

**ARTIGO CIENTÍFICO**

# Desafios e potencialidades da ciência cidadã para o estudo da biodiversidade: resultados do Programa de Ciência Cidadã do Instituto Nacional da Mata Atlântica de 2019 a 2023

**Natalia Pirani Ghilardi-Lopes<sup>1,2\*</sup> , Cássio Zocca<sup>2,3</sup> ,**  
**André Felipe Barreto-Lima<sup>2</sup> , Eduardo Roberto Alexandrino<sup>4</sup> ,**  
**Juliana Silva França<sup>2,5</sup> , Andresa Guimarães<sup>6,2</sup> ,**  
**João Victor Andrade Lacerda<sup>2</sup> , Laura Braga<sup>2</sup> ,**  
**Michelle Noronha da Matta Baptista<sup>7,2</sup> , Paula Felício Drummond de Castro<sup>8</sup> **

<sup>1</sup> Universidade Federal do ABC (UFA-BC), Centro de Ciências Naturais e Humanas, Campus São Bernardo do Campo, Sala 287 - bloco Delta, Alameda da Universidade, s/n, São Bernardo do Campo, SP, Brasil, 09606-045

<sup>2</sup> Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), Av. José Ruschi, 4, Santa Teresa, ES, Brasil, 29650-000

<sup>3</sup> Projeto Bromélias, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari, 514, Vitória, ES, Brasil, 29075-910

<sup>4</sup> Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz» da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Laboratório de Ecologia, Manejo e Conservação da Fauna Silvestre (LEMaC), Av. Pádua Dias, 11, Piracicaba, SP, Brasil, 13418-900

<sup>5</sup> Universidade Vila Velha (UVV), Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos, Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Vila Velha, ES, Brasil, 29102-920

<sup>6</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), BR 465, km 07, Seropédica, RJ, Brasil, 23897-000

## Resumo

O engajamento do público na geração de conhecimento científico (Ciência Cidadã - CC) sobre a Mata Atlântica é uma estratégia com grande potencial para alavancar a pesquisa, educação e divulgação científicas do Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA). Iniciado em 2019, o programa de CC do INMA desenvolveu sete projetos que juntos, até maio de 2023, engajaram 2.320 colaboradores e reuniram dados de 600 espécies (invertebrados aquáticos, borboletas, anfíbios, répteis, aves e mamíferos) da Mata Atlântica, algumas delas ameaçadas, distribuídas em 67 municípios do estado do Espírito Santo. Os protocolos destes projetos podem ser replicados para outras localidades, tornando o INMA um centro pionero e multiplicador. Os desafios impostos pela pandemia da Covid-19, em relação ao engajamento do público, oportunizaram a ampliação do escopo da CC no INMA para os dados existentes em plataforma *online* de CC (*iNaturalist*), nas redes sociais e no Museu de Biologia Prof. Mello Leitão. O público participante dos projetos foi diverso, sendo necessárias diferentes estratégias de engajamento. Atualmente, os projetos são do tipo contributivos, nos quais os cientistas cidadãos colaboram apenas com a coleta de dados. O incentivo a outros níveis de participação, uma maior abertura dos dados, bem como a avaliação de motivações, aprendizagens e do engajamento inicial e continuado dos participantes dos projetos são aspectos a serem planejados e implementados.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, ciência participativa, conservação ambiental, Programa de Capacitação Institucional, sustentabilidade

<sup>7</sup> Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Campus Universitário, Juiz de Fora, MG, Brasil, 36036-900

<sup>8</sup> Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES), Rua Charles Darwin, s/n, Cidade Universitária, Campinas, SP, Brasil, 13083-863

\*Autor para correspondência:  
E-mail: natalia.lopes@ufabc.edu.br

Recebido: 18/08/2023

ACEITO: 10/07/2024

## Challenges and potentialities of citizen science for the study of biodiversity: results of the Citizen Science Program of the National Institute of the Atlantic Forest from 2019 to 2023

### ABSTRACT

Public engagement in generating scientific knowledge (Citizen Science - CS) about the Atlantic Forest represents a strategy with great potential to boost research, education, and scientific dissemination at the National Institute of the Atlantic Forest (INMA). Initiated in 2019, the INMA's CS program has developed seven projects that, together, have engaged 2,320 contributors and collected data on 600 species (aquatic invertebrates, butterflies, amphibians, reptiles, birds, and mammals) from the Atlantic Forest, including some endangered species, distributed across 67 municipalities in the state of Espírito Santo, Brazil. The protocols of these projects can be replicated in other locations, making INMA a pioneering and multiplier center. Challenges posed by the Covid-19 pandemic in terms of public engagement have led to expanding the scope of CS at INMA to include data from online CS platforms (*iNaturalist*), social media, and the Prof. Mello Leitão Museum of Biology. The collaborators in these projects were diverse, requiring different engagement strategies. Currently, the projects are of a contributive nature, where citizen scientists collaborate solely in data collection. Encouraging other levels of participation, greater data openness, as well as assessing motivations, learning outcomes, and the initial and continued engagement of project participants are aspects to be planned and implemented.

**Keywords:** Biodiversity, environmental conservation, Institutional Training Program, participatory science, sustainability

## INTRODUÇÃO

O termo Ciência Cidadã (CC) pode ser entendido como uma ampla gama de possibilidades de parcerias entre cientistas e pessoas interessadas em ciência (Bonney *et al.* 2009; Haklay *et al.* 2021; Albagli e Rocha 2024), com o potencial de gerar novos e genuínos conhecimentos científicos, bem como promover a educação científica e tecnológica dos participantes envolvidos e subsidiar a formulação de políticas públicas e a tomada de decisão sobre questões sociais e ambientais relevantes (Robinson *et al.* 2018). Processos de CC podem permitir diferentes níveis de engajamento dos cientistas cidadãos, no que chamamos “tipos de CC” (Shirk *et al.* 2012). Assim, existem projetos nos quais o público colabora apenas com a coleta de dados (projetos contributivos); outros nos quais o público

colabora também com a análise de amostras, análise e interpretação de dados (projetos colaborativos); e aqueles projetos nos quais o público participa de todas as etapas do processo científico, desde a elaboração da pergunta de pesquisa, até a disseminação dos resultados e elaboração de novos questionamentos (projetos cocriados).

A ação de cientistas cidadãos em ambientes naturais pode ser vantajosa sob diferentes aspectos (Darwall e Dulvy 1996; Evans *et al.* 2005), gerando aprendizagem sobre ecologia e questões ambientais (Salm *et al.* 2000; Brossard *et al.* 2005), dados sobre a biodiversidade (Lee *et al.* 2021; Nery *et al.* 2021; Sanderson *et al.* 2021) e, ainda, o interesse e sentimento pela conservação (Pocock *et al.* 2023).

Na Mata Atlântica, uma área rica em biodiversidade e reconhecidamente ameaçada (Colombo e Joly

2010; Lima *et al.* 2020), a CC pode contribuir com a geração de conhecimentos e ampliação de bancos de dados, ambos fundamentais para o estabelecimento de estratégias de conservação e restauração (Tabarelli *et al.* 2005; Rezende *et al.* 2018), especialmente pelo Brasil ter sofrido restrições orçamentárias para realização de pesquisas científicas (Angelo 2019).

Da mesma forma, a CC pode auxiliar na aproximação da sociedade à pesquisa científica e ao conhecimento gerado pela ciência, minimizando o cenário de descrédito e desmerecimento que a ciência e os cientistas vêm enfrentando nas últimas décadas (Wynne 2006; Provenzi e Barello 2020). Neste cenário, a CC vem se estabelecendo como uma nova área de conhecimento e pesquisa no Brasil, com um crescente número de iniciativas sendo colocadas em prática. Ademais, há um movimento de organização deste campo do saber, inclusive com a criação da Rede Brasileira de Ciência Cidadã - RBCC ([www.rbcc.org.br](http://www.rbcc.org.br)), em 2021.

Tendo em vista o notório potencial da CC para a geração de conhecimento biológico e ecológico sobre a Mata Atlântica (Viana *et al.* 2024), bem como para a alfabetização científica e ambiental do público, foi iniciado em 2019 o Programa de Ciência Cidadã no Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), envolvendo diferentes públicos, como um subprojeto do Programa de Capacitação Institucional (PCI). Este subprojeto é intitulado “A Ciência Cidadã na geração de conhecimento, divulgação e educação científica” e visa: 1) Implantar um programa de CC na região Central Serrana do Espírito Santo (ES), constituído de projetos que terão diferentes grupos taxonômicos como foco; 2) Recrutar e capacitar os cientistas cidadãos para aplicação de protocolos científicos, tendo como base o planejamento estabelecido para cada projeto; 3) Organizar uma base de dados sobre biodiversidade com participação pública; e 4) Avaliar a ocorrência de aprendizagens nos colaboradores dos projetos, após sua participação nos mesmos.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivos: 1) Apresentar os projetos que, até maio de 2023, foram executados como parte do Programa de Ciência Cidadã do INMA, evidenciando as perguntas de pesquisa, as estratégias de recrutamento e engajamento dos participantes, as formas de submissão dos registros pelos cientistas cidadãos, a quantidade de colaboradores e de registros obtidos; 2) Apresentar uma síntese dos resultados do programa de 2019 a 2023, tanto em relação aos cientistas cidadãos participantes (quantidade e perfil), quanto em relação aos registros submetidos (quantidade, vias de submissão, tipos de

registros, acessibilidade e qualidade dos dados) e às espécies registradas por eles (quantidade total, quantidade de endêmicas da Mata Atlântica e do Espírito Santo, *status* de conservação das espécies registradas) e 3) Discutir desafios, oportunidades e novas perspectivas para o programa.

## Os projetos constituintes do Programa de Ciência Cidadã do INMA

Desde a criação do programa, em 2019, sete projetos de CC foram atuantes no INMA, contribuindo para o engajamento de diferentes públicos nas pesquisas científicas que são desenvolvidas na instituição sobre biodiversidade da Mata Atlântica e conservação ambiental. Nesta seção, serão descritos os sete projetos, levando em consideração: 1) as perguntas de pesquisa que se propõem a investigar; 2) as estratégias utilizadas de recrutamento de cientistas cidadãos; 3) os métodos de coleta e de submissão de dados; 4) o número de colaboradores e de registros (fotografias, áudios, vídeos ou relatos orais) alcançados (até maio de 2023)

### *Eu conheço os répteis daqui* (Figura 1)



**FIGURA 1:** Logotipo do projeto “Eu conheço os répteis daqui”.

O projeto de ciência cidadã “Eu conheço os répteis daqui!”, iniciado em janeiro de 2020, é pioneiro com répteis no ES e visa estimular a participação do público para a geração e difusão de conhecimento sobre a diversidade e distribuição dos répteis da Mata

Atlântica do referido estado. As perguntas de pesquisa do projeto são: 1) Quais são e onde estão distribuídas as espécies de répteis do ES? (monitoramento e preenchimento de lacunas de informação); 2) Quais as espécies e os grupos de répteis mais representativos? (diagnóstico de abundância); 3) Quais delas são endêmicas ou encontram-se em algum grau de ameaça? (estado de conservação); 4) Quais os sentimentos, percepções, conhecimentos e interesses dos moradores/colaboradores em relação a estes animais? (avaliação de aprendizagem dos colaboradores – não iniciada).

O recrutamento de novos colaboradores é realizado pessoalmente, por meio de conversas com os visitantes do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML) ou remotamente, através da plataforma *iNaturalist* (<https://www.inaturalist.org/projects/eu-conheco-os-repteis-daqui>). Ademais, a divulgação de informações do projeto é realizada por meio da rede social *Instagram* (@norastodosrepteis).

As recomendações aos colaboradores são: ao avistar um réptil (p.ex.: anfíbios, serpente, jacaré, lagarto, jabuti, cágado ou tartaruga), obter uma imagem (fotografia) do animal, anotar a data, o local (GPS) e, se possível, registrar o comportamento, a maturidade (jovem ou adulto) e se o animal estava vivo ou morto (para tais observações, o projeto oferece explicações prévias aos colaboradores). Finalmente, os colaboradores realizam o *upload* dos registros no *iNaturalist* ou enviam ao coordenador do projeto via aplicativo de comunicação (*WhatsApp*). Ainda, o projeto considerou as doações de espécimes de répteis depositadas no MBML, realizadas por colaboradores não especialistas (de 1969 a 2023).

No *iNaturalist* foram estabelecidos diálogos (mensagens de texto) entre o coordenador do projeto e os colaboradores, sobre as identificações das espécies e informações detalhadas dos registros submetidos. Além dos usuários “observadores”, o projeto conta com os “identificadores” (voluntários cadastrados no *iNaturalist*), os quais geralmente são especialistas em grupos de répteis e colaboram com o processo de identificação das espécies nos registros disponíveis, funcionando como uma rede de apoio na validação dos dados, para que estes possam atingir o “Nível pesquisa” (*ResearchGrade level - iNaturalist*), ou seja, possam ser utilizados para investigações científicas genuínas. Alguns identificadores (especialistas) foram formalmente convidados pelo coordenador do projeto para ajudar nas identificações das espécies. Alguns registros permanecem no nível “Necessita de identificação” ou “Casual”, quando não há consenso na identificação da

espécie ou quando o registro não apresenta informações importantes (como data ou coordenada geográfica). Todos os dados são de acesso aberto, por estarem no *iNaturalist* ou na coleção do MBML (disponível em <http://www.splink.org.br>).

Em suma, até maio de 2023, o projeto totalizou 1.021 colaboradores (674 cadastrados no *iNaturalist*; 315 visitantes do MBML; 22 que submeteram registros via *WhatsApp* do coordenador e 10 pesquisadores formalmente convidados a colaborar com o projeto), os quais documentaram 2.002 registros de répteis de 58 municípios do ES.

#### *A água desse rio é boa? Quem vive nele te conta!* (Figura 2)



**FIGURA 2:** Logotipo do projeto “A água desse rio é boa? Quem vive nele te conta!”.

O projeto “A água desse rio é boa? Quem vive nele te conta!” tem como objetivo a avaliação ecológica de águas com participação da comunidade escolar, com base em um protocolo de ciência cidadã adaptado para a educação básica, o qual visa responder a seguinte pergunta de pesquisa: como o uso da terra exerce influência temporal e espacial na qualidade ecológica dos ecossistemas aquáticos urbanos e rurais na bacia do rio Santa Maria do Doce, região Central Serrana do ES?

O projeto teve início em 2020 e, para a implantação junto à comunidade escolar, foram estabelecidas parcerias com as secretarias de educação do estado e do município, as quais indicaram instituições e áreas prioritárias para avaliação da qualidade das águas da região. Em um primeiro momento, o projeto realizou

atividades em parceria com o município de Santa Teresa/ES, com foco nas escolas do ensino Fundamental II (do 6º ao 9º ano). Professores foram capacitados para aplicação do protocolo do projeto, por meio de um Curso de Formação Continuada no município de Santa Teresa oferecido, em 2020 na modalidade a distância, pela coordenação de ciências do Polo UAB (Universidade Aberta do Brasil) do município. Nesta capacitação, os professores desenvolveram planos de aula relacionados ao protocolo, em consonância com as competências específicas da Base Nacional Comum Curricular (Brasil/MEC 2018).

A metodologia do monitoramento participativo visa a avaliação dos ecossistemas aquáticos em escala local (diversidade de habitats físicos) e escala regional (usos da terra), envolvendo a classificação de águas com base na legislação ambiental e o uso de bioindicadores bentônicos. O índice local é calculado através de um protocolo de caracterização de habitats que se baseia em três métricas principais: (i) estabilidade das margens; (ii) habitats no leito e (iii) impactos humanos, divididos em 10 parâmetros a serem observados em um trecho de 50 metros do ecossistema aquático. Para calcular o índice regional, os cientistas cidadãos seguem um protocolo de análise de imagens de satélite disponíveis no *Google Earth* que permitem a identificação de áreas que sofrem impactos com a urbanização, agricultura e/ou pastagem em uma região de 1 km<sup>2</sup> à montante na bacia de drenagem do trecho em estudo. A qualidade física e química das águas é avaliada com o uso, pelos estudantes, de *kits* colorimétricos, e os valores obtidos são comparados aos limites da legislação brasileira (CONAMA 2005). São avaliados parâmetros importantes para manutenção de comunidades de organismos aquáticos, incluindo oxigênio dissolvido, pH, fósforo e nitrogênio totais e turbidez. Por fim, calcula-se um índice de bioindicadores bentônicos considerando um gradiente de sensibilidade de grupos de organismos, além de sua riqueza nos ecossistemas avaliados (França e Callisto 2019). Nesta última etapa, recomenda-se o auxílio de cientistas profissionais, os quais indicarão a melhor forma de realizar a coleta e triagem dos organismos presentes na água. Grande parte dos organismos está identificada em grande grupo (nível de qualidade “Necessita de identificação”).

Todos os dados foram registrados pelos estudantes em formulários impressos. A plataforma de CC Anecdata ([www.anecdata.org](http://www.anecdata.org)) futuramente será configurada para receber e disponibilizar abertamente os dados coletados pelos cientistas cidadãos, ou seja,

os dados ainda são de acesso restrito. Estes dados foram apresentados em um *Workshop* realizado em 2022 no INMA com a presença de todas as escolas de educação básica participantes. Para a validação dos resultados obtidos pelos cientistas cidadãos, dados físicos, químicos e biológicos foram coletados e analisados pelos cientistas profissionais do projeto em áreas de referência da região Central Serrana do ES.

Foram realizados dois cursos de capacitação de professores, dois minicursos para estudantes de graduação e pós-graduação e o monitoramento foi realizado por seis escolas da educação básica, dos municípios de Santa Teresa e Vitória/ES. O projeto contou com 231 cientistas cidadãos, os quais produziram 1.141 registros (74 de parâmetros da qualidade da água e 1.067 de avaliação de qualidade das margens e biota aquática).

#### **Projeto Bromélias** (Figura 3)



**FIGURA 3:** Logotipo do “Projeto Bromélias”.

O Projeto Bromélias se iniciou em 2012 e, portanto, é anterior ao Programa de Ciência Cidadã do INMA. Em 2019, ele foi incorporado como parceiro do Programa. O projeto tem como objetivo gerar, difundir conhecimento e investigar a composição e distribuição dos anfíbios habitantes de bromélias na Mata Atlântica, contando com o auxílio dos moradores das comunidades rurais de Santa Teresa/ES. Ao longo dos anos, o projeto vem desenvolvendo diálogos, troca de experiências e distribuição de material educativo, como adesivos, cartilhas e panfletos sobre anfíbios habitantes de bromélias, além da realização de eventos educativos e distribuição de brindes visando promover o engajamento da comunidade no projeto.

Nas localidades, os cientistas cidadãos são orientados a realizar buscas por anfíbios entre as folhas das bromélias, e realizar registros fotográficos (imagens) ou gravações de áudio (som) de qualidade suficiente para auxiliar na identificação das espécies por especialistas em anfíbios. Os registros são submetidos na plataforma *iNaturalist* (<https://www.inaturalist.org/projects/projeto-bromelias>) ou, alternativamente, podem ser enviados via aplicativo de comunicação *WhatsApp* para o coordenador do projeto, juntamente com as coordenadas geográficas. Os dados disponíveis no *iNaturalist* são de acesso aberto e podem ser baixados pelos usuários. Os dados enviados via aplicativo *WhatsApp* são analisados e organizados pelo coordenador do projeto e, posteriormente, os colaboradores recebem *feedback* dos especialistas com informações sobre a espécie registrada (acesso restrito). Grande parte dos registros já foi identificado em nível de espécie (qualidade “Nível pesquisa”), mas outros ainda permanecem sem identificação (qualidade “Necessita de identificação”).

A dificuldade imposta pela pandemia da Covid-19 foi principalmente em relação ao engajamento de voluntários. Foram adotadas diferentes abordagens no intuito de ampliar a visibilidade do projeto, como a intensificação da divulgação de material sobre anfíbios de bromélias em redes sociais (*Instagram* e *Facebook*; @projetobromelias) e nas comunidades locais, incluindo escolas e feiras-livres.

Até maio de 2023, o projeto contou com a participação de 210 cientistas cidadãos, os quais submeteram 347 registros, a maioria via *WhatsApp* ( $n = 286$ ).

#### ***Eu vi uma ave usando pulseiras!?*** (Figura 4)



**FIGURA 4:** Logotipo do projeto “Eu vi uma ave usando pulseiras!?”.

Este projeto promove, desde sua criação em 2016 (anterior ao programa de Ciência Cidadã do INMA), o engajamento do público para o monitoramento de aves anilhadas em diferentes localidades sob o domínio da Mata Atlântica, tanto antropizadas quanto conservadas. O projeto atua em diferentes localidades brasileiras, mas só na região de Santa Teresa/ES já engajou 63 cientistas cidadãos, os quais reportam encontros com aves anilhadas e, em contrapartida, recebem informações sobre a espécie e o indivíduo anilhado observado (i.e., quando e onde ela foi anilhada, onde ela já foi observada). Nesta localidade, o projeto pretende investigar a história de vida de diferentes espécies que vivem na cidade (por exemplo, comportamentos, hábitos, áreas de ocorrência etc.).

O ornitólogo coordenador do projeto captura, marca e libera diferentes aves neste parque com uma anilha do ICMBio/CEMAVE e até três anilhas coloridas para a distinção visual de cada ave. Os cidadãos são encorajados a reportar os encontros com as aves anilhadas informando a data, hora e local exato do encontro, a espécie (ou uma breve descrição da ave caso não saiba identificá-la), e quais eram as cores e sequência de anilhas (sempre lida no sentido dedos – barriga). O relatório é feito por comunicação oral ou por texto, acompanhado ou não de imagem (fotografia) ou vídeo da ave, utilizando diferentes fontes de coleta de registros do projeto: redes sociais (*Instagram*: @aves.usando.pulseiras; Grupo de *Facebook* “Aves usando pulseiras em Santa Teresa/ES”), o *WhatsApp* do coordenador, ou mesmo comunicação pessoal.

Considerando a especificidade do dado que é requerido aos cidadãos, e a dificuldade de obtê-lo (Alexandrino *et al.* 2019), o projeto tem adotado diferentes abordagens de recrutamento e engajamento, ajustando-se aos diferentes públicos. No início, concentrou esforços na ampla e constante divulgação nas redes sociais, mídias locais (rádio e jornal) e panfletagem direcionada aos residentes de Santa Teresa e visitantes do INMA. A partir de 2020, duas novas estratégias de recrutamento permitiram ampliar o contato entre o projeto e os cidadãos. A primeira é a promoção de excursões guiadas aos locais do projeto (eventos chamados até 2021 de “Overdose de Ornitológia Cidadã”), atendendo um público de até cinco pessoas. Neste evento, os cidadãos procuram as aves anilhadas ao mesmo tempo que aprendem sobre todas as espécies que são registradas durante o evento. As informações sobre as aves anilhadas são registradas no banco de dados do projeto (acesso restrito), e as listas de espécies observadas são submetidas em pla-

taformas *crowdsourcing* de CC (acesso aberto), contribuindo para outros projetos científicos (e.g., *eBird*, *WikiAves*, ver exemplos em <https://ebird.org/checklist/S83648845>, <https://ebird.org/checklist/S87543017>).

Uma segunda estratégia é o monitoramento de comedouros instalados dentro do parque do MBML, e em residências próximas, não muito distantes dos locais onde ocorreram os anilhamentos. Neste caso, uma armadilha fotográfica é mantida no comedouro por um tempo determinado, capturando imagens de todas as aves que pousam na estrutura. Durante este período, os cidadãos residentes mantêm a oferta de alimento nos comedouros e analisam uma pequena quantidade de vídeos com auxílio do coordenador do projeto para verificar se aves anilhadas o visitaram. Após a análise de todos os vídeos, os colaboradores recebem a lista de espécies que visitaram o comedouro durante o período monitorado e informações sobre as aves anilhadas. Visitantes do parque também podem participar da triagem de vídeos em eventos pré-agendados pelo coordenador do projeto (acesso restrito aos dados).

Diferentes formas de incentivo à participação no projeto têm sido usadas. Conversas informais com alguns moradores locais, bem como *posts* periódicos nas redes sociais contendo fotos, vídeos e curiosidades sobre as aves anilhadas têm despertado a vontade dos cidadãos em encontrarem tais aves. Outra forma de incentivo foi a oportunidade de o cidadão nomear a ave reportada pela primeira vez, além disso, estes colaboradores ganharam um brinde do projeto como recompensa.

O projeto tem buscado alcançar um formato de comunicação de retorno rápido e efetivo para os colaboradores, sobretudo, destacando a importância da participação dos mesmos na investigação que está sendo realizada. O retorno rápido aos cientistas cidadãos provou ser chave para reter sua participação e incentivar novas (Alexandrino *et al.* 2019). Neste sentido, as redes sociais são bastante eficientes, entretanto, neste canal os registros (que totalizaram 553 até maio de 2023) podem ficar dispersos e desorganizados, o que demanda um enorme esforço da equipe para sistematizá-los e armazená-los. Cabe ressaltar que a equipe do projeto (i.e., coordenador e alunos de graduação voluntários) são os únicos que realizam a curadoria dos registros enviados e retorno de informações sobre cada ave anilhada aos participantes, sendo que praticamente todos os registros encontram-se em “Nível pesquisa” de qualidade. Como alternativa, desde 2022 o projeto vem trabalhando num aplicativo próprio de submissão e consulta dos registros como uma ferramenta que

potencialmente elevará o engajamento dos cidadãos. No entanto, o bom funcionamento do mesmo depende de recursos financeiros que nem sempre são fáceis de se obter.

### Cantoria de Quintal (Figura 5)



**FIGURA 5:** Logotipo do projeto “Cantoria de quintal”.

Criado em 2020, o projeto tem como objetivo geral promover a elaboração de inventários e o monitoramento de anfíbios anuros no município de Santa Teresa/ES. Para isto, o projeto busca incluir cidadãos no processo de coleta de dados, sobretudo bioacústicos (sons), e, assim, contribuir para o monitoramento de ambientes e espécies-alvo. Com isso, espera-se gerar dados robustos para responder às seguintes perguntas: 1) No município, todas as espécies de anfíbios anuros ameaçadas de extinção são exclusivas de áreas florestadas e/ou protegidas?; 2) Quais espécies são tolerantes à antropização, podendo ocorrer em áreas rurais e/ou urbanas?; 3) Como essas espécies estão espacialmente distribuídas no município?; 4) Quando essas espécies estão em atividade de reprodução?; e 5) Os dados coletados por meio da abordagem de CC são consistentes para estas análises? Com isso, esperamos poder avaliar o potencial do uso da abordagem de CC em futuros estudos de inventários ou monitoramento de anfíbios anuros em outras regiões. Além disso, o projeto pretende dialogar com educadores e estudantes e avaliar as potencialidades e benefícios de sua implementação no âmbito do ensino básico.

Para detalhamento do protocolo de participação no projeto e sensibilização sobre a importância de

estudos relacionados à anurofauna, as seguintes estratégias de divulgação para promoção de engajamento estão sendo adotadas: 1) elaboração e distribuição de panfletos, em formato impresso e digital; 2) redação de matéria em jornal de circulação local; 3) participação em programa de rádio de alcance regional; 4) criação de perfil na rede social *Instagram* (@cantoriadequintal); 5) apresentação de palestras e oferecimento de curso de formação de professores; e 6) visita a escolas de ensino básico. Nessas situações, são abordados conteúdos relacionados ao protocolo para gravação e envio dos arquivos sonoros pelos colaboradores, bem como curiosidades e informações relevantes sobre aspectos biológicos, bioacústicos, diversidade e importância dos anfíbios anuros, sempre de maneira contextualizada ao município de Santa Teresa. Como feedback aos cientistas cidadãos, são realizadas palestras devolutivas, postagens no perfil do projeto no *Instagram* e são enviados os resultados parciais aos colaboradores contendo a identificação das espécies presentes nos registros enviados, curiosidades relacionadas à história natural destes organismos, distribuição geográfica e estado de conservação das espécies por eles registradas.

A colaboração com o projeto ocorre com o incentivo à gravação pelos cientistas cidadãos, quando diante de algum corpo d'água onde anfíbios anuros estejam em atividade de vocalização, de áudios (som) ou vídeos de aproximadamente 30 segundos utilizando aparelho telefônico celular e, em seguida, com o envio dos registros ao projeto via aplicativo de comunicação *WhatsApp*. Os colaboradores também são orientados a enviar as coordenadas geográficas dos registros utilizando a ferramenta “Localização” desse mesmo aplicativo. As espécies registradas são identificadas pelo coordenador do projeto a partir de: 1) comparação com gravações realizadas por cientistas em outros projetos científicos executados em Santa Teresa; 2) comparação com gravações disponíveis em coleções públicas (e.g., Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard); 3) consulta a taxonomistas especialistas; e 4) dados de literatura. Devido a este esforço dos especialistas, grande parte dos registros encontra-se em “Nível pesquisa”, mas uma pequena parte ainda está com a qualidade em “Necessita de identificação”. Em seguida, os cidadãos cientistas são informados sobre a identificação específica do registro enviado, além de receberem informações e curiosidades adicionais, como estado de conservação, raridade, nome comum e eventuais endemismos. Todos os arquivos são renomeados, armazenados e organizados em planilhas

contendo seus respectivos metadados. Por ora, essas informações ainda não se encontram abertas ao público (acesso restrito), sendo esse um dos principais desafios para os próximos passos da iniciativa.

O projeto conta com arquivos enviados por 114 colaboradores, os quais já submeteram 427 registros, incluindo de espécies raras, ameaçadas de extinção, pouco conhecidas pela ciência, endêmicas da Mata Atlântica e registros inéditos para o município foco do projeto (Santa Teresa/ES).

#### ***Eu vi um macaco no mato* (Figura 6)**



**FIGURA 6:** Logotipo do projeto “Eu vi um macaco no mato!”.

O projeto foi criado em 2020 devido à necessidade de se implantar um sistema de informação e monitoramento de espécies de primatas não-humanos, principalmente após o surto de febre amarela que atingiu o ES entre 2016 e 2018, e reduziu drasticamente as populações dessas espécies. Para isso, pretende-se responder às seguintes perguntas de pesquisa com os dados do projeto: 1) Como estão as populações de primatas do Espírito Santo após a febre amarela? 2) As espécies de primatas voltaram a habitar as regiões mais afetadas? 3) É possível criar um sistema de alerta com os registros de primatas mortos no início de um surto de febre amarela?

É importante salientar que no ES ocorrem sete espécies de primatas, e cinco destas se encontram ameaçadas de extinção, como o muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), o sagui-da-serra (*Callithrix flaviceps*), e o bugio (*Alouatta guariba*). Esta última, ainda, é uma espécie bastante sensível à infecção por febre amarela e que teve suas populações bastante reduzidas. Outras ameaças às espécies selvagens são a perda e a degradação do habitat e a introdução

de espécies exóticas, que alteram a paisagem e a composição das comunidades. Assim, esse projeto fornecerá subsídios para uma avaliação sobre a atual distribuição geográfica das espécies de primatas e se as populações estão se recuperando em remanescentes florestais de diferentes classes de tamanho e graus de degradação, retornando a áreas onde não eram vistas há algum tempo. Essas informações são essenciais para a proposição de ações de manejo que evitem a redução e a extinção das populações, principalmente das espécies ameaçadas.

A abordagem de CC permitiu a expansão do projeto para todo o estado, uma vez que inicialmente era restrito à região Central Serrana do ES, devido à localização e potencial de atuação da equipe de pesquisadores especialistas. O protocolo consiste no envio dos registros pelos cientistas cidadãos por meio de relatos (comunicação oral/texto) aos coordenadores de observações ou de sons; ou por meio de imagens (fotografias) e vídeos que são enviados para a equipe do projeto (via aplicativo de comunicação *WhatsApp* ou rede social *Instagram*), sempre contendo informações de localidade e data para posterior sistematização das informações de distribuição geográfica e variação de ocorrência ao longo do tempo. Os registros enviados são tabulados pelas coordenadoras do projeto que fazem a curadoria dos dados (acesso restrito). Cada colaborador recebe como resposta a identificação do primata e a divulgação do registro em rede social (caso seja autorizado). Com isso, foi elaborado um mapa de distribuição dos primatas que foi divulgado ao público via *Instagram* do projeto. Mas, ainda há necessidade de uma maior abertura dos dados das espécies obtidas nos registros.

Com vistas a ampliar o engajamento do público, o projeto é divulgado no *Instagram* (@macaconomato) e entre pesquisadores e conhecidos. Além disso, ações presenciais em ambientes públicos e reportagens nas mídias locais também são estratégias utilizadas para o recrutamento de cientistas cidadãos.

O projeto, até maio de 2023, já contou com 83 registros enviados por 42 colaboradores.

### **Borboletas Capixabas (Figura 7)**

O projeto Borboletas Capixabas tem como objetivo preencher lacunas de conhecimento sobre a distribuição e ocorrência das espécies de borboletas no Estado do Espírito Santo através dos registros feitos

pelos cientistas cidadãos. As seguintes perguntas de pesquisa são centrais ao projeto: “quais espécies de borboletas ocorrem no estado do Espírito Santo e em quais localidades?”.



**FIGURA 7:** Logotipo do projeto “Borboletas capixabas”.

O projeto foi criado em dezembro de 2022 e, neste primeiro momento, tem o objetivo de conhecer a ocorrência das espécies de borboletas nos municípios e localidades do Espírito Santo. A partir dos registros advindos da ciência participativa espera-se: 1) ampliar a lista de espécies para aquelas localidades, onde já existe uma lista de espécies de borboletas elaboradas a partir da pesquisa científica formal e que já está publicada, em especial para Santa Teresa (Brown e Freitas 2000); 2) Elaborar uma lista de espécies de borboletas para o Estado; 3) Ter novos registros de ocorrência de espécies de borboletas; 4) Ter novos registros de ocorrência de espécies ameaçadas de extinção. Em um segundo momento, pretende-se executar protocolos de monitoramento participativo em localidades e com táxons de interesse.

A coleta de dados é realizada através de registros fotográficos (imagens) e filmagens (vídeos) feitas pelos cientistas cidadãos utilizando *smartphones* ou câmeras fotográficas. O projeto utiliza três canais para a submissão dos registros de imagens pelos cientistas cidadãos: a plataforma de ciência cidadã *iNaturalist*, a rede social *Instagram* (perfil @borboletascapixabas, criado para divulgação científica e para o compartilhamento de registros) e o aplicativo de comunicação *WhatsApp* para os casos em que os cientistas cidadãos não possuem perfil em redes sociais. Além disso, a coordenadora do

projeto realiza busca ativa de registros em grupos de observação de borboletas da rede social *Facebook*. Os registros recebidos são identificados taxonomicamente pela coordenadora do projeto, e conta com apoio de outros especialistas, como o professor Dr. André V. L. Freitas. Os cientistas cidadãos recebem um retorno com a identificação e agradecimento pela colaboração. Para organização dos dados provenientes de diferentes redes sociais, foram estruturados procedimentos para identificação dos registros e agrupamento dos dados em planilhas visando, dessa forma, a discriminação dos registros por fonte, detecção de registros duplicados e eliminação das duplicatas para análises posteriores (acesso restrito).

Periodicamente, os resultados referentes aos registros recebidos via *Instagram* são divulgados no perfil @borboletascapixabas. Para o recrutamento dos cientistas cidadãos, o projeto foi divulgado de forma direta a partir de apresentações informais feitas pela coordenadora do projeto abordando os cidadãos, cartazes instrutivos afixados no parque do MBML e em Santa Teresa, divulgação em meios digitais, através de publicações nas redes sociais *Instagram* e *Facebook*, e apresentações formais em eventos online, como por exemplo, o “Encontro de Observação de Borboletas”, congressos e palestras. Em todos os meios de divulgação, os cientistas cidadãos foram instruídos em relação à coleta e submissão de registros, bem como sobre a importância científica e conservacionista do projeto. Em quatro meses de desenvolvimento do projeto Borboletas Capixabas, já houve a colaboração de 369 cientistas cidadãos, os quais submeteram 3.916 registros.

## Resultados gerais do Programa de Ciência Cidadã do INMA

Até maio de 2023, 2.320 pessoas colaboraram com dados para os sete projetos do programa,

nos papéis de cientistas cidadãos ( $n = 1578$ ; 68%) ou de especialistas validadores ( $n = 742$ ; 32%). Os especialistas são pessoas convidadas ( $n = 31$ ; 1,3%) pelos coordenadores dos projetos ou são voluntários cadastrados na plataforma *online iNaturalist*<sup>1</sup> ( $n = 711$ ; 30,6%). Os cientistas cidadãos<sup>2</sup> são moradores dos municípios do ES abrangidos pelos projetos ( $n = 643$ <sup>3</sup>; 37,6%), estudantes da educação básica ( $n = 138$ ; 5,9%) ou do ensino superior ( $n = 135$ ; 5,8%), professores da educação básica ( $n = 22$ ; 1%), visitantes do INMA ( $n = 25$ ; 1%), pesquisadores e servidores do INMA ( $n = 67$ <sup>4</sup>; 2,8%) e usuários do *iNaturalist* ou das redes sociais dos projetos ( $n = 992$ ; 42,7%) (Figura 08).

A colaboração dos cientistas cidadãos resultou na submissão de 8.469 registros, sendo 74 (0,9%) referentes a parâmetros de qualidade de água e o restante ( $n = 8.395$ ; 99,1%) referentes a presença de indivíduos de diferentes espécies ocorrentes na Mata Atlântica, incluindo imagens/vídeos ( $n = 6362$ ; 75,1%), sons ( $n = 253$ ; 3,0%) ou relatos orais ( $n = 1278$ ; 15,0%). Os registros abrangeram 67 (i.e. 85,9%) municípios do ES (Figura 09).

Sobre a disponibilidade dos dados, a maior parte dos registros (71,5%) está disponível ao público em plataformas *online* de acesso aberto (Figura 09). Já em relação à qualidade dos dados, 63,4% dos registros foram validados por especialistas, podendo ser utilizados para pesquisas científicas (Figura 09).

Os registros foram submetidos de diferentes formas: *online*, via 1) plataforma *iNaturalist* ( $n = 4.699$ ; 55,5%), 2) redes sociais dos projetos ( $n = 858$ ; 9,0%), e 3) aplicativos de comunicação de celular ( $n = 874$ ; 10,3%); ou presencialmente, via 4) doação de espécimes ao Museu de Biologia Prof. Mello Leitão - MBML ( $n = 502$ ; 5,9%), 5) formulários em papel ( $n = 1.488$ ; 17,6%), ou 6) comunicação direta aos coordenadores dos projetos ( $n = 48$ ; 0,6%) (Figura 09).

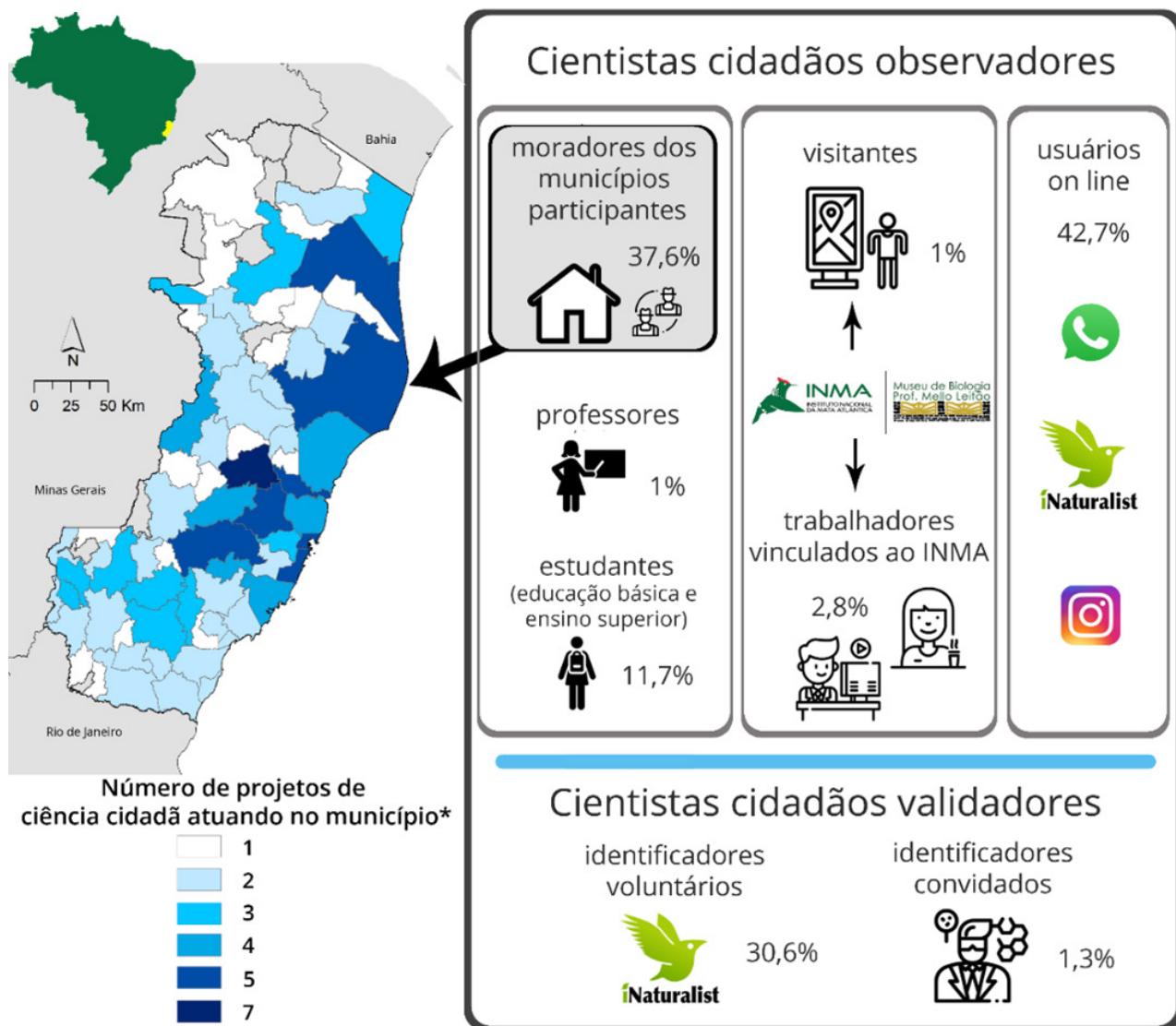
Os registros foram audiovisuais (fotos e vídeos:  $n = 6.392$  ou sons:  $n = 253$ ), orais ( $n = 1.278$ ), registrados

<sup>1</sup> Os dados do *iNaturalist* abrangem coletas realizadas por cientistas cidadãos colaboradores desde 2004, tempo superior à existência do programa de Ciência Cidadã do INMA. Houve a exploração dos dados existentes nesta plataforma por coordenadores de três projetos do programa.

<sup>2</sup> Os cientistas cidadãos podem fazer parte de mais de uma categoria e, portanto, a soma do número de cientistas cidadãos para o total de categorias ( $n = 2022$ ) ultrapassa o número total de cientistas cidadãos que colaborou com os projetos ( $n = 1578$ ).

<sup>3</sup> Alguns cientistas cidadãos podem ter contribuído com mais de um projeto, sendo que este número pode estar superestimado, uma vez que não foi realizada identificação nominal em todos os projetos.

<sup>4</sup> Alguns cientistas cidadãos podem ter contribuído com mais de um projeto, sendo que este número pode estar superestimado, uma vez que não foi realizada identificação nominal em todos os projetos.

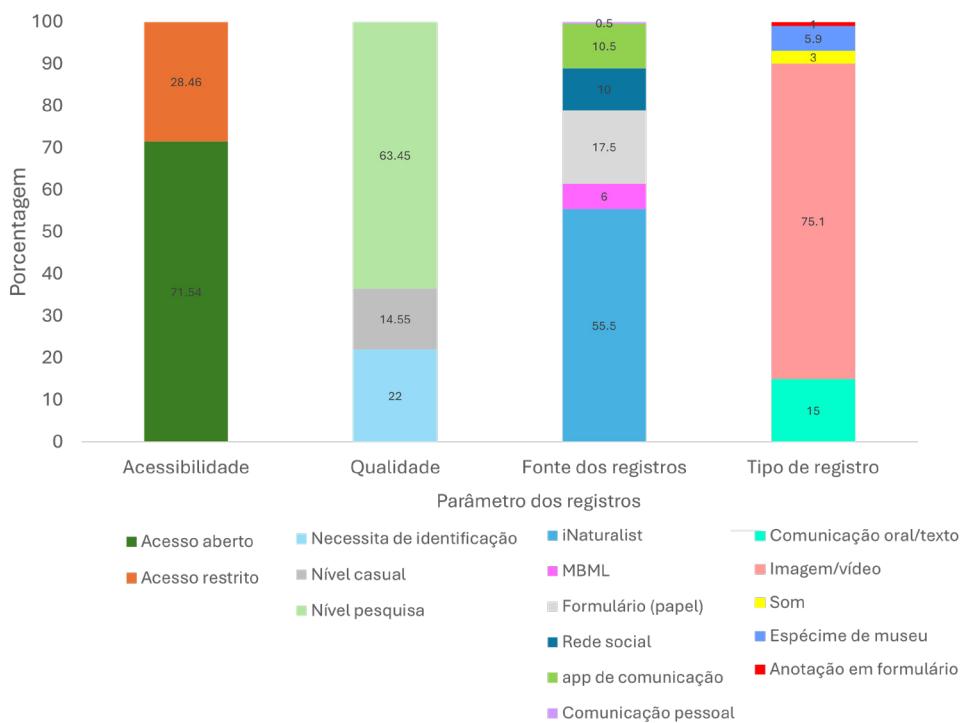


**FIGURA 8:** Perfil dos colaboradores dos projetos do Programa de Ciência Cidadã do INMA. Os colaboradores podem fazer parte de mais de uma categoria e, portanto, a soma das porcentagens ultrapassa 100%. À esquerda, mapa do Brasil e o estado do Espírito Santo em destaque, com os municípios que participaram dos projetos do referido programa. Na legenda de cores (1 a 7), os tons mais escuros indicam municípios onde há mais projetos atuando. Em cinza, estão os municípios que não participaram dos projetos. Fonte: elaborado pelos autores. Ícones usados: *freepik (flaticon)* e *Canva*.

em papel ( $n = 74$ ) ou espécimes coletados e tombados na coleção do MBML ( $n = 502$ ) (Figura 09).

Os registros são representativos de 600 espécies e mais nove espécimes identificados em nível de grande grupo (invertebrados aquáticos) da Mata Atlântica do ES (Figura 10a). Foram registradas 11 espécies “Vulneráveis” (seis espécies de répteis, duas de anfíbios, duas de primatas e uma de borboleta), oito espécies “Em Perigo” (duas de borboletas, quatro de répteis,

uma de anfíbio e uma de primata) e cinco espécies “Criticamente Em Perigo” (três de répteis e duas de primatas), evidenciando o potencial dos projetos em auxiliar nos planos de ação nacionais de conservação de espécies ameaçadas de extinção e no monitoramento do *status* de conservação da biodiversidade do ES (Figura 10b). Ainda, foram registradas 86 espécies endêmicas da Mata Atlântica (Figura 10c), das quais 12 endêmicas para o ES (Figura 10d).



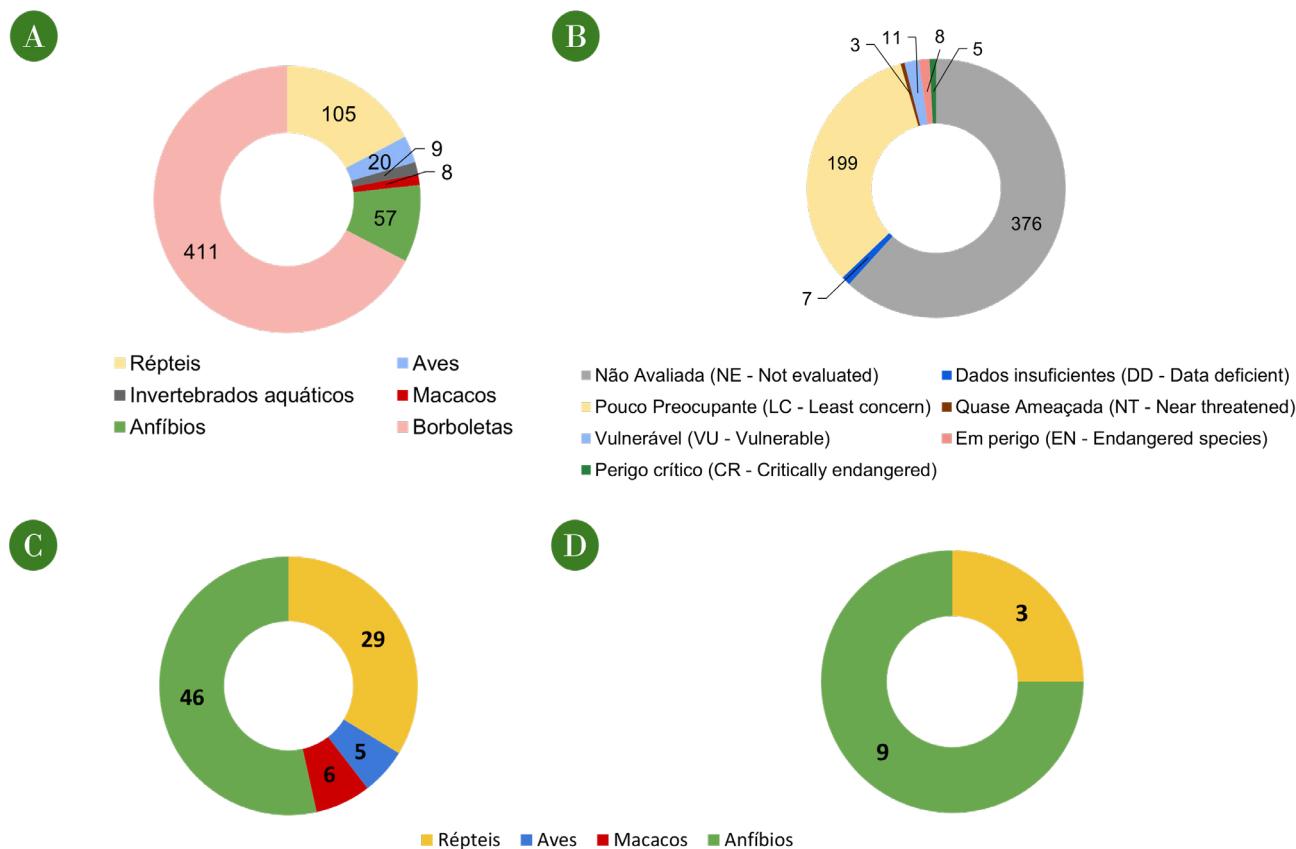
**FIGURA 9:** Parâmetros dos registros submetidos aos projetos do Programa de Ciência Cidadã do INMA: acessibilidade dos dados, qualidade dos dados (segundo o padrão de categorias propostas pelo *iNaturalist*), fonte (forma de submissão) dos registros e tipo de registros submetidos. Nível pesquisa = dados validados por especialistas. Nível casual = dados que não satisfazem os critérios técnicos, como data, coordenada geográfica, imagem ou áudio. Necessita de identificação = dados sem consenso nas identificações ou que não apresentam identificação em nível de espécie. MBML = Museu de Biologia Professor Mello Leitão. Fonte: elaborado pelos autores.

### Pontos positivos e desafios enfrentados – lições aprendidas e oportunidades para projetos futuros

Os resultados apresentados demonstram o grande potencial do Programa de CC do INMA como gerador de conhecimento sobre a Mata Atlântica do ES, abrangendo 67 dos 78 municípios do estado e fornecendo informações sobre a presença de nove grupos de invertebrados e 600 espécies da fauna deste bioma, muitas delas endêmicas e algumas em situação de ameaça. Como os projetos foram iniciados em momentos distintos (alguns até mesmo anteriores ao Programa de CC do INMA) e apresentam diferentes objetivos (alguns mais voltados para levantamento de biodiversidade e outros para aspectos ecológicos das espécies ou de qualidade ambiental), não foi finalidade deste artigo comparar os projetos ou os resultados específicos de cada um, mas sim fornecer um panorama geral de como um programa de CC pode gerar conhecimentos em ampla escala. Os protocolos atualmente ativos

têm grande potencial de replicação em outros estados pertencentes a este bioma, o que torna o INMA um centro pioneiro de referência e potencial multiplicador dos projetos para outras regiões. Para isso, estão sendo investidos esforços na produção de material de apoio aos protocolos — vídeos disponibilizados no canal do *Youtube* do INMA e livros para cada projeto (Alexandrino 2023; Barreto-Lima e Lima 2023; Braga 2023; Lacerda *et al.* 2023; Lima *et al.* 2023; Zocca e Lima 2023). Sabe-se que a produção de materiais de apoio pode aumentar as chances de sucesso de projetos de CC (Bonney *et al.* 2009; Freitag e Pfeffer 2013). Ademais, há potencial de ampliação do programa para outros grupos taxonômicos (p.ex. insetos polinizadores, plantas, morcegos, fauna atropelada etc.), a depender da especialidade de novos pesquisadores recrutados que iniciarão suas colaborações no INMA.

O público que colaborou com os projetos no período foi diverso e ainda é necessário um esforço de levantamento e organização desta informação para



**FIGURA 10:** Espécies registradas nos projetos do programa de ciência cidadã do INMA, considerando: A) número de espécies por grupo taxonômico; B) número de espécies por grau de ameaça (*status de conservação*); C) número de espécies endêmicas da Mata Atlântica e D) número de espécies endêmicas para o estado do Espírito Santo. No caso dos invertebrados aquáticos, os indivíduos foram identificados em grandes grupos. Não há informações na literatura sobre endemismo para as espécies de borboletas. Dados de endemismo e graus de ameaça baseados em Bencke *et al.* (2006), Rossa-Feres *et al.* (2017), Tozetti *et al.* (2017) e Fraga *et al.* (2019).

o planejamento estratégico do referido programa. Em especial, foi verificada a necessidade de diferentes tipos de abordagens para o recrutamento dos moradores locais de Santa Teresa (muitos sem familiaridade com redes sociais e tecnologias de informação e comunicação) e o público de visitantes e/ou trabalhadores do INMA. O uso de redes sociais e aplicativos de comunicação têm sido amplamente adotado em iniciativas de CC mundo afora (Oliveira *et al.* 2021), sendo também exitoso em todos os projetos do programa para o engajamento **inicial** dos cientistas cidadãos. Entretanto, a falta de familiaridade com a *internet* e com aplicativos levou muitos cientistas cidadãos a preferirem submeter os registros diretamente aos coordenadores dos projetos via *WhatsApp* (10,3% dos registros). Essa dificuldade relacionada ao uso de plataformas *online* de CC com a população local de Santa Teresa ou mesmo a

inexistência de plataformas adequadas aos objetivos dos projetos ainda são grandes desafios e, por isso, 28,5% dos dados estão armazenados em bancos de dados restritos aos coordenadores, aspecto que deverá ser melhorado para que os projetos fiquem adequados ao princípio de acessibilidade de dados da CC (Robinson *et al.* 2018). Neste sentido, o planejamento de estratégias, para que os cientistas cidadãos consigam de fato se engajar nos projetos e submeter os dados, deve ser realizado com cuidado para a maximização do potencial de alcance dos projetos do INMA, conforme relatado para outros países em desenvolvimento (Requier *et al.* 2020).

Não apenas o recrutamento e incentivo ao engajamento inicial devem ser trabalhados pelos projetos, mas também é importante que o engajamento **continuado** seja planejado e avaliado constantemente. Para isso, o

levantamento sistematizado das motivações e interesses dos diferentes públicos potencialmente colaboradores nos projetos de CC, com a utilização de metodologias qualitativas de pesquisa, será importante (Cunha *et al.* 2017; Mintz *et al.* 2023). No ano de 2023, decidiu-se pela concentração dos esforços na capacitação de professores da educação básica do estado do ES, por meio do oferecimento de um curso de extensão (“Ciência Participativa na Mata Atlântica” – PROEC/UFABC-INMA), híbrido (parte *online* e parte presencial) e com 60h de carga horária, visando apresentar a CC e os projetos de ciência cidadã em andamento no INMA, como um caminho para o trabalho com a educação científica escolar. Dez professores foram formados na primeira edição do curso e pretende-se o oferecimento de novas edições.

Da mesma forma, a avaliação dos impactos das atividades na aprendizagem dos cientistas cidadãos ainda permanece como uma lacuna, mas já foi aprovada, junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFABC, uma proposta de pesquisa educacional envolvendo a aplicação de questionários aos participantes dos projetos, na qual serão utilizados os indicadores individuais de aprendizagem propostos em Phillips *et al.* (2018).

Assim como em outras localidades do planeta (Kishimoto e Kobori 2021), entre 2020 e 2022, as restrições impostas pela pandemia da Covid-19 dificultaram o trabalho dos coordenadores e as atividades dos projetos junto à população local do município de Santa Teresa, mas, ao mesmo tempo, favoreceram a ampliação dos estudos com a utilização de dados registrados no *iNaturalist* (55,5% dos registros) ou dados dos espécimes depositados no MBML (5,9% dos registros).

Finalmente, um aspecto importante a ser trabalhado pelo referido programa é o tipo de CC desenvolvido pelo INMA. Como já explicado, atualmente, os projetos são do tipo contributivo (Shirk *et al.* 2012), nos quais os cientistas cidadãos basicamente colaboram com a coleta de dados. Concluímos que a aproximação do público com as atividades de pesquisa do INMA pode ser favorecida por outros tipos de CC que considerem o envolvimento ativo de colaboradores em mais etapas do processo científico.

## CONCLUSÃO

Os resultados alcançados pelo Programa de Ciência Cidadã do Instituto Nacional da Mata Atlântica, desde seu início em 2019 até 2023, refletem o

significativo impacto que iniciativas de ciência cidadã podem ter na pesquisa, conservação e educação ambiental. Através da colaboração de mais de dois mil cientistas cidadãos, o programa não só contribuiu para a coleta de dados valiosos sobre a biodiversidade da Mata Atlântica, como também promoveu uma maior conscientização e engajamento do público com a ciência e a conservação ambiental.

O programa enfrentou desafios consideráveis, como as restrições impostas pela pandemia de Covid-19 e a necessidade de adaptar estratégias de engajamento para atender a uma demografia diversa. No entanto, esses obstáculos foram também oportunidades para inovação e expansão do escopo do programa, como demonstrado pela inclusão de dados de plataformas online e a ampliação de seus métodos de recrutamento e de coleta de dados.

Olhando para o futuro, vê-se uma clara necessidade e oportunidade para ampliar o envolvimento dos participantes em todas as fases dos projetos de ciência cidadã. Isso inclui não apenas a coleta, mas também a análise de dados e a formulação de perguntas de pesquisa, o que pode aumentar a qualidade e o impacto da ciência gerada, além de fortalecer o vínculo entre os cidadãos e a comunidade científica.

A promoção de maior transparência e acessibilidade dos dados coletados, bem como a continuação da avaliação dos efeitos educacionais e sociais dos projetos, também se apresentam como passos cruciais para garantir a sustentabilidade e o crescimento do programa. Através desses esforços, o Instituto Nacional da Mata Atlântica não apenas fortalece sua posição como líder em ciência cidadã na conservação da biodiversidade, mas também serve como um modelo inspirador para programas similares em outras regiões e biomas.

Por fim, o reconhecimento e a valorização dos cientistas cidadãos, cujas contribuições são indispensáveis para o sucesso do programa, devem continuar sendo uma prioridade, garantindo que o conhecimento gerado seja um legado compartilhado.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a inestimável contribuição dos cientistas cidadãos colaboradores dos projetos. Ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio ao Subprograma de Capacitação Institucional do INMA (PCI/INMA 2019-2023).

## REFERÊNCIAS

- Albagli, S., & Rocha, L. (2024). Ciência Cidadã: um conceito polissêmico. *Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (Série INMA)*, 1(2), 1–8.
- Alexandrino, E.R. (2023). Investigando aves que vivem próximas de nós. In N.P. Ghilardi-Lopes, & I.M.S Lima (Eds.), *Série Ciência Cidadã na Mata Atlântica*. Instituto Nacional da Mata Atlântica. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11237798>
- Alexandrino, E.R., Bogoni, J.A., Navarro, A.B., Bovo, A.A.A., Gonçalves, R.M., Charters, J.D., Domini, J.A., & Ferraz, K.M.P.M.B. (2019). Large terrestrial bird adapting behavior in an urbanized zone. *Animals*, 9(6), 351. <https://doi.org/10.3390/ani9060351>
- Alexandrino, E.R., Navarro, A.B., Paulete, V.F., Camolesi, M., Lima, V.G.R., Green, A., De Conto, T., Ferraz, M.P.M.B., Şekercioğlu, Ç.H., & do Couto, H.T.Z. (2019). Challenges in engaging birdwatchers in bird monitoring in a forest patch: Lessons for future citizen science projects in agricultural landscapes. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), 4. <https://doi.org/10.5334/cstp.198>
- Angelo, C. (2019). Brazil's government freezes nearly half of its science spending. *Nature*, 568 (7751). <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01079-9>
- Barreto-Lima, A.F., & Lima, I.M.S. (2023). Aprendendo ciência no rastro dos répteis. In N.P. Ghilardi-Lopes, & I.M.S Lima (Eds.), *Série Ciência Cidadã na Mata Atlântica*. Instituto Nacional da Mata Atlântica. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11237751>
- Bencke, G.A., Maurício, G.N., Develey, P.F., & Goerck, J.M. (2006). Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: Parte I - Estados do domínio da Mata Atlântica (1ª). SAVE Brasil.
- Bonney, R., Cooper, C.B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K.V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977–984.
- Braga, L. (2023). Borboletar: um voo para a ciência. In N.P. Ghilardi-Lopes, & I.M.S Lima (Eds.), *Série Ciência Cidadã na Mata Atlântica*. Instituto Nacional da Mata Atlântica. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4710221>
- Brasil/MEC. (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. Etapa do Ensino Fundamental*.
- Brossard, D., Lewenstein, B., & Bonney, R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1099–1121. <https://doi.org/10.1080/09500690500069483>
- Brown, K.S., & Freitas, A.V.L. (2000). Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim Museu Biologia Mello Leitão*, 11/12, 71–118.
- Colombo, A., & Joly, C. (2010). Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. *Brazilian Journal of Biology*, 70(3 suppl), 697–708. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000400002>
- CONAMA. (2005). *Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Ministério do Meio Ambiente.
- Cunha, D.G.F., Marques, J.F., Resende, J.C., Falco, P.B., Souza, C.M., & Loiselle, S. A. (2017). Citizen science participation in research in the environmental sciences: key factors related to projects' success and longevity. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 89(3 suppl.), 2229–2245. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160548>
- Darwall, W.R.T., & Dulvy, N.K. (1996). An evaluation of the suitability of non-specialist volunteer researchers for coral reef fish surveys. Mafia Island, Tanzania—A case study. *Biological Conservation*, 78(3), 223–231. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)00147-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)00147-6)
- Evans, C., Abrams, E., Reitsma, R., Roux, K., Salmons, L., & Marra, P.P. (2005). The Neighborhood Nestwatch Program: Participant outcomes of a citizen-science ecological research project. *Conservation Biology*, 19(3), 589–594.
- Fraga, C.N. de, Formigoni, M. de H., & Chaves, F.G. (2019). *Fauna e flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo*. Instituto Nacional da Mata Atlântica.

França, J.S., & Callisto, M. (2019). *Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas*. Juliana Silva França. <https://doi.org/10.17648/ufmg-monitoramento2019>

Freitag, A., & Pfeffer, M.J. (2013). process, not product: Investigating recommendations for improving citizen science “success”. *PLoS ONE*, 8(5). <https://doi.org/ARTN e64079DOI 10.1371/journal.pone.0064079>

Haklay, M., Fraisl, D., Greshake Tzovaras, B., Hecker, S., Gold, M., Hager, G., Ceccaroni, L., Kieslinger, B., Wehn, U., Woods, S., Nold, C., Balázs, B., Mazzonetto, M., Ruefenacht, S., Shanley, L.A., Wagenknecht, K., Motion, A., Sforzi, A., Riemenschneider, D., Dorler, D., Heigl, F., Schaefer, T., Lindner, A., Weißpflug, M., Mačiūlienė, M., & Vohland, K. (2021). Contours of citizen science: a vignette study. *Royal Society Open Science*, 8(8). <https://doi.org/10.1098/rsos.202108>

Kishimoto, K., & Kobori, H. (2021). COVID-19 pandemic drives changes in participation in citizen science project “City Nature Challenge” in Tokyo. *Biological Conservation*, 255, 109001. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109001>

Lacerda, J.V.A., Santos, A.Z., & Lima, I.M.S. (2023). Coaxos de ciência e educação. In N.P. Ghilardi-Lopes, & I.M.S Lima (Eds.), *Série Ciência Cidadã na Mata Atlântica*. Instituto Nacional da Mata Atlântica. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11237658>

Lima, I.M.S., Lacerda, J.V.A., Gonçalves, A., & Ghilardi-Lopes, N.P. (2023). Trilhando ciência na Mata Atlântica: vamos aprender juntos?. In N.P. Ghilardi-Lopes, & I.M.S Lima (Eds.), *Série Ciência Cidadã na Mata Atlântica*. Instituto Nacional da Mata Atlântica. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11235121>

Lee, T.S., Kahal, N.L., Kinias, H.L., Randall, L.A., Baker, T.M., Carney, V.A., Kendell, K., Sanderson, K., & Duke, D. (2021). Advancing amphibian conservation through citizen science in urban municipalities. *Diversity*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/d13050211>

Lima, R.A.F., Oliveira, A.A., Pitta, G.R., de Gasper, A.L., Vibrans, A.C., Chave, J., ter Steege, H., & Prado, P.I. (2020). The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. *Nature Communications*, 11(1), 6347. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20217-w>

Mintz, K., Arazy, O., & Malkinson, D. (2023). Multiple forms of engagement and motivation in ecological citizen science. *Environmental Education Research*, 29(1), 27–44. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2120186>

Nery, M.S., Pereira, R.P., Tabacow, F.P., de Melo, F.R., Mendes, S.L., & Strier, K.B. (2021). Citizen science for monitoring primates in the Brazilian Atlantic Forest: Preliminary results from a critical conservation tool. *Primate Conservation*, 35.

Oliveira, S.S., Barros, B., Pereira, J.L., Santos, P.T., & Pereira, R. (2021). Social media use by citizen science projects: Characterization and recommendations. *Frontiers in Environmental Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.715319>

Phillips, T., Porticella, N., Constanas, M., & Bonney, R. (2018). A framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(2), 3. <https://doi.org/10.5334/cstp.126>

Pocock, M.J.O., Hamlin, I., Christelow, J., Passmore, H., & Richardson, M. (2023). The benefits of citizen science and nature-noticing activities for well-being, nature connectedness and pro-nature conservation behaviours. *People and Nature*, 5(2), 591–606. <https://doi.org/10.1002/pan3.10432>

Provenzi, L., & Barello, S. (2020). The science of the future: Establishing a citizen-scientist collaborative agenda after Covid-19. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00282>

Requier, F., Andersson, G.K., Oddi, F.J., & Garibaldi, L.A. (2020). Citizen science in developing countries: how to improve volunteer participation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(2), 101–108. <https://doi.org/10.1002/fee.2150>

Rezende, C.L., Scarano, F.R., Assad, E.D., Joly, C.A., Metzger, J.P., Strassburg, B.B. N., Tabarelli, M., Fonseca, G.A., & Mittermeier, R.A. (2018). From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(4), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>

Robinson, L.D., Cawthray, J.L., West, S.E., Bonn, A., & Ansine, J. (2018). Ten principles of citizen science.

In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, & A. Bonn (Eds.), *Citizen science: Innovation in Open Science, Society and Policy* (pp. 27–40). UCL Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv550cf2.9>

Rossa-Feres, D.D.C., Garey, M.V., Caramaschi, U., Napoli, M.F., Nomura, F., Bispo, A.A., Brasileiro, C.A., Thomé, M.T., Sawaya, R.J., Conte, C.E., Cruz, C.A.G., Nascimento, L.B., Gasparini, J.L., Almeida, A.P., & Haddad, C.F.B. (2017). Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. In E.L.A. Monteiro-Filho, & C.E. Conte (Eds.), *Revisões em zoologia: Mata Atlântica* (pp. 237–314). Editora UFPR.

Salm, R.V., Clark, J., & Siirila, E. (2000). *Marine and Coastal Protected Areas: A guide for planners and managers*. IUCN.

Sanderson, C., Braby, M.F., & Bond, S. (2021). Butterflies Australia: a national citizen science database for monitoring changes in the distribution and abundance of Australian butterflies. *Austral Entomology*, 60(1). <https://doi.org/10.1111/aen.12513>

Shirk, J.L., Ballard, H.L., Wilderman, C.C., Phillips, T., Wiggins, A., Jordan, R., McCallie, E., Minarchek, M., Lewenstein, B.V., Krasny, M.E., & Bonney, R. (2012). Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecology and Society*, 17(2), art29. <https://doi.org/10.5751/ES-04705-170229>

Tabarelli, M., Pinto, L.P., Silva, J.M.C., Hirota, M., & Bede, L. (2005). Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology*, 19(3), 695–700. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00694.x>

Tozetti, A.M., Sawaya, R.J., Molina, F.B., Bérnails, R.S., Barbo, F.E., Moura-Leite, J.C. de, Borges-Martins, M., Recoder, R., Teixeira Junior, M., Argôlo, A.J.S., Morato, S.A.A., & Rodrigues, M.T. (2017). Répteis. In E.L.A. Monteiro-Filho, & C.E. Conte (Eds.), *Revisões em zoologia: Mata Atlântica* (pp. 315–364). Editora UFPR.

Viana, B.F., Barreto-Lima, A.F., Oliveira da Silva, F., França, J.S., Lacerda, J.V.A., Szabo, J., Koffler, S., & Dantas, T.B. (2024). Potencial da Ciência Cidadã para mapeamento, monitoramento e conservação da biodiversidade na Mata Atlântica. *Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (Série INMA)*, 1(2), 73–86.

Wynne, B. (2006). Public Engagement as a means of restoring public trust in science – Hitting the notes, but missing the music? *Public Health Genomics*, 9(3), 211–220. <https://doi.org/10.1159/000092659>

Zocca, C., & Lima, I.M.S. (2023). Entre as folhas das bromélias: pesquisando os anfíbios. In N.P. Ghilardi-Lopes, & I.M.S. Lima (Eds.), *Série Ciência Cidadã na Mata Atlântica*. Instituto Nacional da Mata Atlântica. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11237708>