



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE BIOCÊNCIAS**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM AMBIENTAIS**

**GIOVANNA OLIVAREZ COUTO CARVALHO**

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO HISTÓRICOS E EXPANSÕES  
TERRITORIAIS EM AVES DA CAATINGA**

**RECIFE**

**2022**

GIOVANNA OLIVAREZ COUTO CARVALHO

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO HISTÓRICOS E EXPANSÕES  
TERRITORIAIS EM AVES DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais, da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, como um dos requisitos exigidos para obtenção do certificado de conclusão do curso de graduação.

Orientador: Prof. Dr. Luciano N. Naka

Co-Orientadora: Msc. Hevana S. Lima

**RECIFE**

**2022**

## AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho a todos que contribuíram de alguma forma, que me apoiaram e ajudaram durante esses anos na graduação. Queria agradecer em primeiro lugar a minha mãe, Patrícia Olivarez Couto Carvalho, que sempre me incentivou e me apoiou em todos os momentos e decisões da minha vida, uma pessoa que me inspira todos os dias a ser melhor. Que me ensinou a ter uma boa educação e respeito ao outro, sem você com certeza não estaria aqui hoje. Agradeço também a minha tia, Marcela Ferreira Couto, minha segunda mãe, que sempre me incentivou e ajudou como pôde para me manter nos estudos e conseguir realizar meu sonho de passar na universidade. Agradeço também aos meus avós, Adilson Ferreira Couto e Lydia Olivarez Ferreira Couto, que de algum lugar que sei estão felizes por mim, em especial ao meu avô que me ensinou a amar passarinhos e hoje estou aqui trabalhando com o que amo. Queria agradecer também a Gustavo Santana, meu namorado e melhor amigo, obrigado por todo companheirismo ao longo desses anos e por aguentar a tagarela que eu sou esses 4 anos falando sobre bichos.

Agradeço ao meu orientador Luciano Nicolás Naka, por toda paciência, orientação, conhecimento e oportunidade que tive desde que entrei no laboratório. Uma pessoa que admiro muito e com certeza foi uma das mais importantes na minha vida como profissional, sem você nada disso seria possível, serei eternamente grata por toda vivência que tive no Ornitolab. Agradeço também a minha co-orientadora maravilhosa, Hevana Lima, que esteve comigo me dando suporte sempre que precisei e me ajudando a construir esse projeto que hoje se tornou um TCC, sem você nada disso teria acontecido. Gratidão e admiração demais pela mulher e pesquisadora que tu és, com certeza você é uma das minhas maiores inspirações dentro da ornitologia.

Obrigada também a Lays Viturino, por ser uma pessoa incrível e com toda paciência do mundo me ensinou muito sobre o QGIS e no R, que foram ferramentas fundamentais para realização desse trabalho, por sempre separar um tempinho pra me ajudar, mesmo que de longe (e com Bella na barriga). Obrigada pelas boas risadas nas reuniões do meet com Hevana. Obrigada Dani por todo companheirismo, amizade e por me proporcionar tantas risadas nesse lab, obrigada também por me ensinar a amar taxidermia. A Stephannie, minha parceira de taxidermia, obrigada pela tua amizade e pelas boas risadas no lab. A Bruna, a pessoa mais animada do Ornitolab, sou muito

grata pela tua amizade, nunca vou esquecer do dia em que eu, tu e Dani reformamos o lab hahahaha aquele dia rendeu muita risada boa. Agradeço também a Victor Leandro por ter me ajudado com o trabalho sempre que precisei, por todas as caronas e risadas. A toda família Ornitolab, Gigi, Jonjon, Layse, Maria, Paulo, Akemi e Lucas, que fizeram/fazem parte dessa equipe incrível (com certeza o melhor laboratório da UFPE).

As minhas amigas e cientistas maravilhosas Mari, Bruna, Nycolle, Marília, Sabrina, Wanessa e Thereza (Mean Girls), que sempre estiveram comigo durante a graduação e que pretendo levar pro resto da vida, obrigado por todos os momentos (que foram muitos, viu?) nesses 4 anos. A todos os professores, em especial o professor José Portugal que me ajudou muito com o QGIS. A todos os meus amigos e colegas que me incentivaram e ajudaram de alguma forma ao longo desses anos na graduação.

A Universidade Federal de Pernambuco e todos os seus servidores que fazem a universidade funcionar, agradeço pela oportunidade de ter conhecido professores e pesquisadores incríveis no meio acadêmico, e claro, também pelas amizades que criei ao longo desse tempo. Ao CNPq por ter me concedido a bolsa ao meu projeto de iniciação científica.

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO HISTÓRICOS E EXPANSÕES  
TERRITORIAIS EM AVES DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências  
Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais, da  
Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos  
requisitos à obtenção do grau de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

Data de Aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

\_\_\_\_\_  
Dr. Helder Pereira de Araújo/ Universidade Federal da Paraíba

\_\_\_\_\_  
Dr. Diego Astúa de Moraes/ Universidade Federal de Pernambuco

\_\_\_\_\_  
Dra. Maria Wilhelmina Barbosa de Oliveira Pil/ Universidade  
Federal de Pernambuco

\_\_\_\_\_  
Dr. Luciano Nicolás Naka/ Universidade Federal de  
Pernambuco

## RESUMO

A distribuição geográfica das espécies pode ser alterada por fatores bióticos e abióticos, especialmente em resposta a mudanças geológicas, climáticas e no uso da terra.

Registros documentados da ocorrência das espécies através de espécimes depositados em coleções e museus, fotografias e gravações, permitem acompanhar alterações na distribuição das espécies ao longo do tempo. Algumas espécies de aves, antes consideradas típicas da Caatinga, parecem ter sofrido recentes expansões nas suas distribuições. Para avaliar as evidências destas possíveis expansões, coletei dados de distribuição de três espécies de aves: o cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*), o corrupeiro (*Icterus jamaicensis*) e o golinho (*Sporophila albogularis*). Utilizando Sistemas de Informação Geográfica, criei mapas de distribuição ao longo do tempo para avaliar possíveis padrões de expansão geográfica dessas espécies. Nossos resultados confirmam expansões recentes na área de ocorrência das espécies-alvo na direção Sudeste, Centro-oeste e Sul do Brasil, ocorridas a partir da década de 90 para *Paroaria dominicana* e *Icterus jamaicensis*, e a partir de 2010 para *Sporophila albogularis*. Estas espécies triplicaram suas áreas de ocorrência históricas (até 1950). Neste estudo avaliamos três diferentes hipóteses que poderiam explicar estes aumentos, incluindo o efeito i) do desmatamento, ii) do tráfico de fauna, e iii) do aumento no número de registros. Primeiro, encontramos relações positivas entre a área de ocorrência das três espécies e o aumento nas áreas agropastoris. Em segundo lugar, mostramos que as três espécies são amplamente utilizadas no mercado ilegal de fauna. E finalmente, achamos uma relação positiva entre o número de registros e a área de ocorrência. Desta forma, nossos resultados apoiam as três hipóteses anteriores, sugerindo uma convergência de fatores influenciando a distribuição das três espécies. Sugerimos a necessidade de utilizar dados genômicos para avaliar a origem das novas populações das regiões Sudeste e Centro-Oeste e o uso de modelagem de distribuição para avaliar o efeito das mudanças climáticas no avanço destas espécies ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** Distribuição geográfica, Aves, Caatinga, Expansões.

## ABSTRACT

The geographic distribution of species can be altered by biotic and abiotic factors, especially in response to geological, climatic and land use changes. Documented records of the occurrence of species through specimens deposited in collections and museums, photographs, and recordings, allow monitoring changes in the distribution of species over time. Some bird species, previously considered typical of the Caatinga, seem to have undergone recent expansions in their distributions. To assess the evidence of these possible expansions, distribution data were collected for three bird species: Red-cowled Cardinal (*Paroaria dominicana*), Campo Troupial (*Icterus jamacaii*) and White-throated Seedeater (*Sporophila albogularis*), from zoological collections and databases. online. Using Geographic Information Systems, these data were used to create distribution maps over time and to assess possible patterns of geographic expansion of these species. Our results point to recent expansions in the distribution of target species in the Southeast, Midwest and South of Brazil, which occurred from the 90s onwards for *Paroaria dominicana* and *Icterus jamacaii*, and from 2010 onwards for *Sporophila albogularis*. All target species are commonly traded on the illegal market, suggesting that wildlife trafficking may be involved in these changes.

**Keywords:** Geographical distribution, Birds, Caatinga, Expansions.

## Lista de Figuras

- Figura 1.** Pontos de ocorrência atuais documentados para *Paroaria dominicana* (Ilustração de Brian Small, Handbook of the Birds of the World, Jaramillo 2020). ..... 17
- Figura 2.** Pontos de ocorrência atuais documentados para *Icterus jamacaii* (Ilustração de Tim Worfolk, Handbook of the Birds of the World, Fraga 2020). ..... 19
- Figura 3.** Pontos de ocorrência atuais documentados para *Sporophila albogularis* e dimorfismo sexual na espécie (ilustração de Brian Small, Handbook of the Birds of the World, Jaramillo 2020). ..... 20
- Figura 4.** Polígono da distribuição de Ridgely 1989 (verde claro) e polígono de registros históricos (laranja) criado a partir dos pontos de distribuição (em preto) utilizando o método MPC para, A. *Paroaria dominicana*, B. *Icterus jamacaii*, C. *Sporophila albogularis*. ..... 25
- Figura 5.** Correlação de Pearson entre a área de expansão geográfica dos táxons-alvo e o tamanho da área agropastoril ao longo dos anos. .... 27
- Figura 6.** Correlação de Pearson entre a área de expansão geográfica dos táxons-alvo e o aumento no número de registros ao longo dos anos. .... 29
- Figura 7.** Pontos de ocorrência de *Paroaria dominicana* ao longo do tempo, desde 1800 até A. 1949, B. 1959, C. 1969, D. 1979, E. 1989, F. 1999, G. 2009 e H. 2021. .... 31
- Figura 8.** Pontos de ocorrência de *Icterus jamacaii* ao longo do tempo, desde 1905 até A. 1949, B. 1959, C. 1969, D. 1979, E. 1989, F. 1999, G. 2009 e H. 2020. .... 33
- Figura 9.** Pontos de ocorrência de *Sporophila albogularis* ao longo do tempo, desde 1913 até A. 1949, B. 1959, C. 1979, D. 1989, E. 1999, F. 2009 e G. 2021. .... 34

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Área calculada através do método MPC ao longo das décadas para <i>Paroaria dominicana</i> , <i>Icterus jamaicai</i> e <i>Sporophila albogularis</i> . .....	35
--	----

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	15
<b>2.1. OBJETIVO GERAL</b> .....	15
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	15
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	16
3.1. Espécies-alvo .....	16
3.2. Mapeamento de registros de distribuição .....	20
3.3 Distribuição histórica dos táxons-alvo .....	21
3.4 Método de mapeamento e análise de relação das características ambientais .....	21
<b>4. RESULTADOS</b> .....	23
4.1. Levantamento dos registros obtidos .....	23
4.2. Distribuição histórica dos táxons-alvo .....	24
4.3. Relação da área de ocorrência das espécies-alvo e mudanças no uso da terra .....	26
4.3. Relação da expansão geográfica das espécies-alvo e número de registros .....	28
4.4. Documentação da expansão geográfica dos táxons-alvo .....	30
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	40

## 1. INTRODUÇÃO

A distribuição geográfica das espécies representa uma das mais importantes características biológicas dos seres vivos (Gaston & Fuller 2009). Entretanto, as distribuições geográficas das espécies podem ser alteradas por diversos fatores, especialmente em resposta a mudanças geológicas, climáticas e no uso da terra. Historicamente, eventos geológicos como a conexão da América do Sul com a América Central e do Norte resultou no Grande Intercambio Biótico Americano (GABI) responsável por dramáticas mudanças na distribuição das espécies (Stehli & Webb 1985, Weir et al. 2012). Da mesma forma, as mudanças climáticas documentadas durante o Pleistoceno possivelmente resultaram na expansão e na retração de numerosas espécies (Burnham & Graham 1999, Ceballos et al. 2010). Atualmente, fatores como o aquecimento global e modificações no uso da terra, causados por ações antrópicas, vem afetando e alterando de forma drástica e muito mais rápida a distribuição das espécies (Valiela & Bowen 2003, McDonald et al. 2012, Freeman & Freeman 2014, He et al. 2019).

Ações antrópicas são conhecidas por afetar a biodiversidade de várias formas, inclusive alterando a distribuição natural das espécies (Cox & Moore 1994, Vitousek et al. 1997, Sax & Gaines 2003). Mudanças no uso da terra, como a conversão de ecossistemas naturais em ambientes antropizados, como áreas urbanas, monoculturas, ou áreas pastoris degradadas e/ou abandonadas, podem criar paisagens inadequadas para espécies dependentes de ambientes mais preservados (Brook et al. 2008, Durães et al. 2013, Murphy & Romanuk 2014). Por outro lado, as novas características ambientais podem ser aproveitadas por espécies com alta capacidade de adaptação que podem se beneficiar com tais mudanças, resultando na colonização de novas áreas (Mayr 1963, Coyne & Orr 2004, Weeks & Claramunt 2014).

Dentre os fatores bióticos que podem alterar a distribuição das espécies, se encontra a interação com espécies exóticas introduzidas nas comunidades. Esta introdução pode ocorrer pela interferência direto do ser humano, seja de forma intencional ou acidental (Drake et al. 1996), ou naturalmente através de expansões de distribuição em decorrência das atividades humanas (Dias & Burger 2005). Estas novas interações podem causar alterações nas comunidades locais que podem vir a apresentar um declínio das populações nativas (Li & Moyle 1981, Vilela & Guedes 2014). O

impacto de espécies exóticas é bem documentado na literatura (Mooney & Cleland 2001, Gurevitch & Padilla 2004, Yokomizo et al. 2009, Sampaio & Schmidt 2013). No Brasil, espécies exóticas vegetais de uso econômico são comumente introduzidas em diversas regiões sem planos de controle para impedir a dispersão (Campos et al. 2006). Casos dramáticos incluem os cães ferais, que além de predadores ainda podem competir por recursos com grandes felinos na região neotropical (Vilela & Guedes 2014).

Em aves, eventos de colonização modificaram em escala local e continental as comunidades de aves (Wootton 1987, Strubbe & Matthysen 2007). Por exemplo, a introdução do pardal-doméstico (*Passer domesticus*) na América do Sul resultou juntamente na introdução de seus parasitas associados com potencial de infecção em espécies de aves nativas (Oyarzún-Ruiz et al. 2021). Censos de aves realizados em Fernando de Noronha em 2002 apontaram que *Passer domesticus* já é mais abundante nas ilhas do que o total de outros indivíduos de espécies nativas da ilha (Nascimento 2000, Serafini et al. 2010). São muitos os exemplos dos impactos de aves invasoras competindo por alimento ou locais de nidificação com espécies de aves nativas (Baker et al. 2014).

Existem diferentes formas de documentar as mudanças históricas na distribuição das espécies, dependendo da escala temporal de interesse. Por exemplo, para inferir mudanças ocorridas como resultado de eventos climáticos e geológicos de eras passadas, é possível utilizar filogenias moleculares e inferências biogeográficas para avaliar mudanças históricas na distribuição das linhagens no espaço e no tempo (D'Horta 2009). De forma semelhante, o uso de genética de populações pode permitir avaliar expansões e retrações recentes nas populações naturais (Ferreira 2012, Leite 2017). Entretanto, para alguns grupos de animais bem conhecidos, como as aves, é possível estudar o padrão histórico de registros documentados das espécies ao longo do tempo para averiguar possíveis mudanças na distribuição das espécies (Dornas et al. 2012).

Registros documentados em aves, seja através de espécimes em coleções biológicas ou através de fotografias e gravações, permitem avaliar temporalmente as alterações nas distribuições geográficas das espécies, sejam estas causadas por ações antrópicas ou naturais (Allen 1976, Butler 2003, Silvertown 2009, Dickinson et al. 2010, Dickinson et al. 2012). Estes tipos de registros são frequentemente utilizados para avaliar o efeito das ações antrópicas em habitats alterados, as quais podem apresentar

declínios (Stauffer & Best 1980, Rolstad 1991, Kattan et al. 1994, Warner 1994) ou aumentos populacionais (Best et al. 1990, Blair 1996, Bolger et al. 1997, Rodríguez-Estrella et al. 1998).

Expansões geográficas recentes já foram relatadas em diversas espécies de aves. Entre as décadas de 1970 e 1990, 74 espécies de aves nas ilhas britânicas sofreram retrações na sua distribuição, enquanto outras 42 espécies tiveram expansões (Bradshaw et al. 2014). A expansão geográfica de algumas espécies de aves para o Sul e Sudeste do Brasil, como a marreca-cabocla (*Dendrocygna autumnalis*), a euricaca (*Theristicus caudatus*), e as lavadeiras mascarada e de-cara-branca (*Fluvicola nengeta* e *F. albiventer*) ampliando a sua distribuição em resposta ao aumento do desmatamento (Tavares & Siciliano 2014). Também foi relatada na última década a expansão de crescente para o estado de São Paulo do tico-tico-rei-cinza (*Coryphospingus pileatus*), hoje amplamente distribuída no Nordeste e Sudeste do Brasil (Cestari & Pacheco 2010). Por outro lado, a expansão geográfica para o Nordeste do Brasil do chupim-azeviche (*Molothrus rufoaxillaris*), parasita de ninhada obrigatório, poderia estar associada ao uso de novos hospedeiros, assim como à conversão de terras em áreas antropizadas (Lima 2021).

Dados preliminares sugerem que algumas espécies de aves do Nordeste estão expandindo a sua distribuição para a região Sul do país (Marini & Lopes 2005, Vasconcelos & Rodrigues 2010). Dentre estas se encontram espécies como o cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*), o corrupeirão (*Icterus jamaicae*) e o golinho (*Sporophila albogularis*), que eram tradicionalmente consideradas como típicas (ou até endêmicas) da Caatinga (Stotz et al. 1996, Pacheco & Bauer 2000, Olmos et al. 2005, Billerman et al. 2020), mas que hoje estão amplamente distribuídas nas regiões Nordeste e Sudeste. Como fator comum, estas espécies ocorrem em áreas abertas associadas com vegetação de Caatinga aberta ou arbustiva e são espécies comumente traficadas para o comércio ilegal, o que fornece várias alternativas para explicar estes alegados avanços territoriais. Entretanto, existem poucas evidências empíricas sobre estas mudanças, além de qualquer tipo de investigação sobre este fenômeno.

Este estudo visa avaliar e documentar a possível expansão geográfica destas três espécies de aves, e avaliar diversas hipóteses que possam explicar os fatores envolvidos neste fenômeno. Existem pelo menos três hipóteses que poderiam explicar uma expansão geográfica nestas espécies. Primeiro, estas poderiam ser o resultado das ações

antrópicas, como o desmatamento e a fragmentação do habitat, proporcionando um ambiente favorável para a sua dispersão. Segundo, as mudanças na distribuição poderiam ser uma consequência do tráfico de fauna, visto que as três espécies são comumente reportadas como sendo amplamente traficadas na região Nordeste do Brasil. Finalmente, é possível que o aumento da área de ocorrência observado seja apenas uma função do aumento no número de registros, principalmente em decorrência da ciência cidadã, que resultou no aumento exponencial dos registros na última década.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Esse projeto tem como objetivo geral descrever a distribuição geográfica atual e passada (século passado) e documentar a possível expansão geográfica de três espécies de aves tradicionalmente relacionadas com a Caatinga, e avaliar diversas hipóteses para explicar possíveis variações geográficas recentes das espécies-alvo.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- i) Descrever a distribuição geográfica atual de três espécies de aves endêmicas do Brasil: o cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*), o corrupeirão (*Icterus jamacaii*) e o golinho (*Sporophila albogularis*);
- ii) Avaliar a existência de mudanças recentes (últimos 70 anos) na distribuição geográfica dessas espécies;
- iii) Relacionar a variação temporal na área de ocorrência das três espécies-alvo com as mudanças na cobertura vegetal (área agropastoril);
- iv) Relacionar a variação temporal na área de ocorrência das três espécies-alvo com o número de registros conhecidos das espécies;
- v) Avaliar o efeito do tráfico de fauna nas mudanças recentes na distribuição das espécies-alvo.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Espécies-alvo

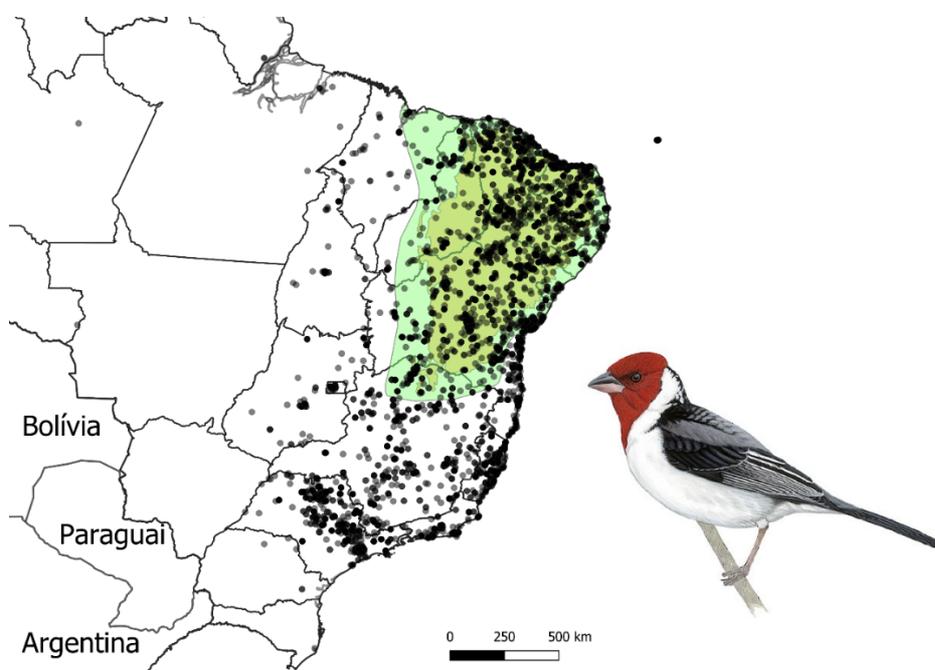
Neste estudo foram selecionados três táxons-alvo típicos da Caatinga, incluindo o cardeal-do-nordeste (*Paroaria dominicana*), o corrupião (*Icterus jamacaii*) e o golinho (*Sporophila albogularis*). Esses táxons são frequentemente relacionados com a Caatinga, e foram considerados táxons endêmicos da região Nordeste do Brasil em diversas publicações (Stotz et al. 1996, Pacheco & Bauer 2000, Olmos et al. 2005, Billerman et al. 2020). Porém, registros recentes apontam uma expansão geográfica das suas distribuições em direção ao Sudeste do Brasil.

*Paroaria dominicana*, é uma espécie que pode ser encontrada em áreas abertas de matas secas, podendo se adaptar bem a outros ambientes como aldeias, parques e bordas de áreas agrícolas (Jaramillo 2020). *Icterus jamacaii*, pode ser encontrado em clareiras e bordas de Caatinga primária e secundária, adaptando-se bem a jardins e pomares em pequenas cidades (Fraga 2020). Enquanto *Sporophila albogularis*, prefere particularmente locais mais úmidos e bordas de matas secas (Jaramillo 2020).

Estas espécies são frequentemente encontradas em listas de aves traficadas e criadas em cativeiro, e são recebidas com frequência em Centros de Triagem de Animais Silvestres (Renctas 2001, Ferreira & Glock 2004, Pereira & Brito 2005, Rocha et al. 2006, Borges et al. 2006, Assis & Lima 2007, Bastos et al. 2008, Gama & Sassi 2008, Branco 2008, Barbosa et al. 2010, Gogliath et al. 2010, Franco et al. 2012, Regueira & Bernard 2012, Nobrega et al. 2012, Alves et al. 2012, Pessoa et al. 2013, Alves et al. 2013, Teles et al. 2013, Paixão et al. 2014, Silva et al. 2015, Dias & Matos 2015, Oliveira et al. 2020). Há relatos na literatura de possíveis introduções dessas espécies em localidades fora do domínio da Caatinga, provavelmente devido à comercialização associada a escapes de cativeiro e solturas inadequadas (Oren 1982, Silva & Oren 1990, Figueiredo 2000, Periquito et al. 2008, Dornas et al. 2011, Garda et al. 2018, Schunck et al. 2020).

**Cardeal-do-nordeste**  
***Paroaria dominicana* (Família Thraupidae)**

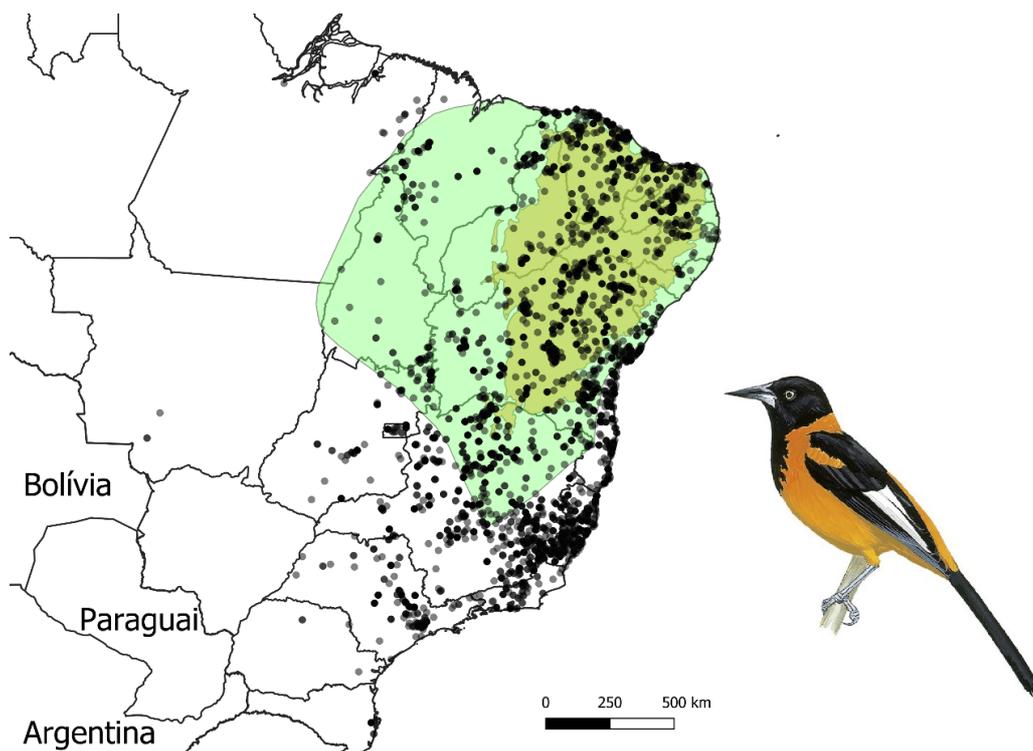
É um passeriforme comumente encontrado em áreas abertas e semiabertas de mata seca, bem adaptado a parques e orlas (Jaramillo 2020). Se alimenta em pares ou bandos de material vegetal e insetos (Jaramillo 2020). Faz parte de um complexo de espécies amplamente distribuídos na América do Sul. Atualmente são reconhecidas 7 espécies dentro do gênero *Paroaria*: *P. dominicana*, *P. coronata*, *P. gularis*, *P. baeri*, *P. xinguensis*, *P. capitata* e *P. cervicalis* (Pacheco et al. 2021). A classificação do grupo foi bastante dinâmica nas últimas décadas, tendo sido alocado na família Fringillidae, subfamília Emberizinae (Sibley & Monroe 1990), e posteriormente na família Cardinalidae (Sick 2001). Porém, estudos moleculares recentes apontam que o gênero pertence à Família Thraupidae (Yuri & Mindell 2002, Burns & Naoki 2004, Klicka et al. 2007). Segundo dados moleculares, o grupo irmão de *Paroaria dominicana* seria *Paroaria coronata*, espécie do sul da América do Sul, cuja divergência data entre 3,4 e 2,7 M.a., no Plioceno médio (Nodari 2008). *Paroaria dominicana* é uma espécie endêmica do Brasil e a sua distribuição atual se centra nas regiões Nordeste e Sudeste, indo desde a região Norte próximo à divisa entre o Maranhão e o Pará, e estendendo-se até estados como Goiás, no Centro-oeste, e Paraná, no Sul (Figura 1).



**Figura 1.** Pontos de ocorrência atuais documentados para *Paroaria dominicana* (Ilustração de Brian Small, Handbook of the Birds of the World, Jaramillo 2020).

## **Corrupião** ***Icterus jamacaii* (Família Icteridae)**

Espécie encontrada tipicamente em florestas secas, clareiras e bordas na Caatinga primária e secundária, podendo ser visto também em pomares e jardins em pequenas cidades (Fraga 2020). Se alimenta de insetos, artrópodes, frutas, néctar e provavelmente pequenos vertebrados, forrageia sozinho, em pares ou pequenas grupos familiares (Schubart & Sick 1965). Faz parte do complexo *Icterus icterus*, que ocupa praticamente todos os núcleos de florestas secas da América do Sul (Lucas et al. 2020). Apesar de ter sido considerada até pouco tempo atrás como uma espécie politípica (*Icterus icterus*) (Ridgely & Tudor 1989), estudos recentes apontam a existência de um clado monofilético composto por três espécies: *Icterus icterus*, *I. croconotus* e *I. jamacaii* (monotípico) endêmico do semiárido brasileiro. Análises moleculares recentes sugerem que *I. jamacaii* e *I. croconotus* são clados irmãos, que teriam se separado na metade do Pleistoceno (~0,7-1,08 Ma) (Lucas et al. 2020). *Icterus jamacaii* é uma espécie endêmica do Brasil, distribuindo-se na região Nordeste e Sudeste do Brasil. Seus registros mais setentrionais são da região norte, próximo à divisa dos estados do Maranhão e Pará, alcançando estados como Tocantins e Goiás, no Centro-oeste (Figura 2).

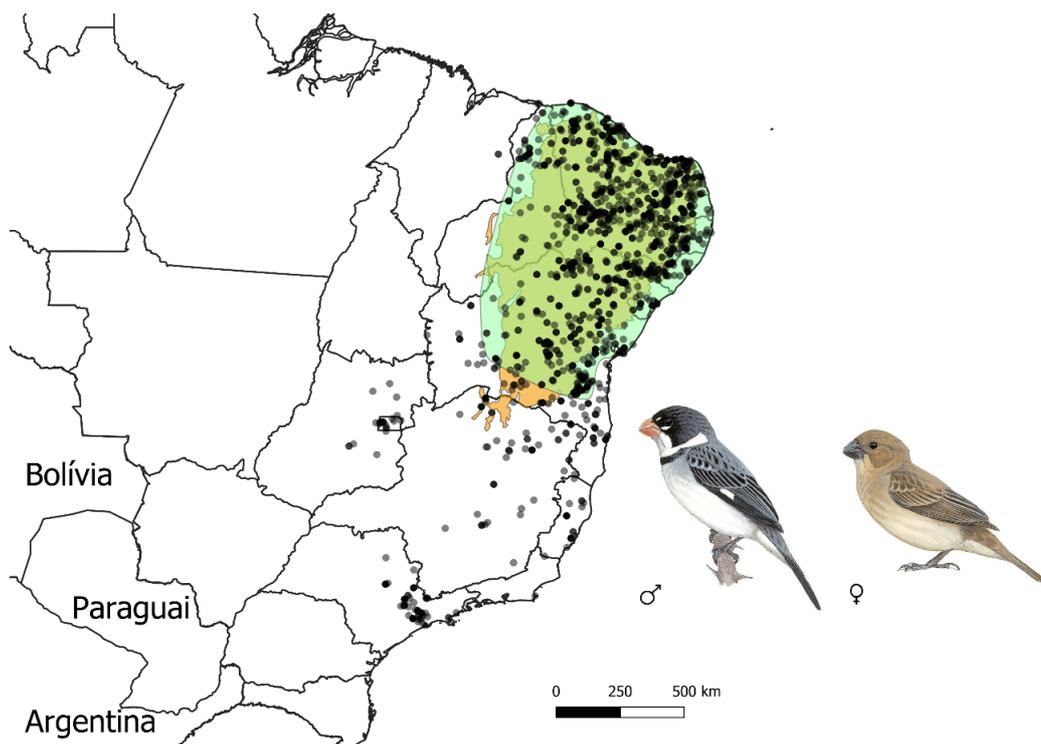


**Figura 2.** Pontos de ocorrência atuais documentados para *Icterus jamacai* (Ilustração de Tim Worfolk, Handbook of the Birds of the World, Fraga 2020).

### **Golinho**

#### ***Sporophila albogularis* (Família Thraupidae)**

Espécie encontrada na Caatinga, principalmente em bordas de matas secas e locais úmidos, encontrado em pequenos grupos fora do período reprodutivo (Jaramillo 2020). Forrageia no solo se alimentando principalmente de sementes de grama (Jaramillo 2020). Até pouco tempo atrás, esta espécie, assim como a totalidade do gênero *Sporophila* fazia parte da família Emberizidae (Narosky 1997). Entretanto, dados moleculares apontam que o clado que inclui esta espécie pertence à família Thraupidae (Klicka et al. 2007). Dentro do gênero *Sporophila*, são classificadas 32 espécies e 20 subespécies, e *Sporophila albogularis* parece estar mais relacionado a *Sporophila leucoptera* (Pacheco et al. 2021). *Sporophila albogularis* é endêmica do Brasil e atualmente está distribuída principalmente na região Nordeste do Brasil, estendendo-se até estados como Goiás, no Centro-oeste, São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais, no Sudeste (Figura 3).



**Figura 3.** Pontos de ocorrência atuais documentados para *Sporophila albogularis* e dimorfismo sexual na espécie (ilustração de Brian Small, Handbook of the Birds of the World, Jaramillo 2020).

### 3.2. Mapeamento de registros de distribuição

Para mapear a distribuições das espécies-alvo foram utilizados dados documentados de Coleções Científicas e de plataformas online (fotografias e gravações), como Wikiaves (WikiAves 2022) e eBird (Sullivan et al. 2009). Foram descartados registros sem data e/ou localidade. Os pontos (localidades) para cada espécie foram organizados em uma matriz incluindo informações como coordenadas geográficas, localidade, data, referência, kay, occurrenceID e collectionCode. A coluna “kay” se refere ao número dos registros coletados, já as colunas “occurrenceID” e “CollectionCode” possuem informações referentes ao banco de dados Gbif, como informações da origem do registro e o código das coleções onde estão depositados os espécimes, respectivamente.

A partir da matriz, foi então, aplicado um filtro onde foram excluídos registros com mesma data e localidade para evitar repetições da mesma ocorrência e foram checadas duplicatas entre os bancos de dados consultados. Em relação aos registros de Coleções Biológicas foram excluídos registros com localidades imprecisas, identificados erroneamente ou de espécimes cuja identificação não pôde ser confirmada.

As localidades com registros foram organizadas e mapeadas no *software* QGIS (2021, versão 3.16). Para visualizar a distribuição histórica das espécies-alvo e avaliar o avanço das distribuições na Caatinga, foram utilizados para cada espécie, os *shapefiles* criados por Ridgely 1989, disponíveis na plataforma BirdLife International (2021), além de um *shapefile* da Caatinga criado pelo OrnitolabUFPE baseado no *shapefile* do bioma da Caatinga do IBGE.

### **3.3 Distribuição histórica dos táxons-alvo**

Para avaliar a distribuição histórica dos táxons-alvo, utilizamos a distribuição histórica sugerida por Ridgely & Tudor (1989), a qual foi comparada com os pontos conhecidos para a espécie até 1949, elaborando mapas usando o método do Mínimo Polígono Convexo (MPC). Isso nos permitiu entender melhor a distribuição histórica dos táxon-alvo desse estudo e o quanto a distribuição histórica conhecida estaria aproximada da distribuição histórica real, baseada nos pontos de distribuição coletados.

### **3.4 Método de mapeamento e análise de relação das características ambientais**

Para verificar a distância alcançada pela possível expansão da distribuição das espécies-alvo foi utilizado o método do Mínimo Polígono Convexo, através do *software* QGIS (versão 3.16), que usa pontos de ocorrência da espécie para criação de polígonos que ligam os registros mais distantes e englobam os outros em seu interior. Foram criados Mínimos Polígonos Convexos para cada um dos táxons-alvo, abrangendo as distribuições dos táxons durante as décadas. Dessa forma, foi possível calcular a área das expansões geográficas ao longo das décadas utilizando a função calculadora de campo presente no *software*.

Para analisar uma possível relação entre mudanças em características do ambiente e a expansão dos táxons-alvo ao longo do tempo, foi selecionada a característica ambiental agropecuária a partir da plataforma Mapbiomas (Souza et al. 2020). No presente estudo a característica ambiental “Agropecuária” foi renomeada como “Agropastoril”. Dessa forma, com os dados do tamanho das áreas de Agropastoril ao longo dos anos, foi possível avaliar se existe uma relação entre a aparente expansão das distribuições dos táxons-alvo e as mudanças no ambiente, foram realizadas análises de correlação de Pearson utilizando as áreas de distribuição calculadas a partir dos

polígonos MPC, ao longo dos anos, incluindo todos os dados até i) 1949, ii) 1959, iii) 1969, iv) 1979, v) 1985, vi) 1989, vii) 1999, viii) 2009 e ix) 2020/21 e as áreas de cobertura da variável selecionadas a partir do Mapbiomas, ao longo dos anos, utilizando os mesmos períodos de tempo selecionado para os táxons. Também apliquei a correlação de Pearson para avaliar a relação entre a área de ocorrência dos táxons-alvo ao longo das décadas e o número de registros disponíveis. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 4.2.0 (R Core Program 2022).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Levantamento dos registros obtidos

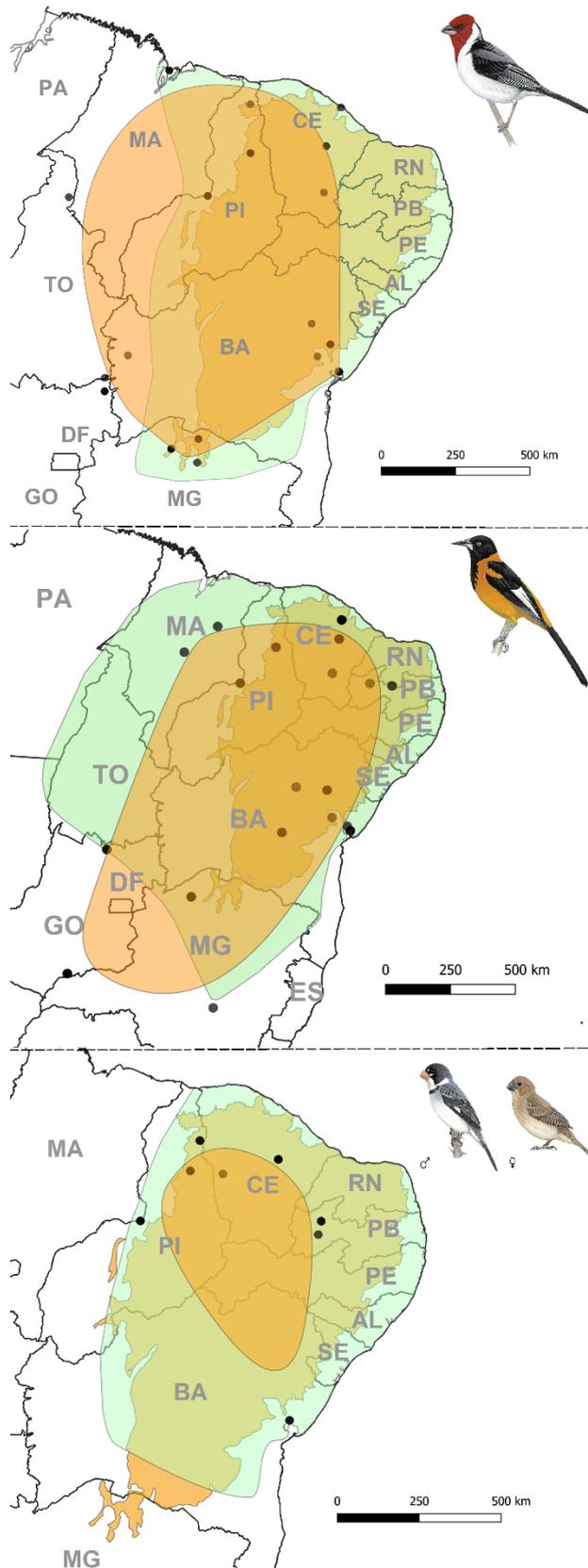
Para *Paroaria dominicana* obtivemos um total de 10.707 registros, obtidos desde 1800 até 2021. Mais de 90% dos registros provêm das plataformas Gbif (5.228) ou WikiAves (5.114), complementados por dados do VertNet (168), SpeciesLink (69), CEMAVE (42), e Xeno-Canto (36). Outros 50 registros provêm de coleções biológicas nacionais, como a Coleção de Aves da UFPE (28), Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (FNJV/UNICAMP) (10), Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (MCNA) (8), Coleção do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (DZUFMF) (3) e Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML) (1). Após a filtragem de dados, a distribuição geográfica de *Paroaria dominicana* esteve representado por 8.110 pontos de ocorrência.

Para *Icterus jamacaii* foram obtidos 7.799 pontos de ocorrência, obtidos desde 1894 até 2020. Mais de 90% dos registros provêm da plataforma Gbif (3.877) ou do WikiAves (3.408), complementados por dados do CEMAVE (280), VertNet (128), Xeno-Canto (37) e SpeciesLink (29). Outros 40 registros provêm de coleções biológicas nacionais, como Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (MCNA) (15), Coleção do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (DZUFMG) (14) e espécimes depositados na Coleção de Aves da UFPE (11). Após a filtragem de dados, a distribuição geográfica de *Icterus jamacaii* esteve representado por 5.858 pontos de ocorrência.

Para *Sporophila albogularis* foram obtidos 3.305 pontos de ocorrência, obtidos desde 1913 até 2021. Mais de 90% dos registros provêm da plataforma WikiAves (1.805) ou Gbif (1.353), complementados por dados do VertNet (59), SpeciesLink (34) e Xeno-Canto (20). Outros 34 registros provêm de coleções biológicas nacionais, como Coleção de Aves da UFPE (30), Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (UNICAMP/FNJV) (3) e Coleção do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (DZUFMG) (1). Após a filtragem de dados, a distribuição geográfica de *Sporophila albogularis* esteve representado por 3.228 pontos de ocorrência.

## 4.2. Distribuição histórica dos táxons-alvo

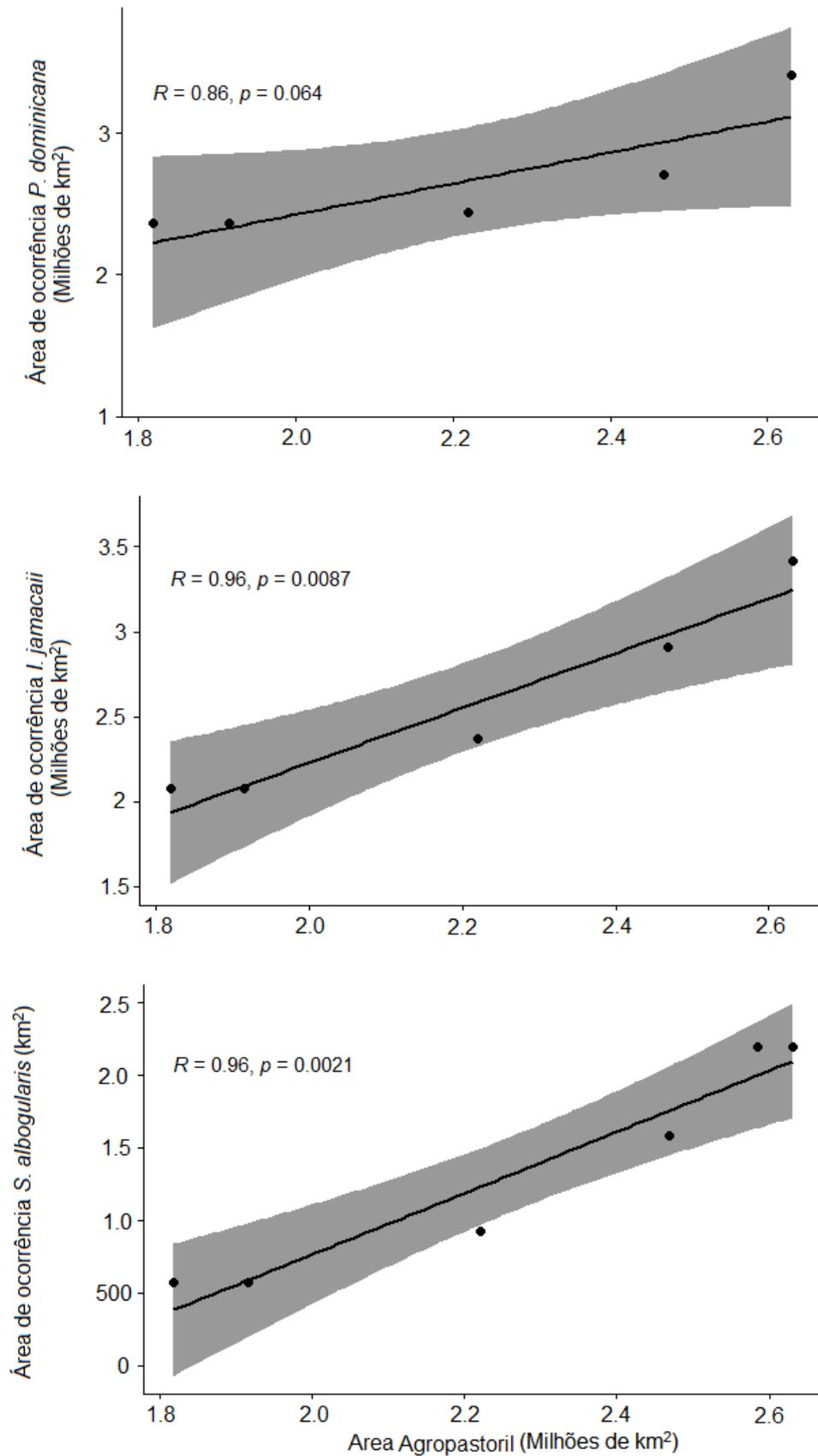
As distribuições históricas (até 1949) estimadas para as espécies-alvo através dos nossos mapas (PMC) resultaram em áreas de ocorrência bastante próximas em um caso e diferentes para dois outros cases, quando comparadas com aquelas estimadas a partir dos mapas elaborados por Ridgely & Tudor (1989). Segundo as nossas estimativas, até 1949, *Paroaria dominicana* possuía uma área de ocorrência aproximada de 1.124.600 km<sup>2</sup>, valor bem próximo aos 1.212.737 km<sup>2</sup> sugeridos por Ridgely & Tudor (1989) (Figura 4A). Para *Icterus jamacaii* nossas estimativas apontam uma área de ocorrência de aproximadamente 1.493.900 km<sup>2</sup>, bem menor do que os mais de 2.000.000 km<sup>2</sup> estimados por Ridgely & Tudor (1989) (Figura 4B). Já para *Sporophila albogularis*, nossas estimativas resultaram em uma área de ocorrência aproximada de 279.200 km<sup>2</sup> até 1949, valor notavelmente inferior aos 910.928 km<sup>2</sup> estimados por Ridgely & Tudor (1989) (Figura 4C).



**Figura 4.** Área de ocorrência de A) *Paroaria dominicana*, B) *Icterus jamacaii*, e C) *Sporophila albogularis* segundo Ridgely & Tudor (1989) (cor verde), comparado com as estimativas obtidas através de Polígonos Mínimos Convexos (cor laranja) baseados nos pontos conhecidos até 1949 (pontos pretos).

### **4.3. Relação da área de ocorrência das espécies-alvo e mudanças no uso da terra**

Os resultados obtidos a partir das análises de correlação de Pearson indicaram relação positivas entre as mudanças do uso da terra (aumento da área agropastoril) e a expansão dos táxons-alvo ao longo do tempo. Esta relação foi positiva para e marginalmente significativa para *P. dominicana* ( $R_{(3)}=0.85$ ,  $p= 0.06$ ) (figura 5), positiva e estatisticamente significativa para de *I. jamacaii* ( $R_{(3)}= 0.96$ ,  $p= 0.008$ ), e para *S. albogularis* ( $R_{(4)}= 0.96$ ,  $p= 0.002$ ) (figura 5).

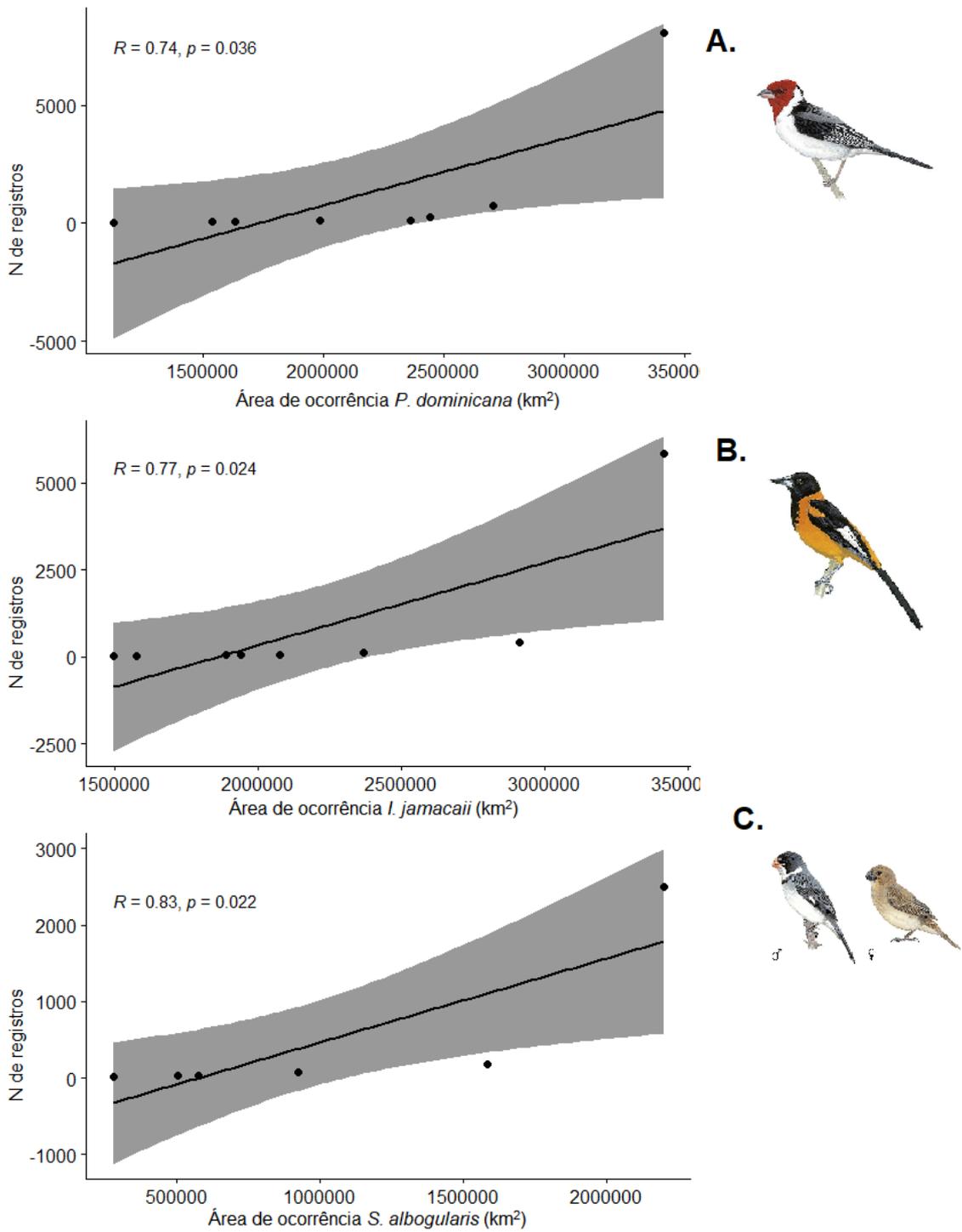


**Figura 5.** Correlação de Pearson entre a área de ocorrência dos táxons-alvo ao longo das décadas (1950- 2020) e o tamanho da área agropastoril ao longo dos anos.

### 4.3. Relação da expansão geográfica das espécies-alvo e número de registros

De forma geral, encontramos relações positivas e significativas entre a área de ocorrência das espécies-alvo ao longo das décadas e o número de registros conhecidos.

Para *P. dominicana*, a relação entre o aumento da área de distribuição e o número de registros ao longo dos anos se apresentou de forma positiva, indicando que um aumento na área de distribuição desse táxon está diretamente correlacionado com o aumento no número de registros disponíveis ( $R_{(6)} = 0,73$ ,  $p = 0,03$ ) (Figura 6). Essa mesma correlação foi observada tanto para *I. jamacaii* ( $R_{(6)} = 0,77$ ,  $p = 0,02$ ) quanto para *S. albogularis* ( $R_{(5)} = 0,82$ ,  $p = 0,02$ ) (Figura 6).

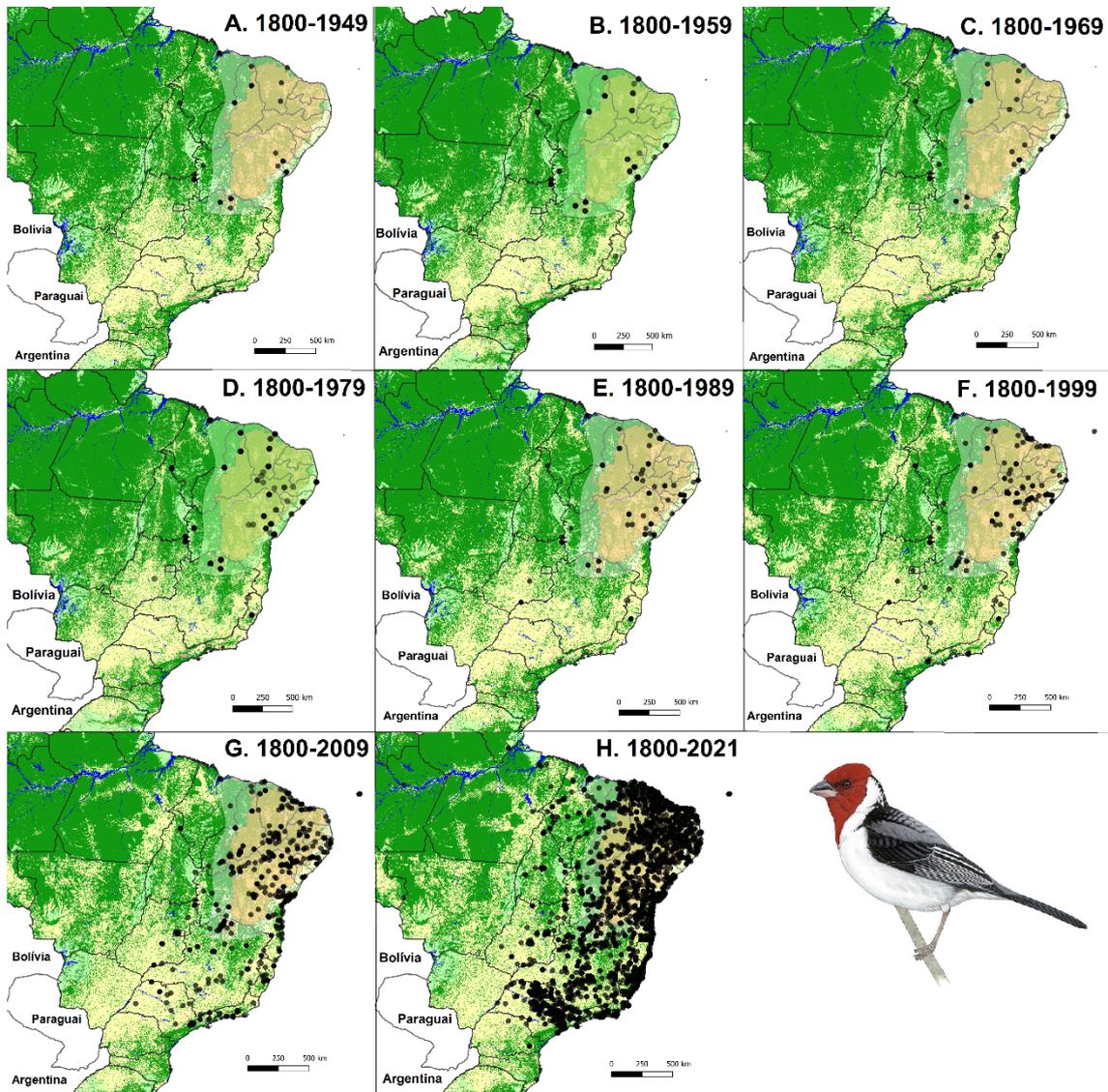


**Figura 6.** Relação entre a área de ocorrência das de *Paroaria dominicana* (A), *icterus jamacaii* (B) e *Sporophila albogularis* (C) e o no número de registros conhecidos ao longo de x décadas.

#### 4.4. Documentação da expansão geográfica dos táxons-alvo

Segundo os nossos resultados, o aumento registrado na área de ocorrência de *Paroaria dominicana* desde 1950 até o presente está positiva e significativamente associado com o aumento no número de registros ( $R_{(t)} = 0,73$ ,  $p = 0.03$ ) (Figura 6). Entretanto, a partir da segunda década do Século XXI, se observa um aumento de 140.55 % até 2009 (2.705.203 km<sup>2</sup>) e de 203.30 % até 2021 (3.410.896 km<sup>2</sup>) (Tabela 1). Os primeiros registros de expansão se observam em 1955 e 1962, com registros no Espírito Santo (Figura 7C). Entre as décadas de 70 a 80 aparecerem os primeiros registros na região Centro-oeste do Brasil, no estado de Goiás, e a primeira ocorrência para o estado de São Paulo (Figura 7E). Na década de 90 pode se observar uma expansão dos pontos de ocorrência, com os primeiros registros na região Sul de Minas Gerais e no estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal, além da primeira ocorrência registrada na Ilha de Fernando de Noronha, que fica a 545 km<sup>2</sup> da costa do estado de Pernambuco (Figura 7F). Entre 2000 e 2009 ocorre um aumento da ocorrência da espécie em boa parte dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e Tocantins (Figura 7G). E por fim, desde 2010 se observa um aumento significativo dos registros na região

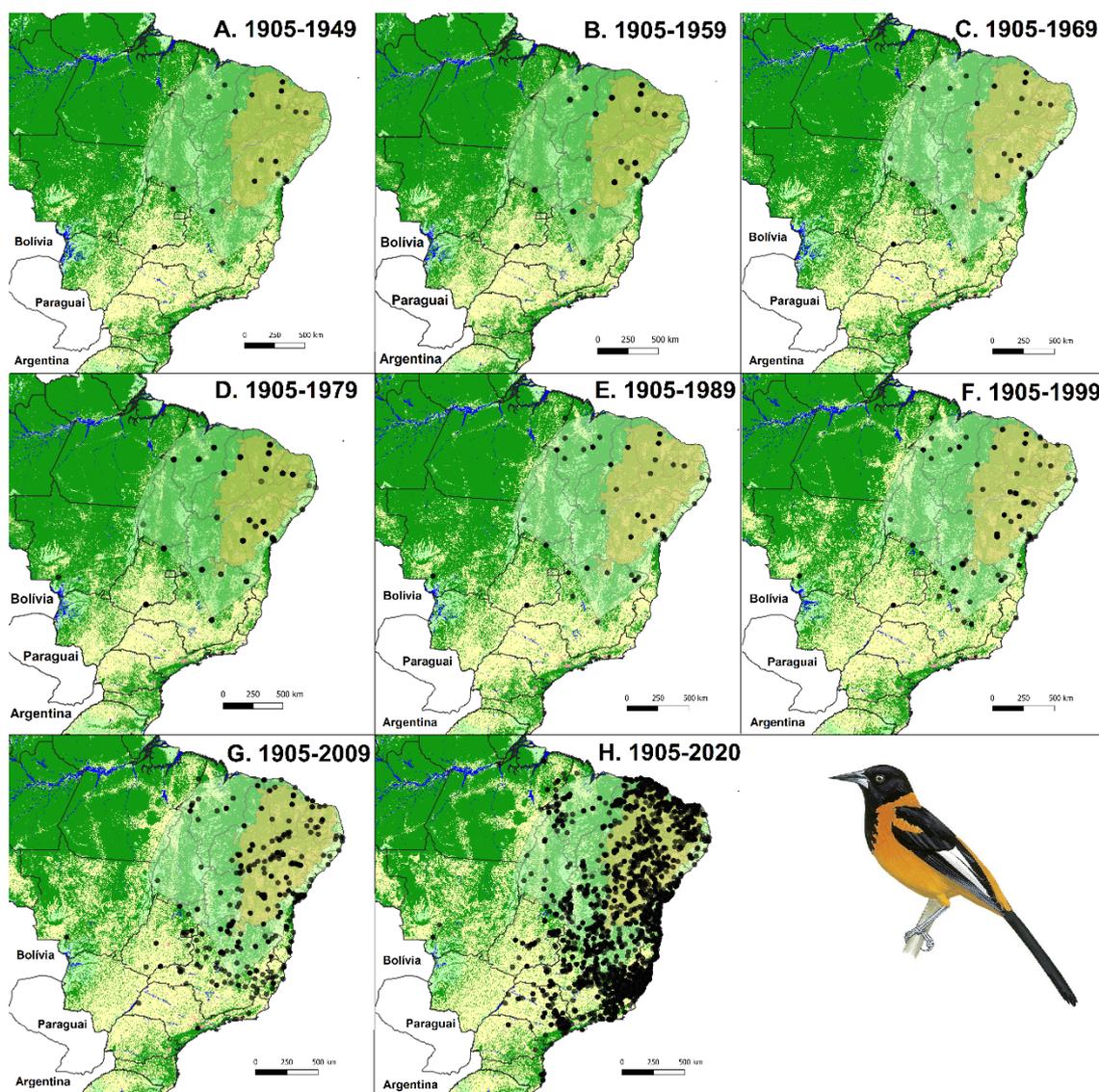
Sudeste do Brasil, e surgem as primeiras ocorrências para os estados do Pará, Amapá, Amazonas, Rondônia, Paraná e Santa Catarina (Figura 7H).



**Figura 7.** Pontos de ocorrência de *Paroaria dominicana* ao longo do tempo, desde 1800 até A. 1949, B. 1959, C. 1969, D. 1979, E. 1989, F. 1999, G. 2009 e H. 2021.

Para *Icterus jamacaii*, a partir de 1950, se observa um aumento constante na área de ocorrência, que pode ser explicado em parte por um aumento no número de registros ( $R_{(6)}=0.77$ ,  $p=0.02$ ). Entretanto, a partir da segunda década do Século XXI, se observa um aumento de 94.83% até 2009 (2.910.637 km<sup>2</sup>) e de 128.56% até 2020 (3.414.610 km<sup>2</sup>) (Tabela 1). Nota-se, que a maior parte dos registros coletados até 1969 (Figura 8C) estavam dentro ou muito próximas a área de ocorrência histórica da espécie,

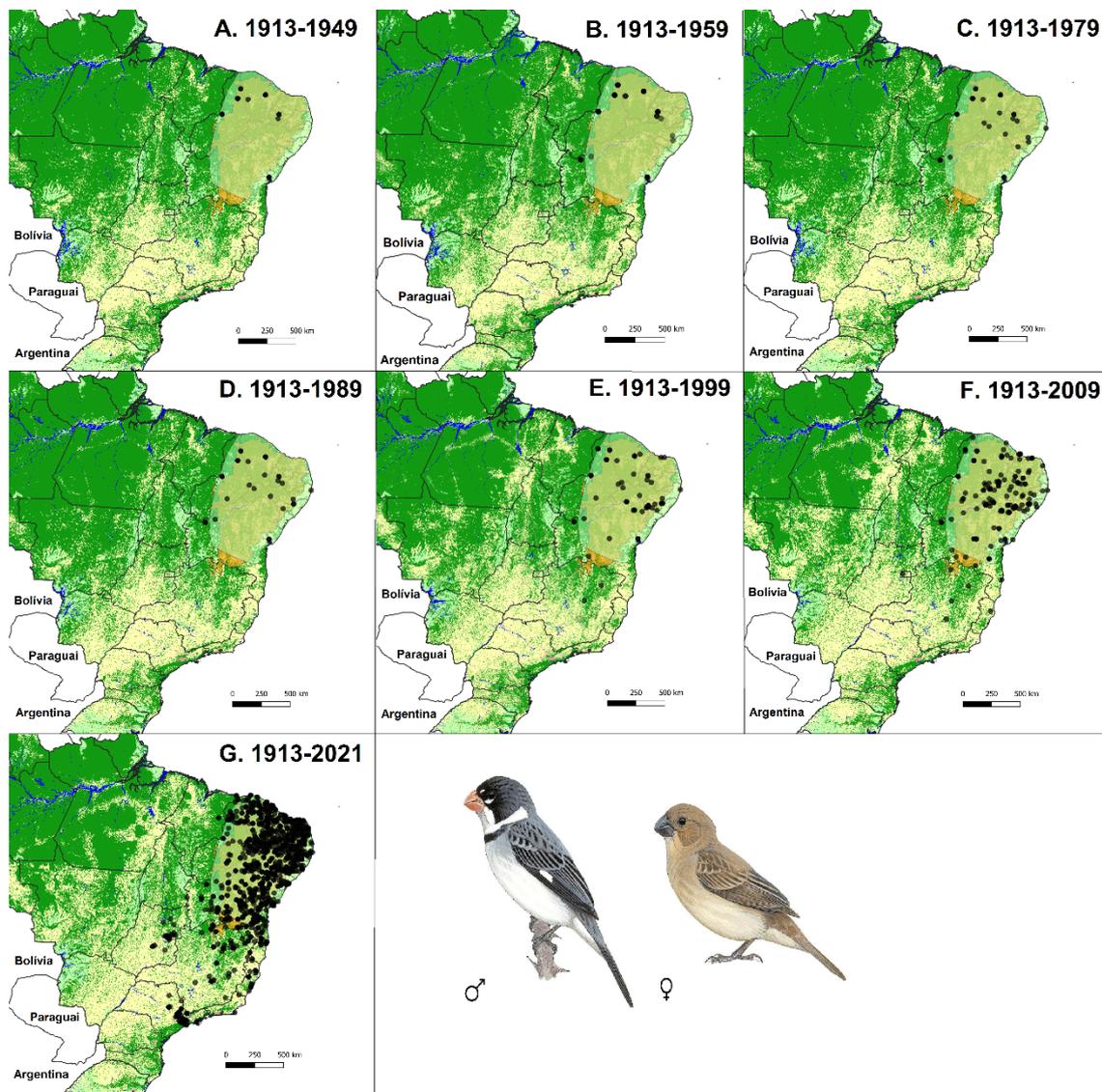
representada pelo polígono de Ridgely & Tudor (1989) na cor verde claro, com exceção de 5 registros feitos no estado de Minas Gerais, em 1931 e 1932. Entre a década de 70 e 90 (Figura 8F) a maior parte dos pontos se encontravam dentro ou próximas da área de ocorrência histórica, com exceção de apenas dois registros isolados feitos em Cáceres (Mato Grosso) em 1976, e Linhares (Espírito Santo) em 1994. Entre os anos de 2000 e 2009 (Figura 8G) pode ser observado um aumento na quantidade de ocorrências no Sudeste do Brasil, incluindo os primeiros registros para São Paulo, Rio de Janeiro, Goiás e Distrito Federal. Entre 2010 e 2020 (Figura 8H) acontece um *boom* de registros no Sudeste, com destaque para o Espírito Santo, que teve seu primeiro registro da espécie em 1994 e na atualidade ocorre em todo o estado, além dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, que tinham apenas 3 e 2 registros da espécie, respectivamente, até 2009. Também foram registradas as primeiras ocorrências para o Pará, Paraná e Santa Catarina, e um segundo registro mais distante feito em 2010 no município de Barra do Bugres, Mato Grosso. De forma geral, é notável a expansão recente da distribuição da espécie principalmente na região Sudeste, a partir dos anos 2000, e ainda mais recente a partir do ano de 2010 ao Sul e ao Norte do Brasil.



**Figura 8.** Pontos de ocorrência de *Icterus jamacaii* ao longo do tempo, desde 1905 até A. 1949, B. 1959, C. 1969, D. 1979, E. 1989, F. 1999, G. 2009 e H. 2020.

Para *Sporophila albogularis*, a partir de 1950 se observa um aumento constante na área de ocorrência, que pode ser explicado, em parte, por um aumento no número de registros ( $R_{(5)}=0.82$ ,  $p=0.02$ ). Entretanto, a partir da segunda década do Século XXI, se observa um aumento de 467.10% até 2009 (1.583.513 km<sup>2</sup>) e de 686.44% até 2021 (2.195.982 km<sup>2</sup>) (Tabela 1). Os pontos de ocorrência obtidos até 1989 (Figura 9D), ficam dentro ou próximos a área de ocorrência histórica da espécie representada pelo polígono de Ridgely & Tudor (1989) na cor verde claro, e conseqüentemente mais restritos a distribuição conhecida da área da Caatinga. Na década de 90 (Figura 9E)

surgem os primeiros registros para Minas Gerais. Entre os anos de 2000 e 2009 (Figura 9F) ocorrem os primeiros registros no Distrito Federal e Espírito Santo, porém a maior parte das ocorrências registradas até então estavam concentradas dentro e próximas da área de ocorrência histórica da espécie. Já entre 2010 e 2021 (Figura 9G) acontece um *boom* de registros, principalmente na região Sudeste, destacando-se o estado de São Paulo, onde antes não havia registros da espécie. Além disso, também se destacam o Espírito Santo e Distrito Federal, ambos só continham apenas uma ocorrência da espécie e tiveram um aumento nítido de registros nos estados a partir de 2010. De forma geral, é possível verificar que a expansão da distribuição desta espécie começou a acontecer em tempos muito recentes, em meados dos anos 2000 até os tempos atuais.



**Figura 9.** Pontos de ocorrência de *Sporophila albogularis* ao longo do tempo, desde 1913 até A. 1949, B. 1959, C. 1979, D. 1989, E. 1999, F. 2009 e G. 2021.

**Tabela 1.** Área de ocorrência de *Paroaria dominicana*, *Icterus jamacaii* e *Sporophila albogularis* ao longo das décadas, incluindo o número de registros históricos conhecidos e a área agropastoril acumulada desde 1949.

Espécie	Área de ocorrência (em km <sup>2</sup> )							
	Até 1949	Até 1959	Até 1969	Até 1979	Até 1989	Até 1999	Até 2009	Até 2020/21
<i>P. dominicana</i>	1.124.570	1.534.441	1.630.742	1.984.606	2.362.196	2.441.959	2.705.203	3.410.896
<i>no. de registros</i>	34	54	57	90	120	275	558	6922
<i>I. jamacaii</i>	1.493.909	1.576.069	1.888.977	1.941.038	2.075.240	2.367.241	2.910.637	3.414.610
<i>no. de registros</i>	36	41	52	57	72	131	415	5054
<i>S. albogularis</i>	279.229	506.261	NA	575.675	575.675	921.775	1.583.513	2.195.982
<i>no. de registros</i>	21	28	NA	34	36	71	176	2862
Área desmatada	NA	NA	NA	NA	1.915.613	2.220.032	2.468.388	2.630.451

## 5. DISCUSSÃO

Neste estudo apresentamos evidências que apontam a uma expansão de distribuição em *Paroaria dominicana*, *Icterus jamacaii* e *Sporophila albogularis* nas últimas décadas, as quais eram tradicionalmente consideradas como endêmicas (ou quase endêmicas) da Caatinga. Nossos dados apontam que a distribuição histórica (até meados do século XX) dessas três espécies era aproximadamente um terço da distribuição atual. Existem pelo menos três hipóteses que poderiam explicar esse avanço na distribuição dessas espécies. Primeiro, por serem espécies de aves que ocorrem em áreas periurbanas e degradadas, é possível que mudanças no uso da terra, como o desmatamento e a conversão dos ecossistemas naturais possam ter ajudado estas espécies a expandir suas distribuições. Todas as três espécies apresentaram relações positivas e significativas (ou marginalmente significativas) entre a área de ocorrência e o aumento da área

agropastoril, ou seja, áreas utilizadas para as atividades agrícolas ou pecuárias. Segundo, todas as espécies avaliadas são tradicionalmente usadas no tráfico ilegal de fauna, e o padrão de expansão observado sugere uma grande influência destas atividades nos avanços em regiões urbanas na região mais populosa do Brasil, a região Sudeste. Finalmente, também encontramos relações positivas e significativas da área de ocorrência com o aumento no número de registros das espécies, sugerindo que o aumento dos registros poderia ser responsável pelo aumento aparente das suas distribuições. A seguir, avaliaremos estas três hipóteses à luz das evidências aqui apresentadas, concluindo que estas apontam para pelo menos duas diferentes razões por trás das expansões acima expostas.

### **Evidências de expansão geográfica**

A expansão na distribuição das três espécies-alvo já tinha sido apontada em diversos estudos. As primeiras evidências de expansão em *Paroaria dominicana* foram relatadas na década de 80 em regiões de Caatinga em Minas Gerais e no Arquipélago de Fernando de Noronha (Oren 1982, Sick 1997). Mais recentemente, ocorreram os primeiros registros em regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (Develey 2004, Ferreira & Glock 2004, Bagno & Marinho-Filho 2001, Sigrist 2006, Vasconcelos & Neto 2007, Dornas et al. 2011, Carvalho 2017, Rosa et al. 2019, Gomes Destro et al. 2020). A expansão de *Icterus jamacaii* e de *Sporophila albogularis* aparentemente foram mais recentes, já entrando no Século XXI (Vasconcelos & Neto 2007, Lopes & Marçal 2016, Carvalho 2017, Garda et al. 2018). A maior parte dos autores apontam como possíveis causas destas expansões, a introdução como resultado do tráfico de fauna silvestre e devido ao desmatamento, que poderia estar sendo aproveitado por esses táxons adaptados a climas mais secos e áreas abertas.

A distribuição conhecida da espécie *Icterus jamacaii* já se estendia até áreas consideradas de transição entre a Caatinga e o Cerrado, como algumas regiões do Maranhão e ao norte do estado de Goiás, que desde 1900 até 1969 já apresentavam registros da espécie (Figura 8C). Segundo Lopes & Marçal (2010), *Icterus jamacaii* provavelmente se expandiu até o município de Florestal/MG próximo a capital mineira, devido ao desmatamento e aumento de ambientes secos, que pode ter sido proveitoso para a espécie. Carvalho (2017) também aponta o desmatamento como sendo a provável

causa da expansão de *Paroaria dominicana*, *Icterus jamacaii* e *Sporophila albogularis* na região do Quadrilátero Ferrífero/MG, mas não descarta a possibilidade de escapes de cativeiro na região.

### **Relação das expansões geográficas com mudanças no uso da terra**

Existem amplas evidências de que espécies de áreas abertas podem aproveitar mudanças no uso da terra e outras atividades antrópicas para expandir suas áreas de ocorrência (Catterall et al. 1998, Hills et al. 2001). As três espécies-alvo aqui estudadas são espécies que ocorrem naturalmente em áreas abertas e semiabertas (Hellmayr 1909, Cory 1919, Jaramillo 2020, Fraga 2020), as quais poderiam aproveitar a antropização dos ambientes naturais para expandir sua distribuição. Além disso, *Paroaria dominicana* e *Icterus jamacaii* apresentam baixa sensibilidade a distúrbios humanos, o que poderia explicar a presença dessas espécies próximas a áreas urbanizadas nos tempos atuais, enquanto *Sporophila albogularis* apresenta sensibilidade média (Silva et al. 2003).

Neste estudo observamos correlações fortes entre a expansão da distribuição das três espécies-alvo e o aumento na conversão de áreas preservadas em áreas agropastoris. Embora estas correlações possam não ser necessariamente de causa e efeito, é provável que o desmatamento tenha afetado positivamente estas espécies, que costumam ocorrer em áreas periurbanas, sítios, e até em cidades (Fraga 2020, Jaramillo 2020).

Desta forma, é possível que o avanço para as regiões Sul e Sudeste do país possam ter sido potencializadas pela alteração e degradação do habitat natural em outras regiões, fazendo com que as espécies se dispersassem para novas áreas. Entretanto, uma expansão natural ou apenas causada por mudanças no uso da terra não explica o surgimento de pontos de ocorrência isolados, como é evidente para *Paroaria dominicana* e *Icterus jamacaii* a meados da década de 90 e 2000, pouco antes de sofrerem um *boom* em direção ao Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

### **Tráfico de fauna**

A possibilidade que as espécies tenham expandido a sua distribuição como consequência do tráfico de animais silvestres é amplamente conhecida. De fato, as três espécies-alvo são frequentemente encontradas em listas de espécies traficadas e criadas

em cativeiro (Renctas 2001, Ferreira & Glock 2004, Pereira & Brito 2005, Rocha et al. 2006, Borges et al. 2006, Assis & Lima 2007, Bastos et al. 2008, Gama & Sassi 2008, Branco 2008, Barbosa et al. 2010, Gogliath et al. 2010, Franco et al. 2012, Rgueira & Bernard 2012, Nobrega et al. 2012, Alves et al. 2012, Pessoa et al. 2013, Alves et al. 2013, Teles et al. 2013, Paixão et al. 2014, Silva et al. 2015, Dias & Matos 2015, Oliveira et al. 2020).

Além de serem espécies visadas pelo tráfico internacional, também são frequentemente recebidas em Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) em vários estados do Brasil, sendo, em alguns casos, as espécies mais abundantes (Cerqueira 2004, Pagano et al. 2009, Santos 2009, Morita 2009 Gogliath et al. 2010, Moura et al. 2012, Souza et al. 2014, Freitas et al. 2015, Pereira et al. 2019). Desta forma, não é possível descartar o efeito das ações de órgãos governamentais responsáveis pela reintrodução de animais apreendidos do tráfico (Destro et al. 2012). Estas atividades de instituições governamentais, se mal planejadas, podem viabilizar ou até acelerar expansões de distribuição de espécies pressionadas pelo tráfico, causando danos ambientais alterando as interações inter e intraespecíficas (Jiménez & Cadena 2004, Molony et al. 2006). Alguns estudos apontam uma possível introdução de *Paroaria dominicana*, *Icterus jamacaii* e *Sporophila albogularis* em algumas localidades do Brasil, como em Palmas-TO, Olinda-PE, Belém-PA e São Paulo-SP devido a solturas inadequadas ou escapes de cativeiro (Silva & Oren 1990, Figueiredo 2000, Periquito et al. 2008, Dornas et al. 2011, Garda et al. 2018, Schunck et al. 2020). A introdução de *Paroaria dominicana* no Arquipélago de Fernando de Noronha foi relatada pela primeira vez na década de 80, provavelmente como resultado de escapes de cativeiro (Oren 1982). Também foi relatada, mesmo sem sucesso, a introdução dessa espécie fora do Brasil, na África (Dean 2000) e no Havá/EUA, o último sendo um país que historicamente importa aves brasileiras desde a década de 60; inclusive *Sporophila albogularis* também consta como espécie importada (Clapp & Banks 1972, Moulton & Pimm 1986). Evidências apontam que além do tráfico de aves silvestres, *Paroaria dominicana* é também comercializada para uso em luta de aves (Alves et al. 2010). Além disso, durante a coleta de dados deste estudo foi constatado que todos os indivíduos de *Sporophila albogularis* depositados na Coleção de Aves do Museu de Zoologia da UNICAMP (São Paulo) nas décadas de 70 e 80 eram provenientes de cativeiro. Dados genéticos apontam que *Paroaria dominicana* passou por um gargalo populacional na região da Caatinga como resultado do tráfico, apontando também que as populações encontradas no estado de São Paulo são oriundas da região norte da

Bahia e do estado de Pernambuco (Ferreira 2012).

Desta forma, se por um lado, o tráfico pode causar expansões na distribuição de algumas espécies para fora da sua área de ocorrência, estas mesmas espécies podem ter retrações na sua distribuição original, como resultado da pressão do comércio ilegal. Esta redução ou desaparecimento de *P. dominicana* e *S. albogularis* devido à comercialização e uso de pesticidas na agricultura já têm sido reportadas na literatura. Por exemplo, a ausência de *I. jamacaii* em algumas regiões do Ceará foi associada com altas taxas de captura para suprir o comércio ilegal (Osmos et al. 2005). Assim, introduções fora da Caatinga poderiam explicar os pontos de ocorrência mais distantes das distribuições conhecidas das espécies que começam a surgir a partir década de 90 e 2000, em estados como São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Goiás, Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso, além do Arquipélago de Fernando de Noronha.

Um levantamento de avifauna realizado no início deste século no município de São Paulo-SP reportou a presença de *Paroaria dominicana* no Parque Ecológico do Tiête, entre os anos de 1986 e 1998, onde existe um Centro de Recepção de Animais Silvestres, classificado como uma comprovada ou possível soltura ou escape de cativeiro (Figueiredo & Lo 2000). O referido estudo relata também solturas inadequadas de diversas espécies de aves criadas em cativeiro em São Paulo, a meados dos anos 2000, feitas pelo prefeito do município de São Paulo em comemoração ao dia nacional das aves. Essa ocorrência coincide com os resultados apontados na neste estudo, com os primeiros registros de *Paroaria dominicana* na década de 80.

A reintrodução de espécies oriundas do tráfico é um desafio até os tempos atuais, justamente porque muitas vezes não é possível saber a origem dos animais, e pelo fato de que as áreas de solturas foram instituídas pelo IBAMA apenas em 2008 (Renctas 2001). Observa-se que até o ano de 1999, tanto *Paroaria dominicana* como *Icterus jamacaii*, concentravam a maior parte das ocorrências na sua área de distribuição conhecida, com uma notável expansão a partir do ano 2000, quando começaram a se expandir no Sul de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. Já *Sporophila albogularis*, parece se expandir a partir de 2010, principalmente no estado de São Paulo (onde até 2009 não se tinha ocorrência da espécie).

### **Aumento de registros**

Se bem existem claras correlações entre o aumento da área de ocorrência das espécies-alvo, além do uso delas no tráfico ilegal de fauna, existe a possibilidade de que o aumento evidente na distribuição destas espécies seja o resultado de um claro aumento no número de registros, decorrentes da popularização da observação e fotografia de aves. De fato, o grande aumento de registros das três espécies-alvo ocorrida a partir de 2010 pode ser diretamente relacionada com a criação de plataformas de bancos de dados online como WikiAves e ebird.

A ciência cidadã se tornou uma importante ferramenta para estudar a distribuição de aves (Mamede et al. 2017). Observações feitas durante o XVII Congresso Brasileiro de Ornitologia, no Espírito Santo, documentaram como novas ocorrências para a área a presença das espécies *Icterus jamacaii* e *Paroaria dominicana*, a segunda considerada exótica no estado (Simon et al. 2009, Serpa et al. 2009).

### **Desafios futuros**

Os dados aqui apresentados parecem apontar a diferentes fatores como sendo responsáveis pelos avanços territoriais alcançados por *Paroaria dominicana*, *Icterus jamacaii*, e *Sporophila albogularis*. Um fator não avaliado neste estudo é o efeito das mudanças climáticas no avanço destas espécies. Estudos usando modelos de nicho ecológico em *Paroaria dominicana* sugerem que esta espécie poderia se expandir na região Norte e Centro-Oeste do Brasil, onde encontra elevada adequabilidade ambiental (Gomes et al. 2020). Estudos semelhantes nas três espécies-alvo deste estudo, aliadas com modelos de nicho para climas futuros poderão nos ajudar a entender o efeito das mudanças climáticas nas distribuições presentes e futuras destas espécies.

Por outro lado, dados moleculares poderiam nos informar sobre a origem e estrutura populacional das novas populações descritas desde 1980, entendendo não somente se houve populações fundadoras (resultados do tráfico), como também potenciais expansões direcionais desde a região Nordeste do Brasil.

## **5. CONCLUSÃO**

Neste trabalho apresentamos evidências claras da recente expansão de três espécies de aves antes consideradas típicas ou endêmicas da caatinga: *Paroaria dominicana*, *Icterus jamaicai* e *Sporophila albogularis*. O aumento na área de ocorrência destas espécies parece ser o resultado de diversos fatores, incluindo a conversão de florestas nativas em áreas agropastoris, o tráfico de fauna, e o aumento no número de registros graças a ciência cidadã (uma função da amostragem). Um dos fatores que potencialmente pode ter afetado a distribuição histórica destas espécies são as solturas inadequadas realizada por órgãos governamentais. Para melhor entender as razões por trás destas expansões, sugerimos o uso de dados genômicos para avaliar a origem das novas populações das regiões Sudeste e Centro-Oeste e o uso de modelagem de distribuição para avaliar o efeito das mudanças climáticas no avanço destas espécies ao longo do tempo.

## 6. REFERÊNCIAS

- Alves RRN, Gonçalves MBR, Vieira WLS. 2012. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido Brasileiro. *Tropical Conservation Science* 5:394-416.
- Alves RRN, Lima JRF, Araújo HF. 2012. The live bird trade in Brazil and its conservation implications: an overview. *Bird Conservation International*, doi 10.1017/S095927091200010X:1– 13.
- Assis, I. A.; Lima, D. C. 2007. Uma Introdução ao Comércio Ilegal de Aves em Itapipoca, Ceará. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço. Caxambu - MG: 2007, p. 1-3.
- Bagno, M.A. & J. Marinho-Filho. 2001. A avifauna do Distrito Federal: uso de ambientes abertos e florestais e ameaças, p. 495-528. In: Ribeiro J.F., Fonseca, C.E.L. & Sousa-Silva, J.C. (eds.). *Cerrado – Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria*. Planaltina: EMBRAPA.
- Baker, J., Harvey, K. J., & French, K. 2014. Threats from introduced birds to native birds. *Emu-Austral Ornithology*, 114(1), 1-12.
- Barbosa, J. A. A., Nóbrega, V. A. and Alves, R. R. N. 2010. Aspectos da caça e comércio ilegal da avifauna silvestre por populações tradicionais do semiárido paraibano. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 10:39-49.
- Bastos, L. F., Luz, V. L. F., Reis, I. J. and Souza, V. L. 2010. Apreensão de espécimes da fauna silvestre em Goiás–situação e destinação. *Rev. Biol. Neotrop.* 5: 51–63.
- Bauer, C., & Pacheco, J. F. 2000. Lista das aves da região de Visconde de Mauá, Serra da Mantiqueira, no limite dos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. *Atualidades Ornitológicas*, 97(7).
- BirdLife International (2022) Species factsheet: *Icterus jamacaii*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 22/04/2022. Recommended citation for factsheets for more than one species: BirdLife International (2022) IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 22/04/2022.

BirdLife International (2022) Species factsheet: *Paroaria dominicana*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 22/04/2022. Recommended citation for factsheets for more than one species: BirdLife International (2022) IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 22/04/2022.

BirdLife International (2022) Species factsheet: *Sporophila albogularis*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 22/04/2022. Recommended citation for factsheets for more than one species: BirdLife International (2022) IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 22/04/2022.

Borges, R. C., de Oliveira, A., Bernardo, N., & da Costa, R. M. M. C. 2006. Diagnóstico da fauna silvestre apreendida e recolhida pela Polícia Militar de Meio Ambiente de Juiz de Fora, MG (1998 e 1999). *Revista Brasileira de Zootecias*, 8(1).

Bradshaw, CJ, Brook, BW, Delean, S., Fordham, DA, Herrando-Pérez, S., Cassey, P., & Araújo, MB. 2014. Preditores de contração e expansão da área de ocupação para aves britânicas. *Anais da Royal Society B: Ciências Biológicas*, 281 (1786), 20140744.

Branco, A. M. 2008. Políticas públicas e serviços públicos de gestão e manejo da fauna silvestre nativa resgatada. Estudo de caso: Prefeitura da Cidade de São Paulo (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Brook, B. W., Sodhi, N. S., & Bradshaw, C. J. 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in ecology & evolution*, 23(8), 453-460.

Burnham, R. J., & Graham, A. 1999. The history of neotropical vegetation: new developments and status. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 546-589.

Burns, K. J. and Naoki, K. 2004. Molecular phylogenetics and biogeography of Neotropical tanagers in the genus *Tangara*. *Mol. Phylogenet. Evol.* 32:838-854.

Burns, K. J., S. J. Hackett, & N. K. Klein. 2002. Phylogenetic relationships and morphological diversity in Darwin's finches and their relatives. *Evolution* 34: 360–370.

- Campos, J. B., Tossulino, M. D. G. P., & Müller, C. R. C. 2006. Unidades de Conservação: ações para valorização da biodiversidade (pp. 165-174). Instituto ambiental do Paraná.
- Carvalho, F. A. D. A. V. 2017. Síntese do conhecimento e análises de padrões de distribuição geográfica, esforço de amostragem e conservação da avifauna do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.
- Catterall, C. P., Kingston, M. B., Park, K., & Sewell, S. (1998). Deforestation, urbanisation and seasonality: interacting effects on a regional bird assemblage. *Biological conservation*, 84(1), 65-81.
- Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J., & Ponce, E. 2010. Effects of Pleistocene environmental changes on the distribution and community structure of the mammalian fauna of Mexico. *Quaternary research*, 73(3), 464-473.
- Cerqueira, C. V. 2004. Frequência de animais que deram entrada no Cetas-Cetrel/Ibama, CamaçariBA, no período de 2001 a 2003. SEMOC-Semana de Mobilização Científica-Reforma Universitária Que Universidade o Brasil Quer?.
- Cestari, C., & Pacheco, J. F. 2010. Aves, Emberizidae, *Coryphospingus pileatus* (Wied, 1821): a new gathered bird species to São Paulo state and evidences of southern geographic expansion in Brazil. *Check List*, 501-502.
- Clapp, R. B., & Banks, R. C. (Eds.). 1972. *Birds Imported Into the United States* (No. 136). US Government Printing Office.
- Claramunt, S., Derryberry, EP, Remsen Jr, JV, & Brumfield, RT. 2012. A alta capacidade de dispersão inibe a especiação em uma radiação continental de aves passeriformes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279 (1733), 1567-1574.
- da Silva J.M.C., Oren D. 1990. Introduced and invading birds in Belem, Brazil. *Wilson Bulletin*, 102, 309–313.
- da Silva, J. M. C., de Souza, M. A., Bieber, A. G. D., & Carlos, C. J. 2003. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. *Ecologia e conservação da*

Caatinga. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 237-274.

de Oliveira Rocha, R., & Rocha, M. B. 2019. Levantamento de Espécies Exóticas em Unidades de Conservação: o Caso do Estado do Rio de Janeiro. *Research, Society and Development*, 8(10), e408101406.

de Oliveira, W.S.L., Borges, A.K.M., de Faria Lopes, S., Vasconcellos, A. & Alves, R.R.N. 2020. Illegal trade of songbirds: an analysis of the activity in an area of northeast Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16, 16.

Dean WRJ. 2000. Alien birds in southern Africa: what factors determine success? *South African J Sci* 96:9-14

Destro, G. F. G., de Andrade, A. F. A., de Fernandes, V., Terribile, L. C., & De Marco, P. 2020. Climate suitability as indicative of invasion potential for the most seized bird species in Brazil. *Journal for Nature Conservation*, 58, 125890.

Destro, G.; Fernandes, V.; Andrade, A.; Marco, P. and Terribile, L. 2019. Back home? Uncertainties for returning seized animals to the source-areas under climate change. *Global Change Biology*. doi: 10.1111 / gcb.14760.

Develey, P.F. & E. Endrigo. 2004. *Aves da Grande São Paulo: guia de campo*. São Paulo: Aves e Fotos.

D'Horta, F. M. 2009. *Filogenia molecular e filogeografia de espécies de passeriformes (Aves): história biogeográfica da região neotropical com ênfase na Floresta Atlântica* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Dias, R. A., & Burger, M. I. 2005. A assembléia de aves de áreas úmidas em dois sistemas de cultivo de arroz irrigado no extremo sul do Brasil. *Ararajuba*, 13(1), 63-80.

Dornas, T., de Oliveira, M., & Leite, C. 2011. Palmas, Tocantins: uma nova localidade de dominicana (Passeriformes: Thraupidae). *Atualidades Ornitológicas* No 162.

Dornas, T.; Ramos, L.; Pinheiro, R. e Barbosa, M. 2012. Importantes e inéditos registros de aves para o ecótono Amazônia/Cerrado no centro norte do Estado do

Tocantins: implicações biogeográficas e extensão de distribuição geográfica de aves amazônicas. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 20(2):119-127.

Durães, R., Carrasco, L., Smith, T. B., & Karubian, J. 2013. Effects of forest disturbance and habitat loss on avian communities in a Neotropical biodiversity hotspot. *Biological conservation*, 166, 203-211.

Ferreira JM .2012. Contribuição da genética de populações à investigação sobre o tráfico de fauna no Brasil: desenvolvimento de microssatélites e análise da estrutura genética em *Paroaria dominicana* e *Saltator similis* (Aves: Passeriformes: Thraupidae). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Ferreira, C. M. and Glock, L. 2006. Diagnóstico preliminar sobre a avifauna traficada no Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências* 12:21-30.

Figueiredo, L. F. A., & V. K. Lo. 2000. Lista das aves do Município de São Paulo. *Bol. CEO* 14: 15–35.

Fraga, R. 2020. Campo Troupial (*Icterus jamacaii*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.  
<https://doi.org/10.2173/bow.camtro1.01>

Franco, M., Câmara, F., Rocha, D. C., Souza, R. M., & Oliveira, N. 2012. Animais silvestres apreendidos no período de 2002 a 2007 na macrorregião de Montes Claros, Minas Gerais. *Enciclopédia Biosfera*, 8(14).

Freeman, B. G., & Freeman, A. M. C. 2014. Rapid upslope shifts in New Guinean birds illustrate strong distributional responses of tropical montane species to global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(12), 4490-4494.

Freitas, A. C. P., M. E. Oviedo-Pastrana., D. A. Rocha Vilela, P. L. L. Pereira, L. D. O. C., Loureiro, J. P. A. Haddad, N. R. S. Martins and D. F. Magalhães Soares. 2015. Diagnóstico de animais ilegais recebidos no Centro de Triagem de Animais Silvestres de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, no ano de 2011. *Cienc. Rural* 45: 163–171.

- Gama, T. F. and Sassi, R. 2008. Aspectos do comércio ilegal de Pássaros Silvestres na Cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Gaia Scientia* 2:1-20.
- Garda, A. A., Lion, M. B., Lima, S. M. D. Q., Mesquita, D. O., Araujo, H. F. P. D., & Napoli, M. F. 2018. Os animais vertebrados do Bioma Caatinga. *Ciência e Cultura*, 70(4), 29-34.
- Gaston, K. J., & Fuller, R. A. 2009. The sizes of species' geographic ranges. *Journal of applied ecology*, 46(1), 1-9.
- Gogliath, M., Bisaggio, EL, Ribeiro, LB, Resgalla, AE, Borges, RC. 2010. Avifauna apreendida e entregue voluntariamente ao Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) do IBAMA de Juiz de Fora, Minas Gerais. *Atualidades Ornitológicas* 154: 55 – 59.
- Gomes Destro, G. F., de Andrade, A. F. A., de Fernandes, V., Terribile, L. C., & De Marco, P. 2020. Climate suitability as indicative of invasion potential for the most seized bird species in Brazil. *Journal for Nature Conservation*, 125890. doi:10.1016/j.jnc.2020.125890
- Gurevitch, J., & Padilla, D. K. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions?. *Trends in ecology & evolution*, 19(9), 470-474.
- Gussoni, C.O.A. 2007. Avifauna de cinco localidades no município de Rio Claro, estado de São Paulo, Brasil. *Atualidades Ornitológicas* 136: 27-33.
- He, X.; Liang, J.; Zeng, G.; Yuan, Y. and Li, X. 2019. The Effects of Interaction between Climate Change and Land-Use/Cover Change on Biodiversity-Related Ecosystem Services. *Global Challenges*. doi: 10.1002/gch2.201800095.
- Hellmayr, C. E. 1938. Catalogue of birds of the Americas and the adjacent islands. Part 11. *Field Mus. Nat. Hist. Publ. Zool. Ser.* 13.
- Jaramillo, A. 2020. Red-cowled Cardinal (*Paroaria dominicana*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.reccar2.01>

- Jaramillo, A. 2020. White-throated Seedeater (*Sporophila albogularis*), version 1.0. In Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.  
<https://doi.org/10.2173/bow.whtsee1.01>
- Klicka, J., Burns, K., & Spellman, G. M. 2007. Defining a monophyletic Cardinalini: a molecular perspective. *Molecular phylogenetics and evolution*, 45(3), 1014-1032.
- Leite, G. A. 2017. Conhecer para conservar: *Crax globulosa* (Aves: Cracidae), da genética de populações à seleção do habitat.
- Li, H. W., & Moyle, P. B. 1981. Ecological analysis of species introductions into aquatic systems. *Transactions of the American Fisheries Society*, 110(6), 772-782.
- Lima, R. D. 2021. An obligate brood parasite, the Screaming Cowbird (*Molothrus rufoaxillaris*), more than doubled its range expanding northeastward in the last decades. *Ornithology Research*, 29(2), 63-67.
- Lopes, L. E., & Marçal, B. F. 2016. Avifauna do Campus Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Atual Ornitol*, 193, 41-56.
- Lucas, L. A. D. S., Pil, M. W., Luna, L. W. e Naka, L. N. 2020. Filogeografia dos corrupiões do complexo *Icterus icterus* (Família: Icteridae): inferências evolutivas sobre as florestas tropicais sazonalmente secas (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).
- Mamede, S., M. Benites & C.J.R. Alho. 2017. Ciência Cidadã e sua Contribuição na Proteção e Conservação da Biodiversidade na Reserva da Biosfera do Pantanal. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*. 12(4): 153-164.
- Marini, M. Â., & Lopes, L. E. 2005. Novo limite sul na distribuição geográfica de *Sakesphorus cristatus* (Thamnophilidae). *Ararajuba*, 13, 105-106.
- McDonald, K. W., McClure, C. J., Rolek, B. W., & Hill, G. E. 2012. Diversity of birds in eastern North America shifts north with global warming. *Ecology and evolution*, 2(12), 3052-3060.

- Meyer de Schauensee, R., & Mack, A. L. 1970. A guide to the birds of South America (No. C/598.298 M4).
- Mooney, H. A., & Cleland, E. E. 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(10), 5446-5451.
- Morita, C.H.C. 2009. Caracterização da fauna recebida e avaliação dos procedimentos em Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS). Trabalho de Conclusão de Curso em Ecologia, UNESP, Rio Claro, SP.
- Motta-Junior, J.C., Granzinolli, M.A.M. & Develey, P.F. 2008. Aves da Estação Ecológica de Itirapina, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 8(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/pt/abstract?inventory+bn00308032008>.
- Moulton MP, Pimm SL. 1986. Species introductions to Hawaii. In *Ecology of Biological Invasions in North America and Hawaii*, ed. HA Mooney, JA Drake, pp. 231-49. New York: Springer-Verlag.
- Moura SG, Pessoa FB, Oliveira FF, Lustosa AHM, Soares CB. 2012. Animais silvestres recebidos pelo centro de triagem do ibama no Piauí no ano de 2011. *Enciclopédia Biosfera* 8:1-15.
- Murphy, G.E.P. & Romanuk, T.N. 2014. A meta-analysis of declines in local species richness from human disturbances. *Ecology and Evolution*, 4(1), pp.91–103.
- Narosky, S. 1977. Una nueva especie del género *Sporophila* (Emberizidea). *Hornero*, 11, 345-348.
- Nascimento, I. de L. S. do. 2000. Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha – interações pardais x aves terrestres. Relatório de atividades, 15 p., CEMAVE/IBAMA, Brasil.
- Nobrega, V. A.; Barbosa, J. A. A.; Alves, R. R. N. 2011. Utilização de aves silvestres por moradores do município de Fagundes, Semiárido paraibano: uma abordagem etno-ornitológica. *Sitientibus*, 11, 165-175.

- Nodari, F. 2008. Filogenia do género *Paroaria* (Aves: Passeriformes: Oscines) e filogeografia de *Paroaria dominicana* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Olmos, F., Silva, W. A. D. G., & Albano, C. G. (2005). 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*, 45(14), 179-199.
- Oren, D.C. 1982. Avifauna do Arquipélago de Fernando de Noronha. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém*, 118: 1-21.
- Oyarzún-Ruiz, P., Cárdenas, G., Martin, N., Mironov, S., Cicchino, A., Kinsella, J. M., ... & González-Acuña, D. 2021. Fauna parasítica do pardal invasor (*Passer domesticus*) da região de Ñuble, Chile: um exemplo de parasitas co-introduzidos. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 30.
- Pacheco, J. F. e C. Bauer. 2000. As aves da Caatinga – Apreciação histórica do processo de conhecimento. Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Relatório do Grupo Temático Aves. Petrolina. 60p
- Pacheco, J. F., Silveira, L. F., Aleixo, A., Agne, C. E., Bencke, G. A., Bravo, G. A., ... & de Q Piacentini, V. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research*, 29(2), 94-105.
- Pagano, I. S. A., Sousa, A. E. B. A., Wagner, P. G. C. and Ramos, R. T. C. 2010. Aves depositadas no Centro de Triagem de Animais Silvestres do IBAMA na Paraíba: uma amostra do tráfico de aves silvestres no estado. *Ornithologia* 3:132-144.
- Paixão RMC, Silvestre LC, Pessoa TSA, Sousa AEBA. 2013. Entre saberes e observações: a manutenção em cativeiro de Passeriformes silvestres em uma comunidade da Zona da Mata Paraibana. *AO On-Line* 174: 54-59.
- Pereira, G. A. and Brito, M. T. 2005. Diversidade de aves silvestres brasileiras comercializadas nas feiras livres da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco. *Atualidades Ornitológicas* 126.

- Pereira, Thatiany de Sousa, Souza, Adeilma Fernandes de, Barbosa, Edja Daise Oliveira; Chaves, Marcio Frazão. 2019. Avifauna alojada nos CETAS/IBAMA nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, Brasil. *Nature and Conservation*, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 1-10.
- Periquito, M.C.; G.A. Pereira & M.T. Brito. 2008. Aves no manguezal do Espaço Ciência, Olinda, Pernambuco. *Atualidades Ornitológicas*, 145(1): 36-38.
- Pessoa, T. S. A.; Wagner, P. G. C.; Langguth, A. 2013. Captura e comercialização de animais silvestres no semiárido da Paraíba, Brasil, sob a perspectiva de crianças e adolescentes. *Revista Nordestina de Biologia*, 21, 79-100.
- Projeto MapBiomas Alerta – [6.0] - Sistema de Validação e Refinamento de Alertas de Desmatamento com Imagens de Alta Resolução: [[https://mapbiomas.org/o-que-e-o-mapbiomas?cama\\_set\\_language=pt-BR](https://mapbiomas.org/o-que-e-o-mapbiomas?cama_set_language=pt-BR)] acessado em [22/04/2022].
- QGIS.org, 2021. QGIS 3.16. Geographic Information System Developers Manual. QGIS Association. Electronic document:  
[https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/developers\\_guide/index.html](https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/developers_guide/index.html)
- Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais (RENCTAS). 1º Relatório nacional sobre o tráfico de animais silvestres. Brasília: Renctas, 2001.
- Regueira, R. F. S. and Bernard, E. 2012. Wildlife sinks: Quantifying the impact of illegal bird trade in street markets in Brazil. *Biological Conservation* 149:16–22.
- Ridgely, R. S. & Tudor G. 1999. *The birds of South America*. Oxford, University Press, vol. 1, 516p, 1999.
- Ridgely, R. S., & Guy, T. 1989. *The birds of South America: Volume 1: the oscine passerines (Vol. 1)*. University of Texas Press.
- Rocha, M. S. P., Cavalcanti, P. C. M., Sousa, R. L. and Alves, R. R. N. 2006. Aspectos da comercialização ilegal de aves nas feiras livres de Campina Grande, Paraíba, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 6:204-221.

- Rodríguez-Estrella, R. 1998. Land use changes affect distributional patterns of desert birds in the Baja California peninsula, Mexico. *Diversity and Distributions*. 13: 877-889.
- Rosa, A. L., Lima-Rezende, C. A., Rodrigues, F. P., & Caparroz, R. 2019. Development and characterization of 19 polymorphic microsatellite loci from the Red-cowled Cardinal (*Paroaria dominicana*, Passeriformes, Aves) using next-generation sequencing. *Molecular Biology Reports*. doi:10.1007/s11033-019-04919-z.
- RStudio Team. 2020. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg (Editors) (2020). *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://birdsoftheworld.org/bow/home>
- Sampaio, A. B., & Schmidt, I. B. 2013. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*, (2), 32-49.
- Santos, V.M. 2009. Diagnóstico da fauna silvestre recebida no Centro de Triagem de Animais Silvestres de Alagoas – CETAS/ IBAMA/AL. In: Congresso de Ecologia do Brasil.
- Schubart, O., AC Aguirre e H. Sick. 1965. Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 12: 95–249.
- Schunck, F., D’Addezio, F., Nucitelli, C., & Mix, P. 2020. Aves da Península do Castelo: a importância da coleta de dados de longo prazo em escala geográfica local no município de São Paulo, SP. *Atualidades Ornitológicas*, 214, 51-65.
- Serafini, T. Z., de França, G. B., & Andriguetto-Filho, J. M. 2010. Ilhas oceânicas brasileiras: biodiversidade conhecida e sua relação com o histórico de uso e ocupação humana. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 10(3), 281-301.

- Serpa, G.A., F. Olmos, C.O.A. Gussoni, A. Macarrão, C. Albano, A. Luca, E. Carrano, J.A.J. Junior, D. Hoffmann, T.O. Laranjeiras, C.B. Andretti, R.F. Siqueira, F.E. Souza, C.E.Q. Agne, W. Nogueira, R.B.A. Carvalho, L.G. Mazzoni, L. M. Lima, B. Rennó and G.H. Silveira. 2009. As aves do SESC Praia Formosa, Aracruz, Espírito Santo: observações durante o XVII Congresso Brasileiro de Ornitologia. *Atualidades Ornitológicas* 151(1): 39-52.
- Sibley, C. G. and Monroe, B. L. Jr. 1990. *Distribution and Taxonomy of Birds of the World*. Yale University Press, New Haven.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira.
- Sick, H. 2001. *Ornitologia Brasileira*. 3ª ed. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Sigrist, T. 2006. *Aves do Brasil, uma visão artística*. São Paulo, Fosfertil, Avis Brasilis.
- Silva, E.M.; Oliveira, E.L.R.; Lima, V.F.S.; Borges, J.C.G.; Porto, W.J.N. 2015. Aves silvestres comercializadas ilegalmente em feiras livres da cidade de Arapiraca, Alagoas. *Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia*, v. 11, n. 21, p. 2045 - 2055.
- Simon JE, Peres J, Ruschi PA. 2009. A importância da Serra das Torres para a conservação de aves no estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. *Rev Cient FAESA*; 4(1): 47-62. <http://dx.doi.org/10.5008/1809-7367.017>.
- Souza, C. M., Z Shimbo, J., Rosa, M. R., Parente, L. L., A Alencar, A., Rudorff, B. F., ... & Azevedo, T. 2020. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sensing*, 12(17), 2735.
- Souza, T. O., Vilela, D. A. R., Câmara, B. G. O. 2014. *Pressões sobre a avifauna brasileira: Aves recebidas pelo CETAS/IBAMA*, Belo Horizonte, Minas Gerais [Pressures on the Brazilian avifauna: Birds received by CETAS / IBAMA, Belo Horizonte, Minas Gerais]. *Ornithologia* 7: 1– 11. Retrieved from <http://cemave.net/publicacoes/index.php/ornithologia/article/viewFile/117/144>.

- Stehli, F. G., & Webb, S. D. 1985. A kaleidoscope of plates, faunal and floral dispersals, and sea level changes. In *The great American biotic interchange* (pp. 3-16). Springer, Boston, MA.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker e D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. The University of Chicago Press. 478p.
- Strubbe, D. and Matthysen, E. 2007. Invasive ring-necked parakeets *Psittacula krameri* in Belgium: habitat selection and impact on native birds. *Ecography*. 30 (4): 578-588.
- Sullivan, B.L., C.L. Wood, M.J. Iliff, R.E. Bonney, D. Fink, and S. Kelling. 2009. eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation* 142: 2282-2292.
- Tavares, D. C., & Siciliano, S. 2014. The bird community in a threatened coastal lagoon in southeastern Brazil. *Open Journal of Ecology*, 2014.
- Teles, D.A., Rodrigues, J.K. & Teles, E.A., 2013. Uso místico e religioso da fauna comercializada em feiras nos municípios de Crato e Juazeiro do Norte, Ceará, Nordeste do Brasil. *Etnobiologica* 11(3):28-33.
- Valiela, I., & Bowen, J. L. 2003. Shifts in winter distribution in birds: effects of global warming and local habitat change. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 32(7), 476-480.
- Vasconcelos, M. F. D., & Rodrigues, M. 2010. Patterns of geographic distribution and conservation of the open-habitat avifauna of southeastern Brazilian mountaintops (campos rupestres and campos de altitude). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 50(1), 1-29.
- Vasconcelos, M. F., & D'Angelo Neto, S. 2007. Padrões de distribuição e conservação da avifauna na região central da Cadeia do Espinhaço e áreas adjacentes, Minas Gerais, Brasil. *Cotinga*, 28, 27-44.
- Vilela, A. L. O., & Lamim-Guedes. 2014. Domestic dogs in protected areas: impacts and control. *Holos environment*, v 14 n.2, 2014, P. 198. ISSN: 1519-8634.

Warren, M. S., Hill, J. K., Thomas, J. A., Asher, J., Fox, R., Huntley, B., ... & Thomas, C. D. (2001). Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature*, 414(6859), 65-69.

Weir, J. T., Bermingham, E., & Schluter, D. 2009. The great American biotic interchange in birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(51), 21737-21742.

WikiAves. 2022. WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br/>>. Acesso em: 05/05/2022.

Wootton, J. T. 1987. Interspecific competition between introduced house finch populations and two associated passerine species. *Oecologia* 71: 325-331.

Yokomizo, H., Possingham, H. P., Thomas, M. B., & Buckley, Y. M. 2009. Managing the impact of invasive species: the value of knowing the density–impact curve. *Ecological Applications*, 19(2), 376-386.

Yuri, T. and Mindell, D. P. 2002. Molecular phylogenetic analysis of Fringillidae, "New World nineprimaried oscines" (Aves: Passeriformes). *Mol. Phylogenet. Evol.* 23:229-243.