



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO

YURI PORTÁCIO MARTINS

**OLHANDO DA JANELA LATERAL: REGISTROS EM PLATAFORMAS
NATURALISTAS E SEU POTENCIAL PARA A CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE**

FORTALEZA

2025

YURI PORTÁCIO MARTINS

OLHANDO DA JANELA LATERAL: REGISTROS EM PLATAFORMAS
NATURALISTAS E SEU POTENCIAL PARA A CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de graduação em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Marina Duarte
Pinto Lobo.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M347o Martins, Yuri Portácio.

Olhando da janela lateral : registros em plataformas naturalistas e seu potencial para a conservação da biodiversidade / Yuri Portácio Martins. – 2025.
92 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2025.

Orientação: Profa. Dra. Marina Duarte Pinto Lobo.

1. ciência cidadã. 2. banco de dados. 3. tecnologias digitais. I. Título.

CDD 570

YURI PORTÁCIO MARTINS

OLHANDO DA JANELA LATERAL: REGISTROS EM PLATAFORMAS
NATURALISTAS E SEU POTENCIAL PARA A CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de graduação em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Aprovado em: 14/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marina Duarte Pinto Lobo (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará

Profa. Dra. Karoline Ceron
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Vicente Vieira Faria
Universidade Federal do Ceará

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo apoio e incentivo para continuar, tornando esse momento possível.

À minha orientadora por me acolher, pela paciência e por todo apoio oferecido durante a realização deste trabalho.

Aos membros da banca por se disponibilizarem, pelo tempo e contribuições feitas.

Aos professores e demais servidores do Departamento de Biologia pelo compromisso e aprendizado compartilhados.

À Universidade Federal do Ceará pela educação, bolsas e experiências formativas.

À todos aqueles que me conectei e se conectaram comigo durante esses longos anos de graduação, desde que entrei pela primeira vez na universidade. Lembro de quando conheci cada um, alguns em especial, e guardo esses momentos com carinho!

*“Ever reaching, high as hope” - Florence
Welch*

RESUMO

Observar a natureza é uma prática antiga, realizada para atender diferentes necessidades humanas, como sobrevivência, arte e ciência. Ao longo da história, as formas de se manter registro do ambiente mudaram, de pinturas rupestres à coleções de museus. No século XXI, novas tecnologias possibilitaram coletar e armazenar dados sobre a biodiversidade, dentre elas, plataformas naturalistas que são utilizadas por quaisquer indivíduos, chamados cidadãos cientistas. Operando de forma aberta, os dados podem ser acessados por pesquisadores e utilizados em projetos de conservação, por exemplo. Entretanto, apresentam alguns vieses que desencorajam sua aplicação. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi descrever os dados da iNaturalist, Xeno-canto e Observation.org para o Ceará entre 2004 e 2024. Os dados foram obtidos por meio da *Global Biodiversity Information Facility* e analisados quanto sua distribuição espaço-temporal, táxons observados, hábitos dos usuários, completude das informações e cobertura de espécies ameaçadas, além de discutir o potencial para conservação. Foram obtidas 27.616 observações cobrindo todas as regiões do Ceará, grande parte fornecida pela iNaturalist, reflexo de sua crescente popularidade. Aves, Plantas, Insetos e Aracnídeos foram os táxons mais observados pelos usuários, que não apresentaram preferências taxonômicas. As três plataformas diferiram na completude de informações sobre seus registros, com a Xeno-canto apresentando registros com mais detalhes comparada às demais. A iNaturalist apresentou mais espécies ameaçadas para o Ceará em sua base de dados, compartilhando mais similaridades com listas oficiais de estado de conservação. Dadas as características e eventuais erros encontrados nos dados das plataformas para o estado, os resultados aqui apresentados se somam aos esforços para compreender o alcance de plataformas de ciência cidadã e seu valor para a conservação, que encontram melhores retornos ao serem combinados com ciência tradicional.

Palavras-chave: ciência cidadã; banco de dados; tecnologias digitais.

ABSTRACT

Nature observation is an old practice that attends different human needs, such as survival, art and science. Throughout history, the ways of keeping record of the environment changed from cave paintings to museum collections. In the 21st century, new technologies have made it possible to collect and store data on biodiversity, including naturalist platforms that are used by any individual, the citizen scientists. With open data, it can be accessed by researchers and used in conservation projects, for example. However, they present some biases that discourage their application. In this sense, this work aimed to describe data from iNaturalist, Xeno-canto and Observation.org for Ceará between 2004 and 2024. The data were obtained through *Global Biodiversity Information Facility* and analyzed regarding their spatio-temporal distribution, observed taxa, user habits, completeness and coverage of threatened species, in addition to discussing their potential for conservation. A total of 27,616 observations were obtained covering all Ceará regions, largely provided by iNaturalist, reflecting its growing popularity. Birds, Plants, Insects and Arachnids were the most observed taxa by users, who did not show taxonomic preferences. The three platforms differed in completeness about their records, Xeno-canto presenting records with more details compared to the others. iNaturalist presented more threatened species for Ceará in its database, sharing more similarities with official conservation status lists. Given the characteristics and possible errors found on platforms data for the state, the results presented here contribute to efforts to understand the extent of citizen science platforms and their value for conservation, which find better outcomes when combined with traditional science.

Key-words: citizen science; database; digital technologies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Plataformas naturalistas de ciência cidadã: iNaturalist, Xeno-canto e Observation.org	24
Figura 2 - Divisão municipal do estado do Ceará	26
Figura 3 - Mapa de distribuição de registros das plataformas para a Região Nordeste entre 2004-2024	33
Figura 4 - A) Mapa de distribuição de registros em plataformas de ciência cidadã para o Ceará entre 2004-2024; B) Municípios com mais de 100 registros	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição de registros das plataformas por região brasileira entre 2004-2024	32
Gráfico 2 - Total de Observações e Observadores ativos das plataformas por mês durante 2004 e 2024	37
Gráfico 3 - Total de Observações e Observadores das plataformas por ano entre 2004 e 2024	38
Gráfico 4 - Total de observações por táxons nas plataformas	40
Gráfico 5 - Registros acumulados dos principais táxons nos municípios cearenses com mais observações entre 2004-2024	43
Gráfico 6 - Completude de dados fornecidos pelos usuários nas plataformas	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de registros por plataforma de acordo com os critérios de pesquisa .. 34

Tabela 2 - Acumulado de observações por categoria da IUCN nas três plataformas (2004-2024) 49

Tabela 3 - Consonância de categorias de ameaça entre plataformas e listas oficiais 52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC	Ciência Cidadã
CR	Criticamente Ameaçada
DD	Dados Insuficientes
EN	Em Perigo
EW	Extinta na Natureza
EX	Extinta
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
iNat	iNaturalist
IUCN	União Internacional para Conservação da Natureza
LC	Pouco Preocupante
NI	Não Informado
NT	Quase Ameaçada
Obs	Observation.org
VU	Vulnerável
XC	Xeno-canto

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	Biodiversidade e Conservação.....	17
2.2	Histórico de Registros da Biodiversidade.....	19
2.3	Uso de Plataformas de Ciência Cidadã por Pesquisadores.....	22
3	OBJETIVOS.....	25
3.1	Objetivo Geral.....	25
3.2	Objetivos Específicos.....	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1	Área de Estudo.....	26
4.2	Plataforma naturalistas digitais.....	27
4.3	Análise de dados.....	27
4.3.1	<i>Distribuição de observações.....</i>	<i>27</i>
4.3.2	<i>Análise temporal de observações e observadores.....</i>	<i>28</i>
4.3.3	<i>Registros por táxon.....</i>	<i>28</i>
4.3.4	<i>Caracterização de observadores.....</i>	<i>29</i>
4.3.5	<i>Compleitude de dados.....</i>	<i>29</i>
4.3.6	<i>Cobertura de espécies ameaçadas.....</i>	<i>29</i>
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1	Distribuição dos Registros.....	31
5.2	Popularização e Uso de Plataformas Naturalistas.....	37
5.3	Táxons registrados.....	40
5.4	Usuários.....	44
5.5	Compleitude.....	45
5.6	Espécies Ameaçadas.....	49
5.7	Potencial e Limitações do Uso das Plataformas em Estudos de Conservação no Ceará.....	52
6	CONCLUSÃO.....	57
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

O ato de observar a natureza remonta desde os tempos antigos, presente em várias culturas, em diferentes épocas, mas com objetivo semelhante: compreender o meio em que se vive. A observação dos organismos vivos é a que mais se destaca na história. Com os registros, a humanidade pode sobreviver no ambiente, classificar e organizar a vida e entender como ela muda ao longo do tempo (Atkins & Maroun, 2020; Ducarme, Flipo & Cuvet, 2021).

Nesse percurso, a maneira de se registrar o ambiente também mudou. De pinturas feitas em cavernas que documentavam o dia-a-dia, o olhar sobre a natureza passou a ser mais organizado e investigativo (Zagris, 2022). Como resultado, os principais avanços no campo das ciências naturais iniciaram após o Renascimento, período em que estudos clássicos foram revisitados e influenciaram a ciência dali em diante (Brito, 2010; Fetz, 2019). A partir desse período, a coleta de organismo se torna a principal forma de se registrar a diversidade no mundo, passando a ser depositada em coleções de museus, herbários e outras instituições (Carnall, Ashby & Ross, 2013; Kury, 2001; Vasconcelos *et al.*, 2016; Zuroski, 2016). O material era, por vezes, resultado de viagens e expedições naturalistas, que possibilitaram a descoberta e descrição de espécies, como a viagem feita por Darwin a bordo do *HMS Beagle*, e de naturalistas pelo Brasil colonial (Bonebrake, 2013; Cancela, 2021; Elias, Martins & Moreira, 2020; Leite, 1995).

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, outras formas de se manter o registro das espécies surgiram. A criação de plataformas de dados abertos sobre a biodiversidade se mostrou uma importante ferramenta para seu monitoramento (Saran *et al.*, 2022), sendo utilizada por pesquisadores, instituições científicas e público geral, que podem adicionar ou utilizar seus dados (Luís, 2022; Funk, 2018). Nesse contexto, a ciência cidadã surge para democratizar a participação na pesquisa científica, sendo definida como envolvimento de indivíduos sem formação acadêmica científica nessas atividades (Albagli, 2025; Luís, 2022; Ribeiro, 2018; Strasser *et al.*, 2019).

Plataformas de ciência cidadã contribuem tanto para a educação do público sobre a biodiversidade, por meio da colaboração com outros usuários, quanto para a pesquisa devido ao grande número de dados produzidos (Funk, 2018; Luís, 2022; Ma *et al.*, 2021).

Registros depositados em plataformas, como *eBird* e *iNaturalist*, são utilizados na identificação e monitoramento de espécies em nível global e regional, sendo ferramentas na ampliação da distribuição, no registro de novas espécies e na identificação de padrões populacionais e comunitários (Benedetti *et al.*, 2018; Mamede, Benito & Alho, 2017; Mesaglio *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2024).

Na América do Norte e Europa, essas plataformas apresentam grande adesão de usuários e são bem exploradas por pesquisadores na obtenção de dados. No Brasil, as regiões Sudeste e Sul concentram pesquisas que utilizam esse recurso, resultado da popularidade e maior adesão de usuários nessas regiões (Roche *et al.*, 2021; Rumenos *et al.*, 2023). Entretanto, a precisão e a forma como os dados são obtidos são uma preocupação que limita sua aplicação, seja pela sua origem não acadêmica, localização ou preferência por determinados grupos (Forti & Szabo, 2024; Hochmair *et al.*, 2020).

Tendo em vista a tendência crescente de utilização de novas tecnologias aplicadas à produção científica, acompanhada da urgente procura por soluções que auxiliem a conservação da biodiversidade, o presente estudo objetivou descrever os dados de observações naturalistas depositados nas plataformas digitais de ciência cidadã *iNaturalist*, *Xeno-canto* e *Observation.org* durante 2004 até 2024, e discutir seu potencial de uso em estudos de conservação da biodiversidade, utilizando o estado do Ceará como modelo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Biodiversidade e Conservação

Na canção “Paisagem da Janela”, Fernando Brant e Lô Borges narram “Da janela lateral do quarto de dormir/ Vejo uma igreja, um sinal de glória/ Vejo um muro branco e um vô pássaro/ Vejo uma grade, um velho sinal”. A descrição do ambiente, embora simples, traz informações sobre a realidade. Observar a natureza é uma atividade humana, possuindo conotação religiosa, médica ou científica (Ducarme, Flipo & Cuvet, 2021; Neiman, 2007; Nunes *et al.*, 2025; Purba *et al.*, 2020). As primeiras observações com fins científicos podem se atribuir à astronomia, cujo movimento aparente dos astros guiava a produção de calendários e a colheita (Força *et al.*, 2007).

A característica mais marcante da vida é a diversidade (Tilman, 2000). Nesse sentido, os esforços para conhecer e quantificar a diversidade de seres vivos continuam, baseando-se em padrões apresentados ao longo do tempo (Bennett, 2013; Jia, Caudan & Mamajanov, 2021; Mora *et al.*, 2011; Naeem *et al.*, 2016). A definição de diversidade biológica é, por si só, muito diversa, sendo resultado da constante evolução do termo e sua aplicação. Além da clássica definição atrelada à variedade de espécies em um ambiente, pode se referir a outros níveis de vida, assim como a ambientes (Armsworth, Kendall & Davis, 2004; Díaz & Malhi, 2022; Elliott, 2020; Júnior, Pereira & Jesus, 2019). Em 1968, o termo “diversidade biológica”, no contexto da conservação, foi utilizado no livro *A Different Kind of Country*, de Raymond Dasmann, porém seu uso na comunidade científica inicia anos depois, na forma contraída “biodiversidade”, passando a ser tópico de pesquisas e publicações. Em meio aos debates científicos e sociais, o tema passa a surgir em meio à política. Vinte anos após a Conferência de Estocolmo, a II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, resultou na Convenção sobre Diversidade Biológica, um marco para movimentos conservacionistas (Born, 2006; Franco, 2013; Lamim-Guedes, 2013).

De fato, não há como dissociar a biodiversidade com conservação, afinal esta significa agir sobre a forma de manejar e explorar recursos objetivando a proteção das formas de vida presentes no planeta (Freire & Moraes, 2019; Ganem & Drummond, 2011).

Várias iniciativas ao redor do mundo se apoiam nesses objetivos conservacionistas, e uma dessas manifestações é a criação de áreas protegidas. O Parque Nacional de Yellowstone, criado em 1872 nos Estados Unidos, é considerado a primeira área protegida no mundo (Kalamandeen & Gillson, 2007). No Brasil, algumas iniciativas regionais foram tomadas, mas em nível nacional os esforços iniciaram ainda na Era Vargas com a criação dos Parques Nacionais de Itatiaia, de Iguaçu e da Serra dos Órgãos, devido suas características cênicas e paisagens. Com o tempo, outras áreas foram criadas com objetivo de proteção da fauna e flora (Drummond, Franco & Oliveira, 2011; Franco, Schittini & Braz, 2015; Mittermeier *et al.*, 2005). No ano de 2000, o governo brasileiro sancionou a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, que utiliza ambos os conceitos para fundamentar e justificar a criação de unidades de conservação, buscando a proteção de espécies, ecossistemas, aspectos culturais e cênicos (Brasil, 2000).

Ações antrópicas são a principal ameaça à diversidade e conservação de espécies, resultando em mudanças climáticas, fragmentação de áreas florestais, perda de diversidade, susceptibilidade à espécies invasoras, extinção, entre outros (Ganem & Drummond, 2011; Li, Ge & Sayer, 2023; Serafini, França & Andriguetto-Filho, 2010; Xing & Wang, 2025). Estratégias de enfrentamento a essas ameaças envolvem restauração de ambientes, educação ambiental, monitoramento da biodiversidade e envolvimento comunitário (Gunawan *et al.*, 2024; Mosoh *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2024; Zhao *et al.*, 2024). Com o desenvolvimento da tecnologia da informação, várias iniciativas foram tomadas a fim de fortalecer a proteção da biodiversidade. Saran *et al.* (2022) realizaram uma revisão dos principais portais de informação sobre biodiversidade em nível mundial, listando seus objetivos e focos de estudo. Estes apresentam diferentes focos, à depender do seu objetivo e propósito: há aqueles que se dedicam a armazenar dados de todos os táxons conhecidos enquanto outros são especializadas em um grupo ou país, como o *Encyclopedia of Life* e o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira, respectivamente (Gadelha *et al.*, 2014; Parr *et al.*, 2014).

Em sua maioria, esses portais são alimentados com dados de ciência cidadã (CC), definida como o envolvimento de cientistas e não cientistas em atividades científicas, desde da concepção até a apresentação de resultados, ou apenas em partes da pesquisa (Alexandrino, Ghilardi-Lopes & Ferraz, 2025; Luís, 2022; Souza, Araújo & Ribeiro, 2018; Strasser *et al.*, 2019). Diferentes interpretações se aplicam dependendo do seu objetivo,

metodologia e área de conhecimento (Albagli, 2025). Contudo, o envolvimento de cidadãos em projetos voltados à coleta de dados são os mais frequentes (Bonney et al., 2015; Hu, 2024; Rocha, 2019). Essa abordagem é frequente na América do Norte e Europa, e vem se expandindo no Brasil, que lidera em número de projetos na América do Sul, tanto em pesquisa quanto em educação, proporcionadas por universidades e organizações não-governamentais (Albagli & Rocha, 2021; Costa, Silva & Witt, 2024; Roche *et al.*, 2021). As principais aplicações de CC se concentram na área das Ciências Ambientais, em grande parte, envolvendo o monitoramento da biodiversidade a partir dos registros feitos pelos voluntários (Hajibayova, Coladangelo & Soyka, 2021; Martins & Cabral, 2021). Em contrapartida, os usuários aprendem sobre a diversidade local, indicando um aspecto educativo no seu uso (Ma *et al.*, 2021).

2.2 Histórico de Registros da Biodiversidade

A observação é a primeira forma de conhecer o mundo. Os primeiros humanos deviam conhecer as plantas não venenosas, assim como o comportamento dos animais para poder sobreviver no ambiente. Esse conhecimento adquirido, assim como outros eventos, era registrado em forma de desenho registrado nas cavernas (Zagris, 2022). Já na Antiguidade Clássica, a observação natural passa a se estruturar de maneira ordenada. Aristóteles estudou e observou diversos aspectos da história natural, principalmente de animais, além de outros aspectos da natureza (Berehova, Andruszkiewicz & Frolova, 2024; Ganiyas, Mezarli & Voultziadou, 2017; Gilson, 2009; Kullmann, 1991).

Com a perda da influência da Igreja Católica no Renascimento, buscou-se olhar para o natural com o olhar científico, o que provocou avanços em vários campos da ciência e tecnologia, assim como o início das Grandes Navegações. A descrição do ambiente, principalmente o marinho, através de observações buscava identificar rotas e perigos (Brito, 2010; Coutinho, 2018; Damião, 2018; Fetz, 2019; Heynemann, 2003). Nessas viagens, as buscas por novos recursos era acompanhada da necessidade de se conhecer suas riquezas naturais.

A tarefa era executada por nobres europeus que viajavam para diversas localidades, geralmente até as colônias de seus impérios (Fetz & Deffacci, 2009; Oliveira, 1996). Além

da própria atividade de busca, coleta e documentação, o componente estético do material era um atrativo para a atividade (Antunes, Massarani & Moreira, 2015; Kury, 2001; Primack, Miller-Rushing & Miller, 2022). Esses documentos eram a forma de se registrar e catalogar riquezas e recursos naturais, em especial a fauna e flora, que ao final das expedições, eram alvo de análise e discussão entre os pares (Atkins & Maroun, 2020; Leite, 1995). Sendo colônia de Portugal, as expedições no Brasil visavam a descrição da paisagem, fauna e flora, bem como dos povos nativos. Durante o século XVI os primeiros registros eram fantasiosos e irrealistas. Com a chegada de Maurício de Nassau em 1637, os documentos se apresentavam mais rigorosos e fidedignos na sua missão (Elias, Martins & Moreira, 2020).

O principal trabalho de Lineu (1707-1778), *Systema Naturae*, apresentou a nomenclatura binomial de classificação biológica, baseado em categorias e agrupamentos de organismos. Outras de suas obras, em especial com plantas, continham descrições e observações feitas por ele, utilizando espécies que havia coletado ou registradas anteriormente. A partir de características compartilhadas, buscava classificar e identificar as espécies e, com a publicação da 10ª edição em 1758, seu sistema passa a ser adotado oficialmente (Charmantier, 2011; Hodacs, 2010; Lidén, 2025; Müller-Wille & Reeds, 2007; Podani & Szilágyi, 2016; Reid, 2009).

Nesse mesmo período, no Brasil, documentos sobre a região amazônica eram produzidos. Padre João Daniel publicava obra contendo descrições detalhadas sobre animais e plantas, sua ocorrência, formas, mitos, além de paisagens (Militão, 2023). Alexandre Rodrigues Ferreira, reportando à Coroa portuguesa, fazia registro sobre os povos indígenas e suas culturas, bem como de minérios, fauna e flora na região amazônica (Elias & Barberio, 2021; Leite, 1995; Maciel, Santos & Assunção, 2013). No início do século XIX, Maximiliano de Wied realizava estudos sobre animais vertebrados e, especialmente, a flora da Mata Atlântica, identificando e detalhando suas características morfológicas e seu uso por indígenas em pinturas (Cancela, 2021; Leite, 1995; Vanzolini, 1996). As pinturas, desenhos e registros eram construídos com a ajuda de redes de apoio que contavam com guias, comunidades locais, indígenas e correspondências de outros naturalistas (Antunes, Massarani & Moreira, 2016; Antunes, Massarani & Moreira, 2019). No século XX pode-se destacar os trabalhos desenvolvidos por Bertha Lutz sobre anfíbios

(Lara & Capozzi, 2024; Santos, 2023), e de Helmut Sick sobre aves (Machado & Melo e Silva, 2017), que contavam com coleta e descrição de características morfológicas.

Os escritos feitos por Charles Darwin durante sua viagem a bordo do *HMS Beagle*, abordavam suas percepções sobre as espécies das localidades visitadas, em particular das Ilhas Galápagos. As espécies encontradas, com suas semelhanças e diferenças, o levaram a refletir sobre a relação existente entre as formas de vida, reforçadas por Alfred Russel Wallace em carta onde comentava sobre suas próprias observações na Malásia, culminando na publicação de *The Origin Of Species*, em 1859 (Bonebrake, 2013; Cohen, 2023; Gawne, 2015). Em 1872, a Expedição *Challenger* partiu da Inglaterra para uma viagem ao redor do mundo para mapear e conhecer os aspectos físicos dos oceanos e espécies marinhas. Os trabalhos contavam com imagens de animais e paisagens, e relatos das viagens (Zuroski, 2016). Naquela mesma época, Alfred Eaton embarcava para estudar ambientes polares e fazer coletas, contribuindo para a entomologia e botânica (Devlin, 2022).

Os espécimes coletados, inicialmente depositados nos chamados “gabinetes de curiosidade”, passaram a ser doados para instituições de ensino e pesquisa, jardins botânicos e museus (Bruzzo, 2003; Marandino, 2005; Vasconcelos *et al.*, 2016). Como estratégia de conservação *ex situ*, coleções biológicas guardam e preservam espécimes de uma ou mais regiões, registrando a biodiversidade de um determinado tempo, e servindo de material para exposições, pesquisas e treinamento de cientistas (Domínguez & Pina, 2025; Hodacs, 2024; Ingenito, 2014; Krupp *et al.*, 2009; Neves, 2024; Peixoto *et al.*, 2006), como o Museu Americano de História Natural em Nova York, Museu de Zoologia de Londres, Jardim Botânico Real de Kew e de Oxford, entre outros (Brown, 2014; Carnall, Ashby & Ross, 2013; Hoffman & Geller-Grimm, 2013; Nielsen, 2023).

No Brasil, a criação de tais instituições foi motivada pela chegada da família real portuguesa à então colônia. Buscando divulgar seus recursos e atender seus interesses políticos e econômicos (Casaleiro & Pereira, 2018), as instituições fundadas à época representavam seu poder, contendo entre seu acervo, grande aparato de itens coletados durante anos de exploração do território brasileiro (Considera, 2011; Santos, 2002). O Museu Nacional do Rio de Janeiro, fundado em 1818, foi o primeiro museu e instituição científica do país, com acervo de história natural e antropologia, entre outros (Lima Filho, 2017; Lima & Faleiro, 2020; Miglievich-Ribeiro, 2019).

Entre outras instituições, destaca-se o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com exemplares da flora neotropical (Bediaga, 2007; Domingues, 2001; Forzza *et al.*, 2017; Peixoto & Guedes-Bruni, 2010), o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, que abrange vários grupos taxonômicos, sendo um dos maiores da América Latina (Landim, 2011; Pereira-Silva, Sá & Espírito Santo, 2022), e o Museu Paraense Emílio Goeldi, representando a institucionalização da ciência na Amazônia (Sanjad, 2006; Sanjad *et al.*, 2012). A Fundação Oswaldo Cruz possui grande acervo, dividido em suas unidades pelo país, com destaque para coleções de insetos, plantas e fungos de interesse medicinal (Silva, Charme & Moratelli, 2020).

2.3 Uso de Plataformas de Ciência Cidadã por Pesquisadores

A criação e manutenção de dados abertos voltados ao monitoramento da biodiversidade parte da antiga necessidade de se coletar, preservar e organizar informações sobre ela. Nesse contexto, plataformas de CC podem contribuir com o aumento do número de registros submetidos pelos usuários, aprimorando a pesquisa em nível global e regional (Luís, 2022; Funk, 2018).

Como exemplo, a iNaturalist foi utilizada para avaliar a distribuição de crocódilios no mundo, retornando 65 mil registros, de todas as 27 espécies existentes (Souza *et al.*, 2024). A plataforma também foi ferramenta para coletar registros de espécies raras de áreas remotas, a fim de entender sua biogeografia (Mesaglio *et al.*, 2021). A Observation.org serviu para identificar aves mortas pelo vírus da gripe aviária na Europa um mês antes de declarações oficiais (Saavedra *et al.*, 2023). Por meio da plataforma Xeno-canto foi possível avaliar variações nos chamados de *Cuculus canorus* pela Europa e Ásia (Benedetti *et al.*, 2018).

Registros de CC ajudaram a expandir o conhecimento sobre a distribuição de insetos na Mata Atlântica e Caatinga (Cordeiro, Zocca & Ghilardi-Lopes, 2024; Souza, 2025) e também nos estados de São Paulo (Stefanuto, 2022) e Goiás (Heinzelmann, Cruz & Lapera, 2024). A combinação de CC com dados oficiais e de literatura científica pode contribuir para acompanhar a distribuição de espécies através da ampliação de registros (Ferreira, 2022; Leal & Zacca, 2025; Rosa *et al.*, 2022).

O uso de dados de CC em unidades de conservação também se mostrou uma ferramenta útil no monitoramento de espécies locais, contribuindo para a atualização de listas oficiais (Pereira *et al.*, 2024). Plataformas como *eBird*, *WikiAves* e *Táxeus*, por exemplo, têm sido utilizadas para registrar aves durante atividades ecoturísticas em áreas protegidas. As fotos e listas disponibilizadas geram informação sobre a avifauna da região, servindo de base para educação ambiental e pesquisa (Mamede, Benites & Alho, 2017; Pires, Farias & Antunes, 2022).

Apesar da quantidade de registros depositados nessas plataformas, a origem dos dados é uma preocupação. Para alguns organismos, os dados não são numerosos ou possuem classificação incorreta (Hochmair *et al.*, 2020), além de vieses na localização, frequência de observação, preferência taxonômica ou dificuldade em registrar organismos pequenos (Forti & Szabo, 2024), afetada pelos hábitos dos usuários, como maior esforço em realizar registros (Hann *et al.*, 2018; Trierveiler-Pereira *et al.*, 2022) e especialização das plataformas (Troia & McManamay, 2016).

Entre as diversas plataformas de ciência cidadã voltadas ao registro da biodiversidade, três podem ser destacadas. A *iNaturalist*, criada em 2008, possui observações feitas por usuários em todo o mundo, com mais de 289 milhões de observações até o momento. Elas podem ser classificadas como “Nível de Pesquisa” ao atenderem alguns requisitos como possuir coordenadas geográficas, identificação taxonômica em nível de espécie e revisão por dois ou mais usuários (*iNaturalist*, 2025). *Observation.org*, criada em 2004, opera de maneira semelhante, com 313 milhões de registros (*Observation.org*, 2025). Criada em 2005 e com mais de 1 milhão de gravações, a *Xeno-canto* tem como propósito armazenar registros de vocalizações de animais. É alimentada por gravações de qualquer pessoa que pode também contribuir para a identificação dos registros de outros usuários (*Xeno-canto*, 2025) (Figura 1). Essas plataformas operam com dados abertos que, após passarem por etapas de verificação, alimentam em poucos minutos a base da *Global Biodiversity Information Facility* que contém registros de diferentes plataformas, de ciência cidadã ou não, sobre biodiversidade (GBIF, 2025).

Figura 1 - Plataformas naturalistas de ciência cidadã: iNaturalist, Xeno-canto e Observation.org



Fonte: Autor.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Caracterizar dados de observações naturalistas depositados em plataformas digitais de ciência cidadã para o estado do Ceará.

3.2 Objetivos Específicos

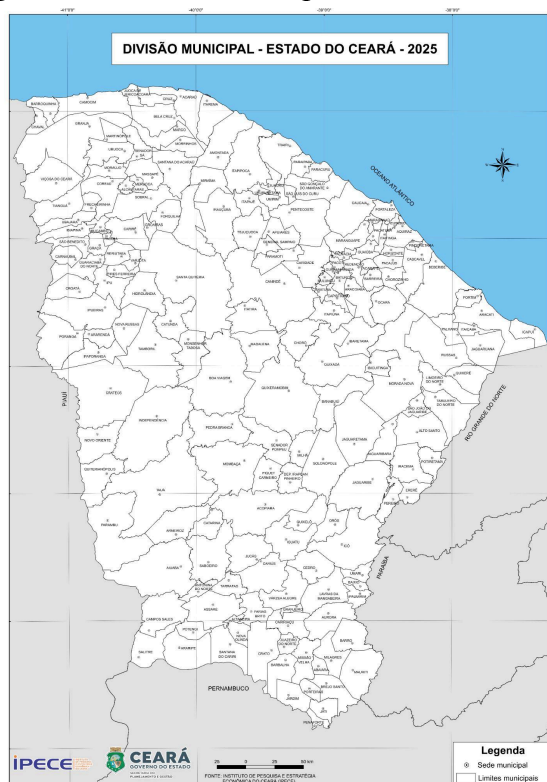
- Identificar a distribuição de registros das plataformas iNaturalist (iNat), Xeno-canto (XC) e Observation.org (Obs) para o Brasil, com destaque para a região Nordeste, e o estado do Ceará, entre os anos 2004 e 2024;
- Descrever a frequência de observações e usuários que contribuem com registros depositados nas plataformas;
- Listar os táxons mais registrados no estado do Ceará ao longo dos últimos 20 anos;
- Caracterizar os observadores / usuários quanto à frequência, preferência de táxon e localização das suas observações;
- Identificar os tipos de informações adicionadas aos registros feitos pelos usuários;
- Descrever os registros de acordo com as listas vermelhas em nível estadual, nacional e internacional, conforme a classificação da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN);
- Avaliar o potencial e as limitações de uso desses dados para pesquisas de conservação da biodiversidade no Ceará.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

O estado do Ceará, localizado na região Nordeste, é uma das 27 unidades federativas do Brasil. Faz divisa com os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba a leste, Pernambuco ao sul, e Piauí a oeste, banhado pelo Oceano Atlântico ao norte (Figura 2). Com área territorial de 148.894,444 km², possui 184 municípios. Sua população é estimada em 8.794.957 pessoas, o 8º estado mais populoso do país de acordo com o Censo 2022 (IBGE, 2023). Inserido na Caatinga, apresenta regiões semiáridas e áridas, com regiões serrana e costeira com aspecto úmido e sub-úmido. Possui temperatura média de 26 a 28°C, baixa amplitude térmica, com alta taxa de evapotranspiração. Apresenta distribuição irregular de chuva, com estação chuvosa de dezembro até maio, e índices pluviométricos baixos no restante do ano (Moro *et al.*, 2015; Zanella, 2014).

Figura 2 - Divisão municipal do estado do Ceará



Fonte: IPECE, 2025.

4.2 Plataforma naturalistas digitais

A plataforma *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) foi utilizada para fazer o *download* manual das observações “Nível de Pesquisa” da iNat depositadas desde 2008 (<https://doi.org/10.15468/dl.ujhp7z>), bem como das observações verificadas da XC depositadas desde 2005 (<https://doi.org/10.15468/dl.c99vmv>), e da Obs desde 2004 (<https://doi.org/10.15468/dl.a4th92>) para o estado do Ceará até 2024. Dessa forma, os registros As plataformas foram escolhidas por apresentarem registros de vários táxons. Os dados foram obtidos no padrão *Darwin Core Archive*, um formato de dados fornecido pela plataforma.

4.3 Análise de dados

Os dados foram transferidos para uma planilha Microsoft Excel para tratamento e eliminação de eventuais observações, ou seja, foram excluídos aqueles que não se enquadraram nos critérios da pesquisa, como, por exemplo, registros que não se encontravam no intervalo de tempo selecionado para cada plataforma, não possuíam identificação em nível de espécie, e não possuíam coordenadas geográficas ou identificação do município do Ceará onde foram observados. Aqueles que se encaixavam nesses critérios foram utilizados para as análises a seguir.

4.3.1 Distribuição de observações

Os dados foram filtrados na GBIF e os registros de observações de cada plataforma para os 26 estados e Distrito Federal do Brasil, durante o período do estudo, foram consultados por estado e por região. Com esses dados, foi avaliada sua distribuição por região brasileira, em especial, o Nordeste, e para o estado do Ceará, foram utilizadas as observações que atendiam os critérios de pesquisa descritos acima.

Mapas de distribuição foram confeccionados com auxílio do software QGIS 3.40 ‘Bratislava’ (QGIS, 2025). Arquivos em formato *shapefile* do Nordeste e do estado do Ceará foram obtidos do *site* do Governo do Estado de Alagoas (SEPLAG, 2025) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024) respectivamente. Os dados foram categorizados para visualização da quantidade total de registros durante 2004 e 2024 por estado e, para o Ceará, as observações foram filtradas por município.

4.3.2 *Análise temporal de observações e observadores*

As observações para o Ceará, feitas nas plataformas durante 2004 e 2024, foram analisadas quanto ao número de observações e de observadores ativos, aqueles que contribuíram com pelo menos uma observação, sendo representados em gráficos. Os dados foram filtrados por mês, sendo então somados e representados como o acumulado de observações e usuários ativos, por mês, durante 20 anos. Já os dados anuais foram representados como o total de observações e observadores ativos por ano durante o mesmo período.

4.3.3 *Registros por táxon*

Foi avaliada a diversidade de grupos taxonômicos registrados nas plataformas no estado. Para isso, os táxons escolhidos foram baseados nas principais categorias presentes na iNat, selecionada como parâmetro devido a fácil delimitação de grupos presente no *site* da plataforma (iNaturalist, 2025). Portanto, os escolhidos foram: Plantas, Moluscos, Anfíbios, Aracnídeos, Aves, Insetos, Mamíferos, Répteis, Peixes de Nadadeira Raiada, Fungos e Líquens, e Algas. Os dados foram filtrados por plataforma e somados, e o total apresentado em formas de gráfico de setores.

Os grupos taxonômicos com maior número de observações foram utilizados para avaliar sua distribuição pelo Ceará. Para isso foram selecionados os municípios com maior número de registros por região intermediária para contemplar diferentes regiões do estado,

além da capital Fortaleza. Foram filtrados as observações, por grupo, nas três plataformas e somados, sendo então representados em gráfico de barra.

4.3.4 *Caracterização de observadores*

Nas três plataformas analisadas, observadores com mais de 50 registros foram selecionados para análise de suas práticas quanto ao tempo de atividade, locais de registros e grupos mais registrados. Após seleção, foi realizada a contagem de anos de depósito de dados, número de municípios com observações e táxons registrados, destacando sua participação por plataforma.

4.3.5 *Compleitude de dados*

A completude se refere a informações que podem ser adicionadas às observações pelos usuários além da localização, data e hora, e classificação taxonômica. A partir dos dados recuperados por meio da GBIF para as três plataformas, as observações apresentaram informações fornecidas por seus usuários, agrupadas em 5 categorias: Evidência, como uma descrição física da observação, Sexo, Estádio de Vida, Vitalidade, e Não Informado (NI) para observações que não possuíam ou não se encaixavam em nenhuma das categorias anteriores, representados em gráficos de setores por plataforma. Os registros que apresentavam mais de uma sinalização foram contabilizados de acordo com sua respectiva categoria. O tipo de mídia depositado também foi analisado para as três plataformas em porcentagem. Para os registros na iNat foram ainda contabilizados os registros inseridos em projetos criados na própria plataforma.

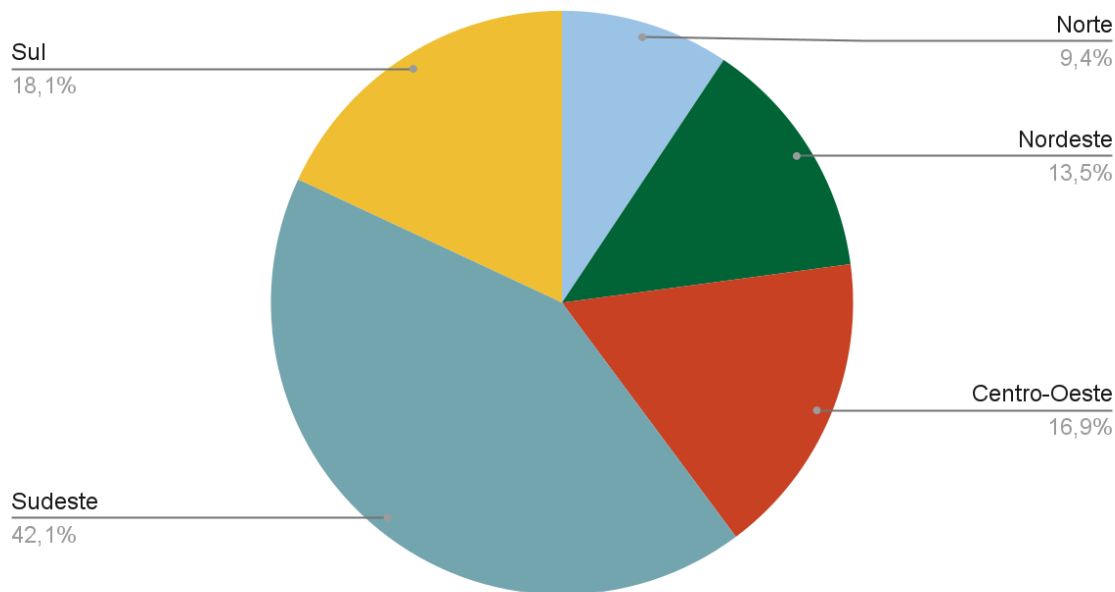
4.3.6 *Cobertura de espécies ameaçadas*

Observações de espécies classificadas segundo categorias da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), foram contabilizadas por plataforma e o total por categoria, dentro e entre as plataformas, foi representado em tabela. Já a relação de espécies ameaçadas registradas nas plataformas foi confrontada com listas oficiais do Ceará (Ceará, 2022), do Brasil (ICMBio, 2025a) e da IUCN (2025) para verificar sua presença e relação entre elas. Também é verificada a consonância entre as listas, considerada como a correspondência de categorias de uma mesma espécie entre as listas com o objetivo de identificar quais plataformas melhor se relacionam com listas oficiais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Distribuição dos Registros

Aproximadamente 990 mil observações, relacionadas ao Brasil, foram identificadas nesse período. A iNat apresentou o maior número de registros, (n = 909.824), seguida da XC (n = 49.683) e da Obs (n = 31.461). Esses números são pequenos comparados ao número de observações de países como Estados Unidos e Europa que apresentam, só na iNat, mais registros que outras regiões do mundo. Juntamente com países europeus, por exemplo, apresentam mais registros para aves (Rutt *et al.*, 2024; Saavedra *et al.*, 2023). A Austrália apresenta 1.637.950 observações, o maior número de registros no Hemisfério Sul na iNat (Mesaglio & Callaghan, 2021). Ao separar as observações por região, o Sudeste apresenta quase metade das observações feitas no país, com 42,1% do total (n = 417.472) (Gráfico 1). Em seguida vem a Região Sul, com 18,1% (n = 179.028) e o Centro-Oeste com 16,9% (n = 167.649). O Nordeste com 13,5% (n = 133.957) e a Região Norte com menos de 10% apresentam o menor número de registros no país. Na Região Sudeste, o estado de São Paulo desponta como o que mais contribui para as plataformas com 199.085 registros, seguido do Rio de Janeiro com 104.096, e Minas Gerais com 77.490.

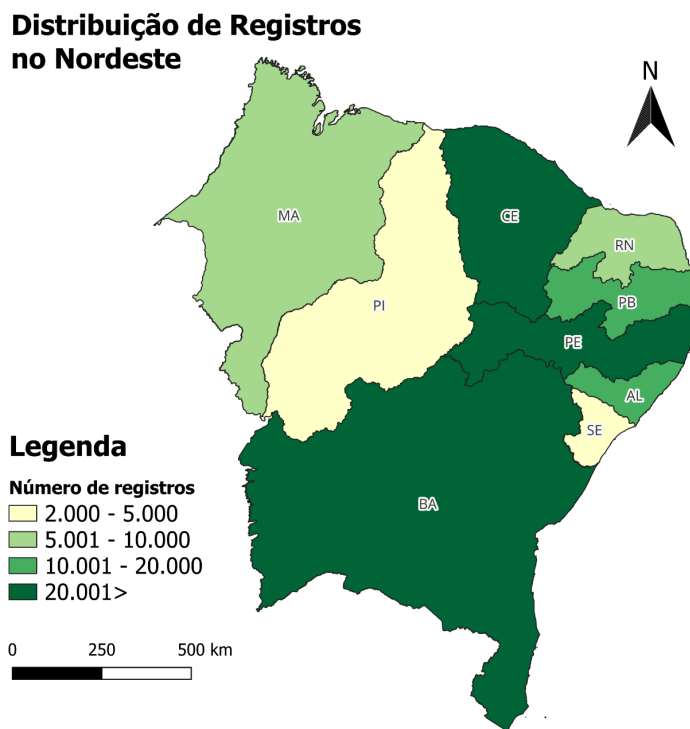
Gráfico 1 - Distribuição de registros das plataformas por região brasileira entre 2004-2024

Fonte: Autor.

Fatores socioeconômicos, assim como maior tradição e investimento em ciência e tecnologia, influenciam na criação, envolvimento e aplicação de dados de ciência cidadã (CC) (Costa, Silva & Witt, 2024). As universidades mais antigas do país estão localizadas em São Paulo e Rio de Janeiro, assim como a maior presença de pesquisas sobre CC. Como consequência, possuem a maioria das iniciativas na área (Albagli & Rocha, 2021; Paoli *et al.*, 2021), o que se reflete na origem concentrada dos dados e sua aplicação em pesquisa, padrão também observado em nível mundial (La Sorte & Somveille, 2020; Palma *et al.*, 2024). Nesse sentido, a proporção de registros entre as regiões e estados brasileiros acompanha a tradição em pesquisa científica, iniciada pela criação de instituições científicas nessas localidades. Outros aspectos que influenciam na discrepância desses dados são o tamanho populacional, índices de desenvolvimento e estrutura urbana das regiões Sul e Sudeste (IBGE, 2023). Cidades com maior número de habitantes e melhor infraestrutura apresentam mais registros, uma vez que há mais usuários e acesso destes às diversas localidades (Cretois *et al.*, 2021; Geurts, Reynolds & Starzomski, 2023; Gomes, 2024). São Paulo, o estado mais populoso do país, apresentou maior número de observadores em uma plataforma de ciência cidadã do que outros estados (Barbosa *et al.*, 2021).

Para o Nordeste, as observações foram filtradas por estado e representadas em mapa (Figura 3). Dos nove estados que compõem a região, a Bahia lidera com 28.659 observações, seguido do Ceará (n = 27.747), e Pernambuco (n = 26.344). Alagoas vem em 4º lugar com 15.476 registros, e a Paraíba em 5º com 14.596 registros. Em seguida vem o Rio Grande do Norte (n = 9.409) e Maranhão (n = 7.248). Sergipe e Piauí possuem pouco mais de 2.000 registros, sendo os estados com menos registros na região e no país.

Figura 3 - Mapa de distribuição de registros das plataformas para a Região Nordeste entre 2004-2024



Fonte: Autor.

Para a distribuição dos registros no Ceará, foram utilizadas as observações que atendiam os critérios de pesquisa. O número de observações por plataforma em concordância com os critérios de pesquisa estão representados na Tabela 1. Assim, o Ceará apresentou 27.616 observações após avaliação. As observações foram então filtradas por município para cada plataforma. Para o estado do Ceará, a iNat apresentou registro para 147 municípios, enquanto a XC apresentou para 38 municípios, e a Obs para 28

municípios. A Figura 4 apresenta o mapa de distribuição do total de registros para o Ceará, destacando as Regiões Intermediárias.

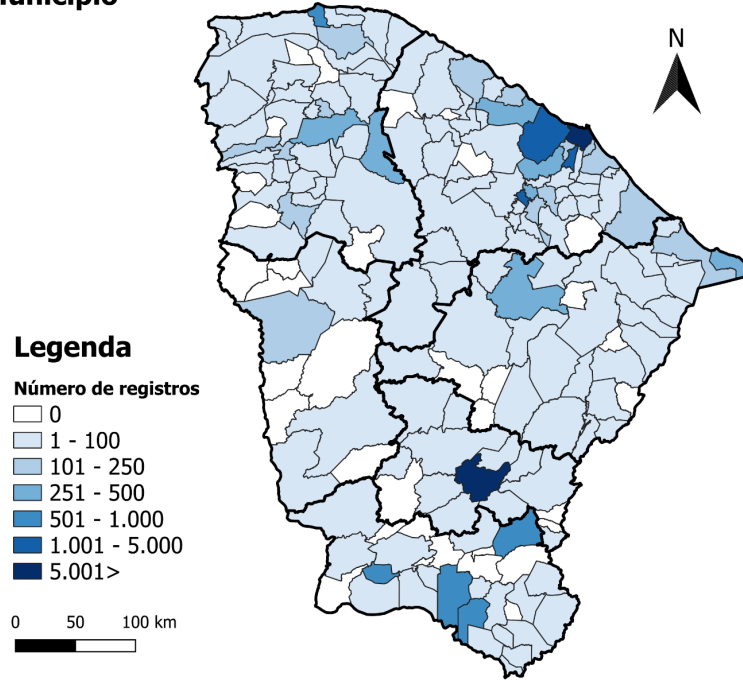
Tabela 1 - Número de registros por plataforma de acordo com os critérios de pesquisa

Plataformas naturalistas	Nº total de registros	Nº de registros após avaliação
iNaturalist	25.941	25.824
Xeno-canto	829	823
Observation.org	977	969

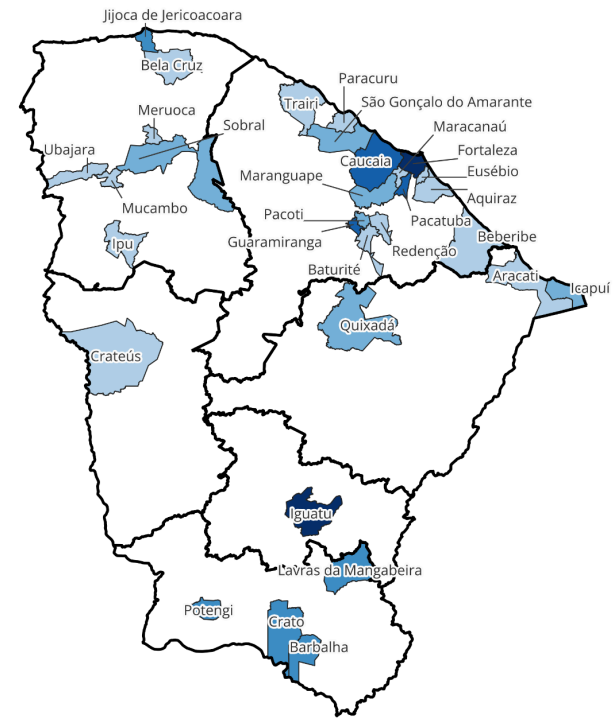
Fonte: Autor.

Figura 4 - A) Mapa de distribuição de registros em plataformas de ciência cidadã para o Ceará entre 2004-2024; B) Municípios com mais de 101 registros

A) Distribuição de Registros por Município



B)



Fonte: Autor.

Houve representação em todas as regiões intermediárias do estado. Apenas dois municípios apresentaram mais de 5.000 observações durante o período estabelecido: a capital Fortaleza com 7.285 registros, e Iguatu com 5.024 registros. Outros três municípios registraram entre 5.000 e 1.001 observações: Guaramiranga com 1.597, e Pacatuba (n = 1.404) e Caucaia (n = 1.320), que integram a Região Metropolitana de Fortaleza, não delimitada no mapa. Vinte e seis municípios apresentaram entre 1.000 e 101 registros, enquanto 118 tiveram entre 100 e 1 registro. Outros trinta e cinco municípios não apresentaram observações.

A Região Metropolitana de Fortaleza apresenta alta concentração de observações, totalizando 12.025 registros, 43,54% dos registros no Ceará. Dos 19 municípios que a compõem, dez possuem mais de 100 registros, 3 deles com mais de mil. Sendo a região mais populosa do estado, é esperado uma maior concentração de registros comparada ao restante do estado. A importância dos registros da região é apontada por Souza (2024) em levantamento sobre lepidópteros na Caatinga, que forneceu mais de 600 observações, número bem maior que em outras localidades.

Iguatu é o segundo município com maior número de observações. Isto pode decorrer da presença de instituições de ensino e pesquisa na região. Universidades e centros de pesquisa atuam como importantes áreas urbanas de biodiversidade, permitindo que a comunidade local e acadêmica possa se conectar à natureza (Liu *et al.*, 2021; Oberhauser & LeBuhn, 2012). Além disso, foi identificado a atuação de 56 usuários no município, 2 deles com muitos registros.

Outras áreas de notável concentração de dados estão próximas à unidades de conservação, como a Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité (na figura 3 representada por Baturité, Guaramiranga, Pacoti e Redenção) e da Chapada do Araripe (Barbalha, Crato e Potengi) (Ceará, 2025; ICMBio, 2025b; Pires & Sobczak, 2024). Unidades de conservação se destacam por proteger áreas naturais e a biodiversidade local, atraindo turistas e pesquisadores, favorecendo o número de observações locais (Gomes, 2024).

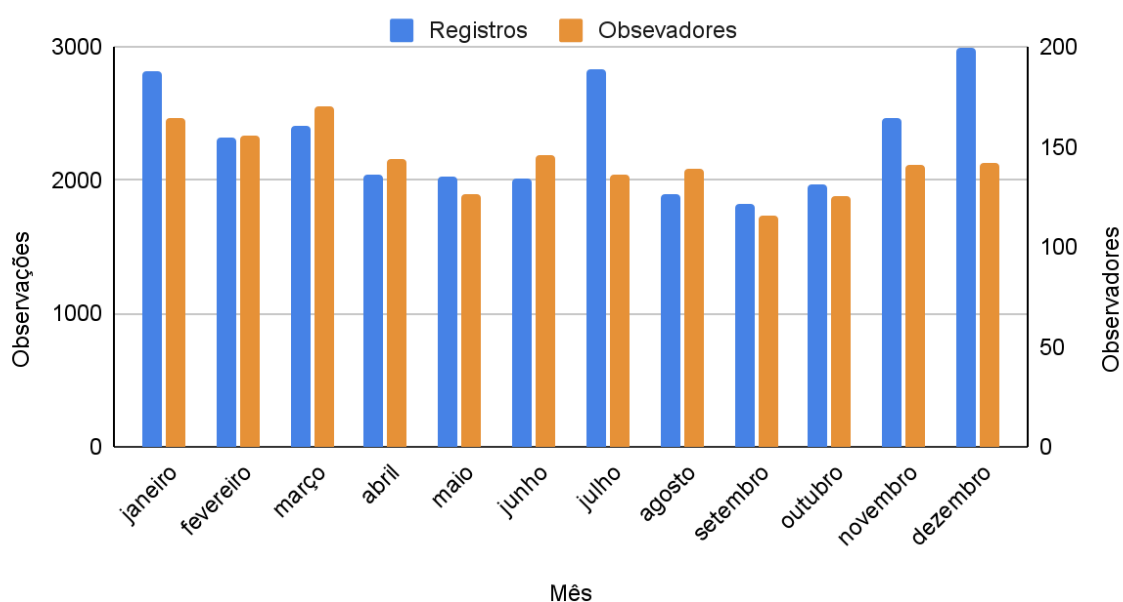
Estudos sobre distribuição de registros de avifauna em plataformas naturalistas revelam áreas bem amostradas e outras com escassez de observações. No Paraná, observações de espécies ameaçadas se concentraram ao redor da capital Curitiba (Paula,

Mucelin & Cavarzere, 2022) enquanto em Minas Gerais, plataformas apresentaram coberturas diferentes, evidenciando regiões com ausência total de observações (Ferreira, 2022). Considerando que 153 (83,15%) dos 184 municípios do Ceará apresentaram menos de 100 observações, a maioria no interior do estado, fica evidente que a cobertura das plataformas é limitada.

5.2 Popularização e Uso de Plataformas Naturalistas

Na análise mensal, os dados foram somados e representados como o acumulado de observações e observadores ativos por mês, durante 20 anos. Os meses com maior número de registros foram janeiro, julho e dezembro, que registraram quase 3.000 observações, enquanto agosto, setembro e outubro tiveram o menor número, ficando abaixo das 2.000 observações. Quanto aos observadores, houve diminuição de usuários ativos no geral, sendo setembro o mês de menor número de observadores (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Total de Observações e Observadores ativos das plataformas por mês durante 2004 e 2024

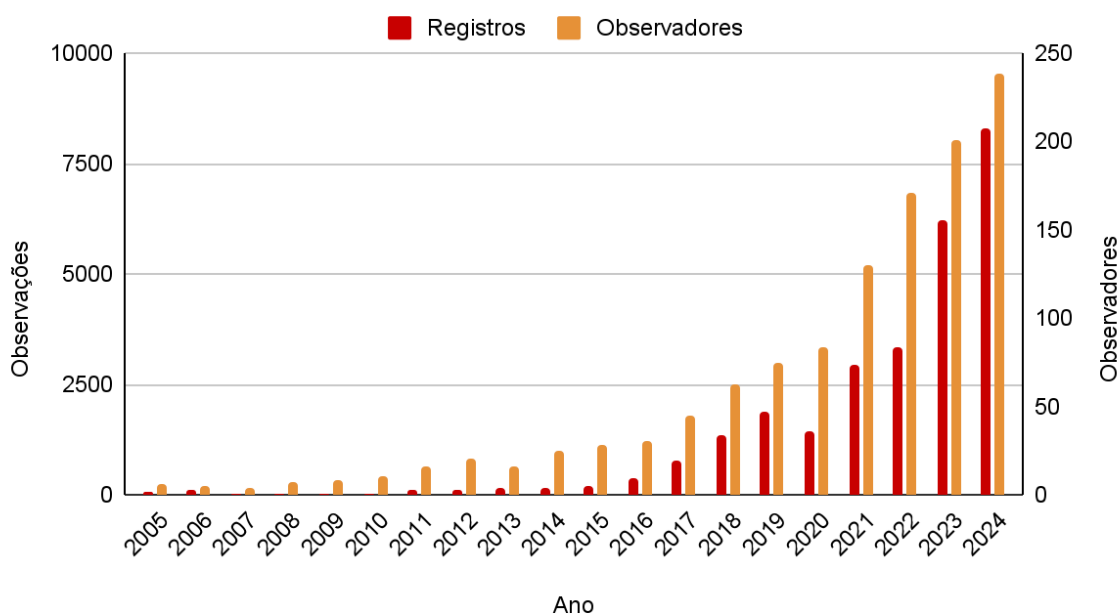


Fonte: Autor.

Em nível global, o número de observações e atividades de usuários tende a aumentar entre maio e setembro, com picos decorrentes de eventos de monitoramento em abril (Cecco *et al.*, 2021), contrário ao observado para esses resultados, com exceção de julho. Fatores temporais como o dia da semana, mês e datas comemorativas influenciam a adesão de atividades ao ar livre e o número de observações em plataformas naturalistas (Knape *et al.*, 2022; Rosário *et al.*, 2025). No estado, esses fatores se manifestam como o período de férias escolares e recesso de final de ano no país, onde como evidenciado pelos meses com maior número de observações. Percebe-se então que períodos em que observadores têm mais tempo livre são essenciais para o aumento de observações e interações com as plataformas, impulsionando registros oportunisticos.

Na análise anual, os dados foram representados como o total de observações e observadores ativos durante o período de estudo. Nessa análise, observou-se o aumento da contribuição nas plataformas (Gráfico 3). Apesar de fundada em 2004, a Obs não apresentou registros para o Ceará. Entre 2005 e 2007 apenas a XC e Obs contribuíram com registros para o estado. Em 2008, com a criação da iNat, o número de observações começa a aumentar, com pouca expressividade.

Gráfico 3 - Total de Observações e Observadores das plataformas por ano entre 2004 e 2024



Fonte: Autor.

A partir de 2015, o número de registros passou a dobrar. Em 2019, as três plataformas apresentaram 1.894 registros e 75 usuários ativos. As plataformas somavam 1.418 registros e 84 usuários em 2020. Nos anos subsequentes, o número de observações e observadores voltou a aumentar, e em 2024 o número de registros somava 8.237 observações e 238 usuários ativos, a grande maioria da iNat.

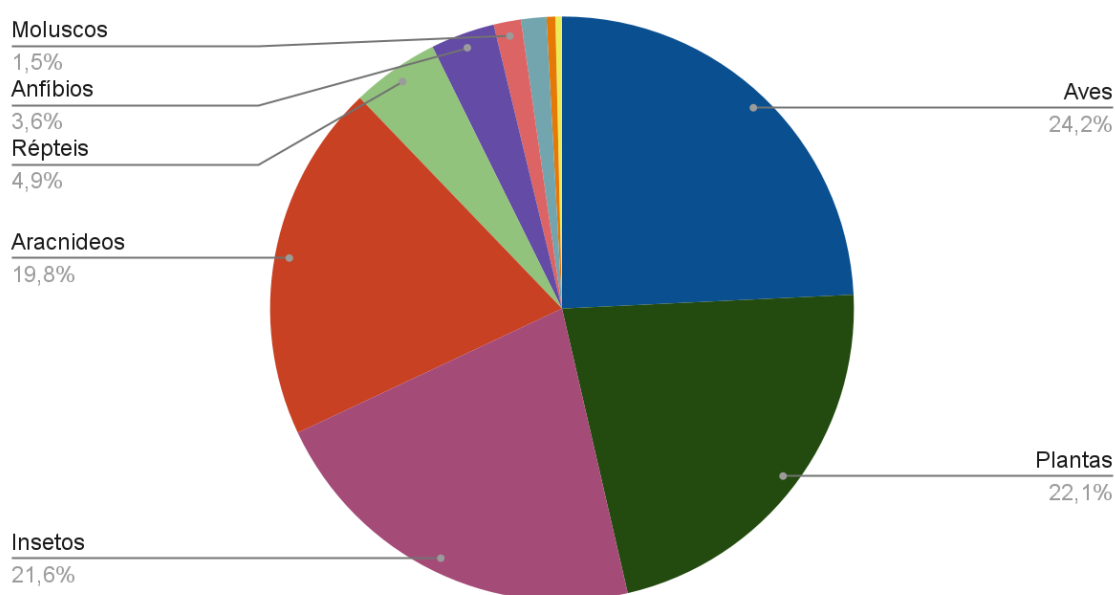
Em 2020, a pandemia do coronavírus afetou, não apenas o sistema de saúde, mas também a economia, relações sociais, educação e condições ambientais (Caetano *et al.*, 2023; Chaturvedi, Vishwakarma & Singh, 2021; Cheval *et al.*, 2020; Naseer *et al.*, 2023). Como medida para combater a disseminação do vírus, a restrição de atividades ao ar livre e aglomerações impediu que pessoas pudessem se deslocar e realizar atividades, o que se refletiu no número de participantes e observações (Crimmins *et al.*, 2021; Drill *et al.*, 2022; Souza *et al.*, 2021). Nos Estados Unidos, projetos de CC voltados para atividades em campo foram suspensos ou encerrados, ou modificaram seus métodos para atender às normas sanitárias vigentes (Drill *et al.*, 2022). Já no Brasil, as observações obtidas durante o *lockdown* foram resultado de eventos e projetos promovidos por plataformas que se baseavam no registro doméstico ou local, com menor participação e diversidade de espécies (Sánchez-Clavijo *et al.*, 2021). Esse efeito se manifestou nas observações para o Ceará, interrompendo a crescente no número de registros mas não de usuários ativos.

A iNat é um aplicativo de fácil utilização, o que se reflete na expressividade das observações depositadas nela (Callaghan *et al.*, 2022; Liu & Jiralerspong, 2023). Sendo assim, não é surpresa que pesquisadores recorram à plataforma para obtenção de dados. Outras plataformas populares também são empregadas em pesquisa. Juntamente com a iNat, a *eBird* e *WikiAves* foram utilizadas para obtenção de dados sobre aves ameaçadas na Mata Atlântica, que retornaram mais resultados em decorrência de serem dedicadas exclusivamente ao grupo (Forti *et al.*, 2024a). Os dados da XC foram inferiores comparado à outras plataformas de monitoramento participativo (Searfoss, Liu & Creanza, 2020; Zulian, Miller & Ferraz, 2021). Trabalhos que utilizaram a Obs recuperaram diferentes quantidades de observações para determinados grupos taxonômicos (Habel *et al.*, 2025; Spaseni *et al.*, 2024; Szentivanyi & Vincze, 2022). O volume, número de táxons registrados e a quantidade de observações por táxon, bem como o objetivo da pesquisa podem influenciar na escolha da plataforma a ser utilizada.

5.3 Táxons registrados

As plataformas possibilitam a identificação de espécies pelos usuários, que são avaliadas por meio da verificação pela comunidade (Habel *et al.*, 2025; Soares & Hamanaka, 2021; Vellinga & Planqué, 2015). Para avaliar sua cobertura de grupos taxonômicos, diferentes táxons foram escolhidos, baseado na delimitação da iNaturalist. Dos grupos selecionados, Aves, com 24,2%, corresponderam a maior parcela, possuindo maior número de observações que os demais grupos (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Total de observações por táxons nas plataformas. Em cinza: Mamíferos, em laranja: Peixes Raiados, e em amarelo: Fungos e Líquens



Fonte: Autor.

Entre as plataformas, a XC apresentou todos os seus 823 registros para o grupo, reflexo da sua origem como repositório de vocalização de aves (Xeno-canto, 2025). Com os anos, passou-se a armazenar registros de outros grupos como morcegos e anfíbios, porém nenhum foi recuperado para o período do estudo. Na Obs, apresentaram 949 observações, sendo responsável pela maioria dos registros da plataforma. O grupo é frequentemente mais registrado em diferentes plataformas e projetos de CC (Gaziero, 2021).

A atividade de observar aves, *birdwatching* em inglês, é uma das formas mais antigas e populares de observação da natureza (Moss, 2022). A prática consiste em observar espécies utilizando binóculos ou câmeras, em ambientes urbanos ou naturais, principalmente em regiões de alta diversidade (Mamede & Benites, 2018; Nascimento *et al.*, 2022; Pinheiro, 2019; Zhang & Huang, 2020). Em Fortaleza, por exemplo, é realizada mensalmente desde 2019 no Parque Estadual do Cocó, importante área verde e unidade de conservação, através do Projeto ‘Vem Passarilhar’ (Licarião, Rodrigues & Sousa, 2022). Dada sua popularidade, ela é capaz de fornecer grande quantidade de dados sobre o grupo, por meio da coleta e compartilhamento de observações em plataformas voltadas para essa prática, como *eBird* e *WikiAves*, que refletem a sua comunidade (La Sorte & Somveille, 2020; Nate-Clegg *et al.*, 2020; Tubelis & Mendonça, 2023), servindo de repositórios e fontes de dados para pesquisadores (Andriola & Marcon, 2017; Meyer, 2016). A *WikiAves* e *Xeno-canto* foram utilizadas como depósito dos primeiros registros da choca-barrada *Thamnophilus doliatus* em Santa Catarina, por exemplo (Legal, 2019).

Entre as bases da iNat e Obs, Plantas (22,1%), Insetos (21,6%) e Aracnídeos (19,8%) correspondem ao segundo, terceiro e quarto grupos mais representados no estado respectivamente. Em menor número, Répteis, Anfíbios, Moluscos e Mamíferos (1,4%) representam menos de 5% do total de táxons registrados. Peixes com 123 registros, e Fungos e Líquens com 90 registros, representaram menos de 1% de observações. Algas, não representadas no gráfico, possuem apenas 3 registros. Para o Ceará, o número de observações de Aves, Plantas, Insetos e Aracnídeos é superior aos demais grupos. Em plataformas naturalistas, os dados são direcionados, em sua maioria, à espécies de fácil detecção e maior abundância (Trierveiler-Pereira *et al.*, 2022; Vellinga & Planqué, 2015). Utilizando aves como modelo, foi identificado que indivíduos e grupos maiores são mais registrados, enquanto espécies pequenas e solitárias são menos representadas (Callaghan *et al.*, 2021). Em contrapartida, Plantas, Insetos e Aracnídeos são mais registrados por serem mais diversos, bem distribuídos e fáceis de fotografar (Andrades & Zanella, 2021; Cecco *et al.*, 2021; Souza, 2024, 2025).

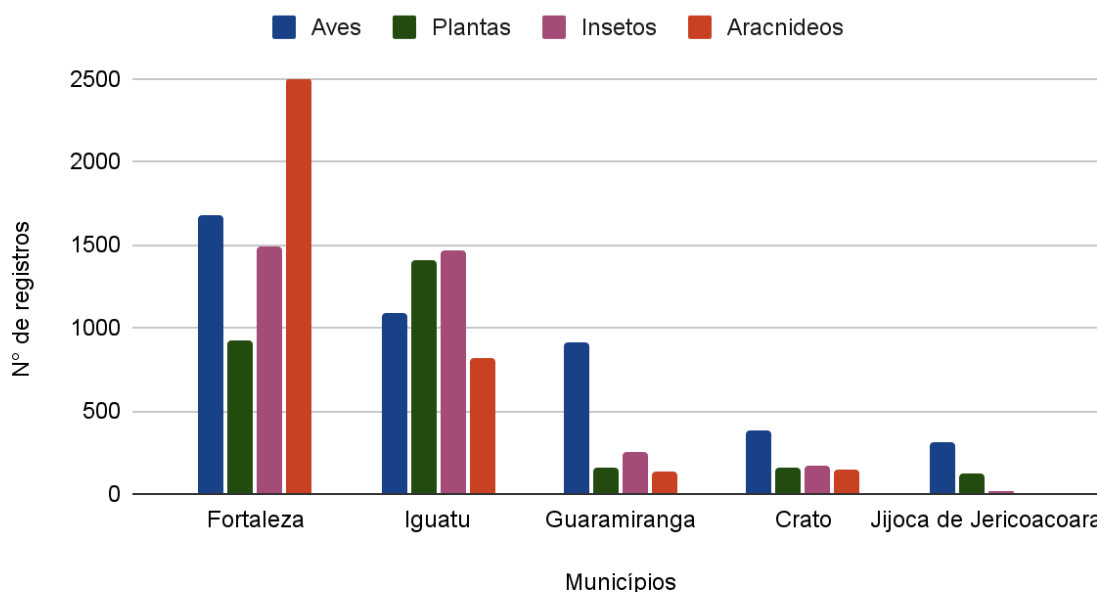
O avistamento de répteis, anfíbios e mamíferos, entretanto, pode estar menos relacionado ao tamanho e mais associado ao seu comportamento, período de atividade e preferência de habitat (Forti & Szabo, 2023; Helden, Close & Steven, 2020; Hsing *et al.*, 2022). Plataformas como a iNaturalist, por exemplo, apresentam mais registros de

ocorrência de répteis no Nordeste enquanto que, para anfíbios, existe escassez de registros na Caatinga, bioma predominante no Ceará (Forti & Szabo, 2023; Forti *et al.*, 2024b). No entanto, a representação deste último está ligado à áreas úmidas e período de chuvas do estado. Em levantamento de espécies marinhas registradas em plataformas naturalistas na costa brasileira, foi encontrado mais registros de vertebrados e artrópodes marinhos, enquanto anelídeos, briozoários e algas apresentaram poucos registros (Rocha *et al.*, 2024). Moluscos, grupo com alta diversidade de espécies, também apresentou elevado número de observações, tanto no ambiente marinho quanto terrestre (Díaz & Martin, 2025; Rocha *et al.*, 2024). Entretanto, esses resultados estavam condicionados à eventos de monitoramento de espécies e avaliação nacional, impulsionando sua representação. Observações de fungos estão restritas à visualização de estruturas reprodutivas, além de condições ambientais favoráveis à sua ocorrência (Silva *et al.*, 2022; Trierveiler-Pereira *et al.*, 2022).

Se tratando de CC, é esperado que voluntários tenham limitações de conhecimento sobre temas dos projetos que participam. Sua capacidade em identificar e fornecer dados acurados é inferior quando comparada com dados de profissionais e voluntários experientes (Fitzpatrick *et al.*, 2009; Koo *et al.*, 2022). A iNaturalist adota o selo de ‘Nível de Pesquisa’ para observações com identificação confirmada por 2/3 dos usuários, além de utilizar inteligência artificial para ajudar novos usuários, procedimento semelhante aplicado na Xeno-canto e Observation.org (iNaturalist, 2025; Observation.org, 2025; Xeno-canto, 2025). Ainda que adotem métodos de verificação, erros podem ocorrer. Com revisão por especialistas, Barbato *et al.* (2021) confrontaram identificações fornecidas pela comunidade da iNat, encontrando identificações mais completas fornecidas por profissionais. Erros de identificação, quando não revisados, podem se tornar difíceis de corrigir e, por isso, esforços para interromper ou reduzir seu alcance conferem dados mais seguros (Rosa, Cavallari & Salvador, 2022).

A distribuição dos principais grupos registrados no Ceará foi explorada utilizando os municípios com maior número de observações por região intermediária. Os resultados mostram que os municípios diferiram na quantidade de observações por grupo. Mesmo possuindo a maioria das observações entre os táxons, Aves não foram predominantes em Fortaleza e Iguatu, municípios com mais observações no estado (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Registros acumulados dos principais táxons nos municípios cearenses com mais observações entre 2004-2024



Fonte: Autor.

Na capital, Aracnídeos obtiveram o maior número de registros, seguido então pelas Aves, enquanto em Iguatu, Insetos e Plantas foram os grupos mais registrados, com Aves ocupando o terceiro lugar. Aves lideraram o número de observações em Guarimiranga, Crato e Jijoca de Jericoacoara. Outros grupos apresentaram menos de 500 observações nessas localidades. O grupo com menor número de registros nos municípios selecionados é Aracnídeos, exceto na capital, onde lidera em número de registros, em decorrência da sua abundância em ambientes urbanos. Em Guarimiranga o número de registros para Aves é superior comparado ao de outros grupos, efeito do *status* de destino turístico, principalmente de adeptos de *birdwatching*. A concentração de registros é, em parte, em decorrência dos hábitos dos usuários quanto às observações que realizam.

5.4 Usuários

O hábito de observação dos usuários das plataformas em estudo foi descrito com base nos municípios, táxons e anos com depósito de registro de usuários com mais de 50 observações. Ao todo, 60 usuários foram selecionados entre as três plataformas. A iNat possui observadores mais engajados, visto que 51 dos selecionados utilizaram a plataforma, sendo responsáveis por 13.491 das observações entre as plataformas. Destes, 25 apresentaram entre 50 e 100 observações, 21 possuíam entre 100 e 500 registros, e 5 possuíam mais de 500, incluindo um usuário com mais de 5 mil registros. Na XC, 3 observadores foram selecionados, e registraram 461 vezes, um deles com 131 observações, outro com 240 observações e o 3º com 90 observações. Já para a Obs, 6 usuários contribuíram para 651 das observações na plataforma, um deles com 271 observações, e outro com 103 observações. Os outros 2 usuários fizeram 84 e 82 registros e os dois restantes, 58 e 53 registros. É comum que poucos observadores sejam a principal fonte de observações em plataformas naturalistas. Hann *et al.*, (2018) identificaram que apenas 5 de 39 observadores foram responsáveis por 58,1% de observações durante levantamento de espécies marinhas.

Sobre o tempo de depósito de dados nas plataformas em anos, os usuários selecionados com observações mais antigas utilizaram a XC, com registros datando de 2005. Dois de seus usuários recorreram à plataforma durante mais de 7 anos não consecutivos, e somente um utilizou por 1 ano. Curiosamente, todos os observadores selecionados da Obs utilizaram a plataforma somente por um ano. A iNat foi a plataforma utilizada por mais tempo, com 5 usuários depositando registros por mais de 10 anos não consecutivos, um deles utilizado por 17 anos. Outros 11 observadores utilizaram entre 6 e 10 anos, mas a maioria utilizou a plataforma por até 5 anos, com 35 usuários. Apesar de não ser possível retornar dados sobre a data de criação de todos os perfis (Liu & Jiralerspong, 2021), é possível que os resultados contemplem observadores que estão iniciando sua participação na plataforma, sendo, portanto, reflexo da sua recente popularização.

Voluntários iniciantes são menos propensos a explorar áreas remotas e diversificadas para fazer observações (Forti *et al.*, 2024c). Com relação ao número de

municípios visitados, 8 usuários fizeram observações em mais de 20 municípios diferentes, 15 usuários visitaram até 19 municípios, e 37 até 9 municípios. Voluntários de monitoramento participativo buscam coletar registros próximos ao local em que vivem (Thompson *et al.*, 2023). Com isso, a tendência se repete para o Ceará, com a maioria dos usuários realizando observações em poucos municípios.

Quanto aos táxons, 20 observadores coletaram registros de até 5 táxons. Nesse grupo se encontram todos os usuários da XC e Obs. Vinte e cinco observadores fizeram observações de até 10 táxons, outros 14 registraram até 14 táxons. Um usuário registrou 41 grupos taxonômicos diferentes. Os grupos comumente presentes nas observações desses usuários, nas três plataformas, foram Aves, efeito da dominância do grupo nas observações da XC e Obs, e Insetos. Na iNat, além destes, Aracnídeos e Plantas foram alvo frequente das lentes dos usuários. Em Alberta, Canadá, os observadores foram divididos em dois grupos a partir das suas observações: um com foco em plantas, e outro com mais observações em aves e mamíferos (Liu & Jiralerspong, 2023). Considerando a variedade de táxons registrados pelos usuários, incluindo-se a presença dos 4 grupos taxonômicos com mais registros no estado, os observadores no Ceará não apresentam preferência por táxons. Como atividade não-estruturada em sua maioria, a coleta de dados feita por voluntários em CC está sujeita a vieses relacionadas ao seu comportamento de coleta. Entre eles, está o registro em localidades próximas ao lugar em que vivem, curto período de observação, registro de poucos grupos indicando uma preferência taxonômica ou abundância local, ou ainda uma combinação de fatores (Cecco *et al.*, 2021; Janeczko *et al.*, 2021; Rosa *et al.*, 2022).

5.5 Completude

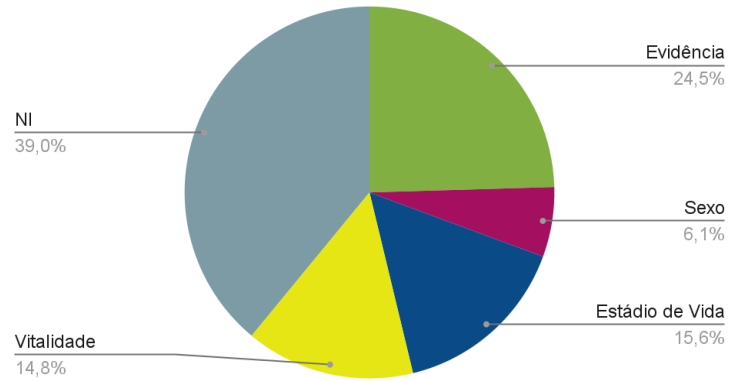
Ao submeter uma observação, o usuário deve anexar, no mínimo, um registro fotográfico ou sonoro para a maioria das plataformas. Isso possibilita estudar a ecologia de espécies e suas populações (Garretson *et al.*, 2023; Forti *et al.*, 2022; Fritz & Ihlow, 2022; Benedetti *et al.*, 2018). Registros fotográficos podem oferecer informações sobre a dieta, reprodução e comportamento de diferentes espécies de aves, por exemplo (Tubelis & Mendonça, 2023).

No Ceará, registros da iNat são, em sua maioria, imagens (95,3%) e, em menor número, no formato de som/vídeo (0,3%). Obs possui 30% das suas observações como fotos. Entretanto, ambas as plataformas devolveram registros onde o formato de mídia não foi especificado nos dados obtidos, a Obs com percentual mais elevado, em 70%. Na XC, todos os registros são em formato de som, se destacando como plataforma especializada na captura e identificação de espécies pela vocalização.

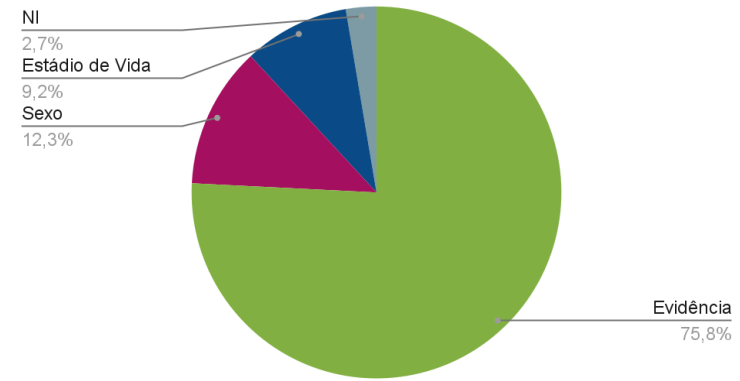
Dados adicionais podem ser sinalizados pelos usuários das plataformas. Assim, as observações das plataformas de estudo apresentaram sinalizações sobre a ‘Evidência’, como descrição física da observação, ‘Sexo’, ‘Estádio de Vida’, e ‘Vitalidade’ para registros de animais. As observações que não apresentavam ou não se encaixavam nessas categorias foram identificadas como ‘Não Informado (NI)’. O Gráfico 6 mostra a relação dessas categorias por plataforma.

Gráfico 6 - Completude de dados fornecidos pelos usuários nas plataformas. Não informado (NI): observações que não apresentam ou se encaixam nas demais categorias

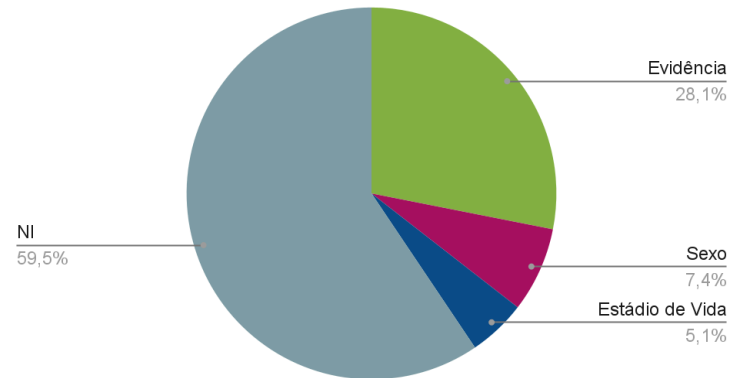
iNaturalist



Xeno-Canto



Observation.org



Fonte: Autor.

Entre as plataformas, a iNat foi a única a apresentar observações para a categoria ‘Vitalidade’ e com descritores diversos para plantas e animais em ‘Evidência’. Além disso, possui a maior parcela de ‘Estádio de Vida’ e a menor de ‘Sexo’ entre as plataformas, porém possuindo o maior número de observações totais comparada às demais. A XC apresentou a maior parcela de observações nas categorias ‘Sexo’ e ‘Evidência’, que descrevia a vocalização de aves. Já para categoria ‘Não Informado’ apresentou a menor parcela entre as plataformas avaliadas, possuindo a maior completude. A Obs apresentou descritores simples em ‘Evidência’, que se limitavam a indicar a presença do organismo, e a maior parcela de registros em ‘Não Informado’, sendo a plataforma com menor completude.

Embora a iNat apresente diferentes formas de sinalizar metadados, foram encontrados problemas de padronização dos descritores, como termos em diferentes idiomas e formatações, que impõem interferências e dificultam sua avaliação por usuários e pesquisadores (Soares & Hamanaka, 2021). Observações sinalizadas como ‘Vitalidade’ podem ser valiosas para monitoramento de atropelamento de fauna, sinalizando áreas, especialmente rodovias, com maior incidência de fatalidades. A rede ‘Sistema Urubu’, criada em 2014 pelo Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas, é um exemplo de projeto de ciência cidadã voltado exclusivamente para coletar dados do tipo (Castro & Bager, 2019). Assim como os dados presentes nesta plataforma, mas não se restringindo às estradas brasileiras, observações assim sinalizadas na iNat podem apoiar o monitoramento da mortalidade de fauna em diferentes áreas, uma vez que seus dados possuem ampla distribuição geográfica.

Outra funcionalidade única da iNat é a criação de projetos no seu domínio. Com essa ferramenta, é possível adicionar diferentes observações visando armazenar aquelas que se encaixam no seu propósito e objetivo (iNaturalist, 2025), indo de projetos voltados para educação (Andrades & Zanella, 2021; Echeverria *et al.*, 2021; Lima *et al.*, 2025) à monitoramento de áreas degradadas (Kirchhoff *et al.*, 2021). Esse recurso possibilita o maior controle na coleta de observações, sendo revisado por administrados, delimitando seu alcance e critérios, e diminuindo efeitos de vieses (Mason *et al.*, 2025). No Ceará, 715 registros foram adicionados a um ou mais projetos, com os mais variados objetivos, dessa forma, contribuindo diretamente para seus objetivos.

A capacidade de pessoas inexperientes fornecerem informações adicionais sobre uma espécie é inferior comparada à profissionais (Torre *et al.*, 2019), entretanto, ainda possuem valor para monitoramento de espécies invasoras (Akira-Umeno, Cirillo & Silva, 2025), novos registros de ocorrência (Lara, Perioto & Martins, 2024; Legal, 2019; Silva *et al.*, 2021; Zocca *et al.*, 2023), efeitos de distúrbios e desastres ambientais (Kirchhoff *et al.*, 2021) e espécies ameaçadas (Zulian, Miller & Ferraz, 2021).

5.6 Espécies Ameaçadas

O número de observações das plataformas para o Ceará foi filtrado por categoria de conservação conforme Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza, que avalia o estado de conservação no mundo (IUCN, 2025). Os resultados, presentes na Tabela 2, são referentes ao total de observações por plataforma e categoria.

Tabela 2 - Acumulado de observações por categoria da IUCN nas três plataformas (2004-2024). DD: Dados Insuficientes, LC: Pouco Preocupante, NT: Quase Ameaçada, VU: Vulnerável, EN: Em Perigo, CR: Criticamente Ameaçada, EW: Extinta na Natureza, EX: Extinta

Categorias	iNaturalist	Xeno-canto	Observation.org	Total
DD	84	0	0	84
LC	9.198	583	780	10.561
NT	231	18	8	257
VU	164	22	20	206
EN	103	13	31	147
CR	18	19	0	37
EW	0	0	0	0
EX	1	0	0	1

Fonte: Autor.

Das 27.616 observações utilizadas na pesquisa, 16.323 não apresentavam categorias segundo dados obtidos pela GBIF, portanto não representadas na tabela. Do restante, a maioria das observações eram de espécies classificadas como 'LC'. O número de registros diminuiu conforme a progressão da categoria de ameaça, com a categoria 'CR' apresentando o menor número de registros para espécies ameaçadas viventes. Espécies com distribuição restrita ou reduzida, cenário comum para espécies ameaçadas, são observadas em menor frequência. Essa relação foi observada para registros na WikiAves para o Paraná (Paula, Mucelin & Cavarzere, 2022), e na Mata Atlântica, onde espécies endêmicas da categoria LC foram sobre-representadas (Forti *et al.*, 2024c). A iNat foi a única plataforma com registros para espécies classificadas como DD e com o único registro na categoria EX. Gervão *Stachytarpheta cayennensis* é uma planta herbácea com distribuição global, presente em quase todos os estados do Brasil, não sendo classificada como ameaçada pela IUCN (Cardoso *et al.*, 2021). A atribuição de categoria nessa e outras plataformas, diferentemente da completude, não é feita pelos usuários. Na iNaturalist, que herda a classificação da IUCN (iNaturalist, 2025), a espécie não apresenta categoria, enquanto que nos dados da plataforma na GBIF está classificada como extinta. Este erro é, provavelmente, decorrente da importação entre plataformas, uma vez que o algoritmo da GBIF faz inferências sobre dados de plataformas, podendo levar a erros do tipo (Soares & Hamanaka, 2021). Nenhuma plataforma retornou observações para espécies classificadas em EW. Das 8 categorias, a Observation.org apresentou observações para apenas 4 delas, sendo a plataforma com menos categorias avaliadas.

Para avaliar a cobertura de espécies classificadas como ameaçadas (VU, EN e CR) nas plataformas, considerou-se apenas o número de espécies registradas por categoria, que apresentaram redundância, uma vez que uma mesma espécie constava na base de dados em mais de uma plataforma. A iNat possui registro de 43 espécies (22 VU, 14 EN e 7 CR), a XC possui de 7 espécies registradas como ameaçadas (5 VU e 1 espécie como EN e CR). Ambas apresentaram registros para espécies na três categorias, enquanto a Obs apresenta 4 espécies ameaçadas divididas em VU (3 espécies) e EN (1 espécie). Plataformas de CC são úteis para retornar dados sobre espécies ameaçadas. A iNaturalist revelou ser uma ferramenta efetiva no monitoramento de crocodilos, uma vez que contém registro das 11 espécies ameaçadas no mundo, por exemplo (Souza *et al.*, 2024). Em levantamento global com diferentes plataformas, Rutt *et al.* (2024) encontraram alta cobertura para categorias como CR, embora seus dados apresentem o acumulado de espécies nas categorias, sem

indicar a participação das plataformas. A relação de dados com categorias de ameaça, entretanto, pode estar relacionada com o nível de avaliação e sua presença em listas correspondentes. No Rio Grande do Sul, foram observadas poucas espécies compartilhadas entre listas vermelhas para o estado, que diminuíram ao serem comparadas com avaliações em nível nacional e internacional (Gaziero, 2021).

Ainda sobre a presença de espécies ameaçadas, comparou-se sua presença em listas oficiais do Ceará (30 VU, 45 EN, 28 CR), Brasil (55 VU, 31 EN e 25 CR) e IUCN (68 VU, 37 EN, 21 CR) com as listas das plataformas. XC e Obs, bem como a lista estadual e nacional retornaram apenas espécies de animais ameaçados, enquanto iNat e a lista internacional retornaram, também, espécies de plantas e fungos, em menor número. A iNat apresenta 13 espécies em comum com a lista estadual, 16 com a nacional, e 22 compartilhadas com a internacional. A XC possui 6 espécies em comum com a estadual e a nacional, e 7 com a internacional, enquanto todas as espécies da Obs estão presentes nas três listas oficiais. Excluindo-se repetições de espécies, as listas apresentam 258 espécies. Desse total, 166 estão presentes em apenas uma lista, a maioria na lista do Ceará ou IUCN. Apenas 3 espécies, todas aves, encontram-se nas seis listas: *Hemitriccus mirandae*, *Penelope jacucaca* e *Pyrrhura griseipectus*. Na China, listas de espécies ameaçadas feitas por profissionais apresentaram maior relação entre si, que diminuíram ao se adicionar espécies registradas por CC (Ding *et al.*, 2022). Isto evidencia a discrepância nos registros de presença de espécies entre levantamentos oficiais e de plataformas de ciência cidadã, em decorrência da natureza não-estruturada de seus projetos e coleta de dados.

Diferenças na atribuição de categorias para uma mesma espécie são possíveis, a exemplo do cágado-de-hogei *Ranacephala hogei*, classificado como VU no Brasil, e CR pela IUCN (Assis *et al.*, 2024). Divergências assim também foram observadas para as plataformas e listas oficiais utilizadas nesse estudo. Por exemplo, a maria-do-nordeste *H. mirandae*, presente nas 6 listas utilizadas, foi classificada como VU nas três plataformas, lista estadual e internacional, e como EN na lista nacional. Assim, a consonância foi considerada como sendo a mesma categoria atribuída a uma mesma espécie em listas diferentes para identificar a relação de plataformas com lista oficiais. A Tabela 3 apresenta a consonância de categorias de ameaça entre elas. Os resultados aqui apresentados possuem redundância, uma vez que uma mesma espécie pode aparecer em mais de uma lista.

Tabela 3 - Consonância de categorias de ameaça entre plataformas e listas oficiais

Lista	Estadual	Nacional	Internacional
iNaturalist	9	9	21
Xeno-canto	4	3	7
Observation.org	4	3	4

Fonte: Autor.

A iNat, que possui registro de 43 espécies ameaçadas, apresentou quase metade das espécies em consonância com a lista internacional. Todas as 7 espécies da XC e as 4 espécies da Obs têm consonância total com a lista internacional, embora isso seja resultado do baixo número de espécies registradas nelas. Sendo assim, as plataformas apresentaram maior relação com a lista vermelha internacional, sendo a concordância completa na XC e Obs. Listas oficiais avaliam o estado de conservação de acordo com o alcance que possuem, e por isso, apresentam diferentes categorias para uma mesma espécie. Em outras palavras, espécies enfrentam, em nível regional, ameaças diferentes das enfrentadas globalmente (Ribeiro & Caitano, 2023). Isso foi observado em listas estaduais brasileiras (Attademo *et al.*, 2022; Garcia & Marini, 2006) ressaltando divergências na avaliação regionais, nacional e IUCN.

5.7 Potencial e Limitações do Uso das Plataformas em Estudos de Conservação no Ceará

Ciência cidadã produz dados a partir da coleta feita por voluntários, como data e hora, coordenadas para localização geográfica, identificação taxonômica, e registros fotográficos e sonoros. As plataformas, por sua vez, facilitam o compartilhamento e disponibilizam esses dados para verificação e consulta de suas comunidades. Entre elas, pode-se destacar a *eBird* e *WikiAves*, de alcance global e nacional respectivamente, como as principais plataformas sobre aves (Barbosa *et al.*, 2021; Neate-Clegg *et al.*, 2020). A *Encyclopedia of Life* armazena informações sobre todas as formas de vida no mundo,

contando com a participação de instituições e pesquisadores, estudantes e cidadãos cientistas (Parr *et al.*, 2014), atuação semelhante ao Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira, no Brasil (Gadelha, 2014), que funciona como desdobramento da *Global Biodiversity Information Facility*, alimentada por outras plataformas, incluindo, a iNaturalist, Xeno-canto e Observation.org (GBIF, 2025). A iNat é frequentemente utilizada em projetos de CC e pesquisa devido sua grande base de dados sobre vários táxons, sendo aplicada em trabalhos sobre comportamento, mudanças climáticas e descoberta de novas espécies (Mason *et al.*, 2025). A Obs funciona de maneira semelhante, sendo mais popular e mais utilizada em pesquisas na Europa (Rocca *et al.*, 2024). A XC se dedica a armazenar registros sonoros de diferentes táxons, mais frequentemente de aves. Por isso, encontra aplicação em estudos de bioacústica e identificação de espécies pela vocalização (Godoy & Lima, 2012; Planqué & Vellinga, 2021).

Ameaças à biodiversidade, como por exemplo, perda e fragmentação de habitat, provocam alterações nas populações. Seus efeitos se intensificam para espécies cuja distribuição não é bem compreendida ou contém lacunas (Bini *et al.*, 2006; Haelewaters *et al.*, 2024). Nesse sentido, plataformas naturalistas e CC são ferramentas importantes, uma vez que permitem diferentes usuários, em diferentes áreas, realizarem observações em localidades que, por algum motivo, são inacessíveis a pesquisadores, e por isso, com ausência de dados. Da mesma forma, esses pesquisadores podem consultar e utilizar esses dados em iniciativas e pesquisas. Essa característica permitiu, por exemplo, ampliar a distribuição de *Amphisbaena anomala* no Ceará (Oliveira, Oliveira & Costa, 2023). Assim, a distribuição de dados é o principal potencial das plataformas (Bonney *et al.*, 2015; Silva, Hall & Ascher, 2020; Troia & McManamay, 2016), se mostrando valiosas para efeitos de conservação ao preencher essas lacunas (Gallagher *et al.*, 2024; Tosa *et al.*, 2021).

No Brasil, houve representação nos 26 estados e Distrito Federal, enquanto no Ceará houve registros em todas as regiões intermediárias, com 149 municípios contendo observações. A distribuição e cobertura de registros de plataformas naturalistas já foi relatada para diferentes estados (Leal & Zacca, 2025; Paula, Mocellin & Cavarzere, 2022; Schunck, Barata & Silva, 2022) e biomas brasileiros (Lara, Perioto & Martins, 2024; Mamede, Benites & Alho, 2017; Souza, 2024), ressaltando seu alcance e ampliando o entendimento sobre a diversidade brasileira. Apesar da ampla distribuição, a quantidade de

registros é acumulada em áreas mais populosas e urbanizadas, como nos Estados Unidos e Europa. No Brasil, isso se manifesta nas regiões Sul e Sudeste. Esta diferença também se reflete nos projetos e publicações que utilizam dados de plataformas (Campbell, 2023; Gomes, 2024; Roche *et al.*, 2021). Já no Ceará, estão concentrados em Fortaleza e municípios adjacentes, totalizando mais de 10 mil observações, e em Iguatu, no interior, com mais de 5 mil, as principais fontes de dados no estado. Outros 153 municípios apresentaram menos de 100 registros, 35 deles com nenhuma observação durante 20 anos, evidenciando a disparidade de registros e a baixa cobertura no estado. Além disso, as plataformas divergiram na cobertura e quantidade de observações diferentes entre os municípios, com a iNat superando as demais. Em Minas Gerais, a WikiAves teve maior cobertura espacial do que a própria iNaturalist, porém menos observações que a *eBird*. Juntas, revelaram áreas de ausência de observações (Ferreira, 2022).

As plataformas permitem a identificação de espécies pelo próprio observador ou sua comunidade, gerando discussões sobre a classificação das espécies e fortalecendo a acurácia da identificação. De maneira semelhante à distribuição, o levantamento de espécies pode ser consultado por pesquisadores, referente à presença destas no tempo e espaço de interesse (Cordeiro, Zocca & Ghilardi-Lopes, 2024; Meyer, 2016). A plataforma iNaturalist, por exemplo, possibilitou a identificação de espécies raras (Molyneaux, 2023; Neves, Marinho & Muniz, 2023). Os táxons mais registrados no Ceará são Aves, Plantas, Insetos e Aracnídeos. Assim como em outras plataformas e projetos de CC, as Aves são o grupo mais observado e foco de estudos, tanto em nível mundial quanto nacional. Além disso, dada a facilidade de se fotografar/gravar, esses grupos acabam sendo mais presentes em diferentes plataformas (Alexandrino, 2024; Wei, Lee & Wen, 2016). Também é observado que alguns grupos são menos observados que outros (Cecco *et al.*, 2021; Mesaglio & Callaghan, 2021; Troia & McManamay, 2016). No Ceará, os registros de Répteis, Anfíbios, Moluscos e Mamíferos foram menores, porém em maior número que de Peixes, Fungos e Líquens, e Algas. Organismos marinhos tendem a ser menos registrados em plataformas devido às dificuldades de acesso e registros (Rocca *et al.*, 2024). Martins (2022) aponta para a escassez da cobertura de dados para opiliões no Ceará em plataformas naturalistas, por exemplo. Para alterar estes cenários, esforços para coletar dados em áreas com baixo número de observações e de grupos pouco representados podem ampliar sua cobertura e fomentar seu uso em pesquisa (Forti *et al.*, 2023; Thompson *et al.*, 2023).

Tais esforços podem se manifestar em eventos de registro massivo de espécies. Esses eventos, alguns promovidos por plataformas e com uso destas, como iNaturalist e *eBird*, tem duração curta, de algumas horas, ou prolongada, de até um mês, sendo feitos em diferentes regiões do planeta simultaneamente ou não (Postles & Bartlett, 2018; Tiago, Evaristo & Pinto, 2024). No Chile, um projeto voltado ao registro de polinizadores apresentou a identificação dos principais organismos a desempenhar essa função, porém concentradas somente em novembro (Fontúrbel *et al.*, 2024). Ao impulsionarem o número de observações em pouco tempo, seus dados, entretanto, podem não ser confiáveis para pesquisadores (Rocha, 2019) pois são obtidos de forma não-estruturada e repentina, resultando em vieses que desencorajam seu uso (Forti & Szabo, 2024; Geurts, Reynolds & Starzomski, 2023). Para contornar isso, projetos com delimitação da coleta de dados reduzem essa tendência (Echeverria *et al.*, 2021; Martins & Cabral, 2021). A iNat apresenta uma funcionalidade que facilita essa delimitação. Ao ser criado na plataforma, os administradores especificam a área e grupos taxonômicos aceitos para observação (iNaturalist, 2025). Ainda, o envolvimento de profissionais e pesquisadores para revisar os dados coletados é uma alternativa para garantir sua confiabilidade (Fitzpatrick *et al.*, 2009; Parker *et al.*, 2018). Na Itália, um evento anual realizado por meio da iNaturalist com apoio de instituições de ensino e pesquisadores coletou 8 mil observações de 1.600 táxons (Barbato *et al.*, 2025).

Além de revelar a presença de uma espécie, as observações expõem características próprias observadas no momento dos registros, mediante a qualidade gráfica de fotografias ou gravações. Observações depositadas em plataformas naturalistas tem sido utilizadas para reportar sobre a dieta e migração de aves (Costa & Tubelis, 2023; Schneider *et al.*, 2023), hábitos e coloração em cobras (Durso *et al.*, 2021; Spaseni *et al.*, 2024) e doenças em sapos e aves (Saavedra *et al.*, 2023; Szentivanyi & Vincze, 2022), por exemplo. Portanto, a completude das observações possibilita extrair informações secundárias, ajudando a entender outras características e padrões apresentados. Os registros da Obs para o Ceará são menos detalhados nesse sentido, se limitando a informar localização e identificação. A iNat, com seus recursos adicionais variados além de indicar a vitalidade, e a XC, que apresenta descrição de vocalizações de aves, se mostram mais detalhadas. Dentre elas, a XC apresentou também a maior completude, fornecendo sonogramas para cada observação, sendo utilizada em estudos sobre bioacústica (Benedetti *et al.*, 2018; Searfoss, Liu & Creanza, 2020).

Com a extensão e quantidade de observações em plataformas digitais de CC, não é de se surpreender que abriguem registros de espécies ameaçadas, atuando como ferramenta de estudo (Gardiner & Bachman, 2016; Gallagher *et al.*, 2024). Sua principal contribuição é, novamente, apresentar a distribuição destas. Dados de diferentes plataformas foram utilizados para identificar áreas de ocorrência do papagaio-de-peito-roxo *Amazona vinacea* (Zulian, Miller & Ferraz, 2021). A maioria das observações no Ceará foram de espécies na categoria ‘Pouco Preocupante (LC)’. Nas categorias de ameaça, mais espécies apresentaram registros na iNat. Ao serem comparadas com listas oficiais, essa mesma plataforma apresentou maior relação, sobretudo com a lista Internacional. A combinação desses resultados com dados de pesquisa tradicional e de outros projetos e plataformas de ciência cidadã, podem corrigir eventuais erros e reduzir vieses (Deacon, Govender & Samways, 2023; Dimson *et al.*, 2023). Em levantamento de espécies ameaçadas no Paraná, CC e tradicional compartilharam registros de espécies, com maior ocorrência de espécies únicas na última (Farias, Roper & Cavarzere, 2022).

Os registros em plataformas naturalistas são reflexo da biodiversidade no espaço-tempo, tal como as coleções científicas e documentos históricos. Ao registrar espécies, é possível comparar a tendência e identificar declínios em suas populações (Gerhardt & Nodari, 2016; Miller-Rushing, Primack & Bonney, 2012). Os escritos de Gilbert White sobre espécies nas ilhas britânicas foram comparados com seus *status* de conservação atuais, sendo possível identificar a permanência de algumas e a extinção de outras (Atkins & Maroun, 2020). Esses registros passaram pelo olhar de diferentes cientistas, garantido confiança nas informações contidas, sendo utilizadas em pesquisas de conservação. Para alcançar valor semelhante, registros de plataformas naturalistas devem ser precisos, revisados por profissionais e conter o máximo de detalhes que seja possível obter (Klemann-Júnior *et al.*, 2017; Primack, Miller-Rushing & Miller, 2022; Rocha, 2019). Isso pode ser adquirido ao delimitar projetos de CC quanto aos seus objetivos, guiar voluntários na forma de obtenção de registros e combinar dados com pesquisa tradicional (Bonney *et al.*, 2015; Hu, 2024; Nunes *et al.*, 2021). Tosa *et al.* (2021) chamam a isso de “história natural da próxima geração”: a ciência tradicional apoiada por recursos tecnológicos na coleta de observações, entre eles, plataformas digitais de monitoramento da biodiversidade, não para substituir o trabalho em campo, mas complementá-lo.

6 CONCLUSÃO

- As plataformas apresentaram registros para todas as regiões brasileiras e, no Ceará, para todas as regiões do estado, sendo identificada concentração de dados na Região Metropolitana de Fortaleza;
- Nos últimos 20 anos houve aumento no uso das plataformas, assim como maior atividade nos meses de janeiro, julho e dezembro;
- Aves, Plantas, Insetos e Aracnídeos são os táxons mais registrados no estado do Ceará;
- Os usuários fazem registros em poucos municípios, tendo a iNaturalist os mais engajados e que registram mais grupos taxonômicos comparado às demais plataformas;
- As plataformas diferiram quanto a completude de suas observações, a Xeno-canto apresentando registros com mais detalhes e mídia associada;
- A maioria das observações nas plataformas são de espécies da categoria ‘Pouco Preocupante’, conforme a classificação da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Expandir o conhecimento sobre a distribuição de espécies é a principal contribuição das plataformas, e por isso, a localização e identificação correta são a base para inserção de observações. Entretanto, os registros podem explorar outros aspectos da biologia das espécies, mediante informações secundárias que complementam as observações. Ao combinar esses elementos com dados de ciência tradicional, seus resultados se tornam mais adequados à pesquisas de conservação.

REFERÊNCIAS

- AKIRA-UMENO, M.; CIRILLO, L.; SILVA, A. R. The Expansion of *Perna viridis* Towards South Brazil: Bridging the Gap With Traditional Scientific Surveys and Citizen Science. **Austral Ecology**, v. 50, n. 4, p. e70071, 2025. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aec.70071>. Acesso em: 5 ago. 2025.
- ALBAGLI, S. Ciência cidadã: conceitos e práticas. **Ciência e Cultura**, v. 77, n. 1, p. 27-31, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.48207/2317-6660.20250004>.
- ALBAGLI, S.; ROCHA, L. Ciência cidadã no Brasil: um estudo exploratório. *In: Sob a lente da Ciência Aberta: olhares de Portugal, Espanha e Brasil*. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2021. p. 489-511. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7805470>. Acesso em: 01 ago. 2025.
- ALEXANDRINO, E. R. A Ciência Cidadã impulsionou a ornitologia brasileira, mas e o futuro?. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ornitologia**, v. 10, n. 34, p. 2-8, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/382520015_A_Ciencia_Cidada_impulsionou_a_ornitologia_brasileira_mas_e_o_futuro. Acesso em: 21 dez. 2025.
- ALEXANDRINO, E. R.; GHILARDI-LOPES, N. P.; FERRAZ, K. M. P. M. B. O cenário acadêmico brasileiro ao aplicar ciência cidadã em pesquisas ecológicas. **Estudos Avançados**, v. 39, n. 114, p. e39114247, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/Z7q4fbcRNchpzNHFSQZVrCF/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 24 ago. 2025.
- ANDRADES, H. S. ZANELLA, L. Projeto Quintal: conhecendo a biodiversidade ao nosso redor. **Extensão Tecnológica: Revista de Extensão do Instituto Federal Catarinense**, Blumenau, v. 8, n. 16, p. 211–223, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/RevExt/article/view/2076>. Acesso em: 4 ago. 2025.
- ANDRIOLA, J. V. P.; MARCON, A. P. A new southernmost record of *Elaenia chiriquensis* Lawrence, 1865 (Passeriformes, Tyrannidae) in Brazil. **Check List**, v. 13, n. 6, p. 1097-1100, 2017. Disponível em: <https://checklist.pensoft.net/article/23069/>. Acesso em: 11 set. 2025.

ANTUNES, A. P.; MASSARANI, L. M.; MOREIRA, I. C. O descanso dos naturalistas: uma análise de cenas na iconografia oitocentista. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.22, n.3, p.1051-1066, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/j54BQnKB3Jdxp5mRpLkx35z/?lang=pt>. Acesso em: 19 out. 2025.

ANTUNES, A. P.; MASSARANI, L. M.; MOREIRA, I. C. Uma análise da rede de auxiliares na expedição de Louis Agassiz ao Brasil (1865-1866). **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 111-125, 2016.

ANTUNES, A. P.; MASSARANI, L. M.; MOREIRA, I. C. Practical Botanists and Zoologists: Contributions of Amazonian Natives to Natural History Expeditions (1846-1865). **História Crítica**, n. 73, 137-160, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7440/histcrit73.2019.07>.

ARMSWORTH, P. R.; KENDALL, B. E.; DAVIS, F. W. An introduction to biodiversity concepts for environmental economists. **Resource and Energy Economics**, v. 26, n. 2, p. 115-136, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2003.11.003>.

ASSIS, C. L.; VALADÃO, R. M.; MENDONÇA, S. H. S. T.; PEÇANHA, E. L. S.; COSTA, H. C.; NOVAES, C. M.; BARROS, T. F.; RODRIGUES, L. S.; GASPARINI, J. L.; FEIO, R. N. Extensive sampling and citizen science expand the distribution of the threatened freshwater turtle *Ranacephala hoguei* (Mertens, 1967). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 96, n. 1, p. e20240484, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/CYwMFLTjPb4nPHxcVPLHb7J/?format=html&lang=en>. Acesso em: 31 ago. 2025.

ATKINS, J.; MAROUN, W. The *Naturalist's Journals* of Gilbert White: exploring the roots of accounting for biodiversity and extinction accounting. **Accounting, Auditing & Accountability Journal**, v. 33, n. 8, p. 1835–1870, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/AAAJ-03-2016-2450>.

ATTADEMO, F. L. N.; LUNA, F. O.; OLIVEIRA, R. E. M.; SUZIN, A.; WARNAVIN, L.; WITT, N. G. D. P. M. Fauna marinha (mamíferos, aves, quelônios e peixes) ameaçadas de extinção no estado de Pernambuco, Brasil: uma revisão para subsidiar a avaliação de espécies ameaçadas de extinção. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 4, n. 2, 2022. Disponível em: <https://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/180>. Acesso em: 17 dez. 2025.

BARBOSA, K. V. C.; DEVELEY, P. F.; RIBEIRO, M. C.; JAHN, A. E. The contribution of citizen science to research on migratory and urban birds in Brazil. **Ornithology**

Research, v. 29, n. 1, p.1-11, 2021. Disponível em:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s43388-020-00031-0>. Acesso em: 31 ago. 2025.

BARBATO, D.; BENOCCI, A.; GUASCONI, M.; MANGANELLI, G. Light and shade of citizen science for less charismatic invertebrate groups: quality assessment of iNaturalist nonmarine mollusc observations in central Italy. **Journal of Molluscan Studies**, v. 87, n. 4, p. eyab033, 2021. Disponível em:
<https://academic.oup.com/mollus/article/87/4/eyab033/6408403>. Acesso em: 5 ago. 2025.

BARBATO, D.; BENOCCI, A.; BRATTO, C.; MANGANELLI, G. Identifying, surveying and monitoring urban biodiversity through citizen science in the ‘Siena BiodiverCity’ project. **Urban Ecosyst.**, v. 28, n.151, p. 1-11, 2025. Disponível em:
<https://doi.org/10.1007/s11252-025-01749-9>. Acesso em: 1 dez. 2025.

BEDIAGA, B. Joining pleasure and work in the making of science: The Jardim Botânico do Rio de Janeiro - 1808 to 1860. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 1131-1157, 2007. Disponível em:
<http://www.coc.fiocruz.br/hscience/journal.htm>. Acesso em: 02 nov. 2025.

BENNETT, K. D. Is the number of species on Earth increasing or decreasing? Time, chaos and the origin of species. **Palaeontology**, v. 56, n. 6, p. 1305-1325, 2013. Disponível em:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pala.12057>. Acesso em: 04 nov. 2025.

BENEDETTI, Y.; SLEZAK, K.; MØLLER, A.P.; MORELLI, F.; TRYJANOWSKI, P. Number of syllables in cuckoo *Cuculus canorus* calls: A test using a citizen science project. **Sci Rep**, v. 8, n. 12872, p. 1-6, 2018. Disponível em:
<https://www.nature.com/articles/s41598-018-31329-1>. Acesso em: 18 nov. 2025.

BEREHOVA, H.; ANDRUSZKIEWICZ, F.; FROLOVA, M. History of science and methodology: the significance of Aristotle’s treatises. **Chem. Didact. Ecol. Metrol.**, v. 29, n. 1-2, p. 27-37, 2024. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/388735673_History_of_Science_and_Methodology_The_Significance_of_Aristotle's_Treatises. Acesso em: 03 nov. 2025.

BINI, L. M.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; RANGEL, T. F. L.V. B.; BASTOS, R. P.; PINTO, M. P. Challenging Wallacean and Linnean shortfalls: knowledge gradients and conservation planning in a biodiversity hotspot. **Diversity and Distributions**, v. 12, n. 5, p. 475-482, 2006. Disponível em:
<https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1111/j.1366-9516.2006.00286.x>. Acesso em: 21 dez. 2025.

BONEBRAKE, T. C. Conservation implications of adaptation to tropical climates from a historical perspective. **J. Biogeogr.**, v. 40, n. 3, p. 409-414, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbi.12011>.

BONNEY, R.; PHILLIPS, T. B.; BALLARD, H. L.; ENCK, J. W. Can citizen science enhance public understanding of science?. **Public understanding of science**, v. 25, n. 1, p. 2-16, 2015. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0963662515607406>. Acesso em: 06 ago. 2025.

BORN, R. H. **Agenda 21 e a biodiversidade**. Brasília: MMA, 2006. 23 p. (Caderno de debate agenda 21 e sustentabilidade). Disponível em: <https://www.livroaberto.ibict.br/handle/123456789/749>. Acesso em: 02 nov. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 15 set. 2025.

BRITO, C. Baleias e monstros, iconografia e repetições na história da história natural: representações visuais de animais marinhos na época medieval e renascentista. *In: Anais de História de Além-Mar*, v. 11, p. 7-30, 2010. Disponível em: https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portalfiles/portal/35520280/AHAM_XI_2010_7_30.pdf. Acesso em: 04 nov. 2025.

BROWN, J. K. Connecting Health and Natural History: A Failed Initiative at the American Museum of Natural History, 1909–1922. **American Journal of Public Health**, v. 104, n. 10, p. 1877-1888, 2014. Disponível em: <https://ajph.aphapublications.org/doi/full/10.2105/AJPH.2013.301384>. Acesso em: 04 nov. 2025.

BRUZZO, C. A participação dos museus de história natural na formação dos membros das expedições filosóficas portuguesas do século XVIII. *In: XXII SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA*, 2003, João Pessoa. **Anais Eletrônicos Complementares do XXII Simpósio Nacional de História**. João Pessoa: UFPA, 2003.

CAETANO, G. H. O.; VARDI, R.; JARIĆ, I.; CORREIA, R. A.; ROLL, U.; VERÍSSIMO, D. Evaluating global interest in biodiversity and conservation. **Conservation Biology**, v. 37, n. 5, p. e14100, 2023. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cobi.14100>. Acesso em: 23 out. 2025.

CALLAGHAN, C. T.; MESAGLIO, T.; ASCHER, J. S.; BROOKS, T. M.; CABRAS, A. A.; CHANDLER, M.; CORNWELL, W. K.; RÍOS-MALAYER, I. C.; DANKOWICZ, E.; DHIYA'ULHAQ, N. U.; FULLER, R. A.; GALINDA-LEAL, C.; GRATTAROLA, F.; HEWITT, S.; HIGGINS, L.; HITCHCOCK, C.; HUNG, K. J.; IWANE, T.; KAHUMBU, P.; KENDRICK, R.; KIESCHNICK, S. R.; KUNZ, G.; LEE, C. C.; LIN, C.; LOARIE, S.; MEDINA, M. N.; MCGROUTHER, M. A.; MILES, L.; MODI, S.; NOWAK, K.; OKTAVIANI, R.; OLEWE, B. M. W.; PAGÉ, J.; PETROVAN, S.; SAARI, C.; SELTZER, C. E.; SEREGIN, A. P.; SULLIVAN, J. J.; SUMANAPALA, A. P.; TAKOUKAM, A.; WIDNESS, J.; WILLMOTT, K.; WUSTER, W.; YOUNG, A. N. The benefits of contributing to the citizen science platform iNaturalist as an identifier. **PLoS biology**, v. 20, n. 11, p. e3001843, 2022. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.3001843>. Acesso em: 5 ago. 2025.

CALLAGHAN, C. T.; POORE, A. G.; HOFMANN, M.; ROBERTS, C. J.; PEREIRA, H. M. Large-bodied birds are over-represented in unstructured citizen science data. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 19073, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-98584-7>. Acesso em: 5 ago. 2025.

CANCELA, F. A flora da antiga capitania de Porto Seguro na viagem de Wied-Neuwied, 1815-1817: prática científica, inventário naturalista e colaboração indígena. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 3, p.811-837, 2021.

CARDOSO, P. H.; VALERIO, V. I. R.; MENINI NETO, L.; SALIMENA, F. R. G. Verbenaceae in Espírito Santo, Brazil: richness, patterns of geographic distribution and conservation. **Phytotaxa**, v. 484, n. 1, p. 1-43, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349319665_Verbenaceae_in_Espirito_Santo_Brazil_richness_patterns_of_geographic_distribution_and_conservation. Acesso em: 18 dez. 2021.

CARNALL, M.; ASHBY, J.; ROSS, C. Natural history museums as provocateurs for dialogue and debate. **Museum Management and Curatorship**, v. 28, n. 1, p. 55–71, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/09647775.2012.754630>.

CASALEIRO, P. J. E.; PEREIRA, H. M. M. C. A exposição natureza exótica: Aspectos do acervo de Alexandre Rodrigues Ferreira na Universidade de Coimbra. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**, Belém, v. 12, n. 1, p. 111-130, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agriculturafamiliar/article/view/6081>. Acesso em: 19 out. 2025.

CASTRO, E. P.; BAGER, A. Sistema Urubu: a ciência cidadã em prol da conservação da biodiversidade. **Revista Brasileira de Tecnologias Sociais**, v. 6, n. 2, p. 111-130, 2019. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/rbts/article/view/15264>. Acesso em: 6 ago. 2025.

CEARÁ. Endereços das Sedes das Unidades de Conservação (UCs) Estaduais.

Fortaleza: SEMA, 2025. Disponível em:

<https://www.sema.ce.gov.br/enderecos-das-sedes-das-unidades-de-conservacao-ucs-estaduais/>. Acesso em: 30 nov. 2025.

CEARÁ. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da Fauna do Ceará. Fortaleza:

SEMA, 2022. Disponível em:

<https://www.sema.ce.gov.br/lista-vermelha-de-especies-ameacadas-da-fauna-do-ceara/>. Acesso em: 03 set. 2025.

CECCO, G. J.; BARVE, V.; BELITZ, M. W.; STUCKY, B. J.; GURALNICK, R. P.;

HURLBERT, A. H. Observing the observers: How participants contribute data to

iNaturalist and implications for biodiversity science. **BioScience**, v. 71, n. 11, p.

1179-1188, 2021. Disponível em:

<https://academic.oup.com/bioscience/article/71/11/1179/6357804?login=false>. Acesso em: 22 jul. 2025.

CHARMANTIER, I. Carl Linnaeus and the visual representation of nature. **Historical**

studies in the natural sciences, v. 41, n. 4, p. 365-404, 2011. Disponível em:

<https://online.ucpress.edu/hsns/article-abstract/41/4/365/105667/Carl-Linnaeus-and-the-Visual-Representation-of>. Acesso em: 03 nov. 2025.

CHATURVEDI, K.; VISHWAKARMA, D. K.; SINGH, N. COVID-19 and its impact on

education, social life and mental health of students: A survey. **Children and youth**

services review, v. 121, p. 105866, 2021. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019074092032288X>. Acesso em: 27 nov. 2025.

CHEVAL, S.; ADAMESCU, C. M.; GEORGIADIS, T.; HERRNEGGER, M.; PITICAR,

A.; LEGATES, D.R. Observed and Potential Impacts of the COVID-19 Pandemic on the

Environment. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.

17, n. 11, p. 4140, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17114140>.

COHEN, J. I. The Pursuit of Meaning: Placing Biodiversity and Biography at the Center of

Biology. **Journal of Education**, v. 203, n. 2, p. 442-450, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.1177/00220574211026890>.

CONSIDERA, A. F. Museus de História Natural no Brasil (1818-1932): uma revisão bibliográfica. *In*: FERREIRA, M. M. (org.). **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH**, São Paulo, 2011. São Paulo: USP, 2011, p. 1-8. Disponível em: <https://anpuh.org.br/index.php/documentos/anais/category-items/1-anais-simposios-anpuh/32-snh26>. Acesso em: 02 nov. 2025.

CORDEIRO, D. P.; ZOCCA, C.; GHILARDI-LOPES, N. P. New records of the flower fly *Lejops barbiellini* (Ceresa, 1934) (Diptera, Syrphidae) in the Atlantic Forest: integrating collection and citizen science data. **Entomological Communications**, v. 6, p. ec06039, 2024. Disponível em: <https://www.entomologicalcommunications.org/index.php/entcom/article/view/ec06039>. Acesso em: 05 ago. 2025

COSTA, F. M. O.; TUBELIS, D. P. Citizen Science for the Study of Birds in Distinct Biomes: Diet of the Rufous-Tailed Jacamar (*Galbula ruficauda*) (Aves, Galbulidae) in Brazil. **Int. J. Zoo Animal Biol.**, v. 6, n. 2, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://medwinpublisher.org/index.php/IZAB/article/view/1165>. Acesso em: 21 dez. 2025.

COSTA, B. N. S.; SILVA, F. C. C.; WITT, A. S. Plataformas digitais e a expansão da ciência cidadã. *In*: XXIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2024, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: UFES, 2024. p. 1-10. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/290507>. Acesso em: 26 ago. 2025.

COUTINHO, C.N. História da Filosofia: o renascimento. *In*: TEIXEIRA, A.M.P.; ALVES, G.L. (org.). **Carlos Nelson Coutinho: Ensaios de crítica literária, Filosofia e Política**. PPGSS-UFRJ, 2018. cap. 3, p.115-153. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/7517>. Acesso em: 04 nov. 2025.

CRETOIS, B.; SIMMONDS, E. G.; LINNELL, J. D. C.; VAN MOORTER, B.; ROLANDSEN, C. M.; SOLBERG, E. J.; STRAND, O.; GUNDERSEN, V.; ROER, O.; RØD, J. K. Identifying and correcting spatial bias in opportunistic citizen science data for wild ungulates in Norway. **Ecology and Evolution**, v. 11, n. 21, p. 15191–15204, 2021. DOI: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1002/ece3.8200>.

CRIMMINS, T. M.; POSTHUMUS, E.; SCHAFFER, S.; PRUDIC, K. L. COVID-19 impacts on participation in large scale biodiversity-themed community science projects in the United States. **Biological Conservation**, v. 256, p. 109017, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320721000690?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=9a526ab6cc5f77f6. Acesso em: 27 nov. 2025.

DAMIÃO, A. P. O Renascimento e as origens da ciência moderna: Interfaces históricas e epistemológicas. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 17, p. 22-49, 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/34411>. Acesso em: 04 nov. 2025.

DEACON, C.; GOVENDER, S.; SAMWAYS, M. J. Overcoming biases and identifying opportunities for citizen science to contribute more to global macroinvertebrate conservation. **Biodivers. Conserv.**, v. 32, n. 6, p. 1789–1806, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-023-02595-x>. Acesso em: 22 dez. 2025.

DEVLIN, C. L. Alfred Eaton: a Victorian naturalist at the ends of the world. **Polar Research**, v. 41, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33265/polar.v41.8420>. Acesso em: 19 out. 2025.

DÍAZ, S.; MALHI, Y. Biodiversity: Concepts, Patterns, Trends, and Perspectives. **Annu. Rev. Environ. Resour.**, v. 47, p. 31-63, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120120-054300>.

DÍAZ, A. C.; MARTIN, S. M. Use and application of iNaturalist on land snails from Argentina. **PeerJ**, v. 13, p. e19152, 2025. Disponível em: <https://peerj.com/articles/19152/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

DIMSON, M.; FORTINI, L. B.; TINGLEY, M. W.; GILLESPIE, T. W. Citizen science can complement professional invasive plant surveys and improve estimates of suitable habitat. **Diversity and Distributions**, v. 29, n. 9, p. 1141-1156, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ddi.13749>. Acesso em: 5 ago. 2025.

DING, Y.; XIONG, L.; JI, F.; LU, J.; ZHU, X.; HUANG, H. Using citizen science data to improve regional bird species list: A case study in Shaanxi, China. **Avian Research**, v. 13, p. 100045, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S205371662200041X>. Acesso em: 19 jul. 2025.

DOMINGUES, H. M. B. O jardim botânico do Rio de Janeiro. Espaços da ciência no Brasil. In: DANTES, M. A. M. (org.). **Espaços da Ciência no Brasil: 1800-1930**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2001. 208 p. il. História e saúde collection. ISBN: 978-65-5708-157-0. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786557081570>.

DOMÍNGUEZ, M.; PINA, T. Did Darwin Work with Plants? Darwinism, Evolution and Education in a Botanical Garden. **Science & Education**, p. 1-21, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-025-00670-z>.

DRILL, S.; ROSENBLATT, C.; COOPER, C.; CAVALIER, D.; BALLARD, H. The Effect of the COVID-19 Pandemic and Associated Restrictions on Participation in Community and Citizen Science. **Citizen Science: Theory and Practice**, v. 7, n. 1, p. 1-14, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5334/cstp.463>.

DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. A.; OLIVEIRA, D. Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. In: GANEM, R. S (org.). **Conservação da Biodiversidade Legislação e Políticas Públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011.

DUCARME, F.; FLIPO, F.; COUVET, D. How the diversity of human concepts of nature affects conservation of biodiversity. **Conservation Biology**, v. 35, n. 3, p.1019–1028, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/cobi.13639>.

DURSO, A. M.; CASTAÑEDA, R. R.; MONTALCINI, C.; MONDARDINI, M. R.; FERNANDEZ-MARQUES, J. L.; GREY, F.; MARTIN, M. M.; UETZ, P.; MARSHALL, B. M.; GRAY, R. J.; SMITH, C. E.; BECKER, D.; PINGLETON, M.; LOUIES, J.; ABEGG, A. D.; AKUBOY, J.; ALCOBA, G.; DALTRY, J. C.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; FREED, C.; FREITAS, M. A.; GLAUDAS, X.; HUANG, S.; HUANG, T.; KALKI, Y.; KOJIMA, Y.; LAUDISOIT, A.; LIMBU, K. P.; MARTÍNEZ-FONSECA, J. G.; MEBERT, K.; RODEL, M.; RUANE, S.; RUEDI, M.; SCHMITZ, A.; TATUM, S. A.; TILLACK, F.; VISVANATHAN, A.; WÜSTER, W.; BOLON, I. Citizen science and online data: Opportunities and challenges for snake ecology and action against snakebite. **Toxicon: X**, v. 9-10, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590171021000072>. Acesso em: 31 ago. 2025.

ECHEVERRIA, A.; ARIZ, I.; MORENO, J.; PERALTA, J.; GONZALEZ, E. M. Learning plant biodiversity in nature: The use of the citizen–science platform iNaturalist as a collaborative tool in secondary education. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 735, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/735>. Acesso em: 1 dez. 2025.

ELIAS, L. P.; BARBERIO, L. D. G. A viagem filosófica do naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira pela Capitania do Rio Negro: fisiografia e descrições territoriais no Brasil setecentista. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 11, n. 2, p. 317-330, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-campineiro/article/view/2831>. Acesso em: 17 out. 2025.

ELIAS, S. S. R.; MARTINS, D. R.; MOREIRA, I. C. As Expedições Naturalistas e Cartográficas e as Práticas Científicas no Brasil do Século XVIII. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v.7, n.1, p. 1-22, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/2716>. Acesso em: 04 nov. 2025.

ELLIOTT, K. C. Framing conservation: 'biodiversity' and the values embedded in scientific language. *Environmental Conservation*, v. 47, n. 4, p. 260-268, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0376892920000302>.

FARIAS, M.; ROPER, J.; CAVARZERE, V. Bird communities and their conservation priorities are better understood through the integration of traditional and citizen science data: an example from Brazilian Atlantic Forest. *Citizen Science: Theory and Practice*, v. 7, n. 1, 2022. Disponível em: <https://theoryandpractice.citizenscienceassociation.org/articles/10.5334/cstp.349>. Acesso em: 31 ago. 2025.

FERREIRA, C. A. D. **Avaliação do uso de plataformas colaborativas no estudo de registros ornitológicos do território mineiro**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/34520>. Acesso em: 04 ago. 2025.

FETZ, M.; DEFFACCI, F. A. Expedições científicas e poder no Brasil: Naturalistas viajantes e a representação da diversidade social. *Encontros Anuais da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs)*, n. 33, p. 1-27, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.sophia.com.br/terminal/9666/acervo/detalhe/7327?returnUrl=modal>. Acesso em: 15 nov. 2025.

FETZ, M. A viagem como descoberta científica: história natural e cultura de precisão. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 12, n. 1, p. 39-53, 2019. Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/48>. Acesso em: 04 nov. 2025.

FITZPATRICK, M. C.; PREISSER, E. L.; ELLISON, A. M.; ELKINTON, J. Observer bias and the detection of low-density populations. *Ecological applications*, v. 19, n. 7, p. 1673-1679, 2009. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/09-0265.1>. Acesso em: 29 nov. 2025.

FORÇA, A. C.; PEREZ, E. P.; QUINTILIO, M. S. V.; ALVES, V. C. A evolução dos instrumentos de observação astronômica e o contexto histórico-científico. *In: OLIVEIRA, A. J. S. (org.). XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, São Luís. Atas [...].* São Luís: UEMA, 2007. p. 1-9. Disponível em: http://www3.unoeste.br/site/cursos/103/Evolucao_Instrumentos_Astronomicos/Artigo_XV_II_SNEF.pdf. Acesso em: 11 nov. 2025.

FORTI, L. R.; HEPP, F.; SOUZA, J. M.; PROTAZIO, A.; SZABO, J. K. Climate drives anuran breeding phenology in a continental perspective as revealed by citizen-collected data. **Diversity and Distributions**, v. 28, n. 10, p. 2094-2109, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ddi.13610>. Acesso em: 10 ago. 2025.

FORTI, L. R.; SZABO, J. K. The iNaturalist platform as a source of data to study amphibians in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 1, p. e20220828, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/4pKNrwDdDP89DTN5XWQcxF/?format=html&lang=en>. Acesso em: 3 ago. 2025.

FORTI, L. R.; SZABO, J. K. Raising Awareness of Plant Biodiversity and Combating Zoocentrism with Citizen Science: A Case Study of Undergraduate Students Pursuing Animal-Related Degrees in Northeast Brazil. **Human Ecology**, v. 52, n. 5, p. 1049–1056, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-024-00539-9>.

FORTI, L. R.; PASSETTI, A.; OLIVEIRA, T.; LIMA, J.; QUERÓS, A.; LOPES, M. A. D. F.; SZABO, J. K. Declining representation of imperiled Atlantic Forest birds in community-science datasets. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 22, n. 3, p. 277-287, 2024a. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064424000105>. Acesso em: 5 ago. 2025.

FORTI, L. R.; SILVA, J. L. C.; FERREIRA, E. A.; SZABO, J. K. The implications of estimating rarity in Brazilian reptiles from GBIF data based on contributions from citizen science versus research institutions. **Integrative Conservation**, v. 3, n. 2, p. 112-126, 2024b. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/eaba1e94c04942fcbf9a6d43b/1?pq-origsite=gscholar&cbl=6853480>. Acesso em: 9 dez. 2025.

FORTI, L. R.; SILVA PASSETTI, A. M. P.; OLIVEIRA, T.; LIMA, J.; QUEIROS, A.; LOPES, M. A. D. F.; SZABO, J. K. Global threat status, rarity, and species distribution affect prevalence of Atlantic Forest endemic birds in citizen-collected datasets. **Cambridge Prisms: Extinction**, v. 2, p. e17, 2024c. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/ext.2024.22>. Acesso em: 3 set. 2025.

FONTÚRBEL, F. E.; GARCÍA, J. P.; CELIS-DIEZ, J. L.; MURÚA, M. M.; VIELI, L.; DÍAZ-FORESTIER, J. Engaging citizens to monitor pollinators through a nationwide BioBlitz: Lessons learned and challenges remaining after four years. **Biological Conservation**, v. 300, p. 110868, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110868>. Acesso em: 1 dez. 2025.

FORZZA, R.; CARVALHO JR., A.; ANDRADE, A. C. S.; FRANCO, L.; ESTEVÃO, L. A.; FONSECA-KRUEL, V. S.; COELHO, M. A. N.; TAMAIO, N.; ZAPPI, D. Coleções biológicas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro à luz das metas da GSPC/CDB: onde estaremos em 2020?. **Museologia & Interdisciplinaridade**, [S. l.], v. 5, n. 9, p. 135–159, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/museologia/article/view/17281>. Acesso em: 2 nov. 2025.

FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da *wilderness* à conservação da biodiversidade. **História (São Paulo)**, v. 32, n. 2, p. 21-48, 2013.

FRANCO, J. L. A.; SCHITTINI, G. M.; BRAZ, V. S. História da conservação da natureza e das áreas protegidas: panorama geral. **Historiæ**, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 2, p. 233-270, 2015. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/hist/article/view/5594>. Acesso em: 02 nov. 2025.

FREIRE, G. M. C. A.; MORAES, G. O. Do Direito Ambiental aos direitos da Mãe Terra. In: MORAES, G. O.; FREIRE, G. M. C. A.; FERRAZ, D. S. (org.). **Do direito ambiental aos direitos da natureza: teoria e prática**. E-book. Fortaleza: Editora Mucuripe, p. 12-27, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/55641>. Acesso em: 30 out. 2025.

FRITZ, U.; IHLOW, F. Citizen Science, taxonomy and grass snakes: iNaturalist helps to clarify variation of coloration and pattern in *Natrix natrix* subspecies. **Vertebrate Zoology**, v. 72, p. 533-549, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3897/vz.72.e87426>.

FUNK, V. A. Collections-based science in the 21st Century. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 56, n. 3, p. 175-193, 2018. DOI: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1111/jse.12315>.

GADELHA, L. M. R.; GUIMARÃES, P.; MOURA, A. M.; DRUCKER, D. P.; DALCIN, E.; GALL, G.; TAVARES, J.; PALAZZI, D.; POLTOSI, M.; PORTO, F.; MOURA, F.; LEO, W. V. SiBBR: Uma Infraestrutura para Coleta, Integração e Análise de Dados sobre a Biodiversidade Brasileira. In: VIII Brazilian E-science Workshop, 2014, Brasília. **Anais**

[...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2014. p. 37-44. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/bresci/article/view/10477>. Acesso em: 19 nov. 2025.

GALLAGHER, R.; ROGER, E.; PACKER, J.; SLATYER, C.; ROWLEY, J.; CORNWELL, W.; ENS, E.; LEGGE, S.; SIMPFENDORFER, C.; STEPHENS, R.; MESAGLIO, T. Incorporating citizen science into IUCN Red List assessments. **Conservation Biology**, v. 39, n. 2, p. e14329, 2025. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cobi.14329>. Acesso em: 5 dez. 2025.

GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A. Biologia da conservação: as bases científicas da proteção da biodiversidade. In: GANEM, R. S (org.). **Conservação da Biodiversidade Legislação e Políticas Públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011. Disponível em: <https://bd.camara.leg.br/bd/items/f9e1fad1-c545-4dcf-8b8a-32182d916e4f>. Acesso em:

GANIAS, K.; MEZARLI, C.; VOULTSIADOU, E.. Aristotle as an ichthyologist: Exploring Aegean fish diversity 2,400 years ago. **Fish and Fisheries**, v. 18, n. 6, p. 1038-1055, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/faf.12223>. Acesso em: 03 nov. 2025.

GARCIA, F. I.; MARINI, M. A. Estudo comparativo entre as listas global, nacional e estaduais de aves ameaçadas no Brasil. **Natureza e Conservação**, v. 4, n. 2, p. 24-49, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259000311_Estudo_comparativo_das_listas_global_nacional_e_estaduais_de_Aves_ameacadas_no_Brasil. Acesso em: 17 dez. 2025.

GARDINER, L. M.; BACHMAN, S. P. The role of citizen science in a global assessment of extinction risk in palms (Arecaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 182, n. 2, p. 543-550, 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/botlinnean/article/182/2/543/2707816?login=true>. Acesso em: 22 dez. 2025.

GARRETSON, A.; CUDDY, T.; DUFFY, A. G.; INATURALIST CITIZEN SCIENTIST; FORKNER, R. E. Citizen science data reveal regional heterogeneity in phenological response to climate in the large milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus*. **Ecology and Evolution**, v. 13, n. 7, p. e10213, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.10213>. Acesso em: 6 ago. 2025.

GAWNE, R. Fossil evidence in the origin of species. **BioScience**, v. 65, n. 11, p. 1077-1083, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biv124>.

GAZIERO, L. **Que animal vive no meu quintal? A ciência cidadã aplicada no levantamento e valorização da fauna de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/239247/001138965.pdf?sequence=1>. Acesso em: 9 dez. 2025.

GBIF, Global Biodiversity Information Facility. **Global Biodiversity Information Facility.** Copenhagen: GBIF, 2025. Disponível em: <https://www.gbif.org/>. Acesso em: 13 set. 2025.

GBIF, Global Biodiversity Information Facility. **Observation.org GBIF Occurrence Download.** 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/dl.a4th92>. Acesso em: 13 set. 2025.

GBIF, Global Biodiversity Information Facility. **Xeno-Canto GBIF Occurrence Download.** 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/dl.c99vmv>. Acesso em: 13 set. 2025.

GBIF, Global Biodiversity Information Facility. **iNaturalist GBIF Occurrence Download.** 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/dl.ujhp7z>. Acesso em: 14 set. 2025.

GERHARDT, M.; NODARI, E. S. Patrimônio ambiental, história e biodiversidade. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 54–71, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/1902>. Acesso em: 18 out. 2025.

GEURTS, E. M.; REYNOLDS, J. D.; STARZOMSKI, B. M. Turning observations into biodiversity data: Broadscale spatial biases in community science. **Ecosphere**, v. 14, n. 6, p. e4582, 2023. DOI: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1002/ecs2.4582>.

GILSON, E. Aristotelian Prologue. *In*: GILSON, E. **From Aristotle to Darwin and back again: A journey in final causality, species and evolution.** Ignatius Press, 2009. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=qnV0CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=From+Aristotle+to+Darwin+and+back+again:+A+journey+in+final+causality,+species+and+evolution&ots=xu3a0FTakB&sig=JcFQE0ERYBpt2CHgUgUnJEPocNQ#v=onepage&q=From%20Aristotle%20to%20Darwin%20and%20back%20again%3A%20A%20j>

ourney%20in%20final%20causality%2C%20species%20and%20evolution&f=false.
Acesso em: 03 nov. 2025.

GODOY, F. I.; LIMA, B. Uso de cavidades para comunicação acústica pelo macuquinho *Eleoscytalopus indigoticus*. **Cotinga**, v. 34, p. 1-4, 2012. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/292878902_Use_of_cavities_for_acoustic_communication_by_the_macuquinho_Eleoscytalopus_indigoticus. Acesso em: 11 set. 2025.

GOMES, M. A. A. **Ciência Cidadã no Monitoramento Ambiental: Lacunas na Produção Científica, Vieses Geográficos e Taxonômicos**. 2024. Tese (Doutorado em Recursos Naturais do Cerrado) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2024. Disponível em: <http://200.137.241.33/handle/tede/1508>. Acesso em: 30 nov. 2025.

GUNAWAN, H.; SETYAWATI, T.; ATMOKO, T.; SUBARUDI; KWATRINA, R. T.; YENY, I.; YUWATI, T. W.; EFFENDY, R.; ABDULLAH, L.; MUKHLISI; LASTINI, T.; ARINI, D. I. D.; SARI, U. K.; SITEPU, B. S.; PATTISELANNO, F.; KUSWANDA, W. A review of forest fragmentation in Indonesia under the DPSIR framework for biodiversity conservation strategies. **Global Ecology and Conservation**, v. 51, 2024. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989424001227>. Acesso em: 9 out. 2025.

HABEL, J. C.; HUEMER, P.; SCHMITT, T.; RÜDISSER, J.; ULRICH, W. Strengths and shortcomings of citizen science data: lessons from Austrian butterflies. **Journal of Insect Conservation**, v. 29, n. 4, p. 60, 2025. Disponível em:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-025-00696-2>. Acesso em: 2 dez. 2025.

HAELEWATERS, D.; MATTHEWS, T. J.; WAYMAN, J. P., CAZABONNE, J.; HEYMAN, F.; QUANDT, C. A.; MARTIN, T. E. Biological knowledge shortfalls impede conservation efforts in poorly studied taxa — A case study of Laboulbeniomyces. **Journal of Biogeography**, v. 51, n. 1, p. 29–39, 2024. Disponível em:
<https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1111/jbi.14725>. Acesso em: 21 dez. 2025.

HAJIBAYOVA, L.; COLADANGELO, L. P.; SOYKA, H. A. Exploring the invisible college of citizen science: questions, methods and contributions. **Scientometrics**, v. 126, p. 6989–7003, 2021. DOI:
<https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11192-021-04050-6>.

HANN, C. H.; STELLE, L. L.; SZABO, A.; TORRES, L. G. Obstacles and Opportunities of Using a Mobile App for Marine Mammal Research. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 5, p. 169, 2018. Disponível em:
<https://www.mdpi.com/2220-9964/7/5/169>. Acesso em: 9 dez. 2025.

HEINZELMANN, M. C.; CRUZ, A. B.; LAPERA, C. A. I. USO DA PLATAFORMA INATURALIST NO LEVANTAMENTO E NA IDENTIFICAÇÃO DE PRAGAS AGRÍCOLAS. *In: V Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, 2024, Diamantina. Anais [...].* Diamantina: Even3, 2024. p. 1-6. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/cobicet2024/881494-uso-da-plataforma-inaturalist-no-levantamento-e-na-identificacao-de-pragas-agricolas/>. Acesso em: 03 ago. 2025.

HELDEN, B. E.; CLOSE, P. G.; STEVEN, R. Mammal conservation in a changing world: can urban gardens play a role?. *Urban Ecosyst.*, v. 23, p. 555–567, 2020. Disponível em: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11252-020-00935-1>. Acesso em: 7 dez. 2025.

HEYNEMANN, C. B. História e história natural: a escrita da época moderna. *In: XXII Simpósio Nacional de História*, João Pessoa: UFPE, p. 1-8, 2003. Disponível em: https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/2019-01/1548177544_41d528ccdb24e7a2a6bbe71dd1c23bdf.pdf. Acesso em: 04 nov. 2025.

HOCHMAIR, H. H.; SCHEFFRAHN, R. H.; BASILLE, M.; BOONE, M. Evaluating the data quality of *iNaturalist* termite records. *PLoS ONE*, v. 15, n. 5, p. e0226534, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226534>.

HODACS, H. In the field: exploring nature with Carolus Linnaeus. *Endeavour*, v. 34, n. 2, p. 45-49, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160932709000891>. Acesso em: 24 out. 2025.

HODACS, H. Lessons in Collections and on Collecting: The Case of Carl Bäck (1761–1776). *Nuncijs*, v. 39, n. 3, p. 641–665, 2024. Disponível em: https://brill.com/view/journals/nun/39/3/article-p641_4.xml. Acesso em: 24 out. 2025.

HOFFMANN, D.; GELLER-GRIMM, F. A catalog of bird specimens associated with Prince Maximilian of Wied-Neuwied and potential type material in the natural history collection in Wiesbaden. *ZooKeys*, v. 353, p. 81–93, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.353.4198>.

HSING, P. Y.; HILL, R. A.; SMITH, G. C.; BRADLEY, S.; GREEN, S. E.; KENT, V. T.; MASON, S. S.; REES, J.; WHITTINGHAM, M. J.; COKILL, J.; MAMMALWEB CITIZEN SCIENTISTS; STEPHENS, P. A. Large-scale mammal monitoring: The potential of a citizen science camera-trapping project in the United Kingdom. *Ecological Solutions and Evidence*, v. 3, n. 4, p. e12180, 2022. Disponível em:

<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2688-8319.12180>. Acesso em: 9 dez. 2025.

HU, W. Imagining the model citizen: A comparison between public understanding of science, public engagement in science, and citizen science. **Public Understanding of Science**, v. 33, n. 6, p. 709-724, 2024. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/09636625241227081>. Acesso em: 31 out. 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. IBGE. Acesso em: 7 set. 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 19 set. 2025.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE**. Brasília, 2025a. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/>. Acesso em: 03 set. de 2025.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **APA da Chapada do Araripe**. Brasília, 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/caatinga/lista-de-ucs/apa-da-chapada-do-araripe>. Acesso em: 30 nov. de 2025.

INATURALIST. **iNaturalist**. San Rafael, 2025. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/>. Acesso em: 13 set. 2025.

INGENITO, L. F. S. Curadoria de Coleções Zoológicas. **Anais do III Simpósio sobre a Biodiversidade da Mata Atlântica**, Espírito Santo, p. 57-68, 2014.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Divisão Municipal - Estado do Ceará**. Fortaleza, 2025. Disponível em: Ceará em Mapas - 1.1.4 Regionalização Federal. Acesso em: 7 set. 2025.

IUCN, International Union for Conservation of Nature. **The IUCN Red List of Threatened Species Version 2025-1**. Gland, 2025. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 06 set. 2025.

JANECZKO, E.; ŁUKOWSKI, A.; BIELINIS, E.; WOZNICKA, M.; JANECZKO, K.; KORCZ, N. “Not just a hobby, but a lifestyle”: Characteristics, preferences and self-perception of individuals with different levels of involvement in birdwatching. **PLoS ONE**, v. 16, n. 7, p. e0255359, 2021. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0255359>. Acesso em: 19 jul. 2025.

JIA, T. Z.; CAUDAN, M.; MAMAJANOV, I. Origin of species before origin of life: the role of speciation in chemical evolution. **Life**, v. 11, n. 2, p. 154, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/life11020154>.

JÚNIOR, A. P.; PEREIRA, E. R.; JESUS, E. S. Revisão integrativa acerca dos conceitos de biodiversidade e conservação. **Multidisciplinary Reviews**, v. 2, 2019.

KALAMANDEEN, M.; GILLSON, L. Demything “wilderness”: implications for protected area designation and management. **Biodivers Conserv**, v. 16, n. 1, p. 165–182, 2007. DOI: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10531-006-9122-x>.

KIRCHHOFF, C.; CALLAGHAN, C. T.; KEITH, D. A.; INDIARTO, D.; TASEKI, G.; OOI, M. K.; BRETON, T. D. L.; MESAGLIO, T.; KINGSFORD, R. T.; CORNWELL, W. K. Rapidly mapping fire effects on biodiversity at a large-scale using citizen science. **Science of Total Environment**, v. 755, n. 2, p. 142348, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720358770>. Acesso em: 6 ago. 2025.

KLEMANN-JUNIOR, L.; VALLEJOS, M. A. V.; SCHERER-NETO, P.; VITULE, J. R. S. Traditional scientific data vs. uncoordinated citizen science effort: A review of the current status and comparison of data on avifauna in Southern Brazil. **PLOS ONE**, v. 12, n. 12, p. e0188819, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188819>. Acesso em: 21 dez. 2025.

KNAPE, J.; COULSON, S. J.; VAN DER WAL, R.; ARLT, D. Temporal trends in opportunistic citizen science reports across multiple taxa. **Ambio**, v. 51, n. 1, p. 183-198, 2022. Disponível em: <https://link-springer-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s13280-021-01550-w>. Acesso em: 01 dez. 2025.

KOO, K. S.; OH, J. M.; PARK, S. J.; IM, J. Y. Accessing the Accuracy of Citizen Science Data Based on iNaturalist Data. **Diversity**, v. 14, n. 5, p. 316, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-2818/14/5/316>. Acesso em: 5 ago. 2025.

KRUPP, F.; AL-JUMAILY, M.; BARICHE, M.; KHALAF, M.; MALEK, M.; STREIT, B. The Middle Eastern Biodiversity Network: Generating and sharing knowledge for ecosystem management and conservation. **ZooKeys**, v. 31, p. 3-15, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.31.371>.

KULLMANN, W. Aristotle as a natural scientist. *In: Acta Classica: Proceedings of the Classical Association of South Africa*. Classical Association of South Africa, v. 34, n. 1, p. 137-150, 1991. Disponível em: https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/AJA00651141_388. Acesso em: 03 nov. 1991.

KURY, L. Viajantes-naturalistas no Brasil oitocentista: experiência, relato e imagem. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 8, p. 863-880, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/grhQqtzkqm3FRhdYhZWY94k/>. Acesso em: 14 out. 2025.

LAMIM-GUEDES, Valdir. Vinte anos da Rio92: a conservação da biodiversidade e os serviços de polinização. **Bioikos (Campinas, Online)**, v. 27, n. 1, p. 13-23, 2013. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1425635>. Acesso em: 02 nov. 2025.

LANDIM, M. I. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo: adaptação aos novos tempos. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 73, p. 205–216, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/x7HybvXG7pgwjrhzKY7WYL/?lang=pt>. Acesso em: 02 nov. 2025.

LARA, J. T.; CAPOZZI, R. Os anuros de Bertha Lutz: a diversidade de práticas científicas na herpetologia brasileira entre as décadas de 1940 a 1970. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 19, n. 3, p. 1-17, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/384805166_Os_anuros_de_Bertha_Lutz_a_diversidade_de_praticas_cientificas_na_herpetologia_brasileira_entre_as_decadas_de_1940_a_1970. Acesso em: 16 nov. 2025.

LARA, R. I. R.; PERIOTO, N. W.; MARTINS, C. C. Osmylidae (Insecta: Neuroptera) from Atlantic rainforest in southeastern Brazil and new records for *Gumilla adspersus* Navás, 1912. **Revista chilena de entomología**, v. 50, n. 1, 2024. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/rce/article/view/85279>. Acesso em: 5 ago. 2025.

LA SORTE, F. A.; SOMVEILLE, M. Survey completeness of a global citizen-science database of bird occurrence. **Ecography**, v. 43, n. 1, p. 34-43, 2020. Disponível em:

<https://nsojournals-onlinelibrary-wiley-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/ecog.04632>. Acesso em: 26 nov. 2025.

LEAL, F. F.; ZACCA, T. Lepidoptera (Insecta) of medical relevance of the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 97, n. 1, p. e20240938, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/JhPQCHL9CTHHMk4q8m8z9DC/?format=html&lang=en>. Acesso em: 04 ago. 2025.

LEGAL, E. Primeiro registro de *Thamnophilus doliatus* (Linnaeus, 1764) (Aves, Passeriformes, Thamnophilidae) no estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 19-25, 2019. Disponível em: <https://univille.emnuvens.com.br/ABC/article/view/217>. Acesso em: 11 set. 2025.

LEITE, M. L. M. Naturalistas viajantes. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 1, n. 2, p. 7–19, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59701995000100002>. Acesso em: 15 jan. 2026.

LI, Q.; GE, Y.; SAYER, J. A. Challenges to Implementing the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. **Land**, v. 12, n. 12, p. 2166, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/land12122166>. Acesso em: 3 nov. 2025.

LICARIÃO, C.B.L.; RODRIGUES, G.S.R.; SOUSA, S.A. “Vem Passarilhar CE”: a observação de aves e o papel na conservação de áreas protegidas no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 15, n.3, p. 469-486, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/13613>. Acesso em: 19 jul. 2022.

LIDÉN, M. The Linnaean revolution– A history of the Natural System. **Taxon**, v. 74, n. 5, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/tax.13381>.

LIMA, M. F. Coleção William Lipkind do Museu Nacional: Trilhas Antropológicas Brasil-Estados Unidos. **Mana**, v. 23, n. 3, p. 473–509, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mana/a/ngwKyfntLRcHXkD3hyjGQrg/?lang=pt>. Acesso em: 02 nov. 2025.

LIMA, A. R.; FALEIRO, B. T. Coleções biológicas científicas. *In*: OSWALD, C. B.; DIAS, C. A. R.; GARBINO, G. S. T.; OLIVEIRA, J. C. P. (org.). **Princípios de sistemática zoológica**. Belo Horizonte: PGZoo UFMG, 2020.

LIMA, B. S. H.; CATAFESTA, A. G.; OSMO, S. C.; LUCAS, E. R. O.; BRITO, G. R. R. Ciência Cidadã e Tecnologia Educacional para a Ciência Aberta: Uma Experiência de Co-criação de Conhecimento com o iNaturalist. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC**, v. 24, n. 2, p. 57-68, 2025. Disponível em: <https://relatec.unex.es/index.php/relatec/article/view/4912>. Acesso em: 24 ago. 2025.

LIU, J.; ZHAO, Y.; SI, X.; FENG, G.; SLIK, F.; ZHANG, J. University campuses as valuable resources for urban biodiversity research and conservation. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 64, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127255>.

LIU, Y. L.; JIRALERSPONG, T. Network Analysis of the iNaturalist Citizen Science Community. **arXiv**, v. 23, n. 10, p. 1-8, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2310.10693>. Acesso em: 6 ago. 2025.

LUÍS, C. A Ciência Cidadã: passado, presente e futuro do envolvimento público na investigação científica. *Revista Lusófona de Estudos Culturais*, v. 9, n. 2, p. 22-42, 2022. Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/oai:scielo:S2184-04582022000200029/Description>. Acesso em: 02 ago. 2025.

MA, A. T.; NG, S. L.; CHEUNG, L. T.; LAM, T. W. How do uses of and gratifications from social media platforms drive responsible birdwatching behavior?. **Global Ecology and Conservation**, v. 27, p. e01614, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01614>. Acesso em: 20 jul. 2025.

MACHADO, D.; MELLO E SILVA, M. C. Os arquivos pessoais e a história da ciência: a ornitologia brasileira no arquivo de Helmut Sick. **Revista Scientiarum Historia**, v. 1, n. 1, p. 9, 6 nov. 2017. Disponível em: <http://teste.portalassistiva.com.br/revistas/index.php/RevistaSH/article/view/150>. Acesso em: 16 nov. 2025.

MACIEL, J. M.; SANTOS, P. S. S.; ASSUNÇÃO, S. S. Alexandre Rodrigues Ferreira: um naturalista brasileiro produzindo informação sobre a Amazônia e o Centro-Oeste (1783-1792). **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/moci/article/view/17330>. Acesso em: 17 out. 2025.

MAMEDE, S.; BENITES, M.; ALHO, C. J. R. Ciência cidadã e sua contribuição na proteção e conservação da biodiversidade na reserva da biosfera do Pantanal. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 12, n. 4, p. 153-164, 2017. Disponível

em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2473>. Acesso em: 29 jul. 2025.

MAMEDE, S.; BENITES, M. Por que Campo Grande é a capital brasileira do turismo de observação de aves e propostas para o fortalecimento da cultura local em relação a esta prática. **Atualidades Ornitológicas**, v. 201, p. 8-15, 2018. Disponível em: <https://icgilbertoluizalves.com.br/imagens/galeriapdf/mamede-simone-atualidades-ornitologicas200926.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.

MARANDINO, Martha. Educação em museus de história natural: possibilidades e desafios de um programa de pesquisa. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1-4, 2005. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp48edumus.pdf. Acesso em: 04 nov. 2025.

MARTINS, D. G. M.; CABRAL, E. H. S. Panorama dos principais estudos sobre ciência cidadã. **ForScience**, Formiga, v. 9, n. 2, 2021. Disponível em: <https://forscience.ifmg.edu.br/index.php/forscience/article/view/1030>. Acesso em: 01 ago. 2025.

MARTINS, J. J. **Sinopse opilionológica (Arachnida: Opiliones) do Estado do Ceará: estado da arte, desafios para a conservação e considerações biogeográficas no domínio da caatinga**. 2025. Dissertação (Mestrado em em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade) - Programa de Pós-Graduação em em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/82690>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MASON, B. M.; MESAGLIO, T.; HEITMANN, J. B.; CHANDLER, M.; CHOWDHURY, S.; GORTA, S. B. Z.; GRATTAROLA, F.; GROOM, Q.; HITCHCOCK, C.; HOSKINS, L.; LOWE, S. K.; MARQUIS, M.; PERNAT, N.; SHIREY, V.; BAASANMUNKH, S.; CALLAGHAN, C. T. iNaturalist accelerates biodiversity research. **BioScience**, v. 75, n. 11, p. 953–965, 2025. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article/75/11/953/8185761?login=false>. Acesso em: 1 dez. 2025.

MESAGLIO, T.; CALLAGHAN, C. T. An overview of the history, current contributions and future outlook of iNaturalist in Australia. **Wildlife Research**, v. 48, n. 4, p. 289-303, 2021. Disponível em: <https://connectsci.au/wr/article/48/4/289/41069/An-overview-of-the-history-current-contributions>. Acesso em: 05 ago. 2025.

MESAGLIO, T.; SOH, A.; KURNIAWIDJAJA, S.; SEXTON, C. 'First Known Photographs of Living Specimens': the power of iNaturalist for recording rare tropical butterflies. **J Insect Conserv**, v. 25, n. 5-6, p. 905–911, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10841-021-00350-7>.

MEYER, D. Registros de espécies de aves ameaçadas de extinção ou raras para o Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Cotinga On-line**, v. 38, p. 1-8, 2016. Disponível em: <https://neotropicalbirdingandconservation.org/wp-content/uploads/2025/07/38-cotinga-01-registros-de-especies-de-aves-ameacadas-de-extincao-ou-raras-para-o-estado-de-santa-catarina-sul-do-brasil.pdf>. Acesso em: 11 set. 2025.

MIGLIEVICH-RIBEIRO, A. Revisitando o Museu Nacional e a história da Antropologia no Brasil pelas mãos de Heloísa Alberto Torres. **Política & Sociedade**, Florianópolis, v. 18, n. 41, p. 27-59, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/politica/article/view/2175-7984.2019v18n41p27>. Acesso em: 02 nov. 2025.

MILITÃO, C. M. **Realizações, infortúnios e visões de naturalistas que viajaram pelo Brasil nos séculos XVIII e XIX: o Brasil no desvendar das ideias germinais da ecologia, evolução, biodiversidade e geologia**. 2023. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.btd.uerj.br:8443/handle/1/23672>. Acesso em: 03 nov. 2025.

MILLER-RUSHING, A.; PRIMACK, R.; BONNEY, R. The history of public participation in ecological research. **Front. Ecol. Environ.**, v. 10, n. 6, p. 285–290, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1890/110278>.

MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p.14–21, 2005.

MOLYNEAUX, A. The re-discovery in Sumatra of a rarely seen moth, *Heterosphecia tawonoides*, and its identification using citizen science platform iNaturalist. **Indonesian Journal of Applied Environmental Studies**, v. 4, n. 1, p. 39-45, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/371636041_The_re-discovery_in_Sumatra_of_a_rarely_seen_moth_Heterosphecia_tawonoides_and_its_identification_using_citizen_science_platform_iNaturalist. Acesso em: 6 ago. 2025.

MORA, C.; TITTENSOR, D. P.; ADL, S.; SIMPSON, A. G.; WORM, B. How many species are there on Earth and in the ocean?. **PLoS biology**, v. 9, n. 8, p. e1001127, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>.

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C.. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará.

Rodriguésia, v. 66, n.1, p. 717-743, 2015. Disponível em:

<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/61291>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MOSOH, D. A.; PRAKASH, O.; KHANDEL, A. K.; VENDRAME, W. A. Preserving earth's flora in the 21st century: climate, biodiversity, and global change factors since the mid-1940s. **Front. Conserv. Sci.** v. 5, 2024. Disponível em:

<https://doi.org/10.3389/fcosc.2024.1383370>. Acesso em: 23 out. 2025.

MOSS, S. Observing The First Birdwatchers. *In: A bird in the bush: A social history of birdwatching*. Quarto Publishing Group USA, 2022. Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=gTbLAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=birdwatching+historic&ots=U8RcCo5GX6&sig=4UdOCZYefBV6kZZepBcJPaAxbPA#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 6 dez. 2025.

MÜLLER-WILLE, S.; REEDS, K. A translation of Carl Linnaeus's introduction to *Genera plantarum* (1737). **Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, v. 38, n. 3, p. 563-572, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2007.06.003>.

NAEEM, S.; PRAGER, C.; WEEKS, B.; VARGA, A.; FLYNN, D. F. B.; GRIFFIN, K.; MUSCARELLA, R.; PALMER, M.; WOOD, S.; SCHUSTER, W. Biodiversity as a multidimensional construct: a review, framework and case study of herbivory's impact on plant biodiversity. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 283, n. 1844, p. 20153005, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1098/rspb.2015.3005>.

NASCIMENTO, M. S.; GUZZI, A.; ANDRADE, I. M.; SIQUEIRA, A. J. S.; GOMES, I. S. A. O birdwatching na Caatinga: o potencial ecoturístico do Parque Nacional de Ubajara (CE). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 15, n.3, p. 539-554, 2022.

Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/13588>.

Acesso em: 19 jul. 2025.

NASEER, S.; KHALID, S.; PARVEEN, S.; ABBASS, K.; SONG, H.; ACHIM, M. V. COVID-19 outbreak: Impact on global economy. *Front. Public Health*, v. 10, p. 1009393, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1009393>.

NEATE-CLEGG, M. H.; HORNS, J. J.; ADLER, F. R.; AYTEKIN, M. Ç. K.; ŞEKERCİOĞLU, Ç. H. Monitoring the world's bird populations with community science data. **Biological Conservation**, v. 248, p. 108653. Disponível em:

<https://www-sciencedirect-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0006320720307114?via%3Dihub>. Acesso em: 6 dez. 2025.

NEIMAN, Z. A educação ambiental através do contato dirigido com a natureza. **São Paulo: Tese (Doutorado em Psicologia Experimental), Universidade de São Paulo, 2007.**

NEVES, A. L. S.; MARINHO, L. C.; MUNIZ, D. B. *Symmachia basilissa basilissa* Bates, 1868 (Riodinidae: Symmachiini) has been photographed while alive for the first time, uncovering a new record and shedding light on its conservation aspects. **EntomoBrasilis**, v. 16, n. 16, p. 13, 2023. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9221910>. Acesso em: 9 ago. 2025.

NEVES, K. G. Botanic Gardens in Biodiversity Conservation and Sustainability: History, Contemporary Engagements, Decolonization Challenges, and Renewed Potential. **J. Zool. Bot. Gard.**, v. 5, n. 2, p. 260–275, 2024. DOI: ; <https://doi.org/10.3390/jzbg5020018>.

NIELSEN, V. The colonial roots of botany – legacies of empire in the botanic gardens of Oxford and Kew. **Museum Management and Curatorship**, v. 38, n. 6, p. 696–712, 2023. DOI: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1080/09647775.2023.2269222>.

NUNES, A. P.; POSSO, S. R.; FROTA, A. V. B.; VITORINO, B. D.; LAPS, R. R.; DONATELLI, R. J.; STRAUBE, F. C.; PIVATTO, M. A. C.; OLIVEIRA, D. M. M.; CARLOS, B.; MELO, A. V.; TOMAS, W. M.; FREITAS, G. O.; SOUZA, R. A. D.; BENITES, M.; MAMEDE, S.; MOREIRA, R. S. Birds of the Pantanal floodplains, Brazil: historical data, diversity, and conservation. **Papéis Avulsos De Zoologia**, v. 61, p. e20216182, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.82>. Acesso em: 11 set. 2025.

NUNES, G.A.; SOLDADO, E.B.R.; LINDENKAMP, T.C.M. Observar a natureza pode melhorar o bem-estar humano? Oportunidades para o Ecoturismo. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 83-98, 2025.

OBSERVATION.ORG. **Observation.org**. 2025. Disponível em: <https://observation.org/>. Acesso em: 13 set. 2025.

OLIVEIRA, P. R. M. **O Naturalista e os Selvagens: A visão de Saint-Hilaire sobre os índios Guarani no Rio Grande do Sul**. 1996. Dissertação (Mestrado em História) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina,

Florianópolis, 1996. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/76926>. Acesso em: 15 nov. 2025.

OLIVEIRA, H. J.; OLIVEIRA, G. A. V.; COSTA, H. C. First record of *Amphisbaena anomala* (Squamata: Amphisbaenidae) in lowland Caatinga based on citizen science, with an updated distribution map. **Austral Ecology**, v. 48, n. 8, p. 2253-2260, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/aec.13441>. Acesso em: 6 ago. 2025.

PALMA, E.; MATA, L.; COHEN, K.; EVANS, D.; GANDY, B.; GASKELL, N.; HATCHMAN, H.; MEZZETTI, A.; NEUMANN, D.; O'KEEFE, J.; SHAW, A.; WELLS, M.; WILLIAMS, L.; HAHS, A. K.; The city nature challenge: A global citizen science phenomenon contributing to biodiversity knowledge and informing local government practices. **BioScience**, v. 74, n. 4, p. 290-299, 2024. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article/74/4/290/7647240?login=true>. Acesso em: 26 nov. 2025.

PAOLI, T.; RUMENOS, N. N.; DORO, J. L. P.; FACIOLLA, L.; TOMÉ, I. M. O Estado da Arte das pesquisas sobre Ciência Cidadã no Brasil. *In*: XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2021, On-line. **Anais [...]**. On-line: Realize Editora, 2021. p. 1-8. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76290>. Acesso em: 24 ago. 2025.

PARKER, S. S.; PAULY, G. B.; MOORE, J.; FRAGA, N. S.; KNAPP, J. J.; PRINCIPE, Z.; BROWN, B. V.; RANDALL, J. M.; COHEN, B. S.; WAKE, T. A. Adapting the bioblitz to meet conservation needs. *Conservation Biology*, v. 32, n. 5, p. 1007-1019, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/cobi.13103>. Acesso em: 22 dez. 2025.

PARR, C. S.; WILSON, N.; LEARY, P.; SCHULZ, K. S.; LANS, K.; WALLEY, L.; HAMMOCK, J. A.; GODDARD, A.; RICE, J.; STUDER, M.; HOLMES, J. T.; CORRIGAN JR, R. J. The Encyclopedia of Life v2: Providing Global Access to Knowledge About Life on Earth. **Biodiversity data journal**, v. 2, p. 1-28, 2014. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4031434/>. Acesso em: 19 nov. 2025.

PAULA, M. R. R.; MUCELIN, C. A.; CAVARZERE, V. Distribuição das espécies de aves ameaçadas de extinção no estado do Paraná de acordo com a ciência cidadã. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 2, 2022. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/1884>. Acesso em: 24 nov. 2025.

PEIXOTO, A. L.; BARBOSA, M. R. V.; MENEZES, M.; MAIA, L. C. Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções botânicas brasileiras com base na formação de taxonomistas e na consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. *In*: PEIXOTO, A. L.; BARBOSA, M. R. V.; MENEZES, M.; MAIA, L. C. **Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informação sobre Biodiversidade**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 145-182, 2006. Disponível em: <https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/4762>. Acesso em: 24 out. 2025.

PEIXOTO, Ariane Luna; GUEDES-BRUNI, Rejan R. No Rio de Janeiro, um jardim botânico bicentenário. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 1, p. 32-35, 2010. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252010000100013&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 02 nov. 2025.

PEREIRA, E. L. S.; SILVA FILHO, A. S. A.; CASTRO, E. T. S.; BRAGA, K. B. N.; FERREIRA, A. W. C.; MARINHO, L. C. O uso do *iNaturalist* no mapeamento de espécies em uma Unidade de Conservação de São Luís, Maranhão, Brasil. *In*: 38º Reunião Nordestina de Botânica, 2024, Maranhão. **Anais [...]**. Maranhão: UFMA, 2024. p. 1-3, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378365559_O_uso_do_iNaturalist_no_mapeamento_de_especies_em_uma_Unidade_de_Conservacao_de_Sao_Luis_Maranhao_Brasil. Acesso em: 04 ago. 2025.

PEREIRA-SILVA, E. F. L.; SÁ, P. C. C.; ESPÍRITO SANTO, D. Q. Um pouco além do museu on-line: um ensaio reflexivo sobre a exposição virtual “Biodiversidade: conhecer para preservar” do Museu de Zoologia/USP. *In*: SILVA-JÚNIOR, A. (org.). **Criatividade e Educação: Inovação, Presente & Futuro**, Diadema: V&V Editora, 220 p., 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361185854_Um_pouco_alem_do_museu_on-line_um_ensaio_reflexivo_sobre_a_exposicao_virtual_Biodiversidade_Conhecer_para_Preservar_do_Museu_de_ZoologiaUSP. Acesso em: 02 nov. 2025.

PINHEIRO, R. T. Turismo de observação de aves nas Unidades de Conservação da região da Ilha do Bananal, Cantão (TO). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 12, n. 4, p.400-433, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/6740>. Acesso em: 19 jul. 2025.

PIRES, A.; FARIA, H. H.; ANTUNES, A. Z. Monitoramento colaborativo: a ‘ciência cidadã’ atribuindo novos valores às pessoas e à conservação. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 15, n.3, pp. 414-433, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/13643/9757>. Acesso em: 02 ago. 2025.

PIRES, J. C.; SOBCZAK, J. F.. The high biodiversity of the Serra de Baturité Environmental Protection Area, Ceará, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 24, n. 4, p. e20241644, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/bHXqnqkqwKMvH4DVtyLJk6w/?format=html&lang=en>. Acesso em: 30 nov. 2025.

PLANQUÉ, B.; VELLINGA, W. P. Xeno-Canto: A 21st century way to appreciate neotropical bird song. **Neotropical Birding**, v. 3, p. 17-23, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259580049_Xeno-canto_a_21st_century_way_to_appreciate_Neotropical_bird_song. Acesso em: 11 set. 2025.

PODANI, J.; SZILÁGYI, A. Bad math in Linnaeus' *Philosophia Botanica*. **HPLS**, v. 38, n. 10, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40656-016-0110-5>.

POSTLES, M.; BARTLETT, M. The rise of BioBlitz: Evaluating a popular event format for public engagement and wildlife recording in the United Kingdom. **Applied Environmental Education & Communication**, v. 17, n. 4, p. 365-379, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1533015X.2018.1427010>. Acesso em: 1 dez. 2025.

PRIMACK, R. B.; MILLER-RUSHING, A. J.; MILLER, T. K. Was Henry David Thoreau a Good Naturalist? An Approach for Assessing Data from Historical Natural History Records. **BioScience**, v. 72, n. 10, p. 1018–1027, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biac063>.

PURBA, J. H.; MANIK, I. W. Y.; SASMITA, N.; KOMARA, L. L. *Telajakan* and mixed gardens landscape as household based agroforestry supports environmental aesthetics and religious ceremonies in Bali. In: IOP (org.). **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2020. p. 012041. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/449/1/012041/meta>. Acesso em: 11 nov. 2025.

QGIS. **QGIS 'Bratislava'**. 2025. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em: 02 set. 2025.

REID, G. M. Carolus Linnaeus (1707–1778): his life, philosophy and science and its relationship to modern biology and medicine. **Taxon**, v. 58, n. 1, p. 18-31, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1002/tax.581005>.

RIBEIRO, R. S.; CAITANO, H. A. Listas Vermelhas e os Métodos da IUCN revisitados: história e aplicações regionais. *In: Botânica no Inverno, 2023, São Paulo. São Paulo: USP, 2023, p. 175-195. Disponível em:*

https://www.researchgate.net/publication/372190462_Listas_Vermelhas_e_os_Metodos_da_IUCN_historia_conceito_sintese_atual_e_aplicacoes_regionais. Acesso em: 17 dez. 2025.

ROCCA, F. D.; MUSIANI, M.; GALAVERNI, M.; MILANESI, P. Improving online citizen science platforms for biodiversity monitoring. **Journal of Biogeography**, v. 51, n. 12, p. 2412-2423, 2024. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jbi.15000>. Acesso em: 20 dez. 2025.

ROCHA, L. M. P. **Os cientistas e a ciência cidadã: um estudo exploratório sobre a visão dos pesquisadores profissionais na experiência brasileira.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) - Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:

<http://www.ridi.ibict.br/handle/123456789/1053>. Acesso em: 31 out. 2025.

ROCHA, R. M.; AZEVEDO, F.; OLIVEIRA, U.; CARDOSO, M. N. M.; CLERIER, P. H. B.; FORTES, R. R.; LOPES-FILHO, E. A. P.; LORINI, M. L.; MIRANDA, L. S.; MOURA, R. B.; SENNA, A. R.; SILVA, F. M.; STAMPAR, S. N.; VENEKEY, V. West Atlantic coastal marine biodiversity: the contribution of the platform iNaturalist. **Aquatic Ecology**, v. 58, n. 1, p. 57-71, 2024. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10452-023-10062-6>. Acesso em: 1 dez. 2025.

ROCHE, J.; SHUILLEABHAIN, A. N.; MOONEY, P.; BARBER, G. L.; BELL, L.; RYAN, C. Citizen Science in Ireland. *Front. Commun.*, v. 6, n. 629065, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcomm.2021.629065>.

ROSA, R. M.; CAVALLARI, D. C.; SALVADOR, R. B. iNaturalist as a tool in the study of tropical molluscs. **Plos one**, v. 17, n. 5, p. e0268048, 2022. Disponível em:

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0268048>. Acesso em: 22 jul. 2025.

ROSA, R. M.; SALVADOR, R. B.; TEIXEIRA, L.; BORNSCHEIN, M. R.; CAVALLARI, D. C. The Rapid Expansion of the Jumping Snail *Ovachlamys fulgens* in Brazil. **Diversity**, v. 14, n. 10, p. 815, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/d14100815>.

ROSÁRIO, I. T.; TIAGO, P.; CHOZAS, S.; CAPINHA, C. When do citizen scientists record biodiversity? Non-random temporal patterns of recording effort and associated factors. **People and Nature**, v. 7, n. 4, p. 860–870, 2025. DOI:

<https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1002/pan3.70017>.

RUTT, C. L.; MILLER, E. T.; BERRYMAN, A. J.; SAFFORD, R. J.; BIGGS, C.; MITTERMEIER, J. C. Global gaps in citizen-science data reveal the world's “lost” birds. **Front. Ecol. Environ.**, v. 22, n. 7, p. e2778, 2024. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fee.2778>. Acesso em: 17 nov. 2025.

SAAVEDRA, I.; RABADÁN-GONZÁLEZ, J.; ARAGONÉS, D.; FIGUEROLA, J. Can Citizen Science Contribute to Avian Influenza Surveillance? **Pathogens**, v. 12, n. 9, p. 1-10, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-0817/12/9/1183>. Acesso em: 17 nov. 2025.

SÁNCHEZ-CLAVIJO, L. M.; MARTÍNEZ-CALLEJAS, S. J.; ACEVEDO-CHARRY, O.; DIAZ-PULIDO, A.; GÓMEZ-VALENCIA, B.; OCAMPO-PEÑUELA, N.; OCAMPO, D.; OLAYA-RODRÍGUEZ, M. H.; RAY-VELASCO, J. C.; SOTO-VARGAS, C.; OCHO-QUINTERO, J. M. Differential reporting of biodiversity in two citizen science platforms during COVID-19 lockdown in Colombia. **Biological Conservation**, v. 256, p. 109077, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320721001294>. Acesso em: 06 ago. 2025.

SANJAD, N. Emílio Goeldi (1859-1917) e a Institucionalização das Ciências Naturais na Amazônia. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 2, p. 455-477, 2006. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8648936>. Acesso em: 02 nov. 2025.

SANJAD, N.; OREN, D. C.; SILVA JUNIOR, J. D. S.; HOOGMOED, M. S.; HIGUCHI, H. Documentos para a história do mais antigo jardim zoológico do Brasil: o Parque Zoobotânico do Museu Goeldi. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas**, v. 7, n. 1, p. 197-258. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/SRk3LJqBc6yGSrsRyFQwDk/?lang=pt>. Acesso em: 02 nov. 2025.

SANTOS, M. S. POLÍTICAS DA MEMÓRIA NA CRIAÇÃO DOS MUSEUS BRASILEIROS. **Cadernos de Sociomuseologia**, v. 19, n. 19, p. 99-119, 2002. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/cadernosociomuseologia/article/view/369>. Acesso em: 15 nov. 2025.

SANTOS, J. O. **As contribuições de Bertha Lutz para o feminismo, a ciência e a sociedade**. 2023. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://tede.pucsp.br/handle/handle/41150>. Acesso em: 16 nov. 2025.

SARAN, S.; CHAUDHARY, S. K.; SINGH, P.; TIWARI, A.; KUMAR, V. A comprehensive review on biodiversity information portals. **Biodiversity and Conservation**, v. 31, n. 5, p. 1445–1468, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-022-02420-x>. Acesso em: 16 out. 2025.

SCHNEIDER, L. M.; SANTOS, C. O.; LIMA, L. M.; HINGST-ZAHER, E. Peregrine falcon *Falco peregrinus* in Brazil: natural history through the lens of citizen science. **Ornitología Neotropical**, v. 34, n. 1, p. 29-39, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.58843/ornneo.v34i1.1121>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SCHUNCK, F.; BARATA, F. L.; SILVA, M. A. G. Distribution, seasonality and habitat of Ash-coloured Cuckoo *Micrococcyx cinereus* in the state of São Paulo, Brazil. **Cotinga**, v. 44, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361743886_Distribution_seasonality_and_habitat_of_Ash-coloured_Cuckoo_Micrococcyx_cinereus_in_the_state_of_Sao_Paulo_Brazil. Acesso em: 11 set. 2025.

SEARFOSS, A. M.; LIU, W.; CREANZA, N. Detecting diel patterns in the songs of Chipping Sparrows using citizen-science data. **Journal of Field Ornithology**, v. 91, n. 3, p. 263-274, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/jof.12340>. Acesso em: 2 dez. 2025.

SERAFINI, T. Z.; FRANÇA, G. B.; ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. Ilhas oceânicas brasileiras: biodiversidade conhecida e sua relação com o histórico de uso e ocupação humana. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 3, p. 281-301, 2010. Disponível em: https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-178_Serafini.pdf. Acesso em: 18 out. 2025.

SEPLAG, Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio de Alagoas. **Malha da Região Nordeste**. Maceió, 2025. Disponível em: <https://dados.al.gov.br/catalogo/ro/dataset/malha-da-regiao-nordeste>. Acesso em: 25 set. 2025.

SILVA, D. P.; HALL, H. G.; ASCHER, J. S. Predicting the distribution range of a recently described, habitat specialist bee. **J. Insect Conserv.**, v. 24, n. 4, p. 671–680, 2020. Disponível em: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10841-020-00241-3>. Acesso em: 21 dez. 2025.

SILVA, M.; CHARME, M.; MORATELLI, R. Fiocruz Biological Collections: strengthening Brazil's biodiversity knowledge and scientific applications opportunities.

Biodiversity Data Journal, v. 8, p. e53607, 2020. DOI:
<https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53607>.

SILVA, D. S. M.; TAVARES, G. C.; FIANCO, M.; GONZÁLEZ, J. M. First report of the rare arboreal grasshopper *Bactrophora dominans* Westwood, 1842 (Insecta, Orthoptera, Caelifera, Romaleidae) from Brazil. **Check List**, v. 17, n. 3, p. 895-903, 2021. Disponível em: <https://checklist.pensoft.net/article/63203/>. Acesso em: 5 ago. 2025.

SILVA, G. E.; SANTOS, M. E. A.; CORBULIN, T. S.; SIGNOR, T. R.; MATOS, L. S. Fazendo ciência cidadã com aplicativo de celular para conservação da biodiversidade amazônica, no Norte do Mato Grosso, Brasil. **Journal of Education Science and Health**, v. 2, n. 2, p. 1-8, 2022. Disponível em:
<https://bio10publicacao.com.br/jesh/article/view/130>. Acesso em: 9 ago. 2025.

SOARES, F. M.; HAMANAKA, R. Y. Aplicação de metadados na padronização de registros de ocorrência de espécies no contexto da ciência cidadã para a biodiversidade: um estudo de caso. *In: Organização do Conhecimento no Horizonte 2030: Desenvolvimento Sustentável e Saúde*, 5., 2021, Lisboa. **Atas** [...], Lisboa: Edições Colibri, 2021, p. 179-189. Disponível em:
<https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/294348764/Soares2021aplicacao.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025.

SOUZA, C. N.; RODRIGUES, A. C.; CORREIA, R. A.; NORMANDE, I. C.; COSTA, H. C.; GUEDES-SANTOS, J.; MALHADO, A. C. M.; CARVALHO, A. R.; LADLE, R. J. No visit, no interest: How COVID-19 has affected public interest in world's national parks. **Biological Conservation**, v. 256, p. 109015, 2021. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320721000677>. Acesso em: 27 nov. 2025.

SOUZA, D. S. **Uso do iNaturalist para verificar a ocorrência da ordem lepidoptera no bioma Caatinga**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) - Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2024. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/37571>. Acesso em: 02 ago. 2025.

SOUZA, D. Ciência Cidadã e seu potencial no envio de dados sobre libélulas (Insecta: Odonata) no Bioma Caatinga. **Educ. Ci. e Saúde**, v. 12, n.1, p. 18-28, 2025. Disponível em:
<https://periodicos.ces.ufcg.edu.br/periodicos/index.php/99cienciaeducacaosaude25/article/view/654>. Acesso em: 04 ago. 2025.

SOUZA, L. G. S.; ARAÚJO, I. A.; RIBEIRO, J. R. Ciência aberta: os desafios para concepção da ciência cidadã. In: SANT'ANA, R. C. G.; DUTRA, M. L.; DIAS, G. A. (org.). **Anais do Workshop de Informação, Dados e Tecnologia-WIDaT**, [S. l.], v. 2, p. 4–11, 2018. Disponível em: <https://labcotec.ibict.br/widat/index.php/widat2023/article/view/119>. Acesso em: 25 ago. 2025.

SOUZA, M. T.; ZOOCA, C.; BARRETO-LIMA, A. F.; FERREIRA, R. B. Global Distribution of Crocodylians Revealed by Citizen Scientists. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 19, n. 3, p. 497-506, 2024. Disponível em: https://www.herpconbio.org/Volume_19/Issue_3/Tavares_de_Sousa_etal_2024.pdf. Acesso em: 03 ago. 2025.

SPASENI, P.; SAHLEAN, T. C.; GHERGHEL, I.; ZAMFIRESCU, Ș. R.; PETREANU, I.; MELEBCIUC, R.; ALISTAR, C. F.; GAVRIL, V. D.; STRUGARIU, A. *Natrix natrix* after dark: citizen science sheds light on the common grass snake's nightlife. **Peer. J.**, v. 12, p. e17168, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.17168>. Acesso em: 2 dez. 2025.

STEFANUTO, A. M. R.. **Explorando a ocorrência de Soldadinhos (Hemiptera: Membracidae) no estado de São Paulo, a partir de dados da plataforma iNaturalist**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Vicente, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/d04a4e83-f0b9-4b22-9c45-a502739ca878>. Acesso em: 03 ago. 2025.

STRASSER, B.; BAUDRY, J.; MAHR, D.; SANCHEZ, G.; TANCOIGNE, E. “Citizen science”? Rethinking science and public participation. **Science & Technology Studies**, v. 32, n. 2, p. 52-76, 2019. Disponível em: <https://hal.science/hal-05314361/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

SZENTIVANYI, T.; VINCZE, O. Tracking wildlife diseases using community science: an example through toad myiasis. **Eur. J. Wildl. Res.**, v. 68, n. 74, p. 1-8, 2022. DOI: <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10344-022-01623-5>. Acesso em: 2 dez. 2025.

THOMPSON, M. M.; MOON, K.; WOODS, A.; ROWLEY, J. J.; POORE, A. G.; KINGSFORD, R. T.; CALLAGHAN, C. T. Citizen science participant motivations and behaviour: Implications for biodiversity data coverage. **Biological Conservation**, v. 282, p. 110079, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320723001805>. Acesso em: 30 nov. 2025.

- TIAGO, P.; EVARISTO, I.; PINTO, B. The role of BioBlitzes in citizen science: insights from participants and experts. **Front. Environ. Sci.**, v. 12, p. 1347428, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2024.1347428/full>. Acesso em: 1 dez. 2025.
- TILMAN, D. Causes, consequences and ethics of biodiversity. **Nature**, v. 405, n. 6783, p. 208-211, 2000. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/35012217>. Acesso em: 11 nov. 2025.
- TORRE, I.; RASPALL, A.; ARRIZABALAGA, A.; DÍAZ, M. Evaluating trap performance and volunteers' experience in small mammal monitoring programs based on citizen science: The SEMICE case study. **Mammalian Biology**, v. 95, n. 1, p. 26-30, 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1616504718302337?via%3Dihub>. Acesso em: 9 dez. 2025.
- TRIERVEILER-PEREIRA, L.; CARDOSO, J. S.; PRADO-ELIAS, A.; NEVES, M. A.; KARSTEDT, F. Cogumelos do Brasil e a Ciência Cidadã na divulgação da funga brasileira. **Journal of Education Science and Health**, v. 2, n. 3, p. 1–16, 2022. Disponível em: <https://bio10publicacao.com.br/jesh/article/view/142>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- TROIA, M. J.; MCMANAMAY, R. A. Filling in the GAPS: evaluating completeness and coverage of open-access biodiversity databases in the United States. **Ecology and Evolution**, v. 6, n. 14, p. 4654–4669, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.2225>.
- TUBELIS, D. P.; MENDONÇA, L. G. A. CIÊNCIA-CIDADÃ E SUAS POTENCIALIDADES NA CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO E ESTUDO DAS AVES BRASILEIRAS: UMA SÍNTESE. **REVISTA FOCO**, v. 16, n. 12, p. e4001, 2023. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/4001>. Acesso em: 625 ago. 2025.
- VASCONCELOS, M. F.; VALÉRIO, F. A.; PACHECO, J. F.; GOMES, H. B. Contribuições da Expedição Científica Roosevelt-Rondon ao estudo das aves do Brasil. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Mato Grosso**, v. 2, n. 78, p. 147-180, 2016.
- VANZOLINI, P. E. A Contribuição Zoológica dos Primeiros Naturalistas Viajantes no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, Brasil, n. 30, p. 190–238, 1996. Disponível em: <https://revistas.usp.br/revusp/article/view/25918>. Acesso em: 15 jan. 2026.

VELLINGA, W. P.; PLANQUÉ, R. The Xeno-canto Collection and its Relation to Sound Recognition and Classification. **CLEF (Working Notes)**, v. 1391, 2015. Disponível em: <https://ceur-ws.org/Vol-1391/166-CR.pdf>. Acesso em: 11 set. 2025.

XENO-CANTO. **Xeno-canto**. 2025. Disponível em: <https://xeno-canto.org/>. Acesso em: 13 set. 2025.

XING, L.; WANG, S. Can industrial agglomeration affect biodiversity loss? **Energy & Environment**, v. 36, n. 4, p. 1824–1848, 2025. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0958305X231200575>. Acesso em: 18 out. 2025.

WANG, Z.; WANG, T.; ZHANG, X.; WANG, J.; YANG, Y.; SUN, Y.; GUO, X.; WU, Q.; NEPOVIMOVA, E.; WATSON, A. E.; KUCA, K. Biodiversity conservation in the context of climate change: Facing challenges and management strategies. **Science of the Total Environment**, v. 937, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969724035241>. Acesso em: 9 out. 2025.

WEI, J. W.; LEE, B. P. Y. H.; WEN, L. B. Citizen Science and the Urban Ecology of Birds and Butterflies — A Systematic Review. **PLOS ONE**, v. 11, n. 6, p. e0156425, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156425>. Acesso em: 5 dez. 2025.

ZAGRIS, N. Aristotle (384-322 BC): the beginnings of Embryology. **Int. J. Dev. Biol.**, v. 66, n. 1-3, p. 5-8, 2022. Disponível em: <https://ijdb.ehu.eus/article/220040nz>. Acesso em: 03 nov. 2025.

ZANELLA, M. E. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CLIMA E OS RECURSOS HÍDRICOS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 126–142, 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3176>. Acesso em: 20 nov. 2025.

ZHANG, Z.; HUANG, G. How do urban parks provide bird habitats and birdwatching service? Evidence from Beijing, China. **Remote Sensing**, v. 12, n. 19, p. 3166, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/19/3166>. Acesso em: 19 jul. 2025.

ZHAO, H.; WANG, N. A.; CHENG, H.; WANG, Y.; LI, X.; QIAO, B.; ZHAO, L. Mapping conservation priorities for wild yak (*Bos mutus*) habitats on the Tibetan Plateau,

China. **Science of The Total Environment**, v. 914, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969723084358>. Acesso em: 13 out. 2025.

ZOCCA, C.; BARRETO-LIMA, A. F.; DALEPRANE, D. B.; GHILARDI-LOPES, N. P. Citizen science expanding knowledge: a new record of the lizard *Heterodactylus imbricatus* (Squamata, Gymnophthalmidae) in south-eastern Brazil. **Biodiversity Data Journal**, v. 11, p. e107929, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/BDJ.11.e107929>. Acesso em: 10 ago. 2025.

ZULIAN, V.; MILLER, D. A. W.; FERRAZ, G. Integrating citizen-science and planned-survey data improves species distribution estimates. **Diversity and Distributions**, v. 27, n. 12, p. 2498-2509, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ddi.13416>. Acesso em: 2 dez. 2025.

ZUROSKI, E. Situating the local in a global expedition: *HMS Challenger* expedition in New Zealand, 1874. **Journal of the Royal Society of New Zealand**, v. 47, n. 1, p.107-111, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/03036758.2016.1207682>.