R. A. et al. Wilderness and biodiversity conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 18, p. 10309-10313, 2003.

MOSS, R. H. et al. A new paradigm for the next generation of climate change scenarios. **Nature**, v. 463, p. 747-756, 2010.

OHLEMÜLLER, R. et al. The coincidence of climatic and species rarity: high risk to small-range species from climate change. **Biology Letters**, v. 4, n. 5, p. 568-572, 2008.

OLIVEIRA, J.A., GONÇALVES, P.R.; BONVICINO, C.R. Mamíferos da Caatinga. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). Ecologia e conservação da Caatinga, p. 275-333, 2003. **Editora Universitária**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

OLMOS, F.; SILVA, W. A. de G.; ALBANO, C. G. Aves em oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. **Papéis Avulsos de Zoologia** (São Paulo), v. 45, n. 14, p. 179-199, 2005.

OLIVEIRA, U. et al. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. **Scientific Reports**, v. 7, 2017.

- PACHECO, J.F. Aves da Caatinga: uma análise histórica do conhecimento. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (eds.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**, p. 189-250, 2004.
- PACIFICI, M. et al. Assessing species vulnerability to climate change. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 3, p. 215-224, 2015.
- PENNINGTON, T. R.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, v. 27, n. 2, p. 261-273, 2000.
- PETTA, R. A. et al. Evaluation of desertification processes in seridó region (NE Brazil). **International Journal of Geosciences**, v. 4, n. 05, p. 12, 2013.
- PETERSON, A. T.; BALL, L. G.; COHOON, K. P. Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modelling methods. **Ibis**, v. 144, n. 1, 2002.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, n. 3, p. 231-259, 2006.
- PIACENTINI, V. de Q. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology**, v. 23, n. 2, p. 90-298, 2015.
- PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA ARARINHA-AZUL: *Cyanopsitta spixii*: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, **Icmbio**, Brasília, 140 p, 2012. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-ararinha-azul/pan-ararinha-azul.pdf>>. Acessado em: 05/03/16
- PRIMACK, R. B. **Essentials of Conservation Biology**. Sunderland, Mass: Sinauer Associates, 2006.
- RODENHOUSE, N. L. et al. Potential effects of climate change on birds of the Northeast. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 13, n. 5-6, p. 517-540, 2008.
- RODRIGUES, M.T. Herpetofauna da Caatinga. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). Ecologia e conservação da Caatinga. p. 181-236, 2003, **Editora Universitária**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- ROSA, R.S., et al. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). Ecologia e conservação da Caatinga, p. 135-180, 2003, **Editora Universitária**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- SALAZAR, L. F. et al. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 9, 2007.

SANTOS, M. G. et al. Caatinga, the Brazilian dry tropical forest: can it tolerate climate changes? **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, n. 1, p. 83-99, 2014.

ŞEKERCIOĞLU, Ç. H.; PRIMACK, R. B.; WORMWORTH, J. The effects of climate change on tropical birds. **Biological Conservation**, v. 148, n. 1, p. 1-18, 2012.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 2001.

SOBERON, J.; PETERSON, A. T. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. **Biodiversity Informatics**, n.2. p.1–10, 2005.

STEPHENS, P.A.; MASON, L.R.; GREEN, R.E. Consistent response of bird populations to climate change on two continents. **Science**, v.352, p.84–87, 2016.

STOTZ, D. F. et al. Neotropical birds: ecology and conservation. **University of Chicago Press**, 1996.

STOCKER, Thomas F. et al. Climate change 2013: the physical science basis. Intergovernmental panel on climate change, working group I contribution to the IPCC fifth assessment report (AR5). New York, 2013. Disponível em: <  
[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5\\_SPM\\_brochure\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf)>. Acessado em: 10/08/2016.

SZUMIK, C. A., & GOLOBOFF, P. A. Higher taxa and the identification of areas of endemism. **Cladistics**, v31, n5, p. 568-572, 2015.

The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acessado em 24 August 2017.

The Nature Conservancy's Brazil. Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. 2001.

THOMAS, J. A. et al. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. **Science**, v. 303, n. 5665, p. 1879-1881, 2004.

THUILLER, W. Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. **Global Change Biology**, v. 10, n. 12, p. 2020-2027, 2004.

TINGLEY, M. W. et al. Birds track their Grinnellian niche through a century of climate change. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. Supplement 2, p. 19637-19643, 2009.

TUBELIS, D. P.; TOMAS, W. M. Bird species of the Pantanal wetland, Brazil. **Ararajuba**, v. 11, n. 1, p. 5-37, 2003.

VANZOLINI, P. E. On the lizards of a Cerrado-caatinga contact, Evolutionary and Zoogeographical implications (Sauria). **Papeis Avulsos de Zoologia**, v.29, p. 111–119, 1976.

VANZOLINI, P. E., A. M. M. Ramos-Costa, L. J. Vitt. **Répteis da Caatinga**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 161 p, 1980.

VENIER, L. A. et al. Models of large-scale breeding-bird distribution as a function of macro-climate in Ontario, Canada. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 2, p. 315-328, 1999.

WALTHER, G. R. et al. Ecological responses to recent climate change. **Nature**, v. 416, n. 6879, p. 389-395, 2002.

WHITMORE, T.C.; PRANCE, G.T. Biogeography and Quaternary history in tropical America. **Oxford Science Publications**, p. 28-45, 1987.

WMO (2008) Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. 7th edition  
n°8

**APÊNDICE A - MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES - IMAGENS DAS ESPÉCIES OBTIDAS E CEDIDAS PELO HBWALIVE®.**

Figura A1 – Distribuição Geográfica de *Crypturellus noctivagus zabelê*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

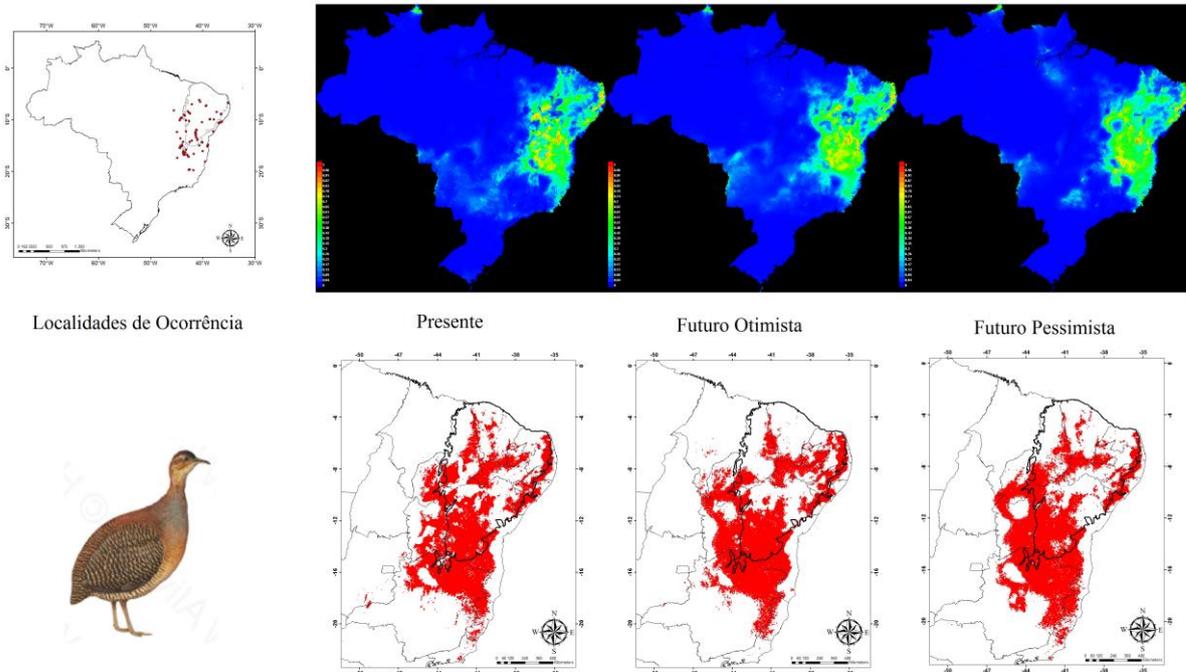


Figura A2 – Distribuição Geográfica de *Penelope jacucaca*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

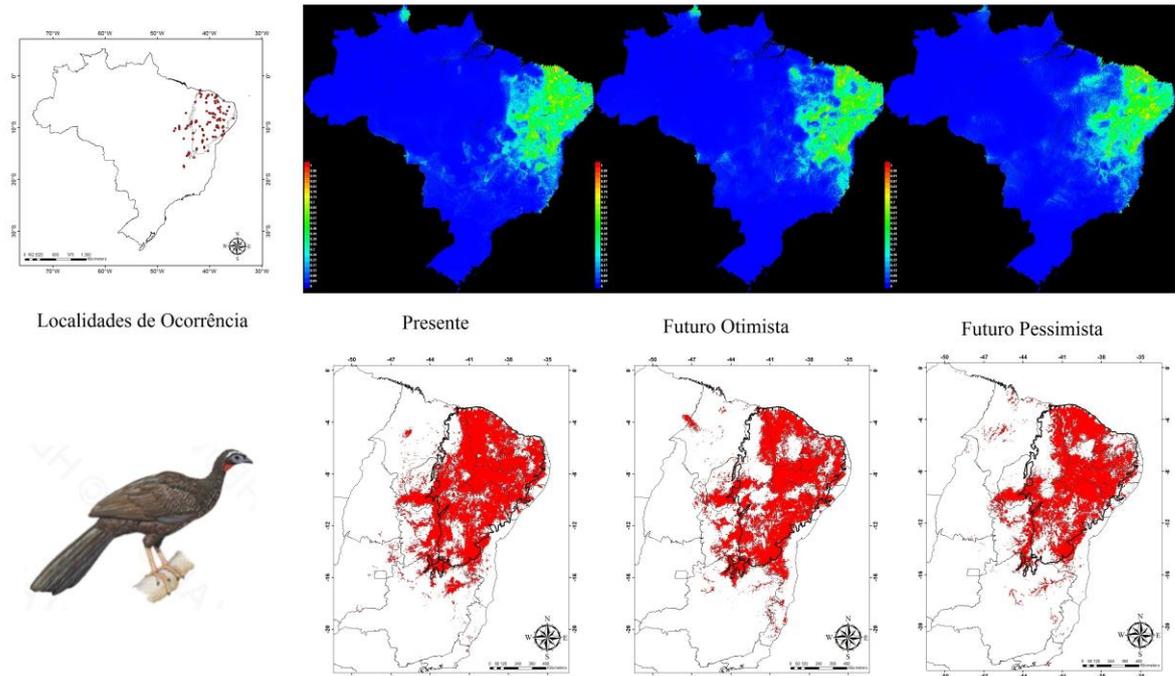


Figura A3 – Distribuição Geográfica de *Chordeiles pusillus novaesi*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

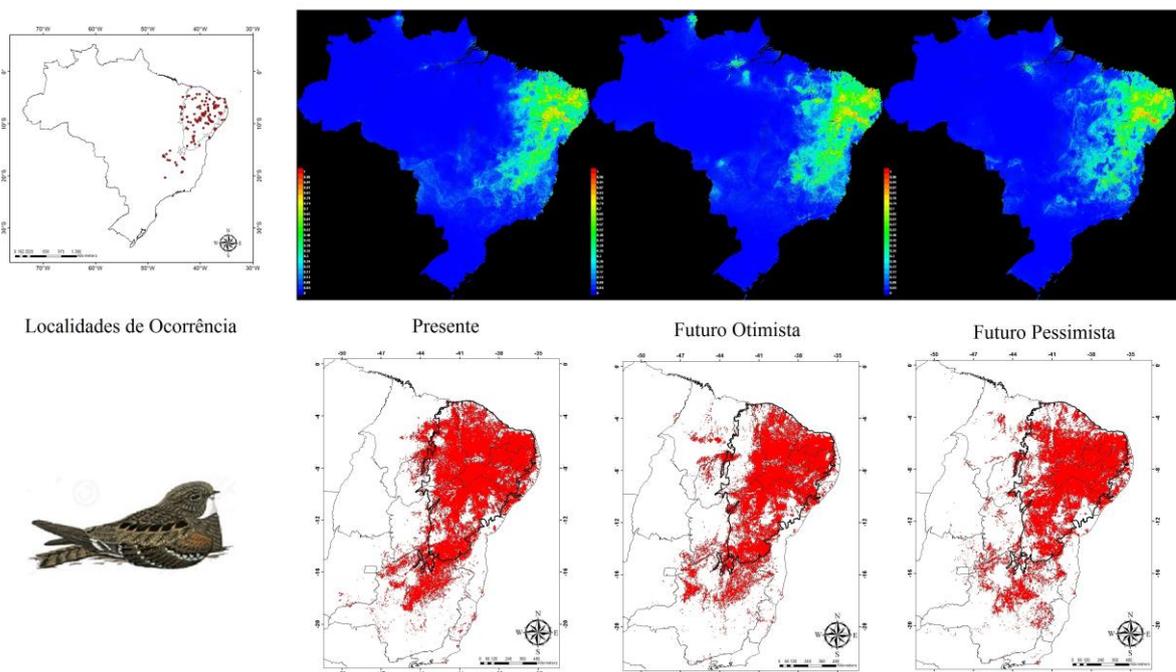


Figura A4 – Distribuição Geográfica de *Hydropsalis hirundinacea*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

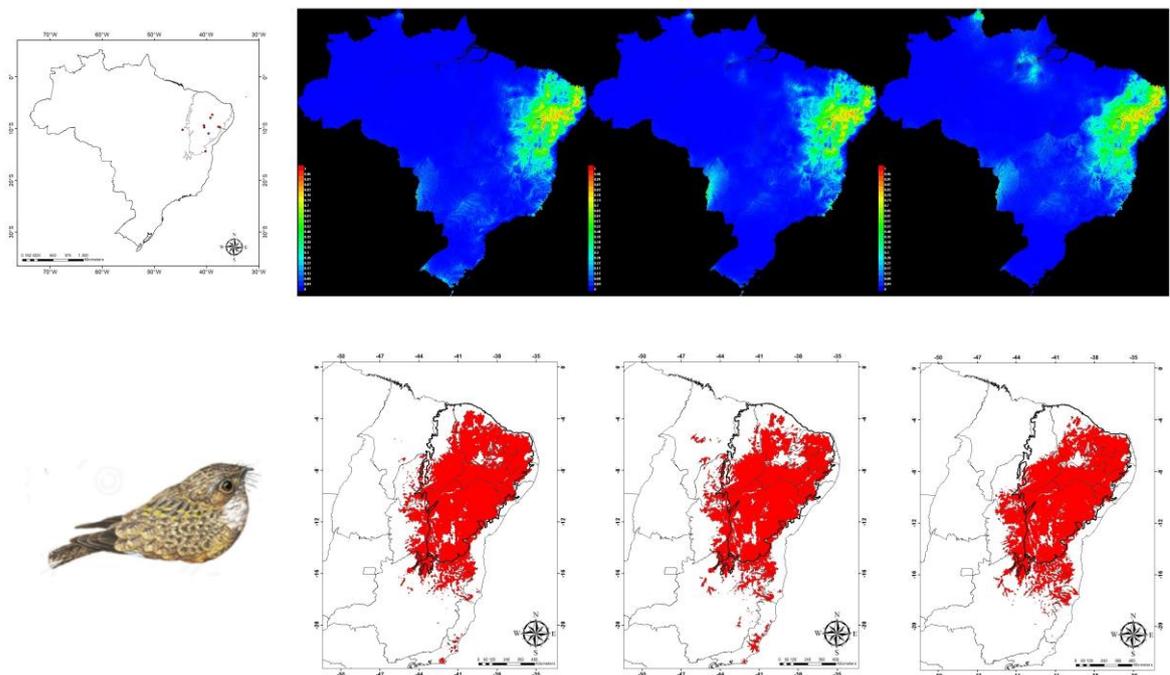


Figura A5 – Distribuição Geográfica de *Hydropsalis vielliardi*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

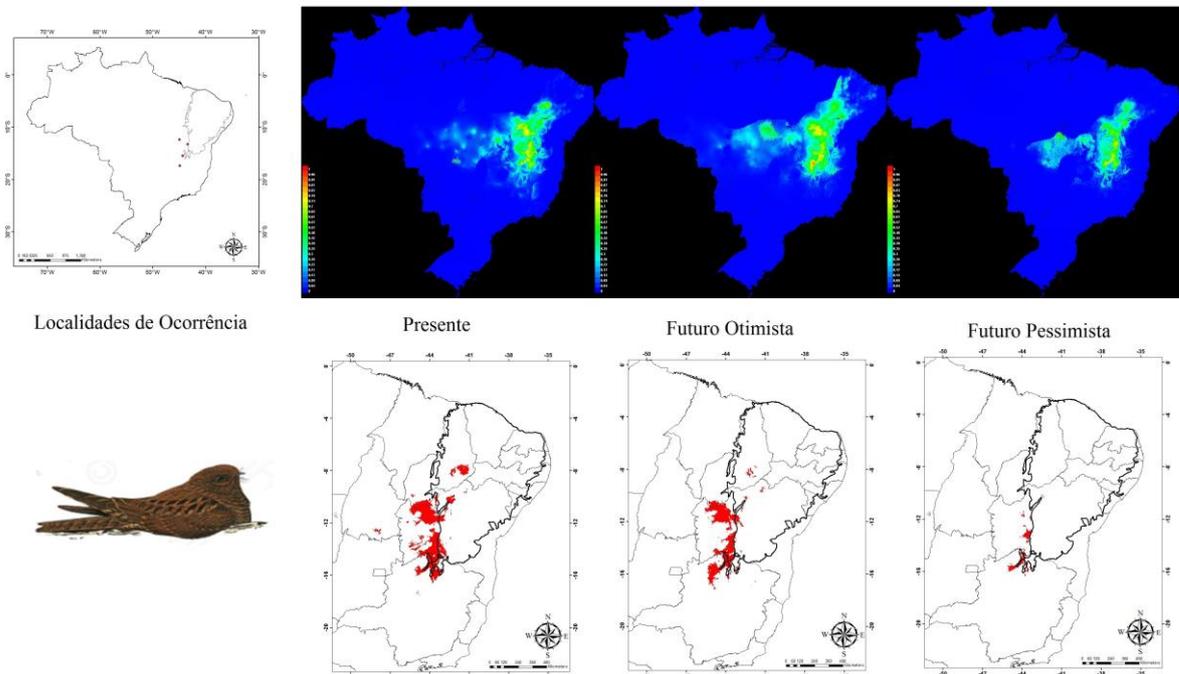


Figura A6 – Distribuição Geográfica de *Streptoprocne biscutata seridoenses*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

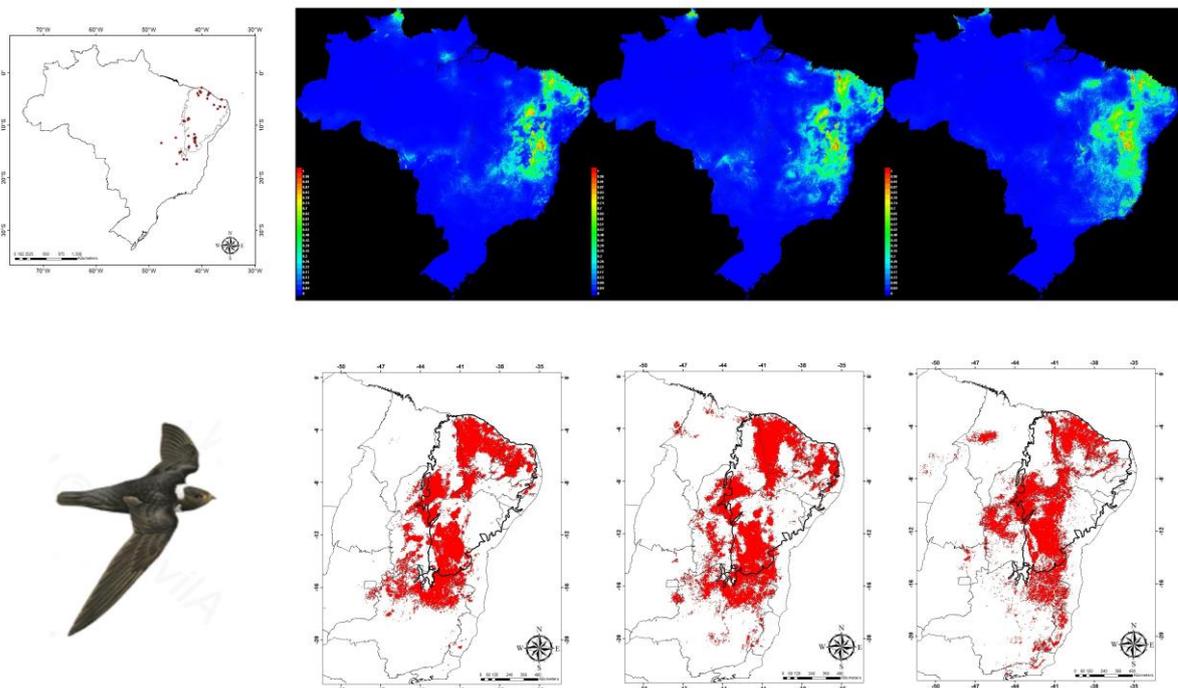


Figura A7 – Distribuição Geográfica de *Anopetia gounellei*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

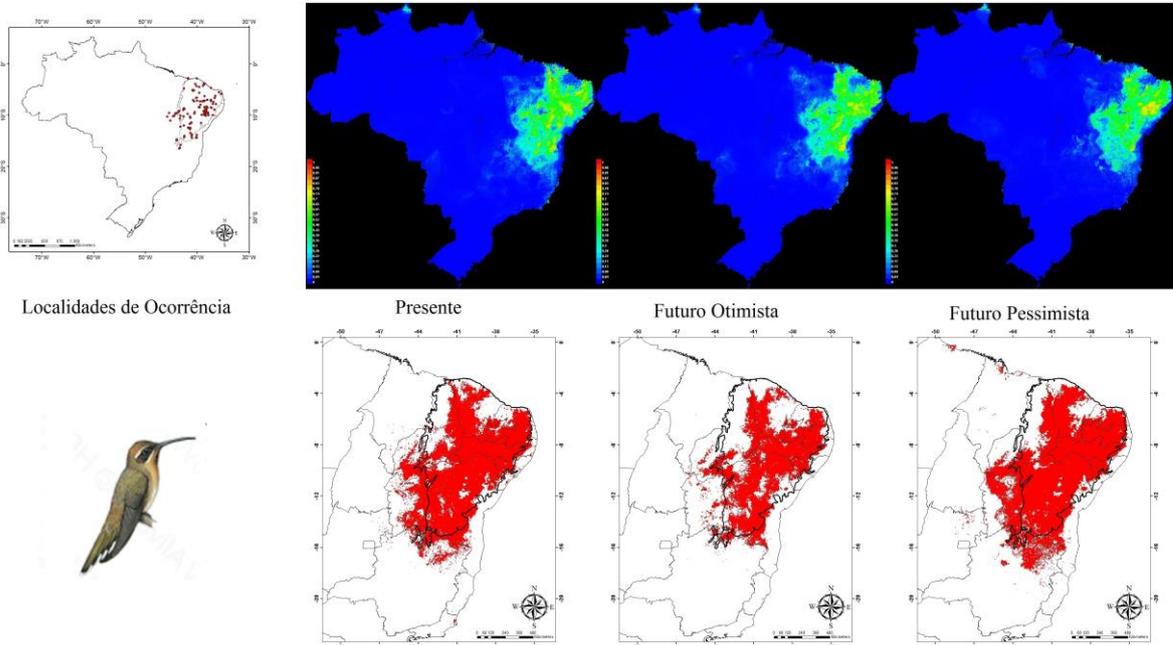


Figura A8 – Distribuição Geográfica de *Augastes lumachella*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

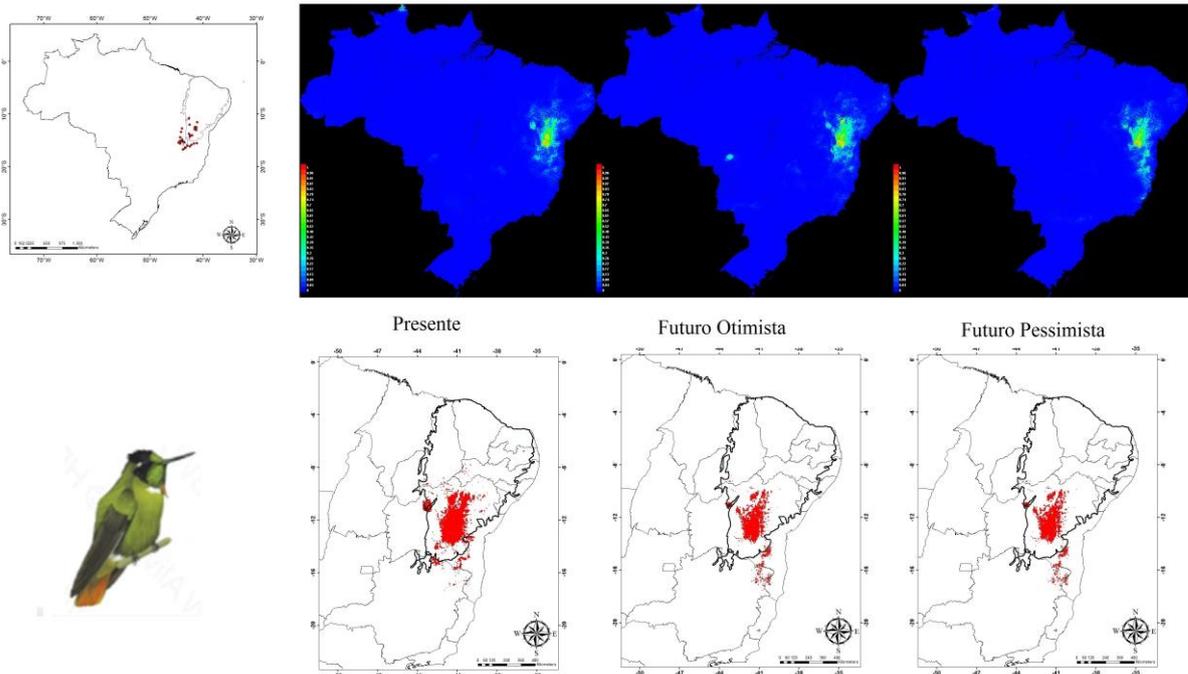


Figura A9 – Distribuição Geográfica de *Colibri delphinae greenewalti*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

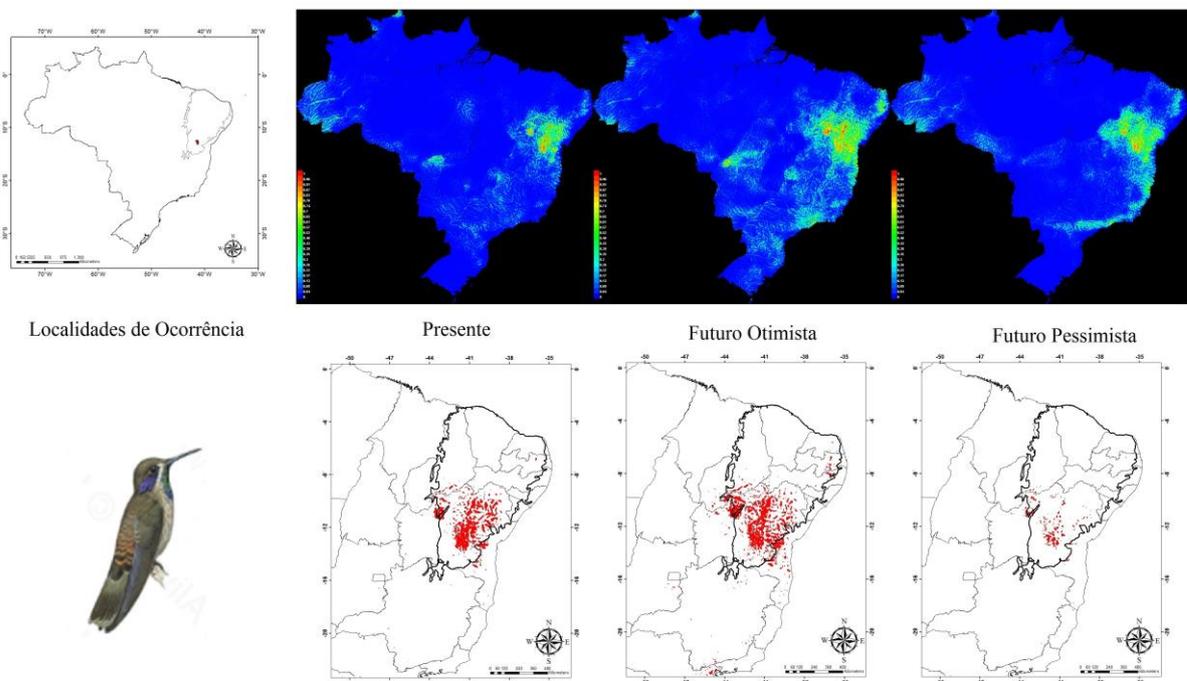


Figura A10 – Distribuição Geográfica de *Picumnus fulvescens*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

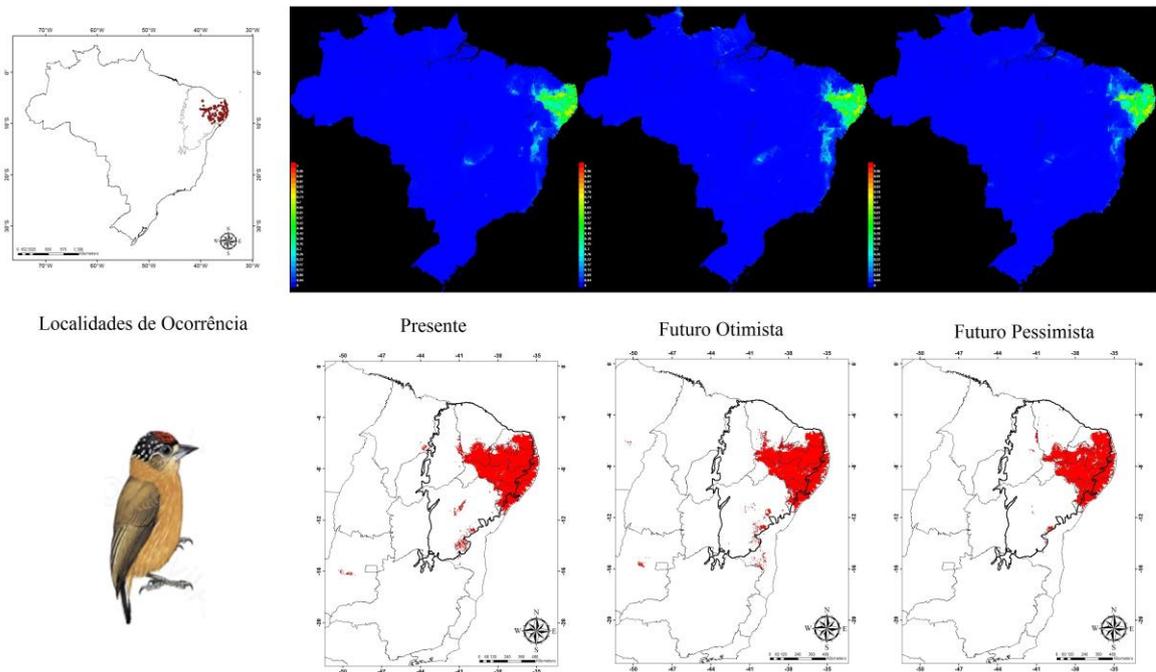


Figura A11 – Distribuição Geográfica de *Picumnus limae*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

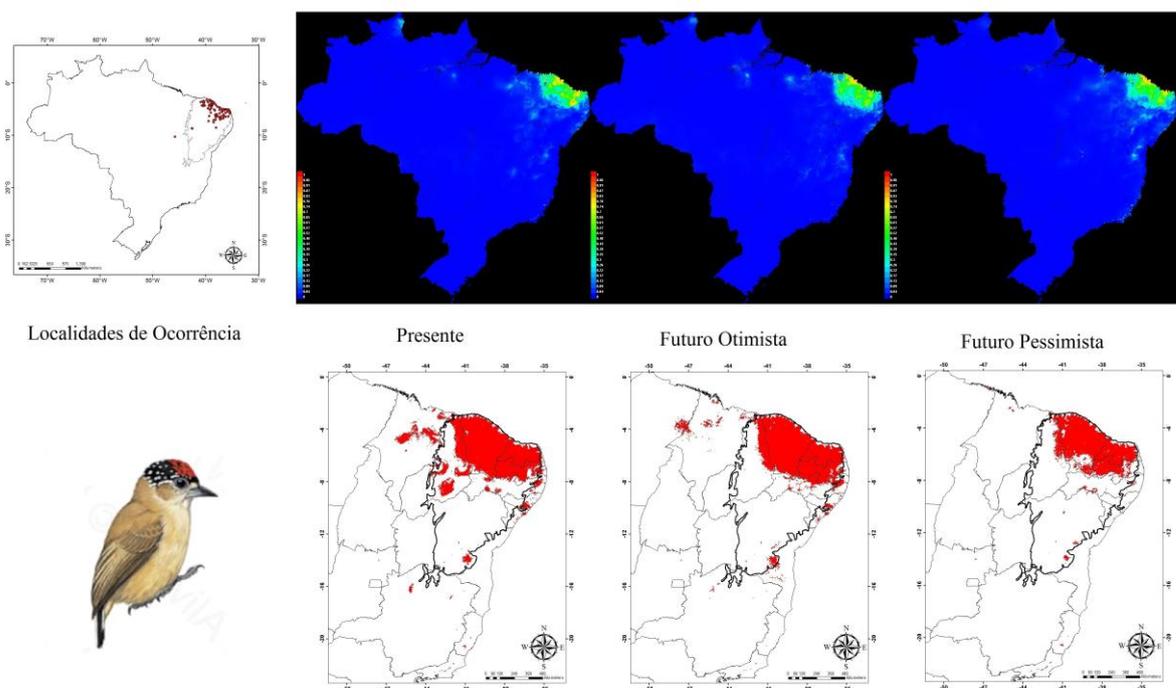


Figura A12 – Distribuição Geográfica de *Picumnus pygmaeus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

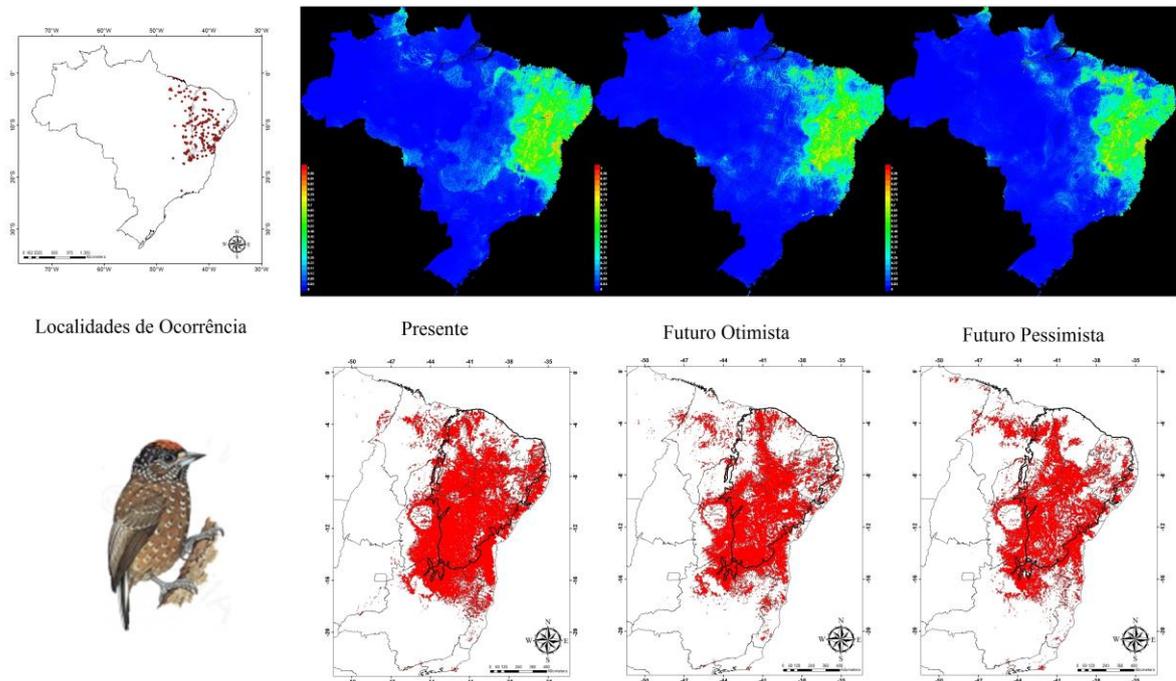


Figura A13 – Distribuição Geográfica de *Anodorhynchus leari*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

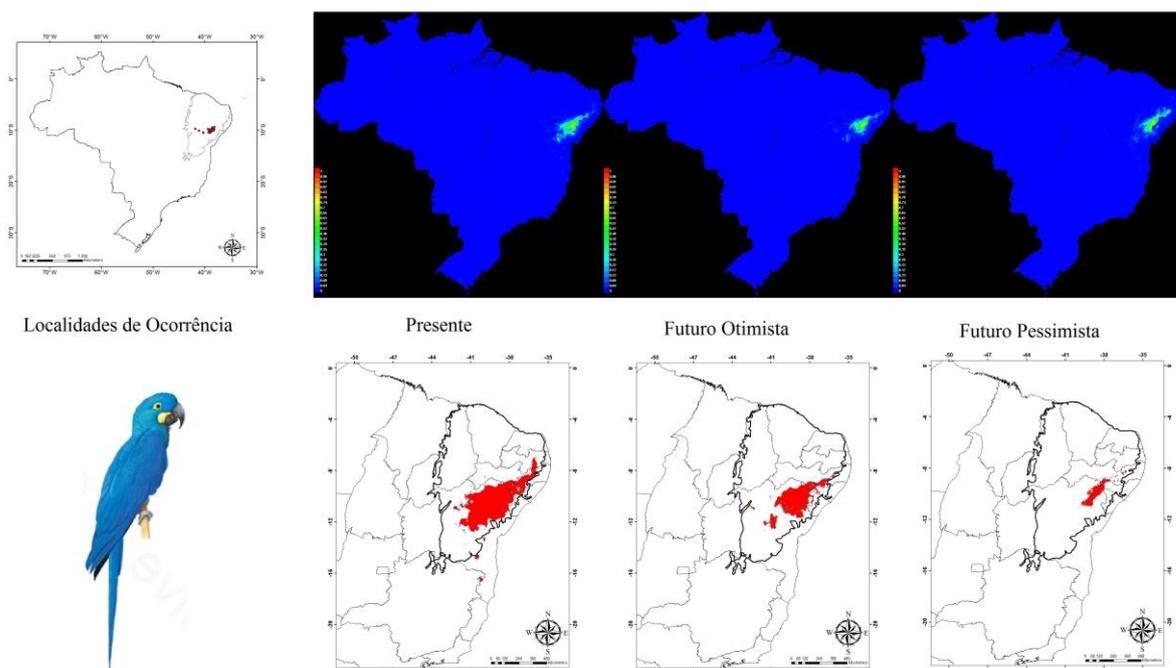


Figura A14 – Distribuição Geográfica de *Cyanopsitta spixii*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

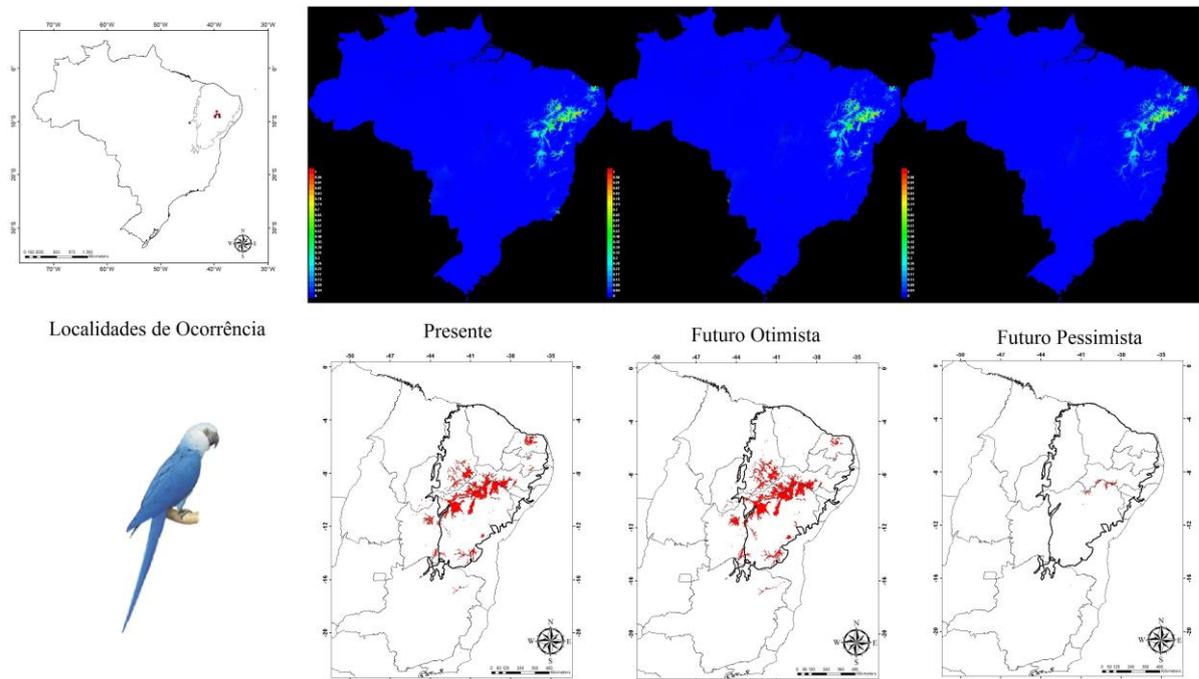


Figura A15 – Distribuição Geográfica de *Eupsittula cactorum*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

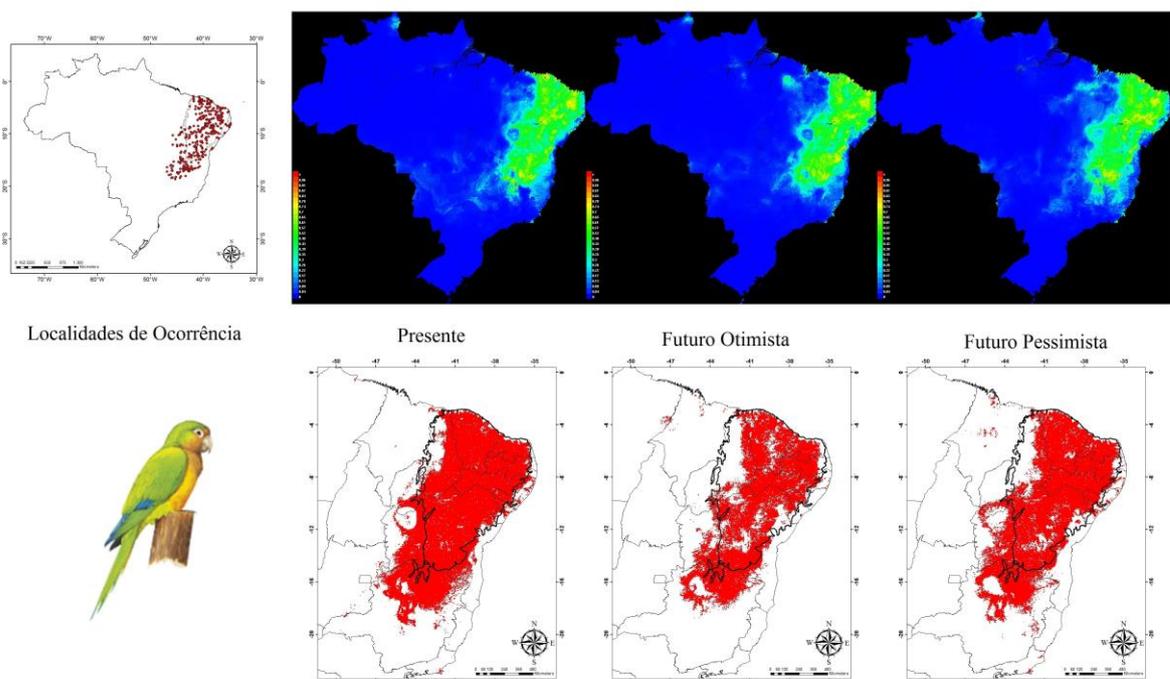


Figura A16 – Distribuição Geográfica de *Pyrrhura griseipectus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

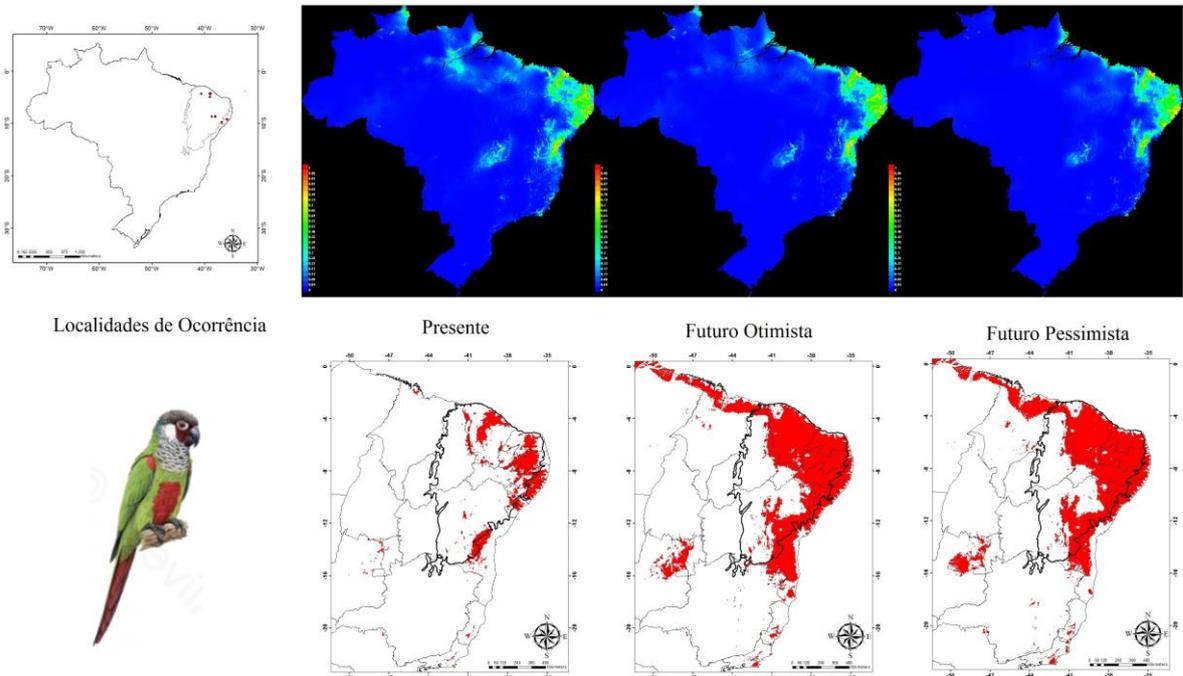


Figura A17 – Distribuição Geográfica de *Thectocercus acuticaudatus haemorrhous*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

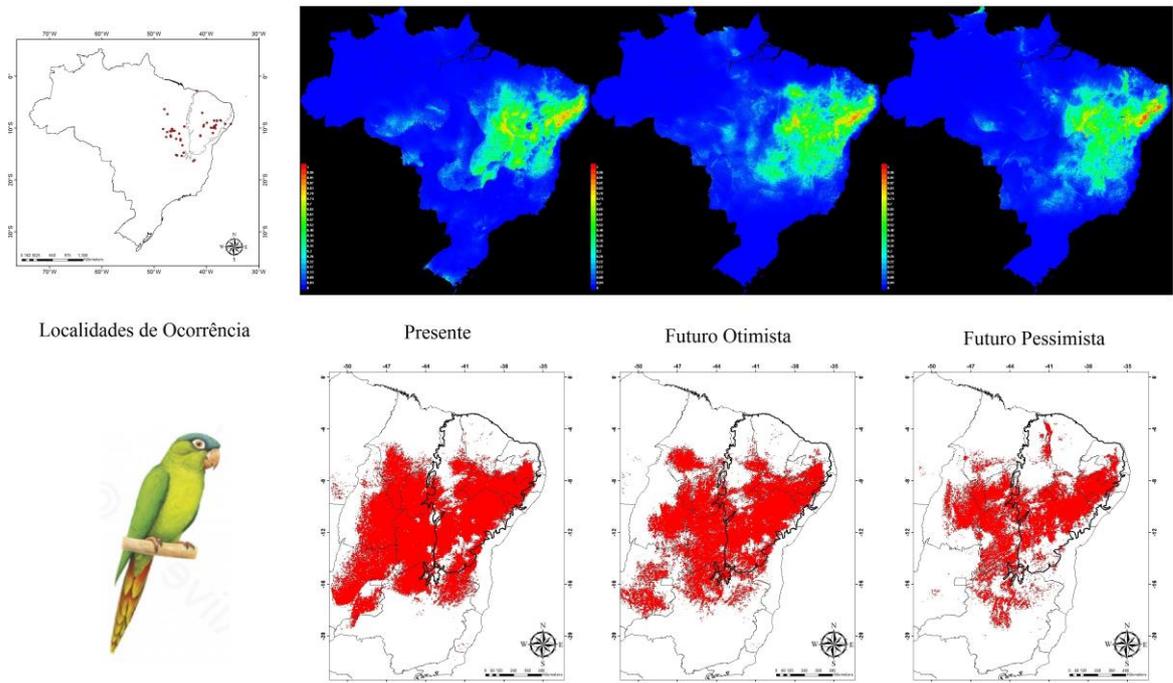


Figura A18 – Distribuição Geográfica de *Formicivora grantsaui*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

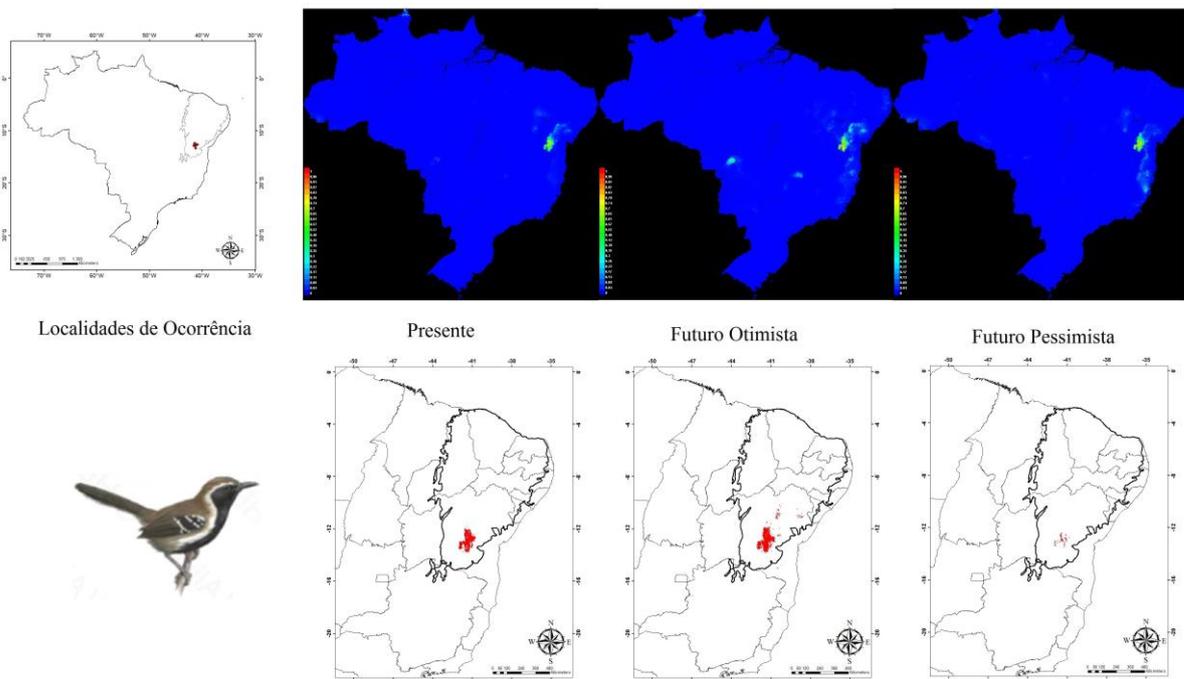


Figura A19 – Distribuição Geográfica de *Formicivora iheringi*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

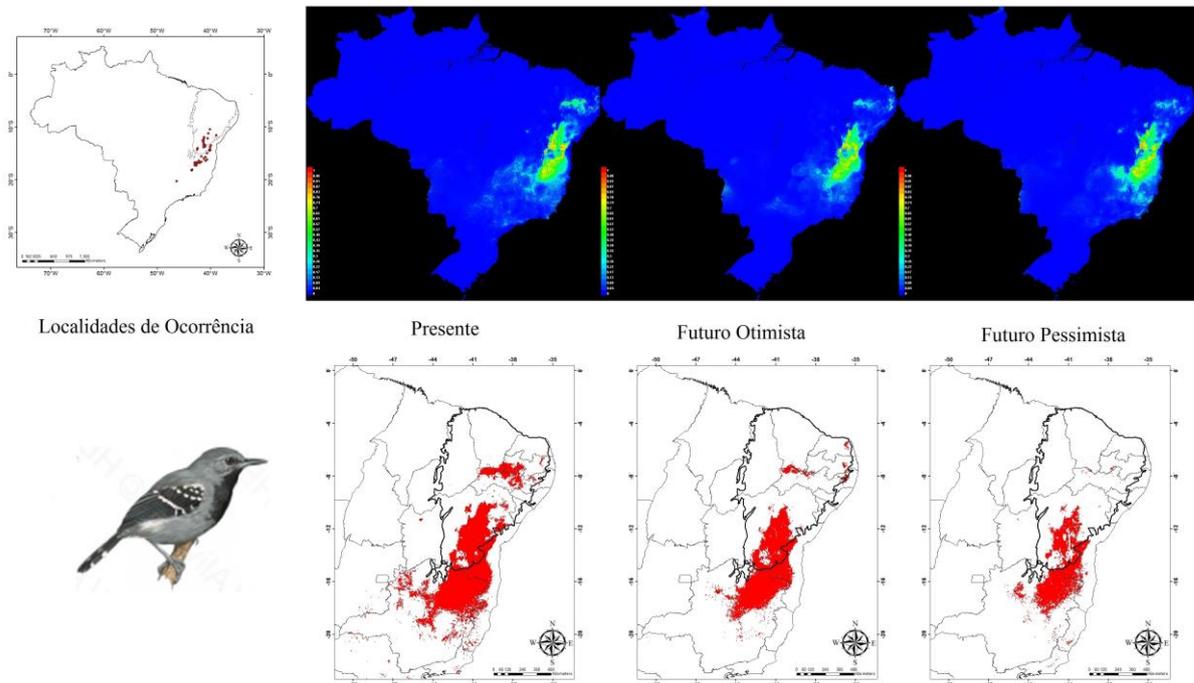


Figura A20 – Distribuição Geográfica de *Formicivora melanogaster bahiae*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

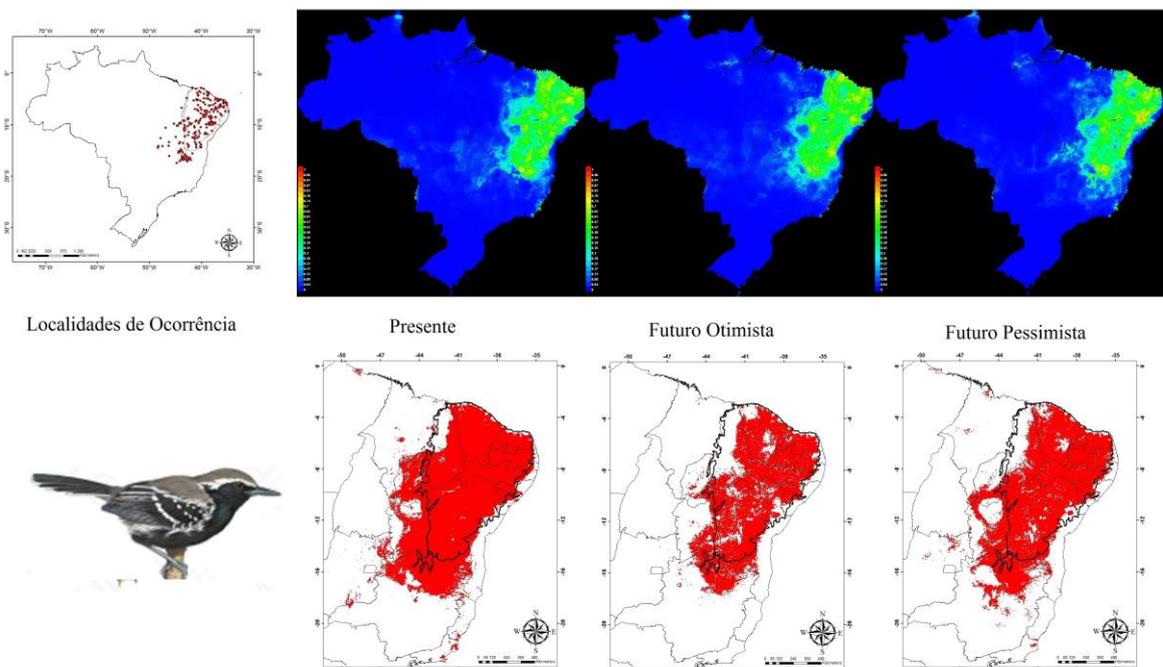


Figura A21 – Distribuição Geográfica de *Herpsilochmus pectoralis*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

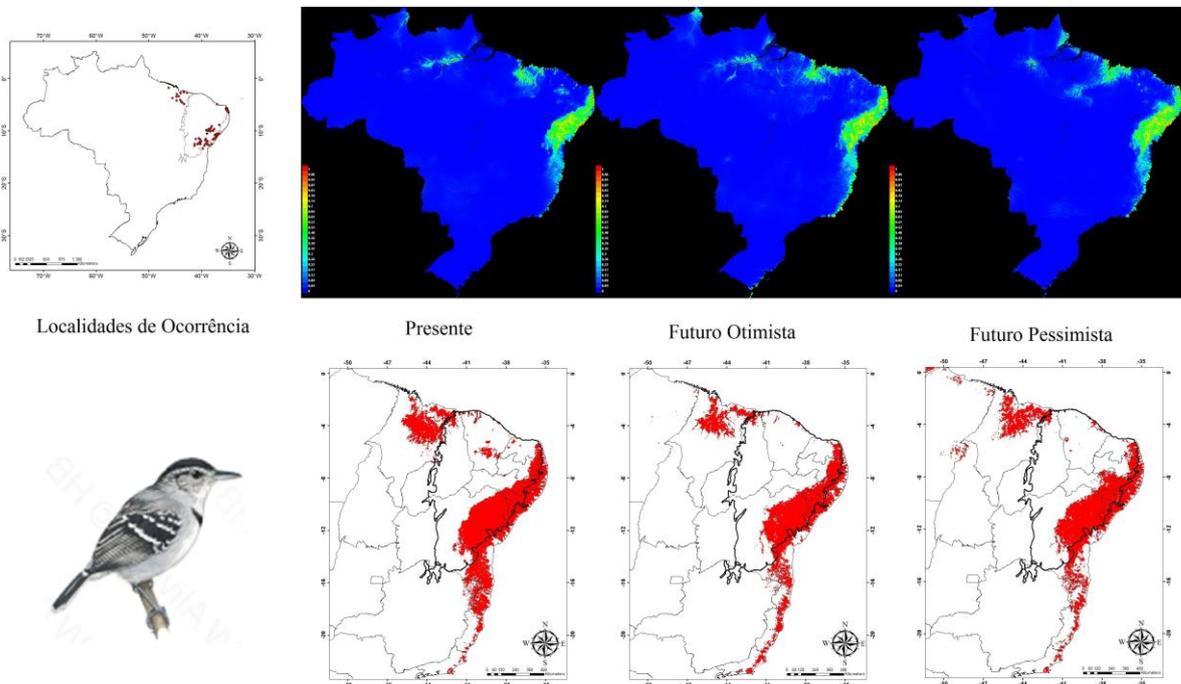


Figura A22 – Distribuição Geográfica de *Herpsilochmus sellowi*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

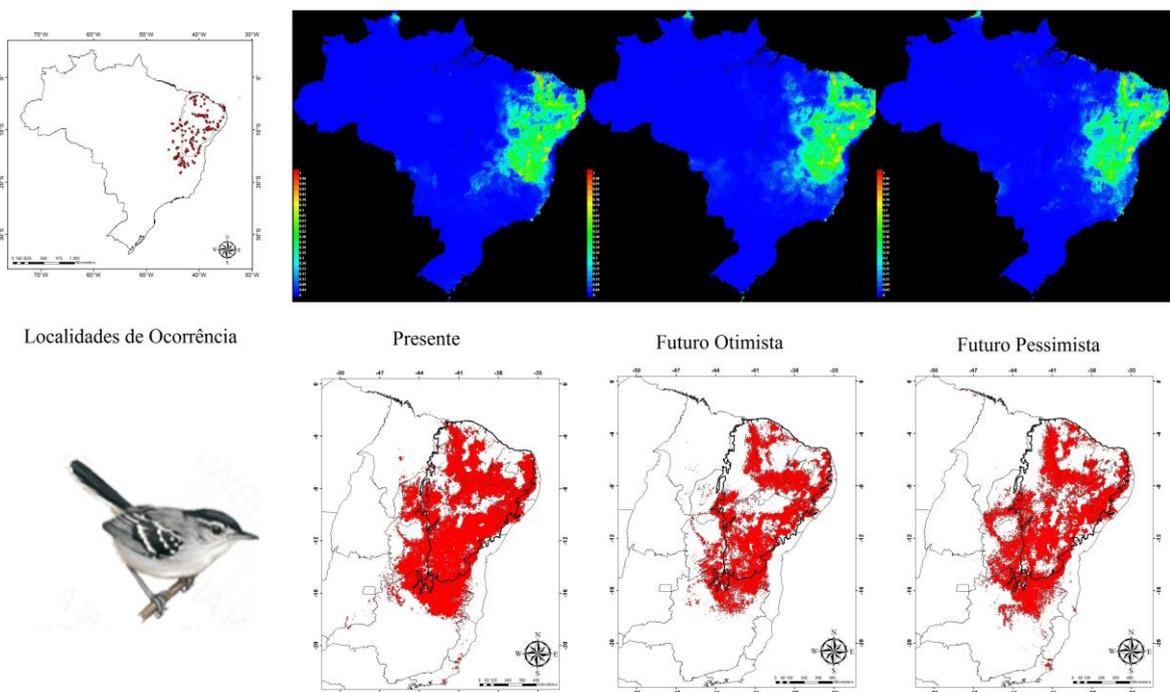


Figura A23 – Distribuição Geográfica de *Myrmorchilus s. strigilatus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

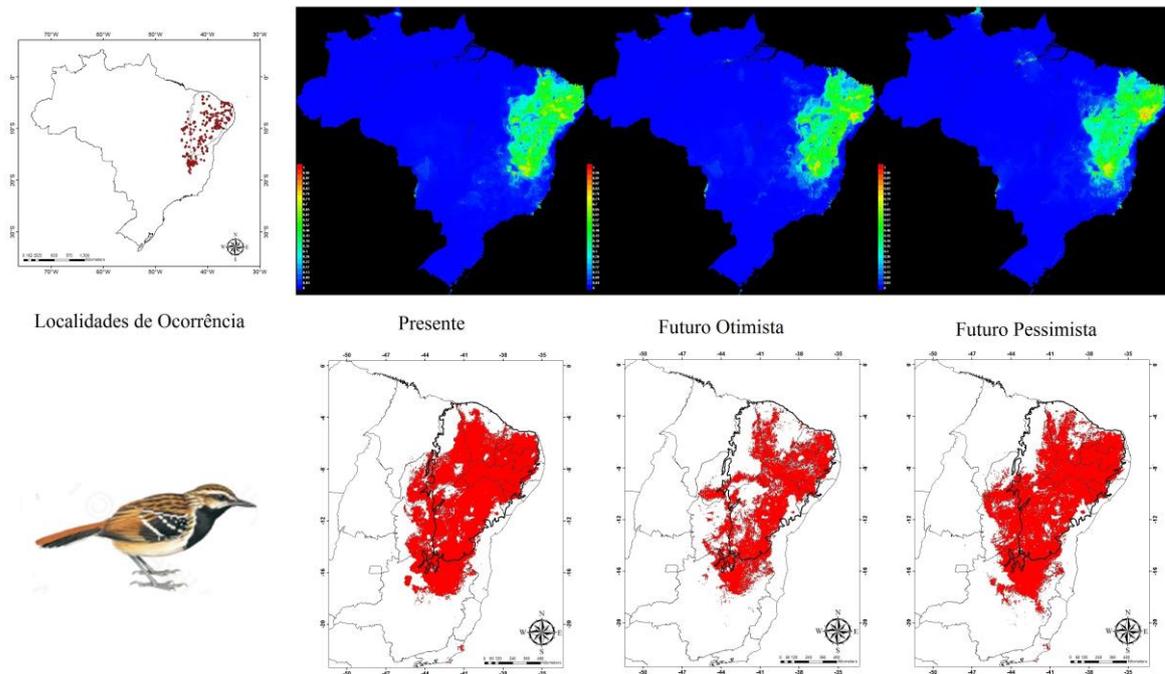


Figura A24 – Distribuição Geográfica de *Sakesphorus cristatus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

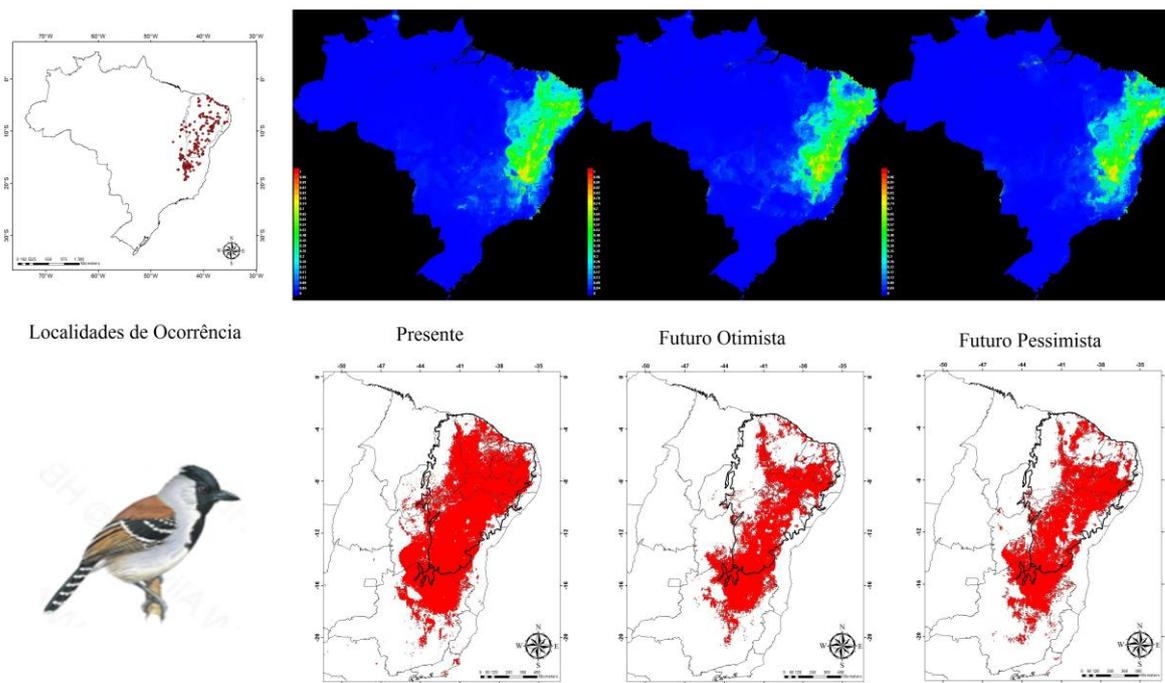


Figura A25 – Distribuição Geográfica de *Thamnophilus capistratus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

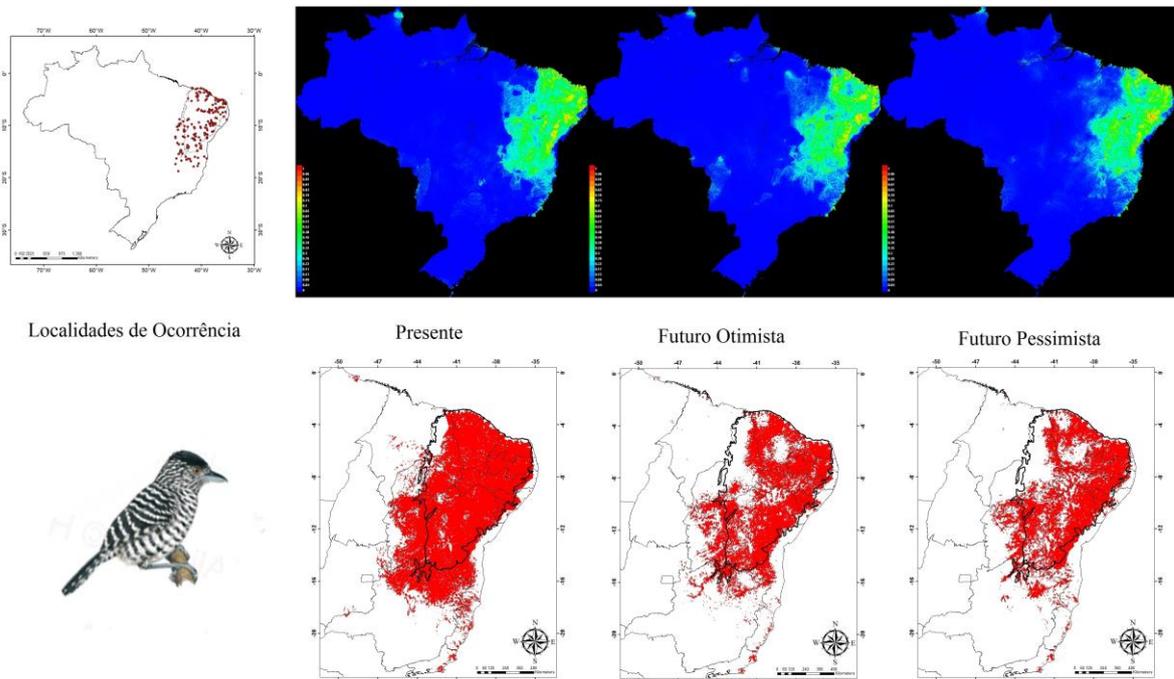


Figura A26 – Distribuição Geográfica de *Hylopezus ochroleucus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

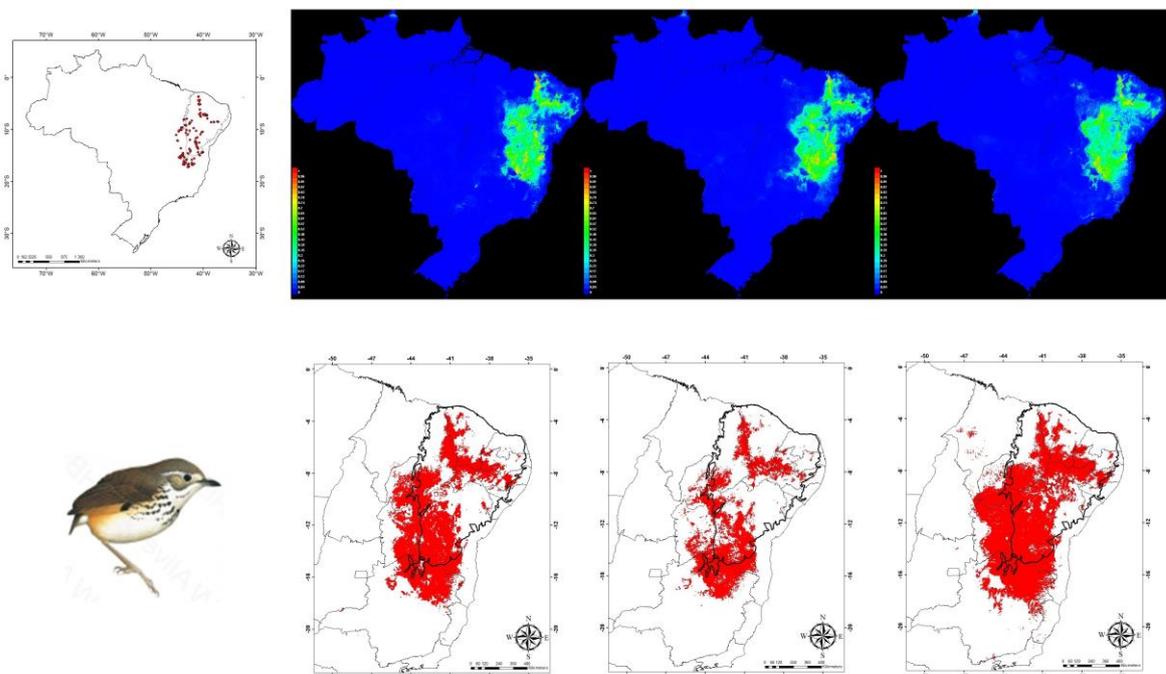


Figura A27 – Distribuição Geográfica de *Scytalopus diamantinensis*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

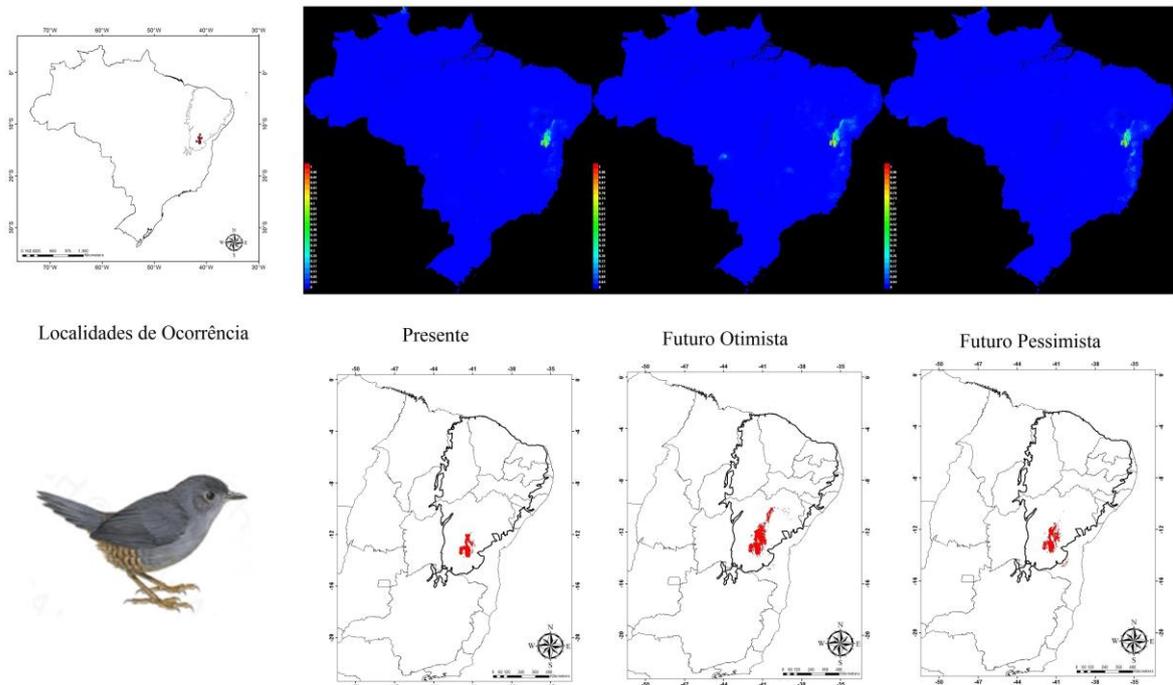


Figura A28 – Distribuição Geográfica de *Sclerurus cearensis*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

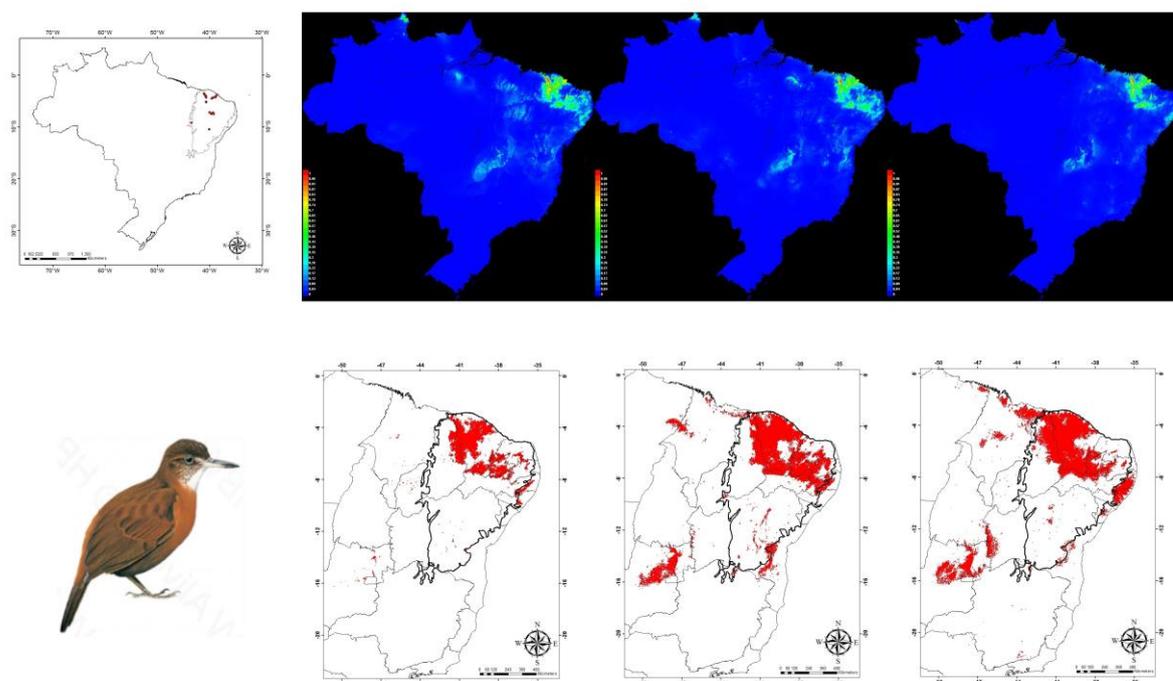


Figura A29 – Distribuição Geográfica de *Lepidocolaptes wagleri*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

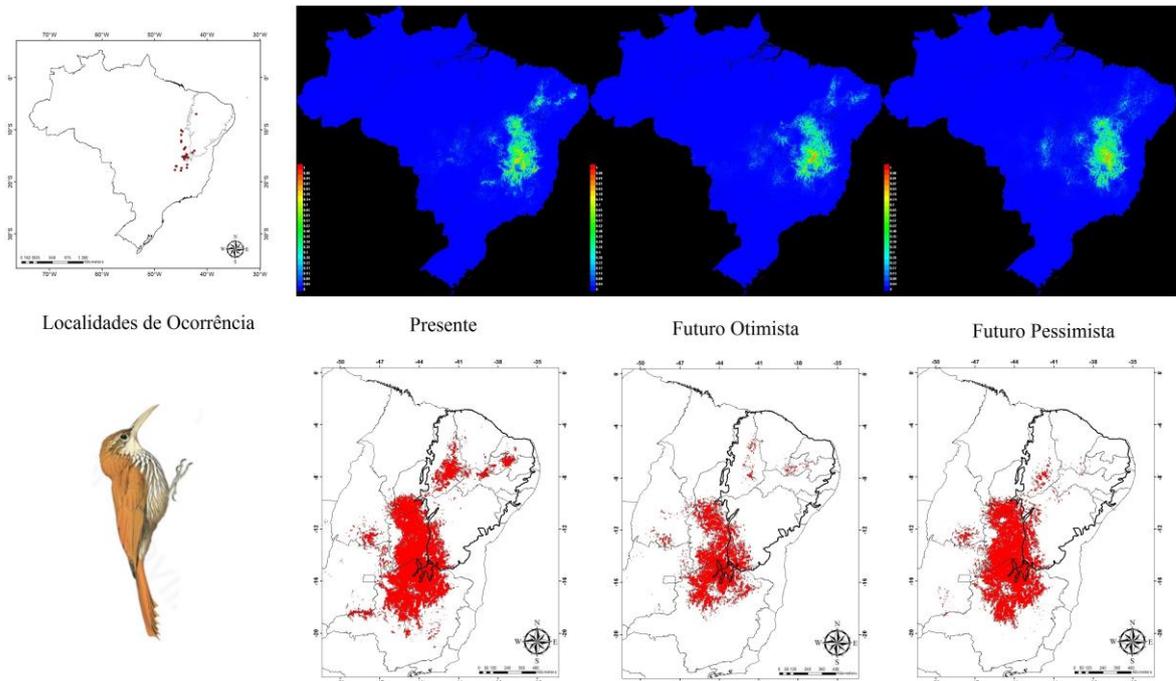


Figura A30 – Distribuição Geográfica de *Sittasomus griseicapillus reiseri*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

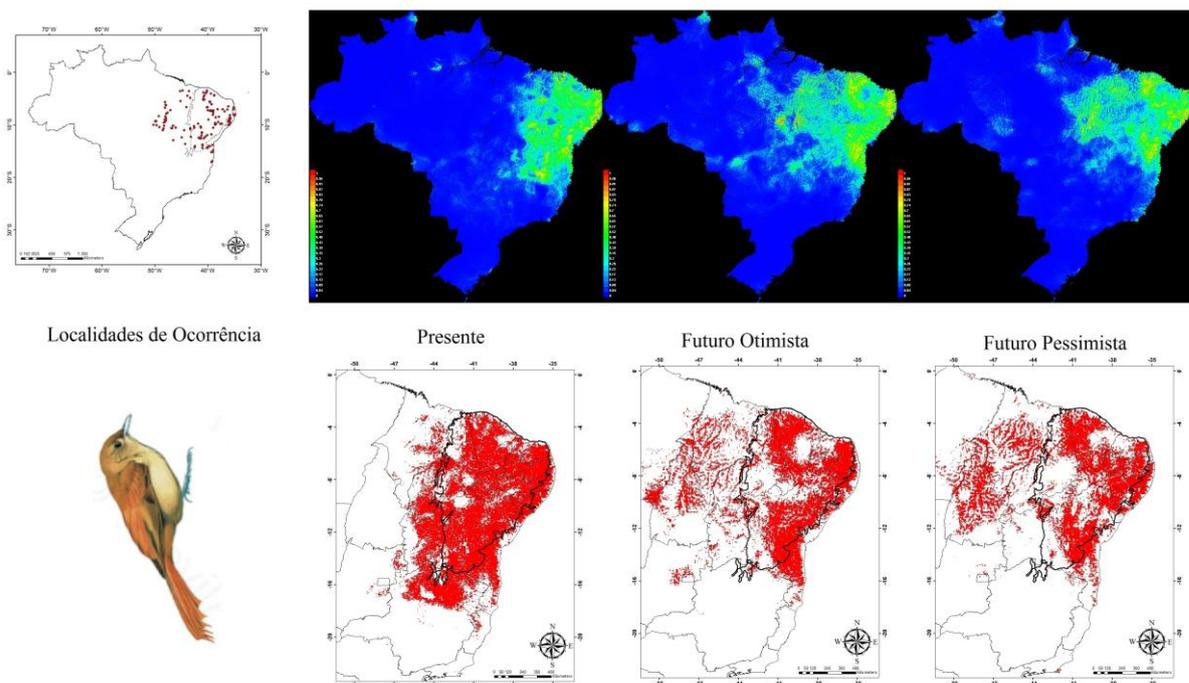


Figura A31 – Distribuição Geográfica de *Xiphocolaptes falcirostris*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

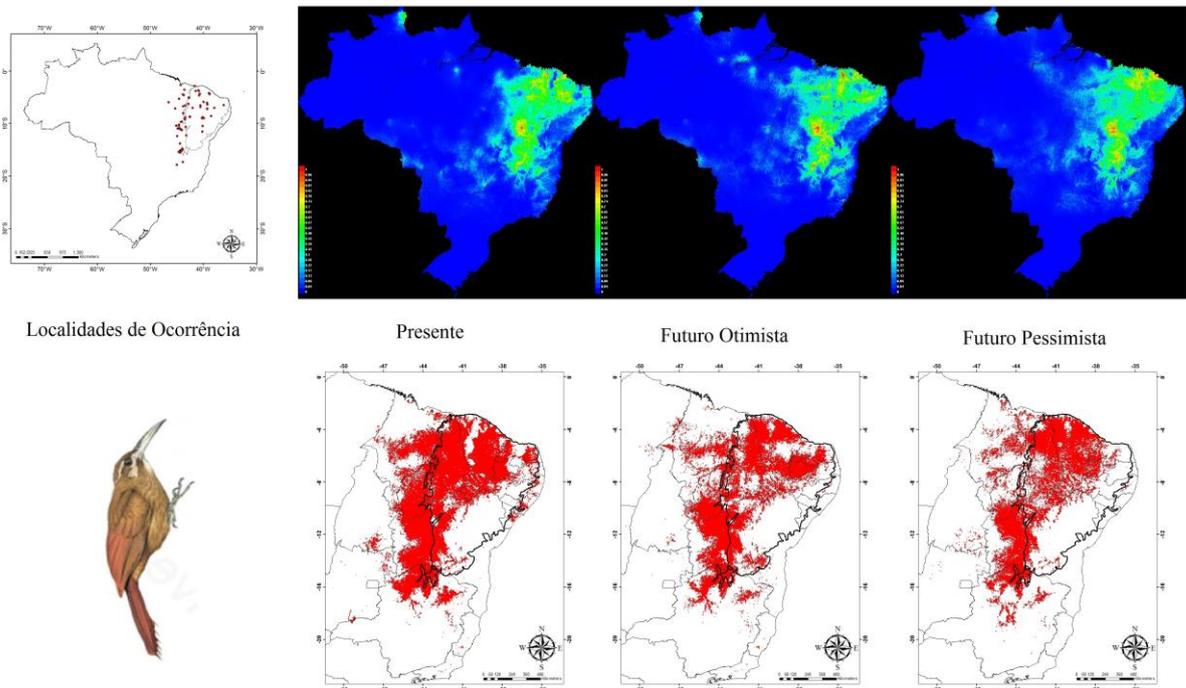


Figura A32 – Distribuição Geográfica de *Cranioleuca semicinerea*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

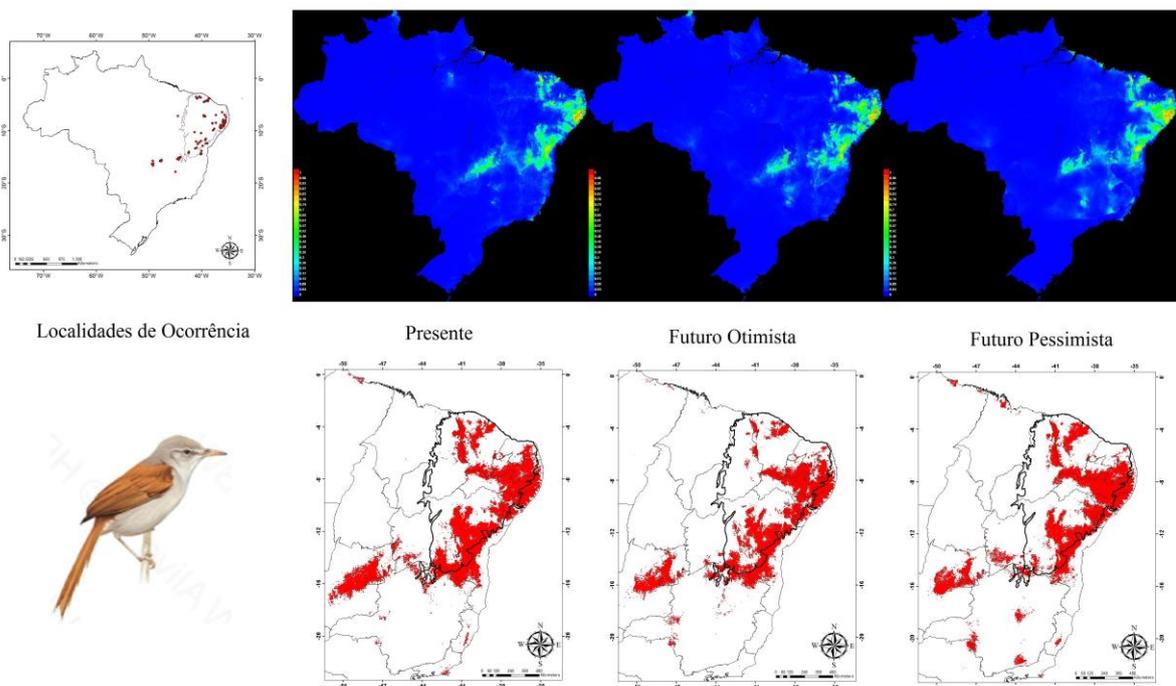


Figura A33 – Distribuição Geográfica de *Cranioleuca vulpina reiseri*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

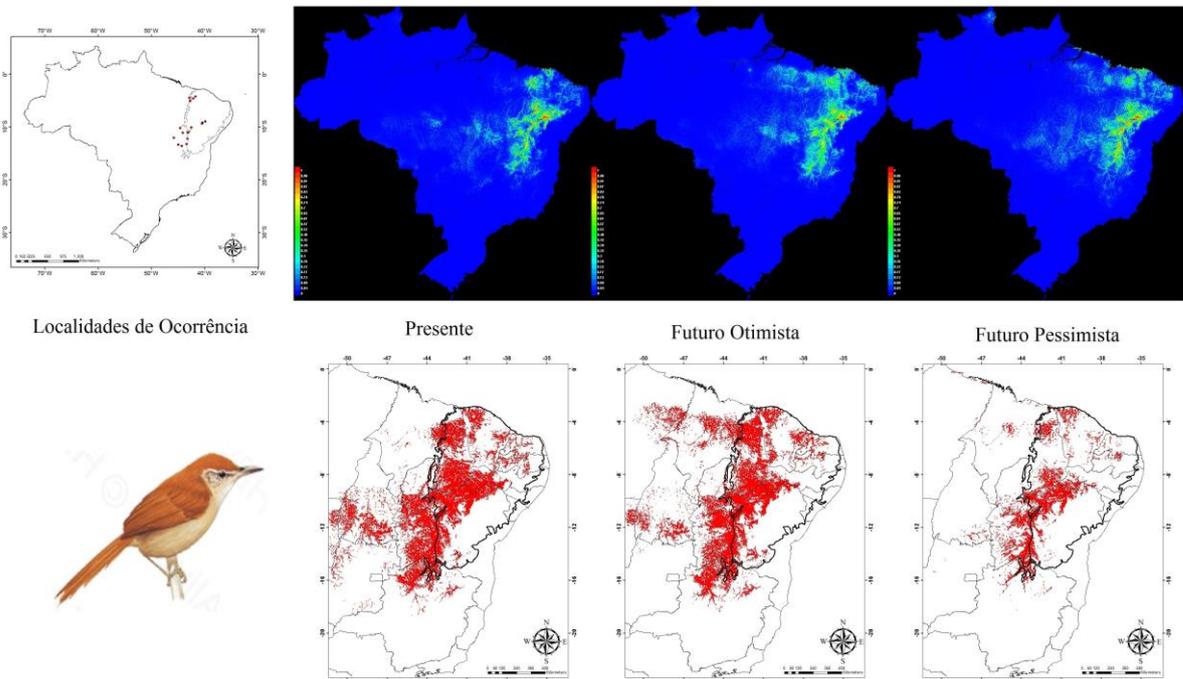


Figura A34 – Distribuição Geográfica de *Megaxenops parnaguae*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

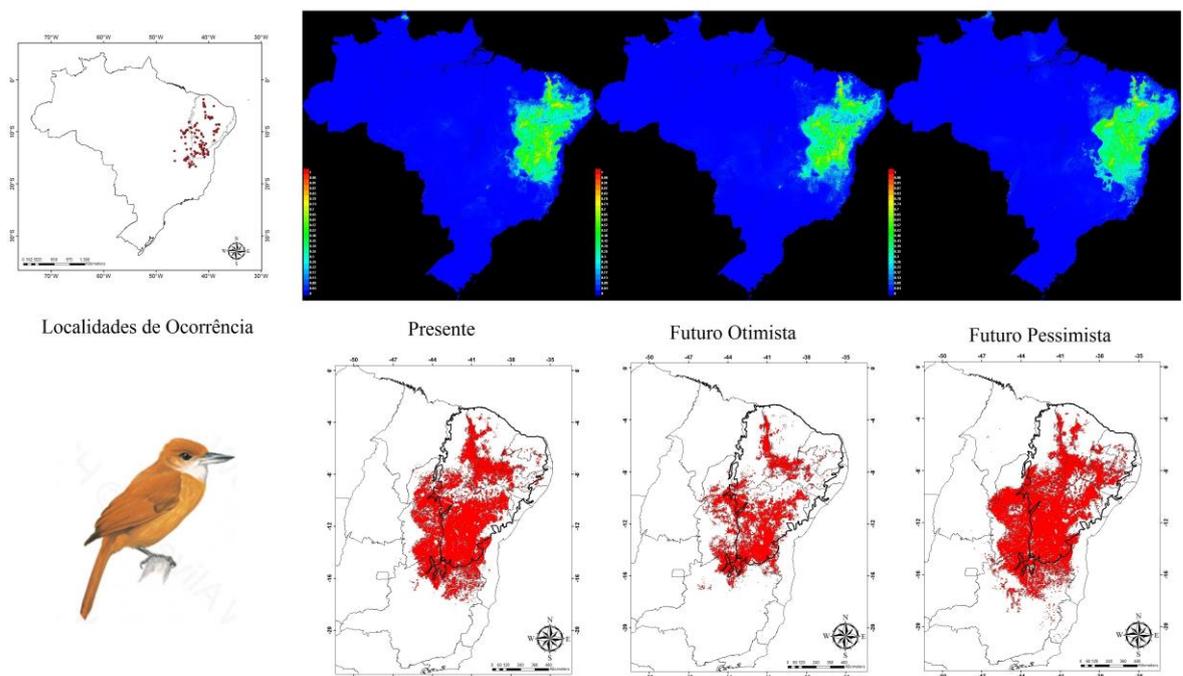


Figura A35 – Distribuição Geográfica de *Phacellodomus r. rufifrons*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

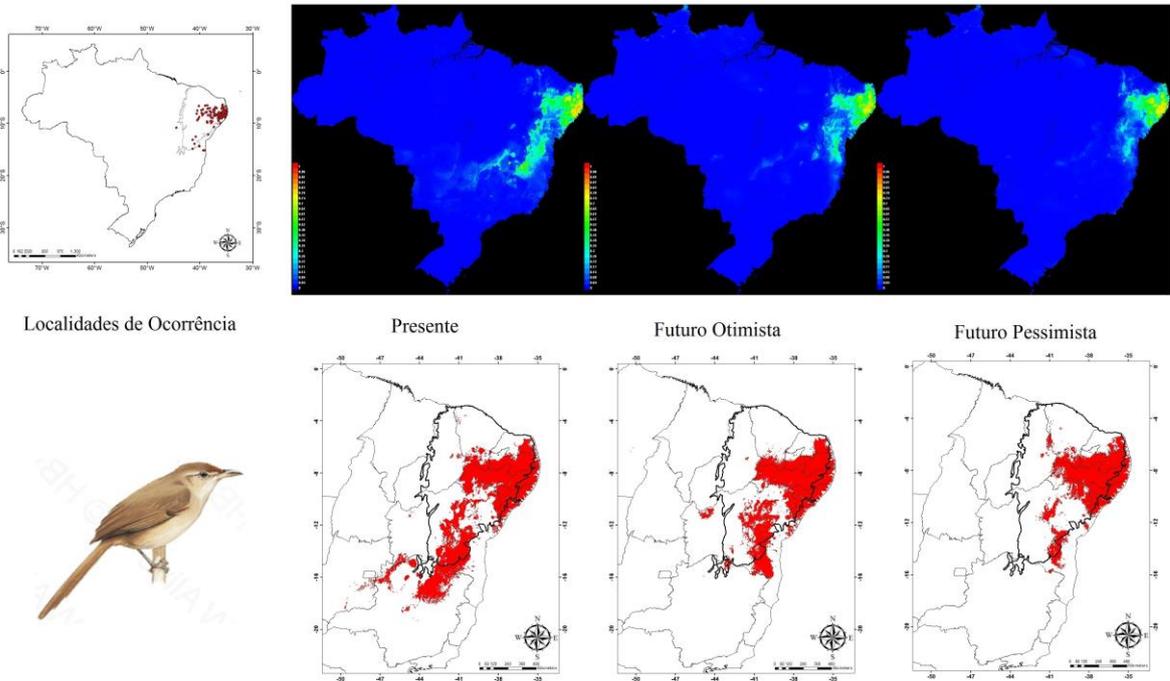


Figura A36 – Distribuição Geográfica de *Pseudoseisura cristata*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

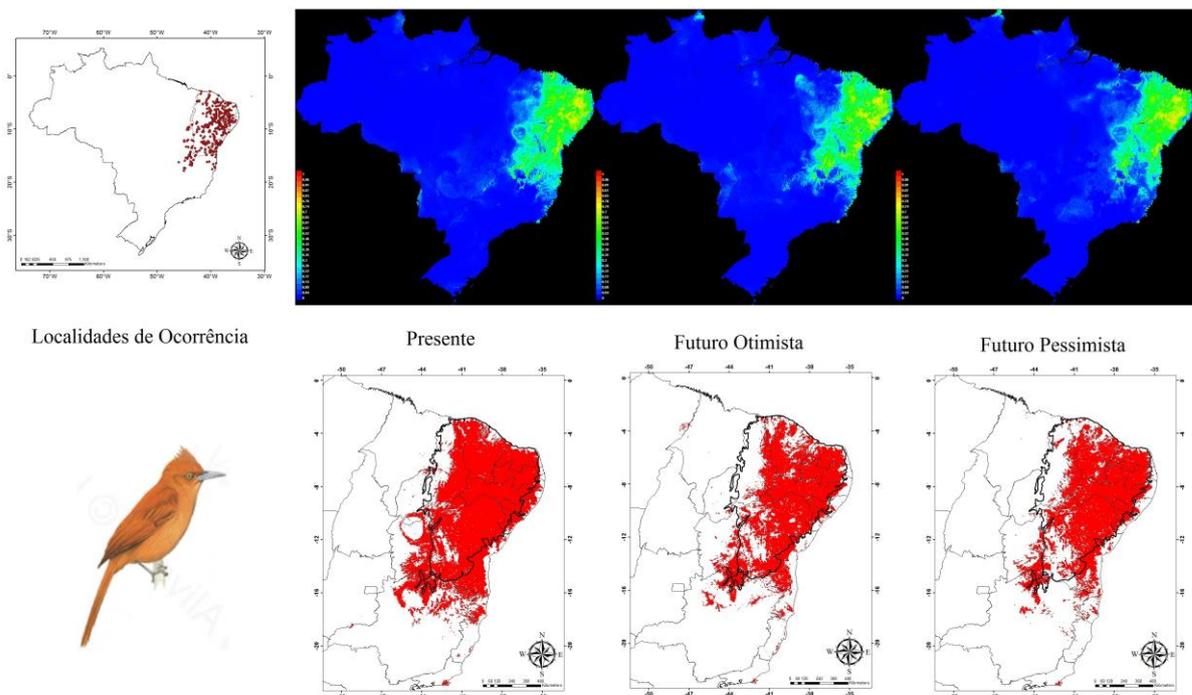


Figura A37 – Distribuição Geográfica de *Synallaxis hellmayri*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

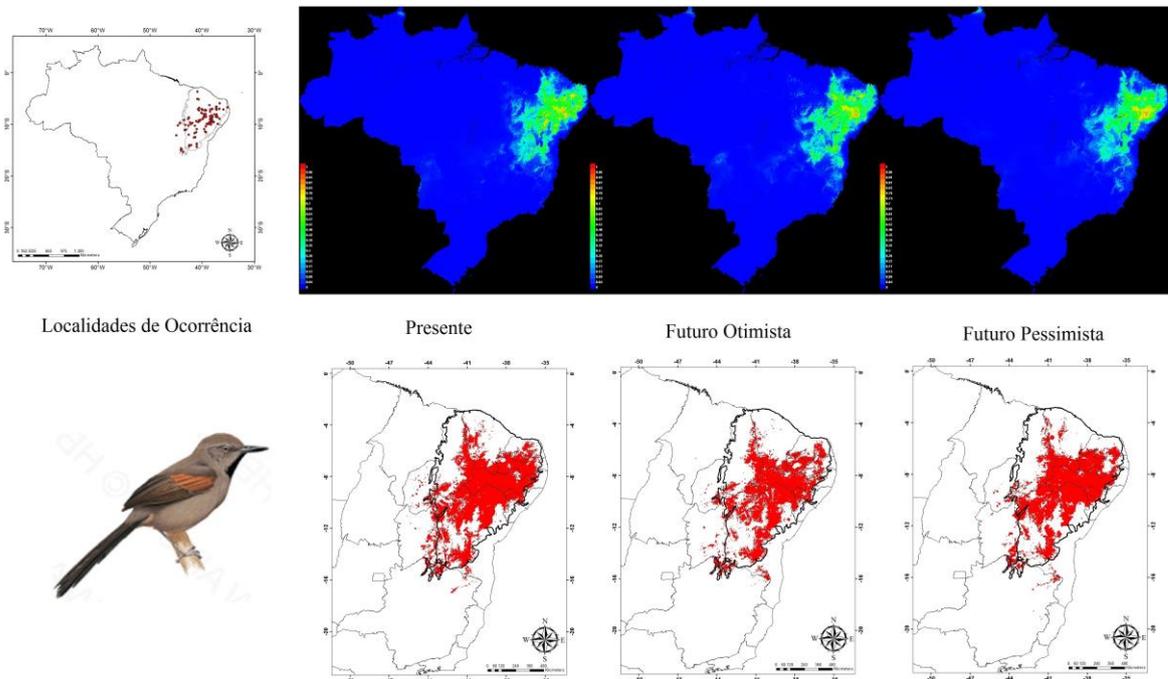


Figura A38 – Distribuição Geográfica de *Antilophia bokermanni*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

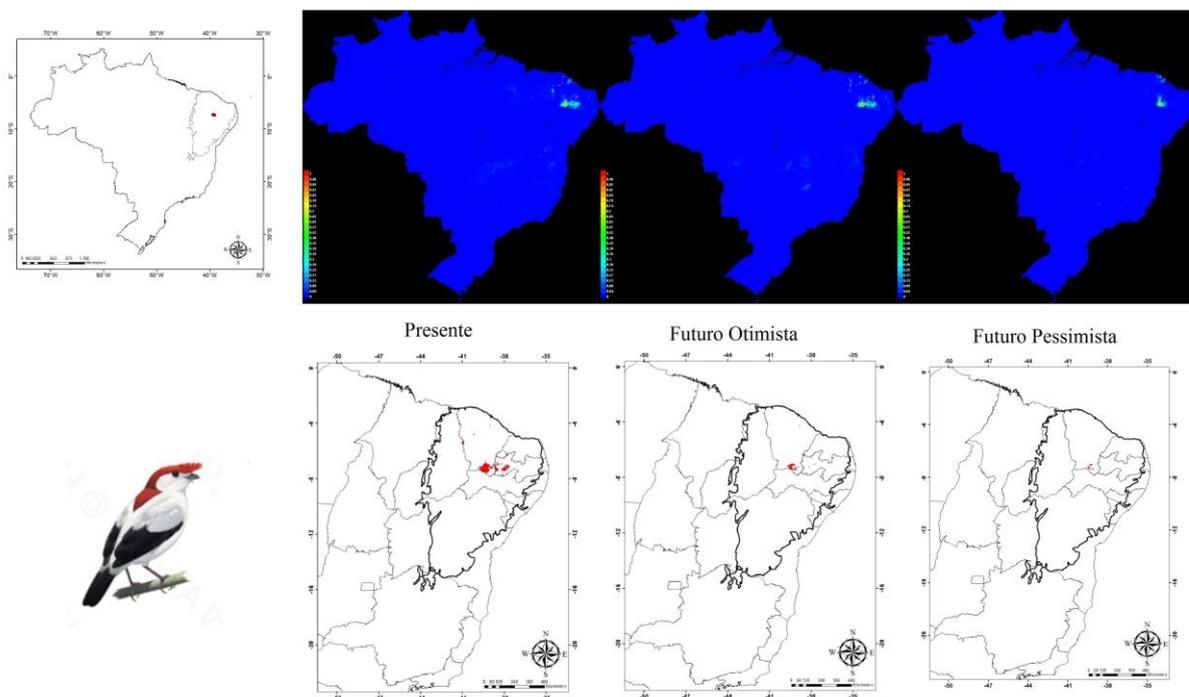


Figura A39 – Distribuição Geográfica de *Phylloscartes roquettei*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

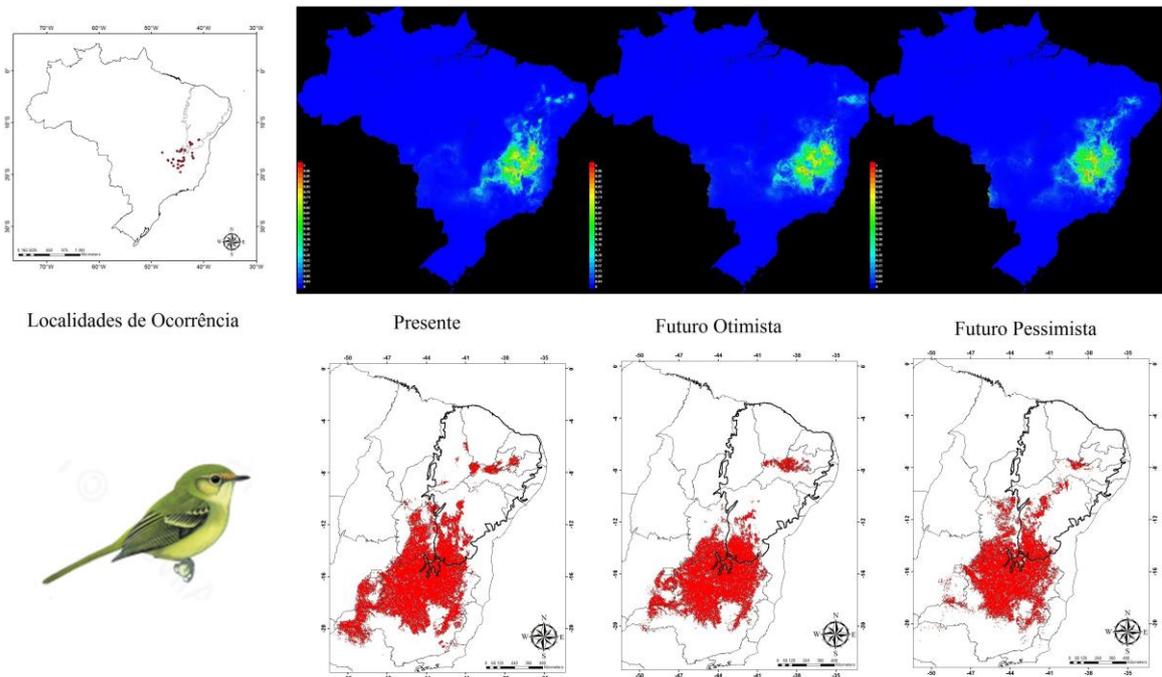


Figura A40 – Distribuição Geográfica de *Knipolegus franciscanus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

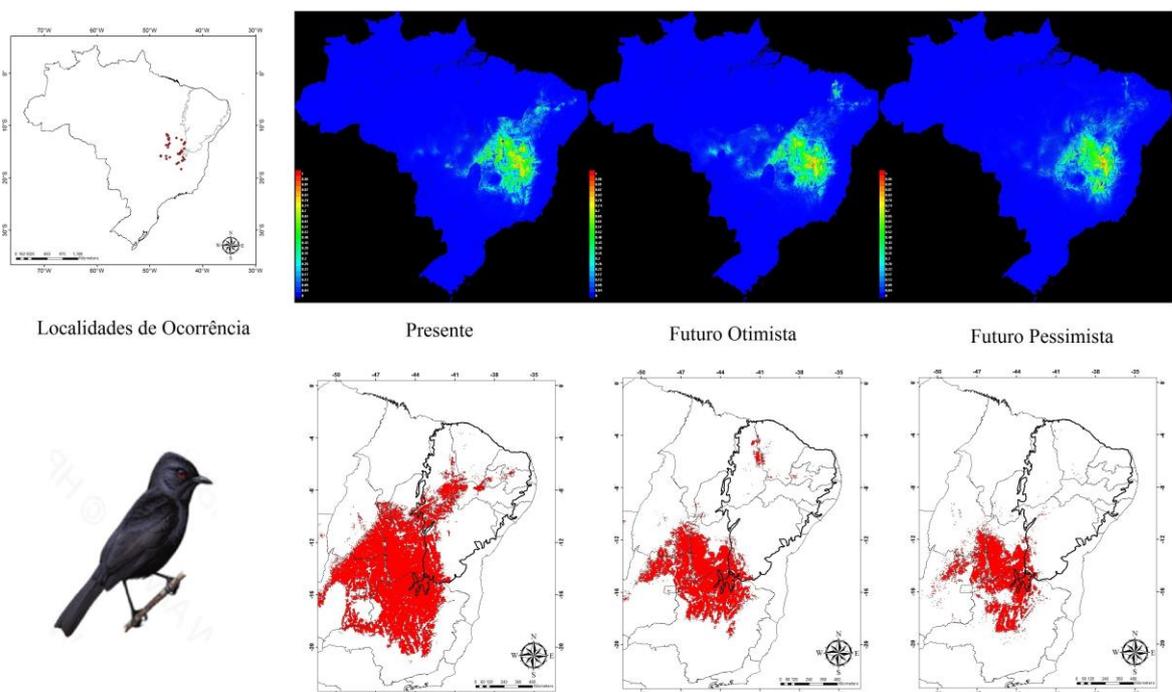


Figura A41 – Distribuição Geográfica de *Knipolegus nigerrimus hoflingi*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

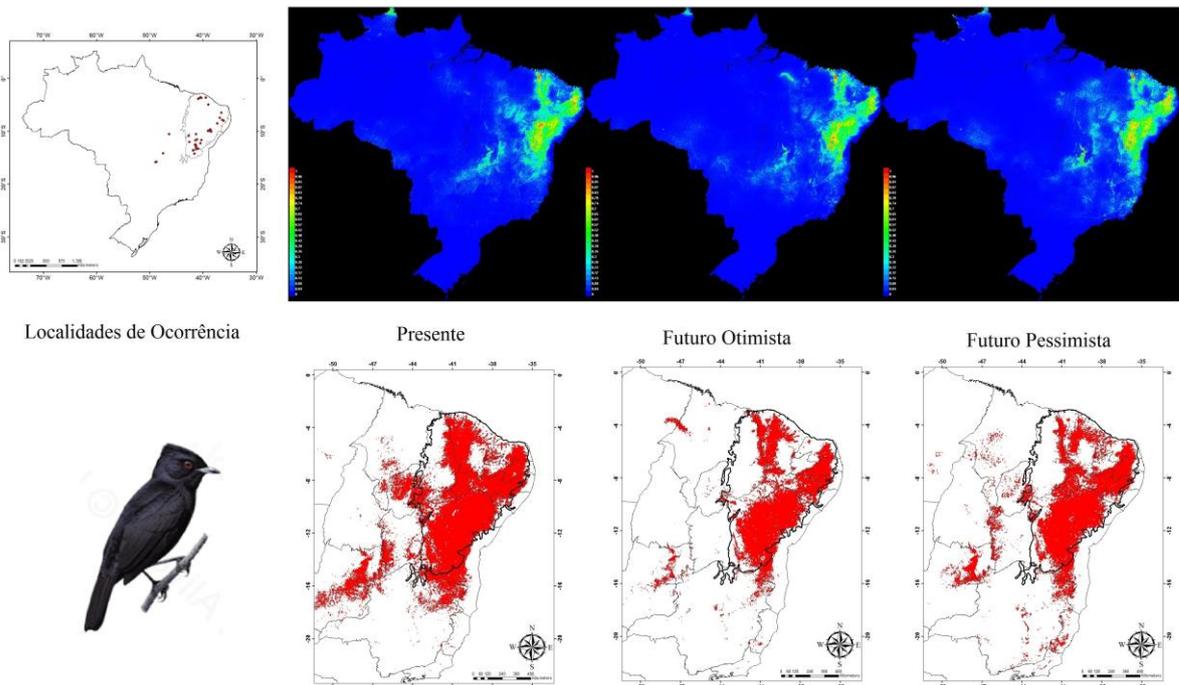


Figura A42 – Distribuição Geográfica de *Phyllomyias fasciatus cearae*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

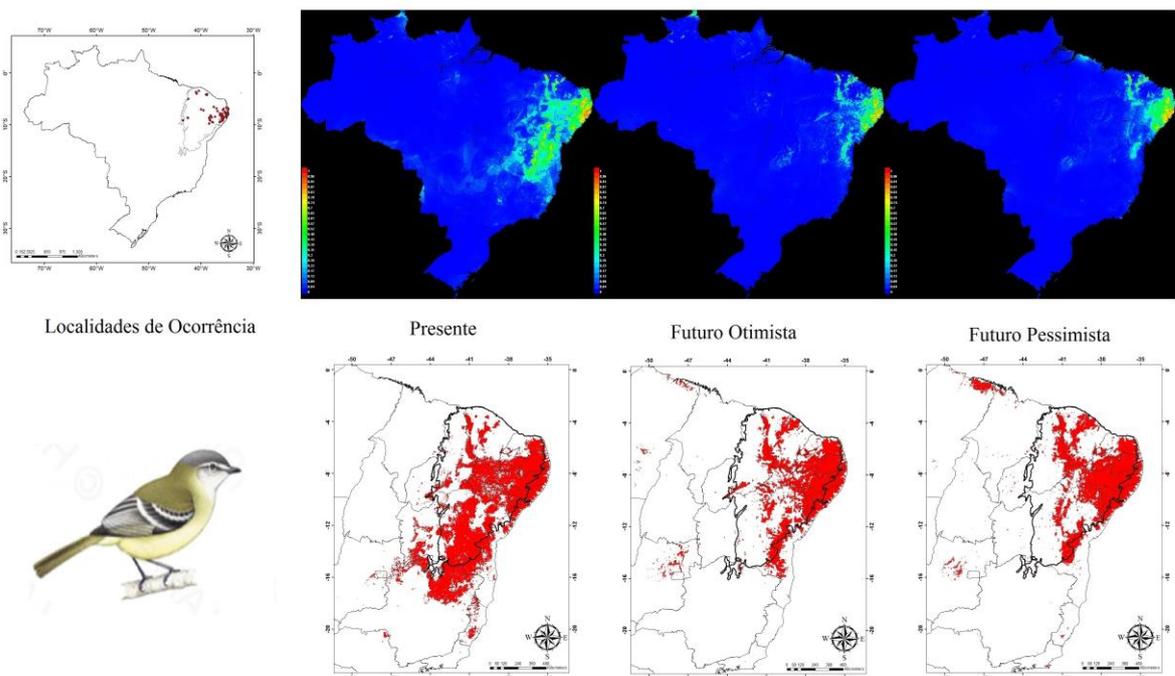


Figura A43 – Distribuição Geográfica de *Stigmatura budytoides gracilis*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

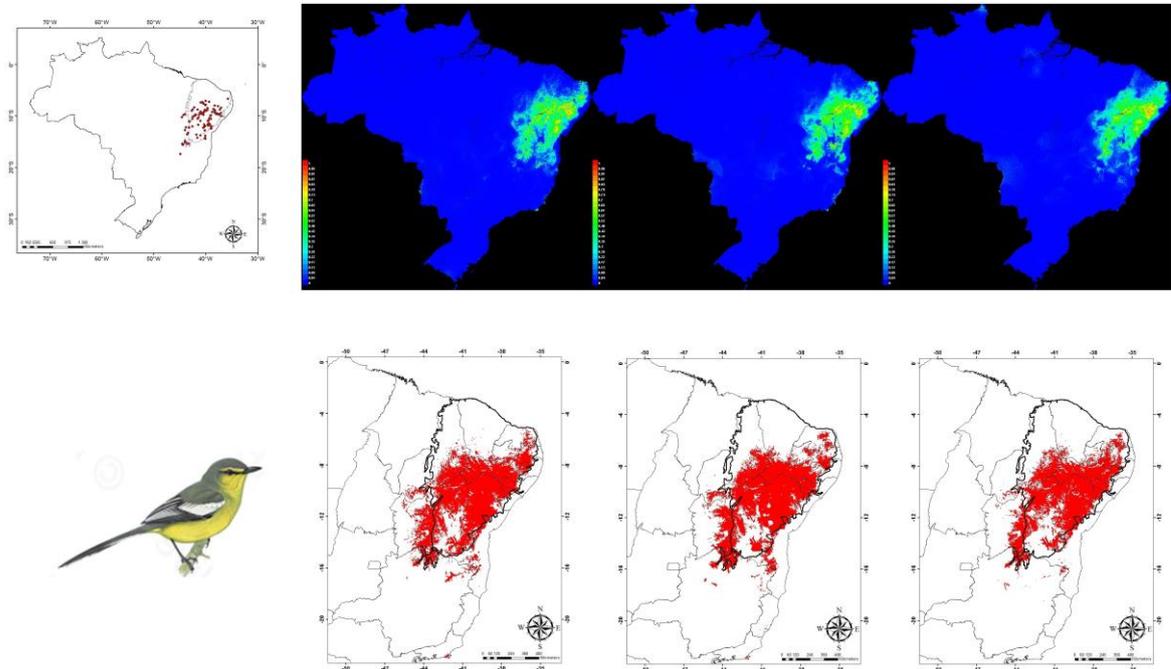


Figura A44 – Distribuição Geográfica de *Stigmatura napensis bahiae*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

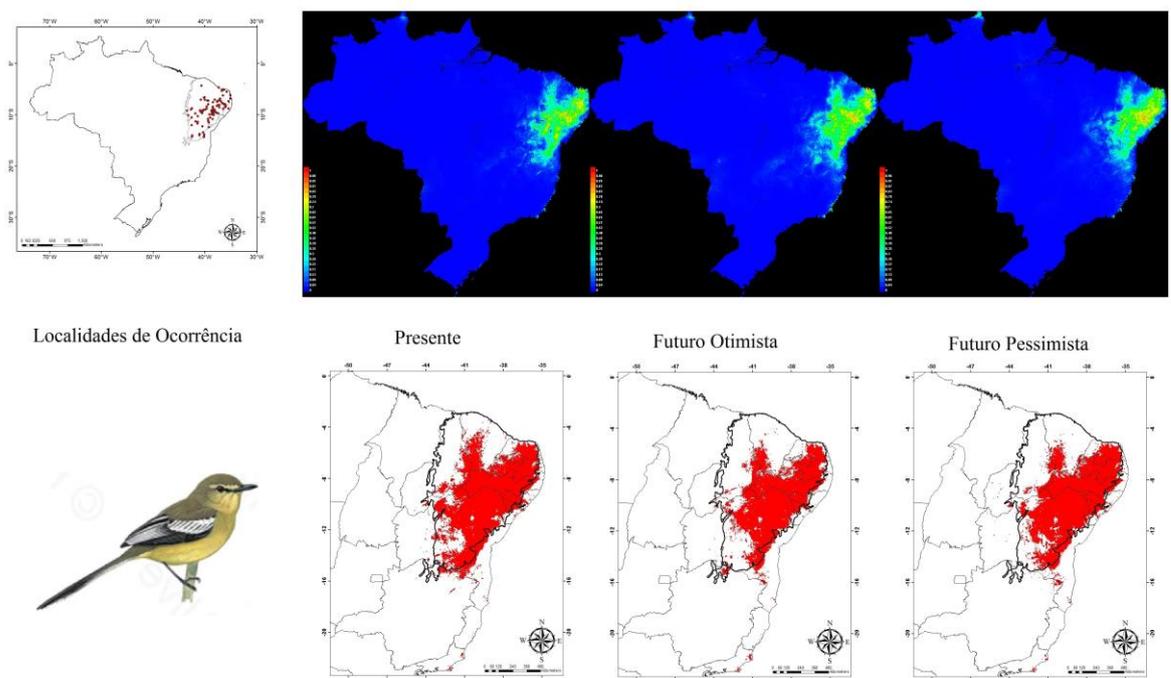


Figura A45 – Distribuição Geográfica de *Suiriri suiriri bahiae*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

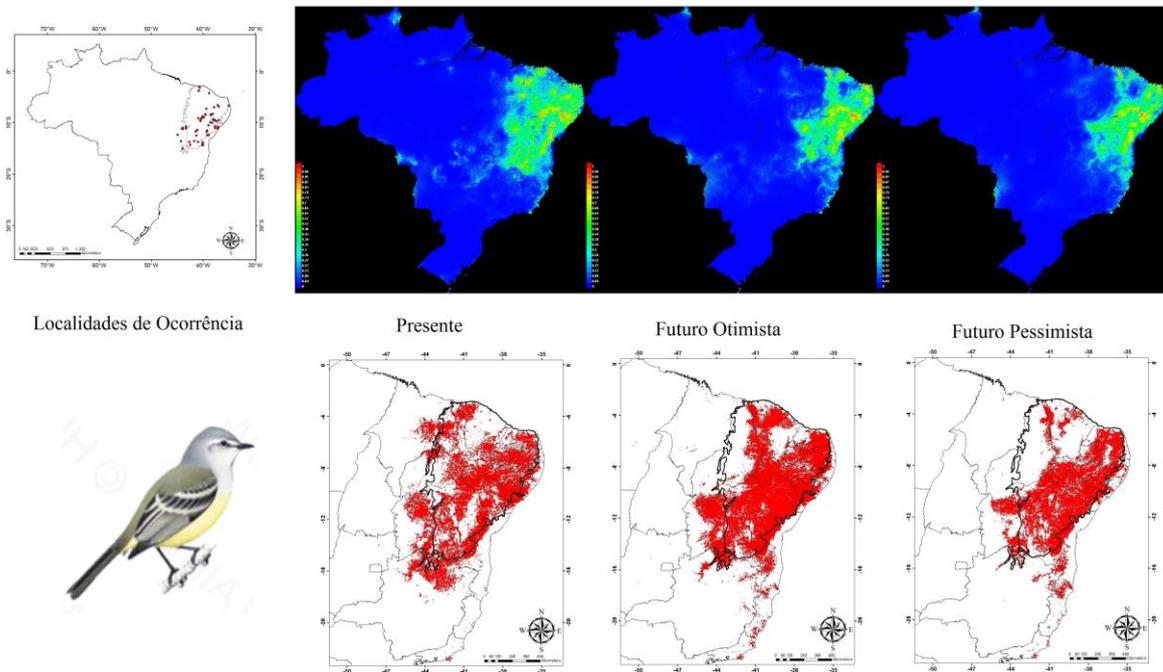


Figura A46 – Distribuição Geográfica de *Xolmis irupero niveus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

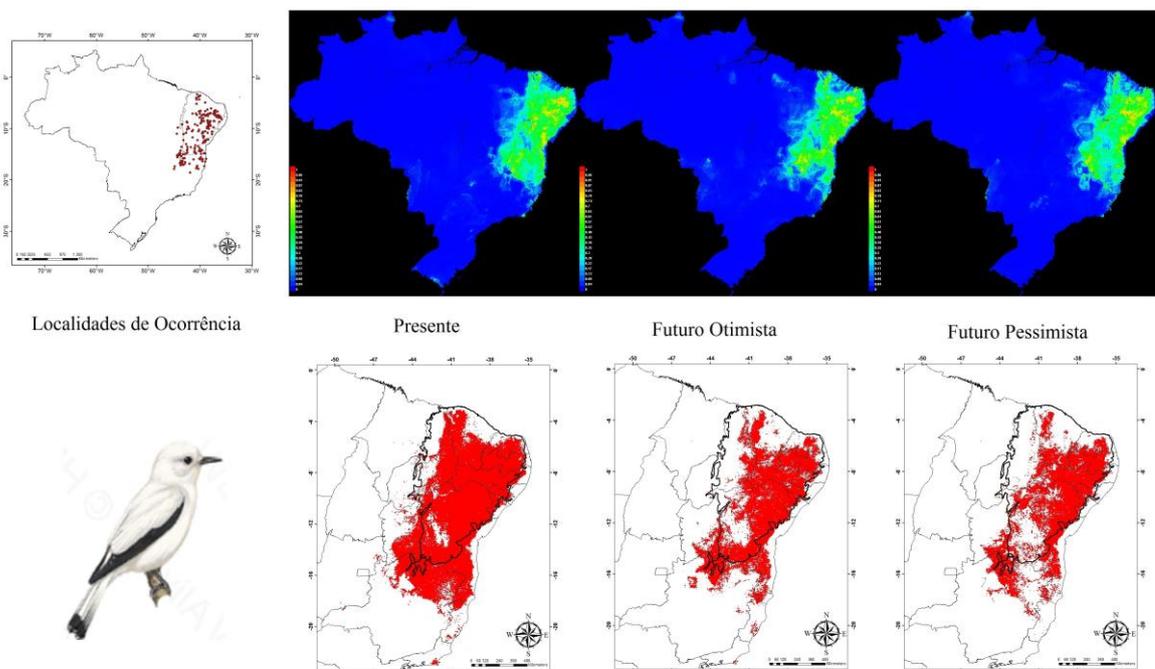


Figura A47 – Distribuição Geográfica de *Cantorchilus longirostris bahiae*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

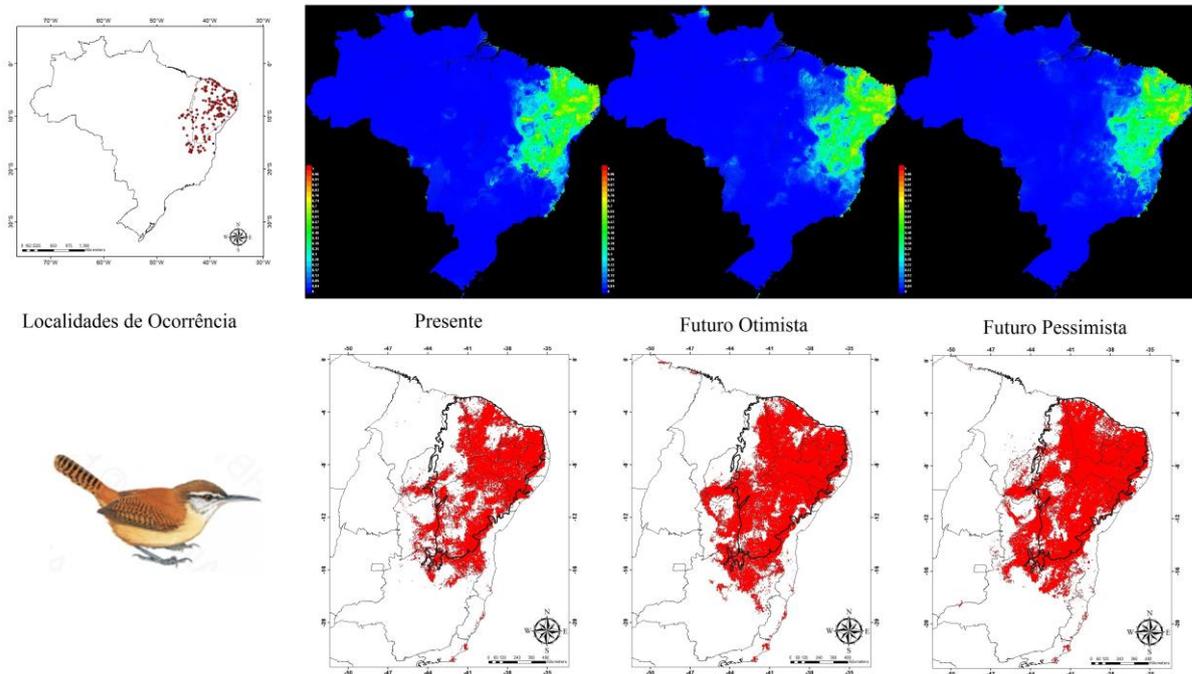


Figura A48 – Distribuição Geográfica de *Mimus saturninus arenaceus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

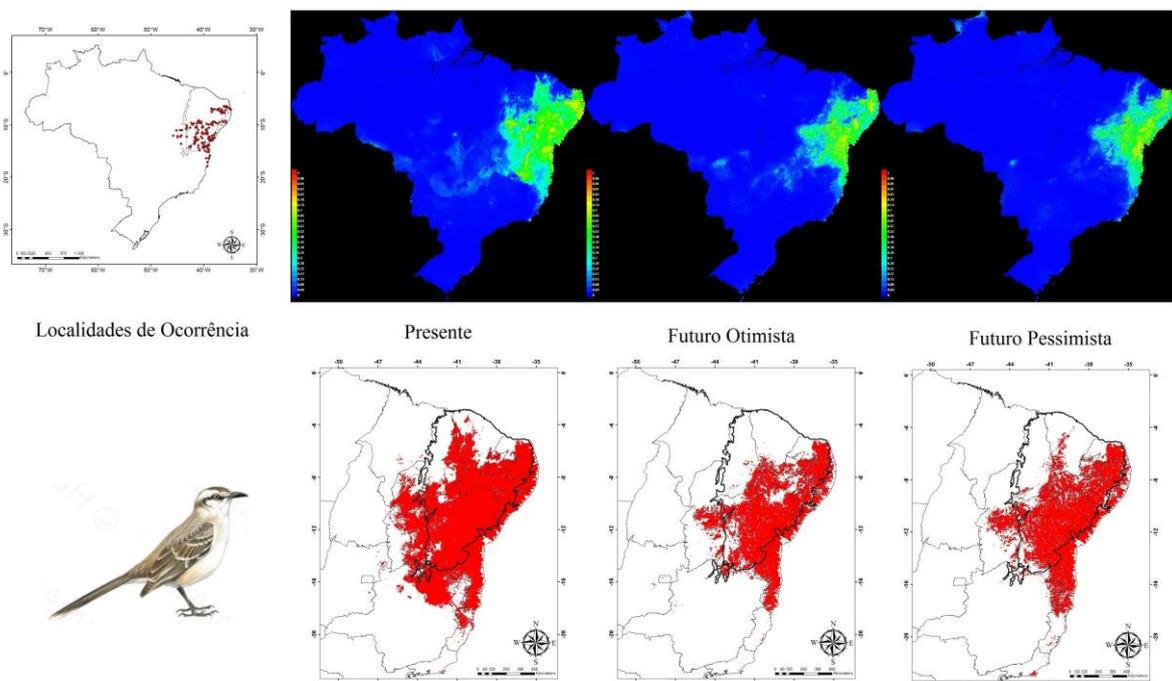


Figura A49 – Distribuição Geográfica de *Arremon franciscanus*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

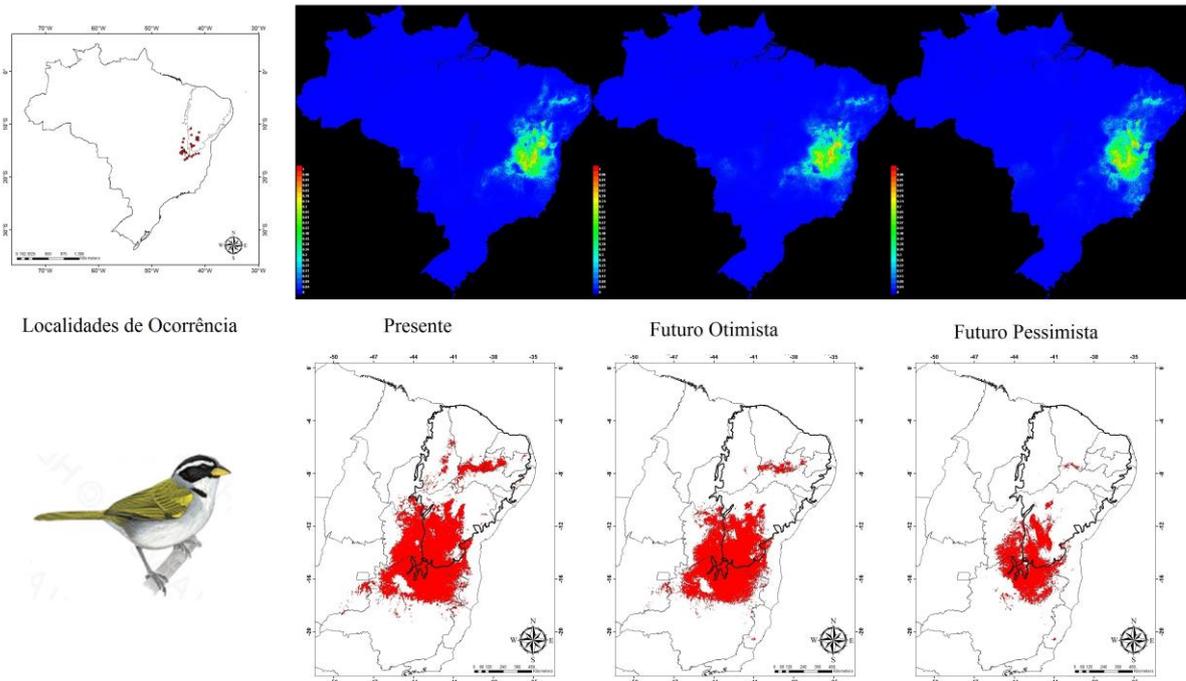


Figura A50 – Distribuição Geográfica de *Agelaioides fringillarius*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

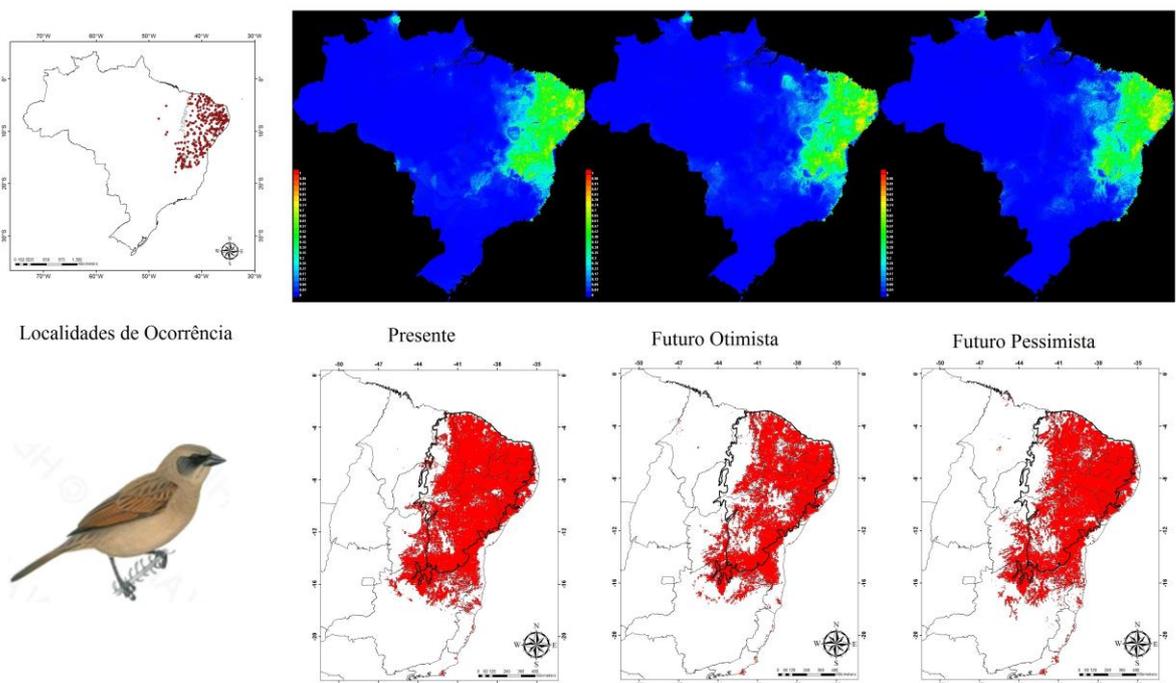


Figura A51 – Distribuição Geográfica de *Sporagra yarrellii*. Localidades de ocorrência seguida de mapas de adequabilidade ambiental em azul e mapas binários em vermelho, para os três cenários climáticos (Presente, Futuro Otimista e Futuro Pessimista).

