

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DE SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE HIDROBIOLOGIA

BEATRIZ DE FRANÇA ROQUE

**MAPEAMENTO DA MACRÓFITA INVASORA *Hedychium coronarium* J. Koenig  
(ZINGIBERACEAE) E COMO A CIÊNCIA CIDADÃ CONTRIBUI PARA O  
REGISTRO DESTA ESPÉCIE NO ESTADO DE SÃO PAULO**

SÃO CARLOS-SP

2023

BEATRIZ DE FRANÇA ROQUE

**MAPEAMENTO DA MACRÓFITA INVASORA *Hedychium coronarium* J. Koenig  
(ZINGIBERACEAE) E COMO A CIÊNCIA CIDADÃ CONTRIBUI PARA O  
REGISTRO DESTA ESPÉCIE NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Ecologia e Recursos Naturais.

Área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dalva Maria da Silva Matos

SÃO CARLOS- SP

2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Beatriz de França Roque, realizada em 31/08/2023.

**Comissão Julgadora:**

Profa. Dra. Dalva Maria da Silva Matos (UFSCar)

Prof. Dr. Rafael de Oliveira Xavier (UFPI)

Prof. Dr. Edson Montilha de Oliveira (Fundação Florestal)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

Dedico à minha querida Santinha (*in memoriam*), cujo empenho em me educar sempre veio em primeiro lugar e passado de geração em geração. Aqui estão os resultados dos seus esforços. Com muita gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e todas as forças da natureza por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dalva Matos, minha orientadora, por ter me acolhido de paraquedas nesse mestrado, por seus ensinamentos, pelo apoio e por ter desempenhado tal função com dedicação e amizade. Obrigada pelo apoio em campo, pela confiança, pelas conversas e desabaços, fofinha!

Agradeço à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) por me receber, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; processo nº 153594/2021) pelo apoio fornecido através da bolsa de estudos e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

Sou grata à minha família pelo incentivo nas horas difíceis, especialmente minha mãe Virginia que batalhou muito para me oferecer uma educação de qualidade. Minha querida e eterna prof. Virginia, obrigada pelos ensinamentos, obrigada por ser uma excelente mãe e professora. “Ao mestre, com carinho”.

Deixo aqui novamente um agradecimento especial à minha vó Maria, minha querida Santinha (*in memoriam*), que sempre foi o meu maior exemplo de luta e determinação nessa vida.

Ao meu noivo Gean pela compreensão e paciência demonstrada durante esse período, por estar sempre ao meu lado com palavras de ânimo e conforto, por me trazer paz em meio aos desafios e crises.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade e pelo apoio ao longo dessa trajetória, especialmente minha amiga Maira Lima. E agradeço as amigas que o laboratório de Ecologia e Conservação me trouxe especialmente Camila Denobile e Márcia Martins, muito obrigada pelo suporte com minhas dúvidas e perguntas bobas, obrigada pelo compartilhamento de momentos bons e ruins.

Um agradecimento especial ao Paulo Ruffino, meu lokão do k, pela parceria, pelas dicas nos trabalhos e conversas de apoio nas viagens de kampo, agradeço por fornecer os kontatos com os gestores para que facilitasse meu trabalho em UCs.

Agradeço a todos os gestores e monitores das Unidades de Conservação do estado de São Paulo especialmente ao Edson Montilha, gerente das UCs do litoral sul de São Paulo. Obrigada por aceitar participar da minha banca de qualificação e defesa. Obrigada pelo apoio ao projeto

de espécies invasoras, obrigada pelas rodas de conversas e parcerias.

Agradeço ao biólogo, mateiro, amigo, psicólogo e principalmente, criador da pipoca doce em campo, nosso querido Luizinho. Obrigada pelo suporte em todos os campos, pelo excelente trabalho e apoio.

Agradeço ao Prof.º Dr.º Rafael Xavier, por aceitar participar na banca de qualificação e da defesa, pelos ensinamentos em aula com o temido programa R. Obrigada pelos comentários e correções do trabalho. Obrigada por ser um excelente professor.

Agradeço à Prof.ª Dr.ª Vânia Pivello por aceitar participar na banca de qualificação, pelo apoio no projeto de invasoras e Drª Raquel Boschi pela ajuda no conteúdo e nos dados.

Agradeço ao prof.º Dr.º Wayne Dawson e prof.º Dr.º Philip Stephens pela parceria em campo, instruções com o programa R e dicas para execução do projeto.

Sou grata a todos que entraram depois de mim no Laboratório de Ecologia e Conservação. Obrigada Aninha e Gui pelo auxílio em campo e no laboratório.

Por fim, gratidão a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.

*“... A destruição dos recursos da natureza, mesmo a título de progresso, é uma triste tendência dos homens da atualidade. E cremos que semelhante agressão à vida natural se fará seguida por amargas consequências de que o tempo trará notícias à Humanidade Terrestre...”*

(Chico Xavier)

## RESUMO

A invasão biológica é reconhecida como uma das principais causas de perda de biodiversidade. Entre as principais espécies invasoras no Brasil está a *Hedychium coronarium*, uma macrófita anfíbia e perene de ambientes úmidos, da qual são insuficientes as informações sobre os fatores que favorecem sua invasão. A Ciência Cidadã é empregada, uma vez que ocorre a participação da sociedade em pesquisas científicas sobre a importância e preservação da biodiversidade. O monitoramento ambiental realizado em conjunto com a sociedade ajuda a detectar problemas que a espécie ocasiona e permite que sejam resolvidos previamente, quando ainda é um processo viável. Assim, o trabalho foi desenvolvido a partir de duas perspectivas. A primeira objetivou avaliar a ocorrência e estimar o nível de invasão da espécie invasora no interior de Unidades de Conservação do estado de São Paulo. A pesquisa de campo considerou 29 visitas, percorrendo perímetros com invasões e registrando com o auxílio do aplicativo iNaturalist durante o período de um ano. A partir dos resultados obtidos nessa pesquisa, a espécie invasora teve maior distribuição em áreas de Floresta Ombrófila Densa, mesmo distante dos corpos hídricos, enquanto em áreas de Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado ocorreu somente em áreas mais próximas do corpo hídrico. A segunda objetivou descrever o uso do aplicativo iNaturalist como uma ferramenta de Ciência Cidadã, empregada para monitorar a espécie invasora no estado de São Paulo e promover a adoção deste aplicativo entre os diversos membros da sociedade. A coleta de dados foi realizada no período de maio de 2022 a julho de 2023. A partir desse projeto, foram ministrados workshops e oficinas por professores pesquisadores sobre as invasões biológicas e apresentado o aplicativo iNaturalist. A partir desse estudo, foram obtidos ao total 794 registros da espécie, sendo 221 deles realizados por membros externos ao projeto. Em relação à quantidade de observadores, houve um aumento de 98 cadastrados, todos membros externos ao projeto. Esses valores resultam na parceria da pesquisa com o público e permitem inferir que a sociedade foi bem participativa com o projeto. Esta pesquisa, com os métodos propostos e respectivos resultados positivos alcançados, subsidia empenhos técnicos científicos atuais perante as Áreas Protegidas e Unidades de Conservação. O propósito é atender à necessidade de identificação e resposta imediata a diversas outras espécies invasoras, assim como servir de exemplo para o desenvolvimento de ações de Ciência Cidadã nas questões relacionadas a biodiversidade.

**Palavras-chave:** Invasão biológica. *Hedychium coronarium*. Unidades de Conservação. Ciência Cidadã. iNaturalist.

## ABSTRACT

Biological invasion is recognized as one of the main causes of biodiversity loss. Among the main invasive species in Brazil is *Hedychium coronarium*, an amphibious and perennial macrophyte from humid environments, for which there is insufficient information on the factors that favor its invasion. Citizen Science is used, as society participates in scientific research on the importance and preservation of biodiversity. Environmental monitoring carried out in conjunction with society helps to detect problems that the species causes and allows them to be resolved in advance, when it is still a viable process. Thus, the work was developed from two perspectives. The first aimed to evaluate the occurrence and estimate the level of invasion of the invasive species within Conservation Units in the state of São Paulo. The field research considered 29 visits, covering perimeters with invasions and recording them with the help of the iNaturalist application over a period of one year. Based on the results obtained in this research, the invasive species had a greater distribution in areas of Dense Ombrophilous Forest, even far from water bodies, while in areas of Semideciduous Seasonal Forest and Cerrado it only occurred in areas closer to the water body. The second aimed to describe the use of the iNaturalist application as a Citizen Science tool, used to monitor invasive species in the state of São Paulo and promote the adoption of this application among various members of society. Data collection was carried out from may 2022 to July 2023. From this project, workshops and workshops were given by research professors on biological invasions and the iNaturalist application was presented. From this study, a total of 794 records of the species were obtained, 221 of which were made by members external to the project. In relation to the number of observers, there was an increase of 98 registered, all members external to the project. These values result in the partnership between research and the public and allow us to infer that society was very participative in the project. This research, with the proposed methods and respective positive results achieved, supports current scientific technical efforts in Protected Areas and Conservation Units. The purpose is to meet the need for identification and immediate response to several other invasive species, as well as serving as an example for the development of Citizen Science actions on issues related to biodiversity.

**Keywords:** Biological invasion. *Hedychium coronarium*. Conservation units. Citizen science. iNaturalist.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1- A) <i>Hedychium coronarium</i> , B) estágio floral, C) rizoma e D) fruto e sementes.....	24
Figura 2- Distribuição da macrófita invasora <i>Hedychium coronarium</i> em Unidades de Conservação no estado de São Paulo, Brasil.....	28

### CAPÍTULO 2

Figura 1- Identificação definidos pelo usuário no iNaturalist.....	42
Figura 2- Projetos no iNaturalist.....	42
Figura 3- Mapa com registros de <i>Hedychium coronarium</i> realizados no estado de São Paulo.....	44

## **LISTA DE TABELAS**

### **CAPÍTULO 1**

Tabela 1- Unidades de Conservação (UCs) visitadas no estado de São Paulo. ....	25
--	----

## SUMÁRIO

<b>Introdução Geral</b> .....	12
<b>Referências</b> .....	16
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	19
<b>RESUMO</b> .....	20
<b>ABSTRACT</b> .....	21
<b>Introdução</b> .....	22
<b>Material e Métodos</b> .....	24
1- Descrição da espécie .....	24
2- Áreas de estudo .....	25
3- Coleta de dados .....	26
4- Análise dos dados .....	26
<b>Resultados e Discussão</b> .....	27
<b>Referências</b> .....	31
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	36
<b>RESUMO</b> .....	37
<b>ABSTRACT</b> .....	38
<b>Introdução</b> .....	39
<b>Material e Métodos</b> .....	41
1. Área de Estudo .....	41
2. Aplicativo iNaturalist .....	41
3. Metodologia .....	43
<b>Resultados e Discussão</b> .....	43
<b>Conclusão</b> .....	45
<b>Referências</b> .....	47
<b>Considerações finais</b> .....	50

## Introdução Geral

A invasão biológica é um fenômeno preocupante que ocorre quando espécies não nativas são introduzidas em ambientes onde não ocorriam naturalmente, formando populações persistentes que se desenvolvem descontroladamente. Essas espécies invasoras têm o potencial de alterar os ecossistemas, causando impactos negativos na biodiversidade (Simberloff; Rejmanek, 2011; Simberloff, 2003).

Essas invasões têm sido impulsionadas pela intensificação do comércio, transporte e turismo associado à globalização, que facilitam o movimento de espécies entre diferentes regiões mundiais (Vitule; Skóra; Abilhoa, 2012a; Ellis *et al.*, 2011; Williamson, 1996). Como a invasão depende das características da espécie, da comunidade invadida, do meio físico e também de ações antrópicas, é necessário conhecimento detalhado dessas condições para uma possível adequação às ações de detecção e manejo (Richardson *et al.*, 2000).

Pesquisas científicas voltadas ao monitoramento da biodiversidade, tem se intensificado devido à importância dos resultados e à preservação do meio ambiente. Os estudos com essa vertente, são caracterizados pela interação dos pesquisadores com a sociedade. Nessas circunstâncias de participação do cidadão não cientista em pesquisas científicas, é onde o termo Ciência Cidadã é empregado. Alguns autores como Dickinson, Zuckerberg e Bonter (2010), bem como Soares e Santos (2011), fortalecem a importância das parcerias, os quais apresentam efetiva participação em coletas e/ou análises de dados científicos relacionados às pesquisas aplicadas a temas de interesse público.

O monitoramento ambiental ou da biodiversidade é definido como uma medição sistemática de aspectos e processos ao longo do tempo, sempre tendo um motivo para a coleta de dados, como assegurar que determinados padrões de qualidade estão sendo atendidos (Spellerberg, 2005). Assim, o monitoramento ambiental se apresenta como uma ferramenta para gestão de uma área protegida, por exemplo (Pereira *et al.*, 2013). Os dados realizados pela Ciência Cidadã ajudam a detectar problemas e permitem reações antecipadas, quando ainda é um processo viável (Magnusson *et al.*, 2013; Pereira *et al.*, 2013).

A interseção entre a Ciência Cidadã e a preservação da biodiversidade é visível não apenas por seu impacto prático, mas também por sua capacidade de inspirar mudanças culturais e atitudes em relação à natureza. Ao obter informações sobre espécies e ecossistemas, os participantes envolvidos podem participar das estratégias específicas para conservação.

A Ciência Cidadã, refere-se à parceria entre cientistas e a sociedade, que atuam de forma efetiva nas coletas e/ou análises de dados científicos relacionados às pesquisas empregadas a temas de interesse público (Dickinson; Zuckerberg; Bonter, 2010). Além disso, é utilizada para descrever, de forma geral, projetos com finalidades científicas em que a sociedade contribui como voluntária (Soares; Santos, 2011). Irwin (1995) definiu a Ciência Cidadã como uma abordagem que atende as necessidades e preocupações dos cidadãos que, ao mesmo tempo, é desenvolvida e realizada pelos próprios cidadãos. Bonney (1996), por sua vez, a definiu como projetos científicos nos quais a sociedade contribui com dados observacionais para os cientistas, como por exemplo, a observação de pássaros, para adquirirem habilidades científicas em troca. Este último autor, descreveu a Ciência Cidadã como a participação do público na pesquisa científica e também como uma ferramenta para promover a compreensão pública da ciência.

Nos últimos anos, foi observado o aumento das pesquisas com cooperação da sociedade devido à evolução tecnológica, como a internet e aplicativos, que possibilitam o crescimento da acessibilidade e da participação remota. Isso indica que os voluntários podem utilizar ferramentas mais familiares para a realização do monitoramento (Sturm *et al.*, 2018; Liebenberg *et al.*, 2017). Com a Ciência Cidadã abrindo portas para a colaboração científica, envolvendo o público em geral, projetos fundamentados nas tecnologias e à internet alcançam voluntários de várias comunidades e beneficiam tanto os cientistas como a sociedade. Em virtude dos benefícios potenciais, novos projetos estão sendo criados regularmente. Isso reforça a necessidade de plataformas online que possam abranger projetos diferentes e permitir que voluntários possam tomar conhecimento das propostas e participar (Sturm *et al.*, 2018; Liebenberg *et al.*, 2017).

Há projetos que realizam esse trabalho de monitoramento, disseminando a informação e proporcionando acesso a bases de dados contendo notificações de espécies mundiais, como por exemplo o Programa Monitora do ICMBio<sup>1</sup> e Programa de Monitoramento da Biodiversidade em desenvolvimento pela Fundação Florestal<sup>2</sup>, como também aplicativos e plataformas digitais Wikiaves<sup>3</sup>, eBird<sup>4</sup>, Pl@ntNet<sup>5</sup> e iNaturalist<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento>. Acesso em: 26 out. 2023.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/programas-e-campanhas/programa-de-monitoramento-da-biodiversidade/>. Acesso em: 26 out. 2023.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/>. Acesso em: 26 out. 2023.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://ebird.org/home>. Acesso em: 26 out. 2023.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://identify.plantnet.org/pt-br>. Acesso em: 26 out. 2023.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.inaturalist.org/>. Acesso em: 26 out. 2023.

A plataforma iNaturalist diferentemente das outras citadas, é a mais completa e abrange todos os grupos taxonômicos (ou seja, não é restrita ao grupo de aves, como no caso do Wikiaves). É um projeto científico, uma rede social e cidadã, que conecta pessoas desde cidadãos comuns a cientistas e biólogos com o objetivo de levantar dados e mapear a biodiversidade em todo o mundo (Zamoner, 2021).

A contribuição da Ciência Cidadã utilizando a plataforma como monitoramento de espécies invasoras é promissora já que os recursos científicos destinados ao problema das invasões biológicas geralmente são limitados. Logo, a Ciência Cidadã contribui nesse cenário com capacidade de cobrir recursos a um custo menor já que utiliza e capacita a sociedade para estas ações (Simoniello *et al.*, 2019; Gallo; Waite, 2011).

Diante da complexidade do controle das espécies invasoras, este estudo teve como objetivo geral investigar a contribuição da ciência cidadã para o registro de espécies invasoras a partir do mapeamento da macrófita *Hedychium coronarium* no estado de São Paulo.

*H. coronarium* J. Koenig (Zingiberaceae) é uma espécie herbácea rizomatosa, originária do Himalaia, que é considerada invasora em países como Quênia, África do Sul, Austrália, EUA, Cuba e Brasil (Witt; Beale; Van Wilgen, 2018; Sampaio; Schmidt, 2013). Esta, forma densas colônias por meio de propagação vegetativa de seus rizomas (Kissmann; Groth, 1997; Manish, 2013). Há evidências de que o sombreamento causado por estes adensamentos funcione como uma barreira ao estabelecimento de plântulas de espécies nativas (Haider *et al.*, 2016). Conhecida no Brasil como lírio-do-brejo, a espécie está presente em diversas Unidades de Conservação (I3N Brasil, 2019; Ziller; Dechoum, 2013).

Apesar de se encontrar ameaçada de extinção em sua região de origem, devido ao uso popular como planta medicinal, *H. coronarium* foi disseminada por ação humana, havendo no Brasil populações estabelecidas em diferentes Biomas como Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Manish, 2013; Zenni; Ziller, 2011). Entre os impactos causados por esta espécie estão a obstrução do fluxo de água em canais, riachos e áreas úmidas e, além disso, sua rápida propagação vegetativa impede a ocupação do hábitat por espécies nativas (Haider *et al.*, 2016; CABI, 2014).

Os objetivos específicos deste estudo foram:

- 1- Avaliar a ocorrência e estimar o nível de invasão nos pontos de ocorrência desta espécie no interior de Unidades de Conservação.

- 2- Avaliar a contribuição do iNaturalist como uma ferramenta de Ciência Cidadã, empregada para monitorar a espécie invasora no estado de São Paulo.

Assim, a partir dessa introdução geral, a dissertação está organizada em dois capítulos. O Capítulo 1 buscou avaliar a ocorrência da espécie invasora *Hedychium coronarium* no interior de Unidades de Conservação em diferentes regiões do estado de São Paulo, estimando o seu grau de invasão nesses pontos localizados. O Capítulo 2, por sua vez, apresenta a descrição do uso do aplicativo iNaturalist como uma ferramenta de monitoramento da espécie invasora supracitada, a partir do envolvimento da comunidade, discutindo sua utilização como uma ferramenta que propicia a Ciência Cidadã e a integração entre cientistas, universidades e sociedade.

## Referências

- BONNEY, R. (1996). Citizen science: A lab tradition. **Living Bird**, 15(4), 7-15. Disponível em: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=pt-BR&user=shvES98AAAAJ&citation\\_for\\_view=shvES98AAAAJ:INdAjOZKYREC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=shvES98AAAAJ&citation_for_view=shvES98AAAAJ:INdAjOZKYREC). Acesso em: ago. 2023.
- CABI - Centre for Agriculture and Biosciences International. (2014). **Invasive Species Compendium: *Hedychium coronarium***. Disponível em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/26678>.
- DICKINSON, J. L., ZUCKERBERG, B., & BONTER, D. N. (2010). Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 41(1), 149–172. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>.
- ELLIS, B. K., STANFORD, J. A., GOODMAN, D., STAFFORD, C. P., GUSTAFSON, D. L., BEAUCHAMP, D. A., CHESS, D. W., CRAFT, J. A., DELERAY, M. A., & HANSEN, B. S. (2011). Long-term effects of a trophic cascade in a large lake ecosystem. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 108(3), 1070–1075. <https://doi.org/10.1073/pnas.1013006108>.
- GALLO, T., & WAITT, D. (2011). Creating a Successful Citizen Science Model to Detect and Report Invasive Species. **BioScience**, 61(6), 459–465. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.6.8>.
- HAIDER, J.A; HÖBART, R.; KOVACS, N.; MILCHRAM, M.; DULLINGER, S.; HUBER, W.; ESSL, F. (2016). The role of habitat, landscape structure and residence time on plant species invasions in a neotropical landscape. **Journal of Tropical Ecology**, v. 32, p. 240-249.
- IRWIN, A. (1995). Citizen Science: a study of people, expertise and sustainable development. London and New York: **Routledge**. <https://doi.org/10.4324/9780203202395>.
- I3N BRASIL. (2019). Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras. **Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental**, Florianópolis–SC. Disponível em: <http://i3n.institutohorus.org.br>.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. (1997). **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF. Tomo I. 825 p.
- LIEBENBERG, L., STEVENTON, J., BRAHMAN, NATE, BENADIE, K., MINYE, J., LANGWANE, H. (KAROHA), & XHUKWE, Q. (Uase). (2017). Smartphone Icon User Interface design for non-literate trackers and its implications for an inclusive citizen science. **Biological Conservation**, 208, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.033>.
- MAGNUSSON, W.; BRAGA-NETO, R.; PEZZINI, F.; BACCARO, F.; BERGALLO, H.; PENHA, J. *et al.* (2013). Biodiversidade e Monitoramento Ambiental Integrado (livro eletrônico). PPBio. Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia. **Áttema Editorial**. Santo André. São Paulo. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmninnkcbpajpccpgleclfindmkaj/https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Biodiversidade\\_e\\_monitoramento\\_ambiental\\_integrado.pdf](chrome-extension://efaidnbmninnkcbpajpccpgleclfindmkaj/https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Biodiversidade_e_monitoramento_ambiental_integrado.pdf). Acesso em: ago. 2023.

MANISH, M. (2013). Current status of endangered Medicinal plant *Hedychium coronarium* and causes of Population decline in the natural forests of Anuppur and Dindori districts of Madhya Pradesh, India. **Int. Res. J. Biological Sci.**, Indore., vol. 2, n. 3, p. 1-6.

PEREIRA, C. P.; ROQUE, F. O.; CONSTANTINO, P.; SABINO, J.; PRADO, M. U. (2013). Monitoramento in situ da biodiversidade: Uma proposta para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade. Brasília. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/260753318\\_Monitoramento\\_in\\_situ\\_da\\_biodiversidade\\_-\\_Proposta\\_para\\_um\\_Sistema\\_Brasileiro\\_de\\_Monitoramento\\_da\\_Biodiversidade](https://www.researchgate.net/publication/260753318_Monitoramento_in_situ_da_biodiversidade_-_Proposta_para_um_Sistema_Brasileiro_de_Monitoramento_da_Biodiversidade). Acesso em: ago. 2023.

RICHARDSON, D. M., PYŠEK, P., REJMANEK, M., BARBOUR, M. G., PANETTA, F. D., & WEST, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distribution**. v. 10, n. 2, p. 135-146. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>.

SAMPAIO, A.B.; SCHMIDT, I.B. (2013). Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 2.

SIMBERLOFF, D. (2003). Confronting introduced species: a form of xenophobia? **Biological Invasions**, 5(3), 179–192. <https://doi.org/10.1023/A:1026164419010>.

SIMBERLOFF, D., REJMANEK, M. (2011). **Encyclopedia of Biological Invasions**. 1st ed. University of California Press. Disponível em: <https://www.perlego.com/book/551975/encyclopedia-of-biological-invasions-pdf>. Acesso em: ago. 2023.

SIMONIELLO, C., JENCKS, J., LAURO, F. M., LOFTIS, J. D., WESLAWSKI, J. M., DEJA, K., FORREST, D. R., GOSSETT, S., JEFFRIES, T. C., JENSEN, R. M., KOBARA, S., NOLAN, L., OSTROWSKI, M., POUNDS, D., ROSEMAN, G., BASCO, O., GOSSELIN, S., REED, A., WILLS, P., & WYATT, D. (2019). Citizen-Science for the Future: Advisory Case Studies from Around the Globe. **Frontiers in Marine Science**, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00225>.

SOARES, M. D.; SANTOS, R. D. C. (2011). Ciência Cidadã: o envolvimento popular em atividades científicas. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, v. 47, p. 38-43. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/236952978\\_Ciencia\\_Cidada\\_o\\_envolvimento\\_popular\\_em\\_atividades\\_cientificas](https://www.researchgate.net/publication/236952978_Ciencia_Cidada_o_envolvimento_popular_em_atividades_cientificas). Acesso em: ago. 2023.

SPELLERBERG, I. F. (2005). **Monitoring Ecological Change**. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511614699>.

STURM, U., SCHADE, S., CECCARONI, L., GOLD, M., KYBA, C., CLARAMUNT, B., HAKLAY, M., KASPEROWSKI, D., ALBERT, A., PIERA, J., BRIER, J., KULLENBERG, C., & LUNA, S. (2018). Defining principles for mobile apps and platforms development in citizen science. **Research Ideas and Outcomes**, 4, e23394. <https://doi.org/10.3897/rio.4.e23394>.

VITULE, J. R. S., SKÓRA, F., & ABILHOA, V. (2012). Homogenization of freshwater fish faunas after the elimination of a natural barrier by a dam in Neotropics. **Diversity and Distributions**, 18(2), 111–120. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00821.x>.

WILLIAMSON, M. (1996). Biological Invasions. **Ecology**, v. 77, p. 1655-1660. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=eWUdzI6j3V8C&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: ago. 2023.

WITT, A.; BEALE, T; VAN WILGEN, B.W. (2018). An assessment of the distribution and potential ecological impacts of invasive alien plant species in eastern Africa. **Transactions of the Royal Society of South Africa**.

ZAMONER, M. (2021). **Ciência Cidadã e biodiversidade**. 1. ed. Curitiba: Comfauna Livros. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/357469773\\_Ciencia\\_cidada\\_e\\_biodiversidade](https://www.researchgate.net/publication/357469773_Ciencia_cidada_e_biodiversidade).

ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. (2011). An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo. v. 34, n. 3, p.431-446.

ZILLER, S. R.; DECHOUM, M. S. (2013). Plantas e vertebrados exóticos invasores em Unidades de Conservação no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 4-31.

---

---

**CAPÍTULO 1**

---

---

**Ocorrência da macrófita invasora *Hedychium coronarium* em Unidades de Conservação do estado de São Paulo**

## RESUMO

Várias espécies invasoras possuem características que intensificam seus impactos e favorecem sua presença em ambientes alterados, no entanto, podem surgir em ambientes mais preservados, como as Unidades de Conservação. No Brasil, uma das principais espécies vegetais invasoras é a macrófita *Hedychium coronarium*. Estudos focados na macrófita em contexto brasileiro apontam sua resistência a diferentes condições ambientais a partir de experimentos em laboratório, bem como seu impacto na evapotranspiração. Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar a distribuição espacial da espécie *H. coronarium* em Unidades de Conservação do estado de São Paulo. A pesquisa de campo considerou 29 visitas as Unidades de Conservação principalmente Parques Estaduais e Estações Ecológicas. A coleta de dados foi realizada a partir de trilhas percorridas no interior das UCs e registrados utilizando o aplicativo iNaturalist durante o período de um ano (maio de 2022 a julho de 2023). Foi encontrado a espécie invasora *H. coronarium* em 18 das 29 UCs visitadas e teve maior distribuição em áreas de Floresta Ombrófila Densa, mesmo distante dos corpos hídricos, enquanto em áreas de Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado ocorreu somente em áreas mais próxima e mais alagadas. Os resultados mostram que *H. coronarium* está dispersa em todos os ecossistemas sendo necessário seu constante monitoramento para avaliar sua expansão e, em alguns casos, iniciar o seu controle rapidamente. Este monitoramento pode ser realizado através da capacitação das equipes que trabalham nas unidades e ações com voluntários para ensino e divulgação do aplicativo iNaturalist, se traduzindo em um trabalho colaborativo de Ciência Cidadã.

**Palavras-chave:** Invasão biológica. Macrófita anfíbia. Unidades de Conservação. iNaturalist.

## ABSTRACT

Several invasive species have characteristics that intensify their impacts and favor their presence in altered environments, however, they can appear in more preserved environments, such as Conservation Units. In Brazil, one of the main invasive plant species is the macrophyte *Hedychium coronarium*. Studies focused on the macrophyte in the Brazilian context point out its resistance to different environmental conditions based on laboratory experiments, as well as its impact on evapotranspiration. Therefore, the objective of this study was to evaluate the spatial distribution of the species *H. coronarium* in Conservation Units in the state of São Paulo. The field research considered 29 visits to Conservation Units, mainly State Parks and Ecological Stations. Data collection was carried out from trails followed within the UCs and recorded using the iNaturalist application over a period of one year (may 2022 to July 2023). The invasive species *H. coronarium* was found in 18 of the 29 protected areas visited and had greater distribution in areas of Dense Ombrophilous Forest, even far from water bodies, while in areas of Semideciduous Seasonal Forest and Cerrado it only occurred in closer and more flooded areas. The results show that *H. coronarium* is dispersed throughout ecosystems, requiring constant monitoring to assess its expansion and, in some cases, begin its control quickly. This monitoring can be carried out through the training of teams working in the units and actions with volunteers to teach and disseminate the iNaturalist application, translating into collaborative Citizen Science work.

**Keywords:** Biological invasion. amphibian macrophyte. Conservation units. iNaturalist.

## Introdução

A invasão biológica tem sido reconhecida como uma das principais causas de perda de biodiversidade, além de alterar a capacidade de regeneração de espécies nativas, ciclagem de nutrientes, desenvolvimento do solo e ciclo hidrológico (Gilbert; Levine, 2013; Simberloff; Rejmanek, 2011; Alonso, 2010; Pyšek; Richardson, 2010). A intensa produção de sementes e ou habilidade de reprodução vegetativa, a alta capacidade de adaptação as novas condições ambientais, além da elevada capacidade de competição e falta de inimigos naturais permitem que uma espécie invasora seja capaz de se dispersar rapidamente e de forma incontrolável (Rejmanek, 2011; Van Kleunen *et al.*, 2010).

As alterações causadas por espécies invasoras podem reduzir ou eliminar a capacidade de um ecossistema fornecer serviços ecossistêmicos (Pejchar; Mooney, 2009), que são benefícios prestados pelos ecossistemas que contribuem para uma melhor qualidade para a vida humana (Daily *et al.*, 1997). A disponibilidade hídrica é um dos principais serviços ecossistêmicos e está diretamente ligada à manutenção da cobertura vegetal na zona ripária (ONU, 2018). Apesar da sua importância, as zonas ripárias têm sido o foco de atividades antrópicas que causam diferentes tipos de perturbações (Richardson *et al.*, 2007), como mudanças hidrológicas, exploração de água e usos da terra (lavouras e pastagens) próximos a rios (Nilsson; Svedmark, 2002). Nesse sentido, florestas ripárias degradadas são ambientes que favorecem as invasões biológicas, pois quanto menor a diversidade de espécies nativas, maior tende ser a vantagem competitiva (Tererai *et al.*, 2013; Meek *et al.*, 2010).

A estrutura e diversidade da mata ciliar influenciam o regime hidrológico e a manutenção da qualidade da água, umidade e evapotranspiração (Calheiros *et al.*, 2009; Brauman *et al.*, 2007). De forma geral, um dos principais vetores de dispersão da maioria das macrófitas aquáticas é o fluxo hídrico, aumentando assim a invasividade destas plantas (Sculthorpe, 1967; Barrat-Segretain, 1996), podendo comprometer os ecossistemas aquáticos, causando a redução na qualidade e/ou quantidade de água disponível (Vergne *et al.*, 2023; Simberloff *et al.*, 2013).

Embora ambientes alterados tenham maior risco de se tornarem invadidos, é possível que estas espécies consigam se estabelecer também em áreas protegidas, como por exemplo as Unidades de Conservação (UCs) (Instituto Hórus, 2021; Mielke *et al.*, 2015; GISP, 2007). As UCs representam uma das principais estratégias para a Conservação da biodiversidade em escala global, com a intenção de receberem o maior grau de proteção. Porém, essas áreas

permanecem suscetíveis a mudanças antrópicas (Brasil, 2019; Spear *et al.*, 2013), incluindo fragmentação de habitats e a introdução de espécies invasoras (Spear *et al.*, 2013).

Entre as principais espécies invasoras no Brasil está *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae), uma macrófita anfíbia e perene de ambientes úmidos (de Castro *et al.*, 2016; Duarte *et al.*, 2015; Zenni; Riller, 2011). A invasão de *Hedychium coronarium* em áreas naturais é de difícil controle devido sua reprodução vegetativa eficiente, através de fragmentos de rizomas que são dispersos pela água. Essa invasão pode levar à redução da diversidade de plantas nativas e alterar a ciclagem de nutrientes e a disponibilidade de recursos hídricos (de Castro *et al.*, 2020). Além disso, a presença da espécie pode modificar a estrutura e qualidade de áreas úmidas (sedimentação), reduzindo a abundância e diversidade (Saulino; Trivinho-Strixino, 2016, 2017, 2018; Del-Rio *et al.*, 2017). Estudos focados na macrófita *Hedychium coronarium* em contexto brasileiro apontam sua resistência a diferentes condições ambientais a partir de experimentos em laboratório (Pinheiro *et al.*, 2021; de Castro *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2019) bem como seu impacto na evapotranspiração (Vergne, 2023).

Por ser uma espécie dispersora, *H. coronarium* é comumente avistada em áreas úmidas, especialmente na Floresta Atlântica ou Floresta Ombrófila Densa. Porém, sua distribuição em outros ecossistemas deve ser avaliada para que se possa definir os riscos e áreas prioritárias para seu controle. No estado de São Paulo entre outros ecossistemas, a vegetação nativa remanescente é dominada pela Floresta Ombrófila Densa (FOD), incluindo alguns fragmentos, fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua (FES) e Cerrado (CER). O objetivo desse estudo foi avaliar e estimar o grau de invasão nos pontos de ocorrência desta espécie no interior de Unidades de Conservação, em diferentes regiões do estado de São Paulo.

Considerando as variações climáticas encontradas, acredita-se que tanto a incidência como a área de ocupação de *H. coronarium* seja diferente entre estes diferentes ecossistemas. Ainda, por ser uma macrófita anfíbia, espera-se que distância da área invadida até o corpo hídrico mais próximo seja maior na Floresta Atlântica do que nos outros dois ecossistemas. Espera-se que estes resultados permitam interpretar o estágio de invasão da espécie invasora a partir de sua distribuição em locais que são protegidos por lei e, portanto, devem apresentar estratégias e instrumentos claramente definidos objetivando a Conservação de suas espécies endêmicas.

## Material e Métodos

### 1- Descrição da espécie

A macrófita anfíbia *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae) é uma planta herbácea, perene e rizomatosa (Macedo, 1997) (figuras 1 A, B, C e D). nativa da Ásia tropical e extensamente comercializada para fins ornamentais (Kissmann; Groth, 1997). Esta espécie foi introduzida no Brasil há aproximadamente 300 anos, se disseminando pelo país, sendo mais comum em toda a zona litorânea, principalmente em regiões de brejo (Maas; Maas, 2015; Couto; Cordeiro, 2005; Joly; Brandle, 1995). Pode formar populações densas e suas folhagens podem chegar a 2m de altura, interferindo na vegetação nativa local (de Castro *et al.*, 2016) e na produção de compostos fitotóxicos que afetam a germinação de espécies arbóreas, podendo aumentar sua dominância em regiões de matas ciliares (Costa *et al.*, 2019).

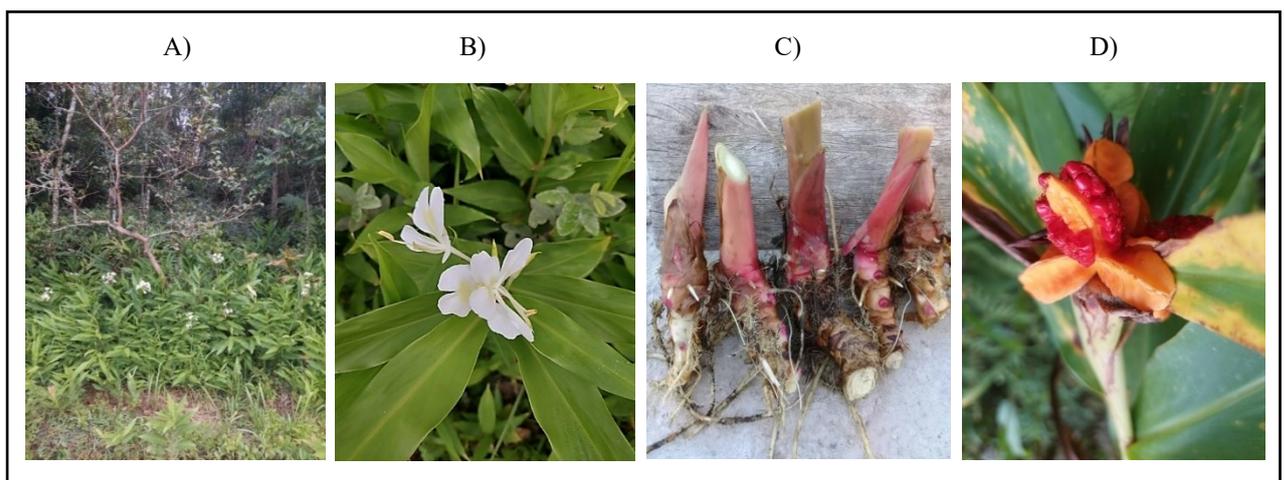


Figura 1- A) *Hedychium coronarium*, B) estágio floral, C) rizoma e D) fruto e sementes.  
Fonte: elaborado pela própria autora (2023).

Esta espécie possui uma capacidade de manter alta produtividade sob condições abióticas diferentes, sugerindo que o mecanismo de alocação de energia potencializa o sucesso desta planta invasora em habitats heterogêneos, como as áreas florestais abertas e fechadas (Costa *et al.*, 2021). A variação sazonal na sua produção de biomassa, com aumento quantitativo de serapilheira em estação de seca, afeta os processos de decomposição (de Castro, 2019). Sua dispersão principal é por meio de fragmentação nos rizomas e unidades vegetativas que são dispersas ao longo de recursos hídricos (Tunison, 1991), sendo assim, o controle é complexo e há necessidade de medidas efetivas para seu manejo.

## 2- Áreas de estudo

A espécie invasora *Hedychium coronarium* foi mapeada a partir de pesquisas de campo realizadas em Unidades de Conservação (UCs) localizadas no estado de São Paulo, que representam ecossistemas de Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Estacional Semidecídua (FES) e Cerrado (CER). Entre as UCs, foram visitados 21 Parques Estaduais (PE), incluindo seus respectivos núcleos e 8 Estações Ecológicas (EEc) (Tabela 1) durante o período de maio de 2022 a julho de 2023.

Tabela 1- Unidades de Conservação (UCs) visitadas no estado de São Paulo.

Categorias	Unidades	Área Total da UC (ha)	Tipo de Vegetação da UC	Presença/Ausência de <i>H. coronarium</i>
PE	Carlos Botelho (Núcleo Sete Barras)	38.705	FOD	1
PE	Carlos Botelho (Núcleo São Miguel Arcanjo)	38.705	FOD	1
PE	Intervales (Núcleo Quilombo)	41.704	FOD	1
PE	Intervales (Núcleo Guapiruvu)	47.704	FOD	1
PE	Serra do Mar (Núcleo Picinguaba)	47.500	FOD	1
PE	Serra do Mar (Núcleo Santa Virgínia)	17.513	FOD	1
PE	Serra do Mar (Núcleo Caraguatatuba)	37.947	FOD	1
PE	Serra do Mar (Núcleo Cunha)	13.000	FOD	0
PE	Serra do Mar (Núcleo Itutinga Pilões)	43.800	FOD	1
PE	Serra do Mar (Núcleo Padre Dória)	26.154	FOD	1
PE	Restinga de Bertioga	9.312	FOD	1
PE	Turístico do Alto Ribeira (Núcleo Caboclos)	35.752	FOD	1
PE	Nascentes do Paranapanema	22.268	FOD	1
PE	Aguapeí	9.043	FES	0
PE	Rio do Peixe	7.720	FES	0
PE	Morro do Diabo	3.384	FES	0
PE	Furnas do Bom Jesus	2.069	CER	1
PE	Porto Ferreira	611	CER	1
PE	Vassununga	2.069	CER	1
PE	Águas da Prata	50,43	FES	0
PE	Campos do Jordão	8.341	FOD	0
EEc	Barreiro Rico	293	FES	0
EEc	Juréia-Itatins	84.425	FOD	1

Categorias	Unidades	Área Total da UC (ha)	Tipo de Vegetação da UC	Presença/Ausência de <i>H. coronarium</i>
EEc	Ribeirão Preto	154	FES	0
EEc	Santa Maria	1.301	CER	0
EEc	Caetetus	2.179	FES	0
EEc	Jataí	9.074	CER	1
EEc	Itirapina	2.300	CER	0
EEc	Mata do Jacaré	75.26	CER	1

Legenda: Categorias: PE= Parque Estadual, EEc= Estação Ecológica; Tipo de Vegetação: CER= Cerrado, FOD= Floresta Ombrófila Densa e FES= Floresta Estacional Semidecidual; 1= presença da invasora e 0= ausência da invasora.

### 3- Coleta de dados

Em cada Unidade de Conservação visitada, inicialmente era realizado uma roda de conversa com o gestor, monitores, guias, vigilantes, bombeiros e moradores locais para apresentar o projeto e buscar informações sobre a presença da invasora. Além das visitas aos locais que eram citados nessas conversas, foi realizado um levantamento visual em trilhas, estradas-parques e no entorno de corpos hídricos em busca da planta.

Uma vez presente na UC, foram selecionadas 3 áreas invadidas, mantendo a maior distância entre elas, onde era estabelecido 3 transectos, distantes 10m entre si, subdivididos em 3 parcelas contíguas de 5m x 5m na zona de transição entre área totalmente invadida e não invadida.

A ocorrência da espécie foi registrada utilizando o aplicativo iNaturalist (<https://www.inaturalist.org>) instalado em celulares, a partir de fotografias da espécie no local encontrado. Os dados estão armazenados neste aplicativo, incluindo as coordenadas onde a espécie foi encontrada, e disponibilizados publicamente.

### 4- Análise dos dados

Para comparar as áreas de ocorrência e não ocorrência da espécie, foi utilizado as coordenadas de cada área invadida amostrada nas UCs e, quando ausente, utilizado a coordenada da Unidade de Conservação para registrar que ela foi avaliada. A partir destas coordenadas, foi utilizado o *software* QGIS para gerar mapas de presença e ausência da espécie.

## Resultados e Discussão

A espécie *H. coronarium* apresentou distribuição em 15 UCs dominadas pela Floresta Ombrófila Densa, 7 UCs de Floresta Estacional Semidecidual e 7 UCs de Cerrado (tabela 1). Estas UCs estão localizadas em diferentes regiões do estado de São Paulo, com características e clima distintos, o que mostra a capacidade da espécie invasora em se estabelecer em diferentes condições ambientais (Pinheiro *et al.*, 2021).

A figura abaixo apresenta 794 registros de *H. coronarium* distribuídos pelo estado de São Paulo. A espécie invasora foi encontrada em 18 Unidades de Conservação visitadas, incluindo seus núcleos, aproximadamente 66,6% de presença (figura 2). No extremo oeste do estado nos Parques Estaduais Aguapei, Rio do Peixe e Morro do Diabo, *H. coronarium* não foi encontrada no interior destas UCs, incluindo as margens de rios, beira de estradas e rodovias. O mesmo acontece na região do litoral norte no Parque Estadual Serra do Mar- Núcleo Cunha.

Na região norte, onde está localizado o Parque Estadual Serra do Mar (núcleo Padre Dória) e na região sul da Mata Atlântica, o Parque Estadual Intervales (núcleos Guapiruvu e Quilombo), pode-se observar a ocorrência da espécie *H. coronarium* em grande quantidade e em extensões de mais de 1000m<sup>2</sup> mesmo distante dos corpos hídricos. No Parque Estadual Carlos Botelho (núcleos Sete Barras e São Miguel Arcanjo), apesar da ampla distribuição, as áreas não são extensas, chegam a 100m<sup>2</sup> e estão concentradas de forma paralela à estrada do parque.

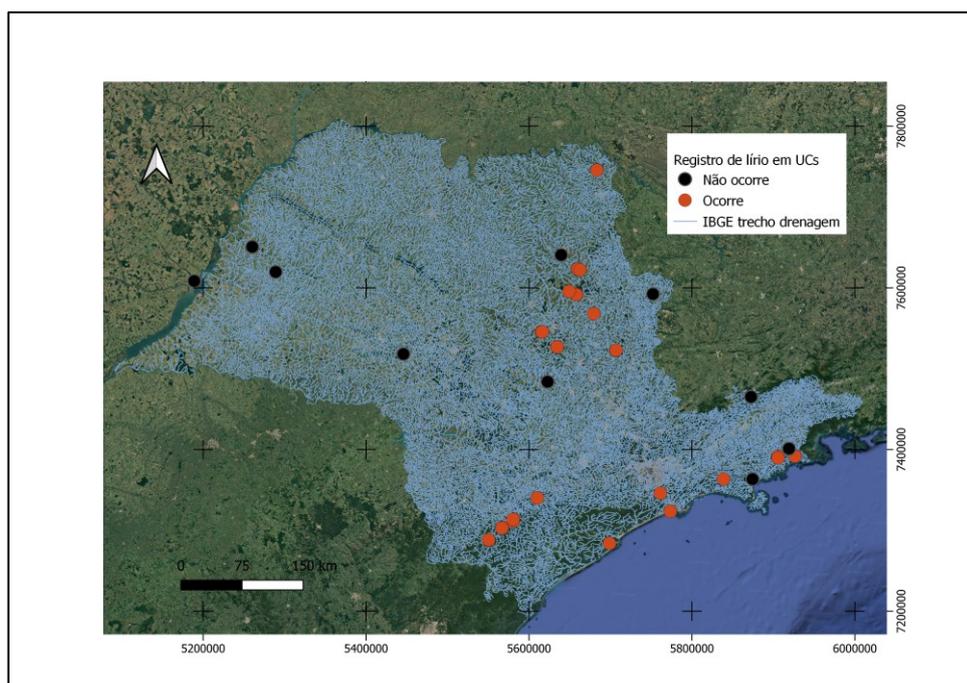


Figura 2- Distribuição da macrófita invasora *Hedychium coronarium* em Unidades de Conservação no estado de São Paulo, Brasil.

Legenda: Presença da espécie (pontos vermelhos); Ausência da espécie (pontos pretos).

Ao contrário do observado na Mata Atlântica, em áreas predominantemente secas do Cerrado, os registros de *H. coronarium* variam de 100m<sup>2</sup> a 1000m<sup>2</sup> e ocorrem quase sempre associados à regiões de várzeas, adjacentes a corpos hídricos de primeira ou segunda ordem. Nos Parques Estaduais Furnas do Bom Jesus, localizado ao norte do estado de São Paulo (Córrego do Euclides) e Estações Ecológicas Jataí, na região nordeste (Córrego Cafundó) e Mogi-Guaçu, região central do estado de São Paulo (Córrego do Cortado) foram encontrados ocorrência de *H. coronarium* em proximidade aos corpos hídricos dos locais.

Os dados mostram que a distribuição de *H. coronarium* é bastante ampla próximo a corpos hídricos, especialmente nascentes, rios de primeira e segunda ordem ou áreas alagadas. Foi observado que nas regiões de Floresta Ombrófila Densa, a invasão nas UCs foi mais extensa, mesmo em áreas mais afastadas dos corpos hídricos como rios e córregos, provavelmente devido a condições de umidade nessas regiões. Enquanto nas regiões de Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado, a ocorrência da espécie ocorre essencialmente em áreas alagadas.

Durante as visitas foi percebido que a manutenção das estradas não pavimentadas e aceiros das UCs podem estar causando a expansão da espécie invasora para o interior das áreas. O atual modelo de raspagem, para adequação de drenagem, realizado de forma mecânica com trator, transporta tanto a parte aérea como os rizomas da planta para novas áreas ao longo das estradas e aceiros bem como para o interior da floresta, pois todo o escoamento das águas pluviais é direcionado necessariamente para o interior das áreas. Este método de manejo utilizado, uma vez roçada a área invadida, acaba partindo alguns dos rizomas da espécie fazendo com que haja rebrotamento em novas áreas. Assim, é necessário considerar a chegada da invasora e a sua expansão dentro da UC considerando também, uma análise crítica do atual modelo de manejo implantado.

Uma vez que a planta é considerada de alto potencial paisagístico com suas flores brancas e perfumadas (Lorenzi; Souza, 2001; Kissmann; Groth, 1997), é muito provável que ela tenha sido, ou ainda é plantada no entorno ou no interior de algumas UCs antes destas serem tombadas como reservas. Alguns núcleos das UCs são áreas anteriormente habitadas por pequenos agricultores e/ou servidores do estado e, este histórico de ocupação humana trouxe espécies paisagísticas, frutíferas e econômicas para estes espaços atualmente protegidos. Um exemplo

disso foi observado no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (núcleo Caboclos) onde a área invadida estava toda circunscrita a área anteriormente utilizada como roça pelo agricultor residente. Portanto, há necessidade de comunicação também com a população local sobre os riscos que as plantas exóticas oferecem. Além disso, devem ser considerados trabalhos com análises quantitativas da distância entre pontos da ocorrência da espécie com as áreas urbanizadas no entorno das UCs, para se avaliar o potencial risco de invasão para o interior destas.

Tendo em vista a ampla distribuição da espécie invasora *H. coronarium* no estado de São Paulo em regiões de clima mais úmido como a Floresta Ombrófila Densa, há necessidade de novas pesquisas científicas que abordem o manejo mecânico mais eficaz, visto que a prática de manejo utilizada nas UCs atualmente, baseada em corte raso, não satisfaz a necessidade de controle da espécie invasora *Hedychium coronarium* (Maciel, 2011). O método de arranque total se apresenta como melhor opção de controle mecânico (Maciel, 2011), e para o controle químico, a aplicação de herbicida é eficaz, proporcionando também o aumento da riqueza e abundância de espécies arbóreas, contanto que a concentração utilizada não seja poluente para os ambientes hídrico e terrestre (Machado; Castellani; Dechoum, 2020).

Ainda é muito carente o esforço de experimentação e testes de diferentes metodologias de controle e manejo para as invasões. Sem o método de erradicação, muitas áreas ainda que preservadas, com o passar do tempo, se tornarão inaptas à Conservação de seu estado original, o que torna um problema ainda mais preocupante quando ocorrido em áreas criadas exatamente para preservar a biodiversidade em seu estado original (Pauchard; Alaback, 2004). A realização de testes utilizando novas metodologias de controle tanto em ambiente terrestre como hídrico também é importante, visto que a propagação da espécie invasora é a partir de rizomas e são carregados facilmente por rios e córregos, principalmente durante as enchentes e chuvas fortes. Essa é uma das principais razões para a espécie invasora se encontrar em situação avançada de invasão nessas áreas.

Além disso, é importante focar na prevenção da invasão com ações de capacitação de equipes no interior das Unidades de Conservação, elaboração de planos preventivos, controle e erradicação das espécies invasoras, de modo que se trabalhe integralmente a situação de invasão biológica em que a UC se encontra. Também é interessante a formação de grupos de voluntários para monitoramento, execução de tarefas de remoção das espécies invasoras, distribuição de panfletos e informativos, workshop abertos para o público externo, a criação de redes gerando desdobramentos positivos para as UCs e especialmente moradores locais. Realizar ações para

ensinamento e a divulgação do aplicativo iNaturalist para o público interno e externo também pode auxiliar no mapeamento e monitoramento contínuo dessa e de outras espécies invasoras, se traduzindo em um trabalho colaborativo de Ciência Cidadã. Esses grupos devem incluir membros da comunidade do entorno, de modo que o embasamento ecológico seja disseminado e aproxime a população para esses assuntos.

A partir do mapeamento da espécie invasora nas Unidades de Conservação do estado de São Paulo foi possível conhecer a sua distribuição espacial em larga escala, e, além disso, os locais de maior ocorrência e distribuição. Pode ser interessante em estudos futuros investigar as condições de ocorrência nesses locais, estabelecendo suas condições de paisagem e demais fatores das invasões.

## Referências

- ALONSO, A., GONZÁLEZ-MUÑOZ, N., & CASTRO-DÍEZ, P. (2010). Comparison of leaf decomposition and macroinvertebrate colonization between exotic and native trees in a freshwater ecosystem. **Ecological Research**, 25(3), 647–653. <https://doi.org/10.1007/s11284-010-0698-y>.
- BARRAT-SEGRETAIN, M. H. (1996). Strategies of Reproduction, Dispersion, and Competition in River Plants: A Review. **Vegetation**, 123(1), 13–37. <http://www.jstor.org/stable/20048649>.
- BATES, D., MÄCHLER, M., BOLKER, B., & WALKER, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, 67(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.
- BRAUMAN, K. A., DAILY, G. C., DUARTE, T. K., & MOONEY, H. A. (2007). The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. **Annual Review of Environment and Resources**, 32(1), 67–98. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>.
- BRASIL. (2006). Ministério do Meio Ambiente Plano Nacional de Áreas Protegidas. - Brasília, MMA; **Secretaria de Biodiversidade e Florestas**. b. 91p.
- BRASIL. (2019). Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação: O que são**. Brasília. Disponível em: Ministério do Meio Ambiente. <https://www.mma.gov.br/areasprotegidas/Unidades-de-Conservacao/o-que-sao.html>. Acesso em: mar. 2021.
- CALHEIROS, R. DE O., TABAI, F. C. V., BOSQUILIA, S. V., & CALAMARI, M. (2009). Preservação e recuperação das nascentes de **água e vida**. **Cadernos da Mata Ciliar/Secretaria do Estado do Meio Ambiente**, departamento de proteção da biodiversidade. N.1, p.23. São Paulo. Disponível em: [http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/Cadernos\\_Mata\\_Ciliar\\_1\\_Preservacao\\_Nascentes.pdf](http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam2/Repositorio/222/Documentos/Cadernos_Mata_Ciliar_1_Preservacao_Nascentes.pdf). Acesso em: maio 2023.
- COSTA, R. O., JOSÉ, C. M., GROMBONE-GUARATINI, M. T., & SILVA MATOS, D. M. (2019). Chemical characterization and phytotoxicity of the essential oil from the invasive *Hedychium coronarium* on seeds of Brazilian riparian trees. **Flora**, 257, 151411. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.05.010>.
- COSTA, R. O., VIEIRA, B. H., ESPINDOLA, E. L. G., RIBEIRO, A. I., FERRO, J. L. R., FERNANDES, J. B., & DA SILVA MATOS, D. M. (2021). Toxicity of rhizomes of the invasive *Hedychium coronarium* (Zingiberaceae) on aquatic species. **Biological Invasions**, 23(7), 2221–2231. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02501-y>.
- COUTO, O.S. & CORDEIRO, R.M.S. (2005). Manual de reconhecimento de espécies vegetais da restinga do Estado de São Paulo. **Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente**, Departamento Estadual de Proteção de recursos Naturais, São Paulo.

DAILY, G. C.; MATSON, P. A.; VITOUSEK, P. M. (1997). **Ecosystem services supplied by soil**. In: DAILY, G. (Ed.). *Nature Services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington, D.C., p. 113–132.

DE CASTRO, W. A. C., ALMEIDA, R. V., LEITE, M. B., MARRS, R. H., & SILVA MATOS, D. M. (2016). Invasion strategies of the white ginger lily *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae) under different competitive and environmental conditions. **Environmental and Experimental Botany**, 127, 55–62.  
<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.03.010>

DE CASTRO, W. A. C., ALMEIDA, R. V., XAVIER, R. O., BIANCHINI, I., MOYA, H., & SILVA MATOS, D. M. (2019). Litter accumulation and biomass dynamics in riparian zones in tropical South America of the Asian invasive plant *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae). **Plant Ecology & Diversity**, 13(1), 47–59.  
<https://doi.org/10.1080/17550874.2019.1673496>.

DE CASTRO, W. A. C., ALMEIDA, R. V., XAVIER, R. O., BIANCHINI, I., MOYA, H., & SILVA MATOS, D. M. (2020). Litter accumulation and biomass dynamics in riparian zones in tropical South America of the Asian invasive plant *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae). **Plant Ecology & Diversity**, 13(1), 47–59.  
<https://doi.org/10.1080/17550874.2019.1673496>.

DEL-RIO, D., ZIMETTI, F., CAFFARRA, P., TASSOTTI, M., BERNINI, F., BRIGHENTI, F., ZINI, A., & ZANOTTI, I. (2017). The Gut Microbial Metabolite Trimethylamine-N-Oxide Is Present in Human Cerebrospinal Fluid. **Nutrients**, 9(10), 1053.  
<https://doi.org/10.3390/nu9101053>.

DUARTE, S. DO V. G.; POTT, V. J., LEMKE, A. P., RONDON SUAREZ, Y. (2015). Efeito das características ambientais sobre a riqueza e composição de macrófitas aquáticas em córregos urbanos. **Ciência e Natura**, 37:74–79.

GISP. (2007). Invasive alien species and protected areas A scoping report, part I. **The global invasive species programme**. 93 p. Disponível em:  
[http://www.issg.org/pdf/publications/gisp/resources/ias\\_protectedareas\\_scoping\\_i.pdf](http://www.issg.org/pdf/publications/gisp/resources/ias_protectedareas_scoping_i.pdf).

GILBERT, B., & LEVINE, J. M. (2013). Plant invasions and extinction debts. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 110(5), 1744–1749.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1212375110>.

INSTITUTO HÓRUS. (2021). Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. **Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras**. I3N Brasil, Florianópolis – SC. Disponível em: [i3n.institutohorus.org.br](http://i3n.institutohorus.org.br). Acesso em: out. 2021.

JOLY, C. A., & BRANDLE, R. (1995). Fermentation and Adenylate Metabolism of *Hedychium coronarium* J. G. Koenig (Zingiberaceae) and *Acorus calamus* L. (Araceae) under Hypoxia and Anoxia. **Functional Ecology**, 9(3), 505. <https://doi.org/10.2307/2390016>.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. (1997). **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF. Tomo I. 825 p.

LORENZI, H.; & SOUZA, H. M. (2001). **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3rd edn. Nova Odessa/SP: Instituto Plantarum. 1082 p.

MAAS, P.; & MAAS, H. (2015). **Zingiberaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB110705>. Acesso em: maio 2023.

MACEDO, J. F. (1997). **O gênero *Hedychium* koening (Zingiberaceae) no Estado de Minas Gerais**. Daphne, Belo Horizonte- MG, v. 7, p. 27-31.

MACIEL, L. A. (2011). **Controle mecânico da herbácea exótica invasora lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium* Koenig) no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR, SP**. Piracicaba, São Paulo.

MACHADO, M. X., CASTELLANI, T. T., & DE SÁ DECHOUM, M. (2020). Integrating management techniques to restore subtropical forests invaded by *Hedychium coronarium* J. Koenig (Zingiberaceae) in a biodiversity hotspot. **Restoration Ecology**, 28(5), 1273–1282. <https://doi.org/10.1111/rec.13213>.

MEEK, C. S.; RICHARDSON, D. M.; MUCINA, L. (2010). A river runs through it: Land-use and the composition of vegetation along a riparian corridor in the Cape Floristic Region, South Africa. **Biological Conservation**, v. 143, n. 1, p. 156–164.

MIELKE, E. C. *et al.* (2015). Espécies exóticas invasoras arbóreas no parque da barreira em Curitiba: registros e implicações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 327-336.

NILSSON, C.; SVEDMARK, M. (2002). Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: Riparian plant communities. **Environmental Management**, v. 30, n. 4, p. 468–480.

ONU. (2018). Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. **Unesco**: soluções baseadas na natureza para a gestão da água. Resumo Executivo. 11p.

PAUCHARD, A.; ALABACK, P. (2004). Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of South-Central Chile. **Conservation Biology**, Hoboken: Wiley-Blackwell Publishing, Inc., v.18, p. 238–248.

PEJCHAR, L., & MOONEY, H. A. (2009). Invasive species, ecosystem services and human well-being. **Trends in Ecology & Evolution**, 24(9), 497–504. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.016>.

PINHEIRO, A. M., MATOS, D. M. S., DAWSON, W., & XAVIER, R. O. (2021). Effect of rhizome exposure to contrasting abiotic conditions on the performance of the invasive macrophyte *Hedychium coronarium* J. Koenig (Zingiberaceae). **Plant Ecol.** 222, 375–385. <https://doi.org/10.1007/s11258-020-01112-2>.

- PYŠEK, P., & RICHARDSON, D. M. (2010). Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. **Annual Review of Environment and Resources**, 35(1), 25–55. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-033009-095548>.
- REJMANEK, M. (2011). **Invasiveness**. In: Simberloff D, Rejmanek M. (eds.) *Encyclopedia of Biological Invasions*. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.
- RICHARDSON, D. M. *et al.* (2007). Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. **Diversity and Distributions**, v. 13, p. 126–139.
- SAULINO, H. H. L., & TRIVINHO-STRIXINO, S. (2016). The invasive white ginger lily (*Hedichium coronarium*) simplifies the trait composition of an insect assemblage in the littoral zone of a Savanna reservoir. **Revista Brasileira de Entomologia**, 61(1), 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2016.12.003>.
- SAULINO, H. H. L., & TRIVINHO-STRIXINO, S. (2017). Forecasting the impact of an invasive macrophyte species in the littoral zone through aquatic insect species composition. **Iheringia. Série Zoológica**, 107(0). <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017043>.
- SAULINO, H. H. L., & TRIVINHO-STRIXINO, S. (2018). Native macrophyte leaves influence more specialisation of neotropical shredder chironomids than invasive macrophyte leaves. **Hydrobiologia**, 813(1), 189–198. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3525-z>.
- SCULTHORPE, C. D. (1967). **The Biology of Aquatic Vascular Plants**. Edward Arnold Publishers, London.
- SIMBERLOFF, D.; & REJMANEK, M. (2011). **Encyclopedia of biological invasions**. 1 ed. University of California Press, 792 p.
- SIMBERLOFF, D., MARTIN, J.-L., GENOVESI, P., MARIS, V., WARDLE, D. A., ARONSON, J., COURCHAMP, F., GALIL, B., GARCÍA-BERTHOUS, E., PASCAL, M., PYŠEK, P., SOUSA, R., TABACCHI, E., & VILÀ, M. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. **Trends in Ecology & Evolution**, 28(1), 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>.
- SPEAR, D. *et al.* (2013). Human population density explains alien species richness in protected areas. **Biological Conservation**, v. 159, p. 137–147.
- TERERAI, F. *et al.* (2013). Eucalyptus invasions in riparian forests: Effects on native vegetation community diversity, stand structure and composition. **Forest Ecology and Management**, v. 297, p. 84–93.
- TUNISON, T. (1991). Element Stewardship Abstract for *Hedychium coronarium*: **The Nature Conservancy**. Arlington, Virginia.
- VAN KLEUNEN, M.; WEBER, E.; FISCHER, M. (2010). A meta-analysis of trait differences between invasive and non-invasive plant species. **Ecology Letters**, 13: 235–245.

VERGNE, D. DE C., ROSALEM, L. M. P., WENDLAND, E. C., ANACHE, J. A. A., MARTINS DA SILVA, M. C., BOSCHI, R. S., & SILVA MATOS, D. M. DA. (2023). Experimental Study on Potential Influence of the Invasive *Hedychium coronarium* J. König on the Evapotranspiration of Riparian Plant Community. **Plants**, 12(9), 1746. <https://doi.org/10.3390/plants12091746>.

ZENNI, R. D., & ZILLER, S. R. (2011). An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, 34(3), 431–446. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000300016>.

---

---

## CAPÍTULO 2

---

---

**Contribuição da Ciência Cidadã no monitoramento da espécie invasora *Hedygium coronarium* no estado de São Paulo**

## RESUMO

Uma das diversas áreas da Ciência Cidadã é o domínio e política de espécies invasoras, atuando como um utensílio para detecção precoce das invasões biológicas, que pode contribuir no futuro manejo das mesmas. Para auxiliar na detecção, ferramentas são utilizadas como a plataforma iNaturalist, onde os usuários compartilham observações de fungos, plantas, animais, entre outros. A partir disso, esse trabalho possui o objetivo de descrever o uso do aplicativo iNaturalist como uma ferramenta de Ciência Cidadã, empregada para monitoramento da espécie invasora *Hedychium coronarium* no estado de São Paulo e, promover a adoção desse aplicativo entre os diversos membros da sociedade, envolvendo uma variedade de atores na causa. A coleta de dados foi realizada no período de maio de 2022 a julho de 2023, onde foram percorridos percursos a fim de estabelecer a distribuição espacial da espécie. A partir desse projeto, foram ministrados workshops e oficinas sobre as invasões biológicas e apresentado o aplicativo iNaturalist. Foram realizadas cinco oficinas ministradas por professores pesquisadores, sendo duas delas ofertadas na própria Universidade Federal de São Carlos, localizada no interior de São Paulo (região centro-leste do estado), uma no Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba, no litoral norte de São Paulo, uma na Estação Ecológica Juréia-Itatins, localizada no litoral sul e mais uma oficina ministrada no Parque Estadual Morro do Diabo, localizada no extremo oeste do estado de São Paulo. O público-alvo das formações foram os gestores, monitores, bombeiros, seguranças, visitantes e público em geral. Nas regiões que não foram realizadas as oficinas, foram feitas rodas de conversas sobre a pesquisa e a potencial invasão de *Hedychium coronarium*, a fim de obter a colaboração de todos. A partir do estudo utilizando o iNaturalist como ferramenta, foram obtidos ao total 794 registros da espécie, sendo 221 deles realizados por membros externos ao projeto. Em comparação com os dados fornecidos pelo site do iNaturalist, no ano de 2021 até o mês de abril de 2022, antes do início do projeto, a plataforma continha apenas 28 registros da espécie em todo estado de São Paulo. Em relação a quantidade de observadores, houve um aumento de 98 cadastrados, todos membros externos ao projeto. Esses valores resultam na parceria da pesquisa com o público e permitem inferir que a sociedade foi bem participativa com o projeto e a real situação das invasões, a partir das informações passadas nas oficinas. A partir desse envolvimento, esses dados podem aumentar se disseminado a informação para mais redes de apoio e ainda, com esse sucesso, estabelecer um projeto de monitoramento abrangendo mais espécies invasoras.

**Palavras-chave:** Ciência Cidadã. Monitoramento. Invasões biológicas. iNaturalist.

## ABSTRACT

One of the diverse areas of Citizen Science is the domain and policy of invasive species, acting as a tool for early detection of biological invasions, which can contribute to their future management. To assist in detection, tools are used such as the iNaturalist platform, where users share observations of fungi, plants, animals, among others. Based on this, this work aims to describe the use of the iNaturalist application as a Citizen Science tool, used to monitor the invasive species *Hedychium coronarium* in the state of São Paulo, and to promote the adoption of this application among various members of society, involving a variety of actors in the cause. Data collection was carried out from may 2022 to July 2023, where routes were covered in order to establish the spatial distribution of the species. From this project, workshops on biological invasions were given and the iNaturalist application was presented. Five workshops were held, taught by research professors, two of which were offered at the Federal University of São Carlos, located in the interior of São Paulo (center-east region of the state), one at Serra do Mar State Park - Núcleo Caraguatatuba, on the north coast of São Paulo, one at the Juréia-Itatins Ecological Station, located on the south coast and another workshop held at the Morro do Diabo State Park, located in the extreme west of the state of São Paulo. The target audience for the training was managers, monitors, firefighters, security guards, visitors and the public. In regions where the workshops were not held, discussions were held about the research and the potential invasion of *Hedychium coronarium*, in order to obtain everyone's collaboration. From the study using iNaturalist as a tool, a total of 794 records of the species were obtained, 221 of which were made by members external to the project. In comparison to the data provided by the iNaturalist website, in the year 2021 until April 2022, before the start of the project, the platform contained only 28 records of the species throughout the state of São Paulo. Regarding the number of observers, there was an increase of 98 registered, all members external to the project. These values result in the research partnership with the public and allow us to infer that society was very participative with the project and the real situation of the invasions, based on the information provided in the workshops. From this involvement, this data can increase if the information is disseminated to more support networks and, with this success, establish a monitoring project covering more invasive species.

**Keywords:** Citizen Science. Monitoring. Biological invasions. iNaturalist.

## Introdução

Existe uma diversidade de definições atribuídas à Ciência Cidadã, uma vez que se trata de uma prática que assume inúmeras vertentes. O termo foi criado por Alan Irwin no ano de 1995, que define a Ciência Cidadã como uma abordagem de apoio a ciência de forma mais participativa e democrática, desenvolvendo conceitos de cidadania científica e realçando a necessidade de abrir a público os processos de política científica (Irwin, 1995). Rick Bonney no ano de 1996, descreve principalmente a Ciência Cidadã como uma ferramenta utilizada por cientistas profissionais na qual os cidadãos voluntários contribuem através da recolha de dados (Riesch; Potter, 2014; Bonney *et al.*, 2009; Bonney, 1996).

A multidisciplinaridade da Ciência Cidadã tem sido marcante para a expansão do conhecimento científico, permitindo a participação direta e ativa dos cidadãos em atividades científicas gerando experiência e novos conhecimentos (Riesch; Potter, 2014; Sullivan *et al.*, 2014). Um outro lado da Ciência Cidadã é a comunicação, quando o cientista expõe os resultados da pesquisa ao público utilizando uma linguagem mais acessível e didática, com o objetivo de melhor compreensão dos participantes. Esse entendimento é fundamental, pois é por meio da participação de voluntários que se tem potencializado o levantamento de informações sobre as espécies e seus respectivos habitats e, portanto, esses cientistas cidadãos possuem o direito de compreender a utilidade dos dados gerados (Riesch; Potter, 2014).

A partir das áreas de contribuição da Ciência Cidadã, uma das mais frequentes tem sido a Conservação dos recursos naturais, principalmente no monitoramento da biodiversidade (Fritz *et al.*, 2019; Eitzel *et al.*, 2017). No Brasil, existe a Rede Brasileira de Ciência Cidadã em Biodiversidade, que compõe o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr), voltada para a compilação de dados e informações sobre a biodiversidade do país.

A Ciência Cidadã tem sido contribuída para os estudos sobre espécies invasoras, onde essa atua como uma ferramenta para a detecção e gerenciamento precoce das invasões (Johnson *et al.*, 2020; Roy *et al.*, 2018; Spenceley *et al.*, 2015; Eagles *et al.*, 2002). Além disso, pode auxiliar na prevenção de impactos ambientais (Spenceley *et al.*, 2015; Eagles *et al.*, 2002), como mudanças na composição do solo e da vegetação resultante da introdução de novas espécies (Leung *et al.*, 2018; Marion *et al.*, 2016; Spenceley *et al.*, 2015).

A invasão biológica é um processo de degradação dos ecossistemas causado pela proliferação descontrolada de espécies exóticas ao ambiente, sendo atualmente consideradas um dos principais agentes de degradação ambiental. À medida que o processo de invasão

avança, as possibilidades de limitar seu impacto sobre ecossistemas naturais diminuem significativamente (Simberloff; Rejmánek, 2011).

Algumas invasões ocorrem facilmente em ambientes naturais e/ou alterados, dado que quanto menor a diversidade de espécies nativas, maior a competição das espécies invasoras sobre o local (Instituto Hórus, 2021; Mielke *et al.*, 2015). A partir desse cenário, a demanda científica de acompanhamento e interpretação dos dados passa a ser inviável tecnicamente e também economicamente e, assim, a Ciência Cidadã possui a capacidade de cobrir áreas geográficas em macroescala a um custo menor, amparando este desafio de identificação do processo ao mesmo tempo que capacita a sociedade para as ações que se seguirão para mitigar e/ou recuperar os ambientes alterados (Simoniello *et al.*, 2019; Pocock *et al.*, 2017; Tulloch *et al.*, 2013).

Um importante estágio do processo de identificar, interpretar e propor ações de mitigação e recuperação é o monitoramento, que é definido como uma medição sistemática das variáveis e processos ao longo do tempo, sempre existindo um motivo para a coleta de dados, como assegurar que determinados padrões de qualidade estão sendo atendidos. Através disso, o monitoramento ambiental é uma ferramenta para a gestão de áreas com potencial invasão (Pereira *et al.*, 2013). Seus dados e informações geradas ajudam na detecção de problemas e permitem reações antecipadas, quando as soluções ainda são viáveis (Magnusson *et al.*, 2013; Pereira *et al.*, 2013).

Nas últimas décadas, diversas tecnologias foram criadas e permitiram um crescimento da participação do público externo, da quantidade e da qualidade de dados coletados. Máquinas fotográficas, GPS e celulares equipados com diversas funções permitiram a realização de coleta de dados a partir de registros fotográficos, sonoros e geográficos por pessoas com pouco conhecimento sobre métodos científicos (Sturm *et al.*, 2018; Liebenberg *et al.*, 2017). A acessibilidade à internet permitiu o desenvolvimento de plataformas abertas para usuários do mundo todo, as quais são abastecidas a partir de registros públicos, que podem ser identificados e/ou moderados por especialistas.

Existem plataformas que favorecem o monitoramento ambiental, a organização e a disponibilização de registros da biodiversidade (Zamoner, 2021). A exemplo disso, tem-se o aplicativo iNaturalist, que é um projeto científico que conecta pessoas diversas, tais como cidadãos comuns, naturalistas, cientistas e biólogos com a missão de mapear a biodiversidade a partir do compartilhamento de registros fotográficos. Explorando a oportunidade de avaliar

um sistema de monitoramento relacionado às invasões biológicas, uma problemática ambiental pouco abordada e compreendida pela sociedade, surge a viabilidade desse estudo.

Assim, o foco desta pesquisa consiste na descrição do uso do aplicativo iNaturalist como uma ferramenta de Ciência Cidadã, empregada para monitorar a espécie invasora *H. coronarium* no estado de São Paulo. Além disso, o intuito é promover a adoção deste aplicativo entre os diversos membros da sociedade, envolvendo uma variedade de atores na causa.

## Material e Métodos

### 1. Área de Estudo

Foram realizadas cinco oficinas ministradas por professores pesquisadores, especialistas das respectivas áreas, sendo duas delas ofertadas na própria Universidade Federal de São Carlos, localizada no interior de São Paulo (região centro-leste do estado), uma no Parque Estadual Serra do Mar - Núcleo Caraguatatuba, no litoral norte de São Paulo, uma na Estação Ecológica Juréia-Itatins, localizada no litoral sul e mais uma oficina ministrada no Parque Estadual Morro do Diabo, localizada no extremo oeste do estado de São Paulo. O público-alvo das formações foram os gestores, monitores, bombeiros, seguranças, visitantes e público em geral. Nas regiões que não foram realizadas as oficinas, foram feitas rodas de conversas sobre a pesquisa e a potencial invasão de *Hedychium coronarium*, a fim de obter a colaboração de todos.

### 2. Aplicativo iNaturalist

O iNaturalist é uma plataforma originária de uma parceria entre a Academia de Ciências da Califórnia e a National Geographic Society ([www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org)). Nesta plataforma, utilizada via aplicativo de celular ou página da web, os usuários compartilham as observações de fungos, plantas, animais entre outros. As observações envolvem fotografias dos organismos e/ou gravação de sons (como a vocalização de aves, por exemplo), são anotadas com metadados como data, hora, local, identificação taxonômica e outros campos definidos pelo usuário (Figura 1) (Darski-Silva *et al.*, 2021).

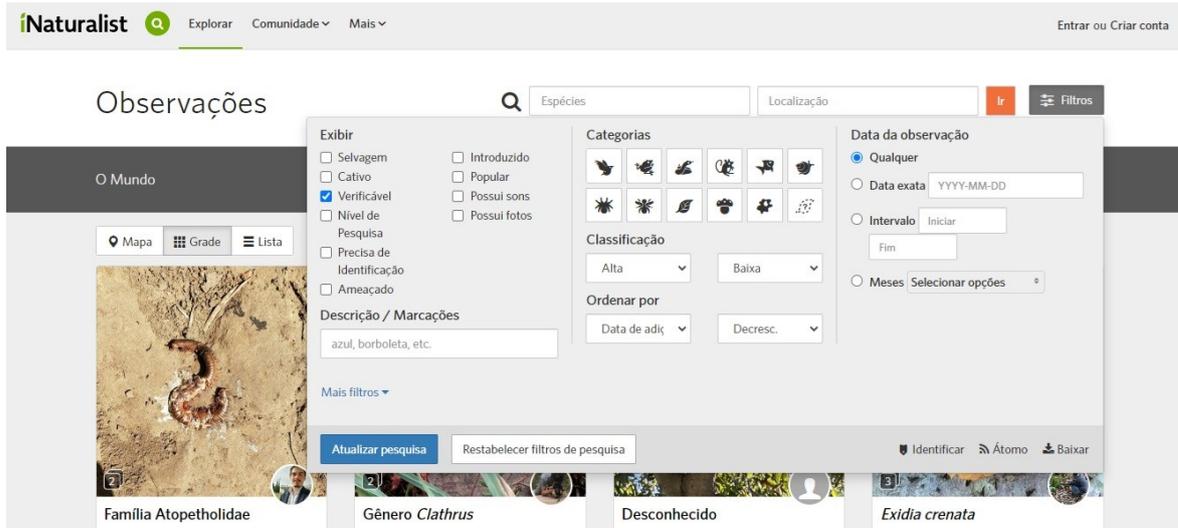


Figura 1- Identificação definidos pelo usuário no iNaturalist.  
 Fonte: website iNaturalist (2023).

A plataforma estimula o registro fotográfico georreferenciado do indivíduo e sugere táxons para naturalistas sem experiência prévia. Caso a pessoa não conheça a espécie e o aplicativo não consiga desvendar através de inteligência artificial, a comunidade de naturalistas conectados pode sugerir e chegar em classificações cada vez mais precisas para a espécie observada.

Dentro da plataforma, é possível também criar projetos que filtram classificações e regiões geográficas, sendo possível criar coletâneas, como por exemplo de invasões biológicas (Figura 2). Assim, os coletores podem localizar espécies de interesse na época propícia para extrativismo do material propagativo.



Figura 2- Projetos no iNaturalist.  
 Fonte: website iNaturalist (2023).

### 3. Metodologia

O projeto promoveu a formação socioambiental e o engajamento dos sujeitos através das oficinas sobre as espécies invasoras no estado de São Paulo, visando a interação entre pesquisadores, gestores, monitores de UCs e moradores locais, e o incentivo ao voluntariado.

A coleta de registros foi realizada no período de maio de 2022 a julho de 2023 pelo laboratório de Ecologia e Conservação, da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP. Foi utilizado o aplicativo iNaturalist para monitoramento da espécie invasora *Hedychium coronarium* pelo estado de São Paulo, onde foram percorridas estradas, rodovias, beira de córregos e rios, áreas públicas e protegidas como Unidades de Conservação, a fim de estabelecer a distribuição espacial da espécie.

Com esse monitoramento, foi criado o projeto denominado “Plantas Invasoras do Estado de São Paulo”, com o objetivo de mapear espécies invasoras como a *Hedychium coronarium*, lírio-do-brejo, entre outras. A partir desse projeto, foram ministrados oficinas e workshops sobre as invasões biológicas para gestores, guias, monitores e moradores locais, ensinando conceitos, impactos e exemplos de invasoras. Além disso, nessas oficinas foi apresentado o aplicativo iNaturalist, com conceitos teóricos e aplicação prática em campo, para que o público participante utilizasse a ferramenta e ao final montasse um banco de dados georreferenciado sobre espécies invasoras.

### **Resultados e Discussão**

A partir do estudo utilizando o iNaturalist como ferramenta para monitoramento de espécies invasoras, foram obtidos 794 registros da espécie *H. coronarium*, sendo 221 deles realizados por membros externos ao projeto (Figura 3). Em comparação com os dados fornecidos pelo site do iNaturalist, do ano de 2021 até o mês de abril de 2022, antes do início do projeto, a plataforma continha apenas 28 registros da espécie em todo estado de São Paulo.

Em relação ao número de observadores, houve um aumento de 98 cadastrados, todos membros externos ao projeto. Esses valores resultam na parceria da pesquisa com o público e permitem inferir que a sociedade foi bem participativa com o projeto e a real situação das invasões, a partir das informações passadas nas oficinas.

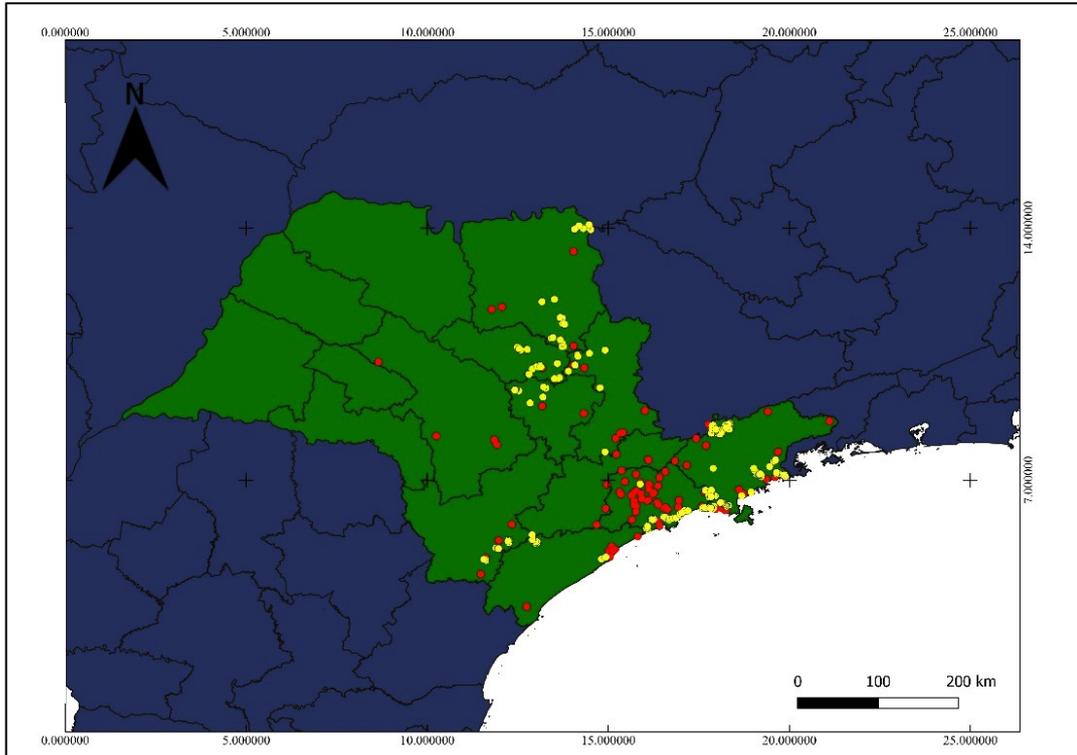


Figura 3- Mapa com registros de *Hedychium coronarium* realizados no estado de São Paulo. Legenda: Registros realizados por membros internos do projeto (pontos amarelos); Registros realizados por membros externos ao projeto (pontos vermelhos).

A figura acima ilustra a distribuição de registros realizados por membros internos e externos do projeto no estado de São Paulo. Pode-se observar uma grande concentração de registros na região da baixada santista, coincidentemente entre o litoral norte e litoral sul, regiões que obtiveram maior visitação nas oficinas realizadas (Caraguatatuba e Peruíbe, respectivamente). Esta situação permite inferir que as oficinas realizadas propagaram informações para muitas pessoas que posteriormente efetuaram registros em áreas não visitadas pela equipe do projeto, seguindo em direção a região central de São Paulo.

A colaboração no monitoramento de lugares inexplorados é importante pois nestas regiões pode ser difícil obter dados confiáveis e atualizados, então é necessário o compartilhamento de informações. Através da colaboração, diferentes partes interessadas podem compartilhar informações e conhecimentos, o que auxilia a preencher as lacunas de dados e a criar uma imagem mais completa da área em questão.

Também é importante na questão de eficiência, que ao colaborar, os esforços de monitoramento podem ser otimizados, onde diferentes organizações ou pesquisadores podem trabalhar em conjunto para cobrir uma área maior de monitoramento, compartilhar recursos e evitar duplicação de esforços. O trabalho colaborativo com moradores locais pode auxiliar em questões de segurança de locais inexplorados, que seriam mais desafiadores de serem mapeados

por pesquisadores externos à região. Além disso, o envolvimento da população local também pode contribuir em questões de Conservação e preservação desses locais, que podem ser mais frágeis e, portanto, carecem de proteção.

É fundamental disseminar as informações sobre invasões biológicas para diferentes públicos e as Universidades estão presentes nesse diálogo, com a troca de conhecimentos e a formação de parcerias com a sociedade em geral. Estas incluem membros interessados na ciência e na produção de soluções para problemas ambientais e redes de apoio em torno de um objetivo comum de interesse (Witt; Umpierre; Silva, 2023; Chiarini; Vieira, 2012). Desta maneira, possibilitam realizar a função social das Universidades, facilitando a aproximação com a comunidade local, especialmente através de ações de extensão. Assim, possibilita que os diversos atores da sociedade desenvolvam suas ideias e projetos em cooperação com pesquisadores científicos, estudantes, amadores e profissionais, com a assistência de tecnologias e equipamentos adequados (Chiarini; Vieira, 2012).

Um exemplo de cooperação entre as Universidades e a sociedade são os laboratórios cidadãos, onde geralmente são associados a movimentos sociais, visando atender às novas necessidades de produção, uso e também compartilhamento de conhecimentos. Os laboratórios cidadãos pressupõem o acesso da sociedade a sua participação nos projetos e pesquisas a serem desenvolvidas ou em desenvolvimento, envolvendo necessidades sociais e propondo soluções sustentáveis a determinadas populações (Witt; Umpierre; Silva, 2023). A partir desse envolvimento, essa pesquisa pode ser um piloto para um projeto de monitoramento abrangendo outras espécies invasoras em Unidades de Conservação. Compreender o que motiva a participação voluntária de membros da sociedade em projetos conjuntos de Ciência Cidadã é fundamental para encorajar o seu maior movimento e manter a sustentabilidade de projetos de monitoramento a longo prazo.

## **Conclusão**

Nesse estudo, baseado nos resultados obtidos, foi possível observar um aumento de registros e pessoas cadastradas no aplicativo iNaturalist, demonstrando reconhecimento e a cooperação da sociedade no monitoramento da espécie invasora. Para a realização de pesquisas futuras sobre a espécie *Hedychium coronarium* alinhadas aos interesses da sociedade, é necessário investigar de forma mais detalhada quais estratégias de manejo estão sendo adotadas e, se as mesmas estão baseadas no reconhecimento dos atores sobre a problemática. Esta relação

intrínseca com os atores sociais tenderá a apresentar métodos mais adequados e eficazes para a área invadida em diferentes contextos.

Por meio da Ciência Cidadã, a sociedade pode colaborar ainda mais com as pesquisas à medida que outros atores se engajam na problemática de forma voluntária e/ou técnica, assumindo tarefas inerentes ao monitoramento e manejo, como a distribuição de informativos sobre as invasões biológicas e também, divulgando o aplicativo iNaturalist utilizado no monitoramento da espécie. Essas ações contribuem no mapeamento e monitoramento sucessivo de *H. coronarium* e promovem a participação da população, que além de coletar dados, se envolvem em atividades de educação e conscientização sobre as invasões de espécies, visto que o incentivo à participação por meio de oficinas e eventos, fortalece o engajamento e a colaboração na resolução de problemas.

## Referências

- BONNEY, R. (1996). Citizen Science: A lab tradition. **Living Bird**, 15 (4), 7-15.
- BONNEY, R., BALLARD, H., JORDAN, R., MCCALLIE, E., PHILLIPS, T., SHIRK, J., & WILDERMAN, C. C. (2009). Public participation in scientific research: Defining the field and assessing its potential for informal science education. **A CAISE inquiry group report**. Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE).
- CHIARINI, T., & VIEIRA, K. P. (2012). Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento econômico: sistema superior de ensino e as políticas de CT&I. **Revista Brasileira de Economia**, 66(1), 117–132. <https://doi.org/10.1590/S0034-71402012000100006>.
- DARSKI-SILVA, B., SOUSA, L. B., FRICKER, S., DOHERTY, S., REMPE, E. F., PLOS, A., SILVEIRA, M., MÜLLER, E. S., SANTOS, I. O., RIBEIRO, G. H. S., WALTEROS-RODRÍGUEZ, J. (2021). Conectando o Hemisfério Sul por meio da Ciência Cidadã. **Revista Bioika**, 8 edição. Disponível em: <https://revistabioika.org/pt/transformando-o-mundo/post?id=120>. Acesso em: ago. 2023.
- EAGLES, PAUL F. J., MCCOOL, STEPHEN F. AND HAYNES, CHRISTOPHER D. A. (2002). Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management. **IUCN Gland**, Switzerland and Cambridge, UK. XV + 183pp.
- EITZEL, M. V, CAPPADONNA, J. L., SANTOS-LANG, C., DUERR, R. E., VIRAPONGSE, A., WEST, S. E., KYBA, C. C. M., BOWSER, A., COOPER, C. B., SFORZI, A., METCALFE, A. N., HARRIS, E. S., THIEL, M., HAKLAY, M., PONCIANO, L., ROCHE, J., CECCARONI, L., SHILLING, F. M., DÖRLER, D., ... JIANG, Q. (2017). Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. **Citizen Science: Theory and Practice**, 2(1), 1. <https://doi.org/10.5334/cstp.96>.
- FRITZ, S., SEE, L., CARLSON, T., HAKLAY, M., OLIVER, J. L., FRAISL, D., MONDARDINI, R., BROCKLEHURST, M., SHANLEY, L. A., SCHADE, S., WEHN, U., ABRATE, T., ANSTEE, J., ARNOLD, S., BILLOT, M., CAMPBELL, J., ESPEY, J., GOLD, M., HAGER, G., ... WEST, S. (2019). Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. **Nature Sustainability**, 2(10), 922–930. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0390-3>.
- INSTITUTO HÓRUS. (2021). Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. **Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras**. I3N Brasil, Florianópolis – SC. Disponível em: [i3n.institutohorus.org.br](http://i3n.institutohorus.org.br). Acesso em: out. 2021.
- IRWIN, A. (1995). Citizen Science: a study of people, expertise and sustainable development. London and New York: **Routledge**. <https://doi.org/10.4324/9780203202395>.
- JOHNSON, B. A., MADER, A. D., DASGUPTA, R., & KUMAR, P. (2020). Citizen science and invasive alien species: An analysis of citizen science initiatives using information and communications technology (ICT) to collect invasive alien species observations. **Global Ecology and Conservation**, 21, e00812. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00812>.

LEUNG, Y.-F., SPENCELEY, A., HVENEGAARD, G., & BUCKLEY, R. (Eds.). (2018). *Tourism and visitor management in protected areas: guidelines for sustainability*. IUCN, **International Union for Conservation of Nature**.  
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.27.en>.

LIEBENBERG, L., STEVENTON, J., BRAHMAN, NATE, BENADIE, K., MINYE, J., LANGWANE, H. (KAROHA), & XHUKWE, Q. (/Uase). (2017). Smartphone Icon User Interface design for non-literate trackers and its implications for an inclusive citizen science. **Biological Conservation**, 208, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.033>.

MAGNUSSON, W.; BRAGA-NETO, R.; PEZZINI, F.; BACCARO, F.; BERGALLO, H.; PENHA, J. *et al.* (2013). *Biodiversidade e Monitoramento Ambiental Integrado* (livro eletrônico). PPBio. Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia. **Áttema Editorial**. Santo André. São Paulo. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Biodiversidade\\_e\\_monitoramento\\_ambiental\\_integrado.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Biodiversidade_e_monitoramento_ambiental_integrado.pdf). Acesso em: ago. 2023.

MARION, J. L., Leung, Y.-F., Eagleston, H., & Burroughs, K. (2016). A Review and Synthesis of Recreation Ecology Research Findings on Visitor Impacts to Wilderness and Protected Natural Areas. **Journal of Forestry**, 114(3), 352–362.  
<https://doi.org/10.5849/jof.15-498>.

MIELKE, E. C. *et al.* (2015). Espécies exóticas invasoras arbóreas no parque da barreira em Curitiba: registros e implicações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 327-336.

PEREIRA, C. P.; ROQUE, F. O.; CONSTANTINO, P.; SABINO, J.; PRADO, M. U. (2013). *Monitoramento in situ da biodiversidade: Uma proposta para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade*. Brasília. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)**. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/260753318\\_Monitoramento\\_in\\_situ\\_da\\_biodiversidade\\_-\\_Proposta\\_para\\_um\\_Sistema\\_Brasileiro\\_de\\_Monitoramento\\_da\\_Biodiversidade](https://www.researchgate.net/publication/260753318_Monitoramento_in_situ_da_biodiversidade_-_Proposta_para_um_Sistema_Brasileiro_de_Monitoramento_da_Biodiversidade). Acesso em: ago. 2023.

POCOCK, M. J. O., ROY, H. E., FOX, R., ELLIS, W. N., & BOTHAM, M. (2017). Citizen science and invasive alien species: Predicting the detection of the oak processionary moth *Thaumetopoea processionea* by moth recorders. **Biological Conservation**, 208, 146–154.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.010>.

RIESCH, H., & POTTER, C. (2014). Citizen science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions. **Public Understanding of Science**, 23(1), 107–120.  
<https://doi.org/10.1177/0963662513497324>.

ROY, H., GROOM, Q., ADRIAENS, T., AGNELLO, G., ANTIC, M., ARCHAMBEAU, A.-S., BACHER, S., BONN, A., BROWN, P., BRUNDU, G., LÓPEZ, B., CLEARLY, M., COGĂLNICEANU, D., DE GROOT, M., DE SOUSA, T., DEIDUN, A., ESSL, F., FIŠER PEČNIKAR, Ž., GAZDA, A., ... CARDOSO, A. C. (2018). Increasing understanding of alien species through citizen science (Alien-CSI). **Research Ideas and Outcomes**, 4.  
<https://doi.org/10.3897/rio.4.e31412>.

SIMONIELLO, C., JENCKS, J., LAURO, F. M., LOFTIS, J. D., WESLAWSKI, J. M., DEJA, K., FORREST, D. R., GOSSETT, S., JEFFRIES, T. C., JENSEN, R. M., KOBARA, S., NOLAN, L., OSTROWSKI, M., POUNDS, D., ROSEMAN, G., BASCO, O., GOSSELIN, S., REED, A., WILLS, P., & WYATT, D. (2019). Citizen-Science for the Future: Advisory Case Studies from Around the Globe. **Frontiers in Marine Science**, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00225>.

SIMBERLOFF, D. E REJMÁNEK, M., (2011). (eds.) **Encyclopedia of Biological Invasions**. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.

SPENCELEY, A. *et al.* (2015). Visitor management, p. 715-750. In: Worboys, G.L.; Lockwood, M.; Kothari, A.; Feary, S.; Pulsford, I. (eds.). **Protected Area Governance and Management**, ANU Press.

STURM, U., SCHADE, S., CECCARONI, L., GOLD, M., KYBA, C., CLARAMUNT, B., HAKLAY, M., KASPEROWSKI, D., ALBERT, A., PIERA, J., BRIER, J., KULLENBERG, C., & LUNA, S. (2018). Defining principles for mobile apps and platforms development in citizen science. **Research Ideas and Outcomes**, 4, e23394. <https://doi.org/10.3897/rio.4.e23394>.

SULLIVAN, B. L., AYCRIGG, J. L., BARRY, J. H., BONNEY, R. E., BRUNS, N., COOPER, C. B., DAMOULAS, T., DHONDT, A. A., DIETTERICH, T., FARNSWORTH, A., FINK, D., FITZPATRICK, J. W., FREDERICKS, T., GERBRACHT, J., GOMES, C., HOCHACHKA, W. M., ILIFF, M. J., LAGOZE, C., LA SORTE, F. A., ... KELLING, S. (2014). The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science. **Biological Conservation**, 169, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.003>.

TULLOCH, A. I. T., POSSINGHAM, H. P., JOSEPH, L. N., SZABO, J., & MARTIN, T. G. (2013). Realising the full potential of citizen science monitoring programs. **Biological Conservation**, 165, 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.05.025>.

WITT, A. S., UMPIERRE, L. W., & SILVA, F. C. C. DA. (2023). Laboratórios Cidadãos nas universidades federais do Brasil. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência Da Informação**, 21, e023009. <https://doi.org/10.20396/rdbci.v21i00.8673329>.

ZAMONER, M. **Ciência Cidadã e biodiversidade**. 1. ed. Curitiba: Comfauna Livros, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/357469773\\_Ciencia\\_cidada\\_e\\_biodiversidade](https://www.researchgate.net/publication/357469773_Ciencia_cidada_e_biodiversidade). Acesso em: ago. 2023.

## Considerações finais

A partir das análises realizadas, pode se observar que a espécie *H. coronarium* foi dispersora em todos os biomas pesquisados. Visto não ter sido mensurado a variável específica de distância dos corpos hídricos durante essa investigação, sugere-se mais pesquisas que desenvolvam análises da invasão relacionados aos corpos hídricos e, além disso, devem ser considerados trabalhos que avaliem a distância da invasão até as áreas urbanas vizinhas às Unidades de Conservação, bem como o nível de alteração de uso das zonas de amortecimento. Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam fortemente a necessidade da realização do monitoramento efetivo e contínuo pelo nível e potencial de invasão que a espécie tem nos biomas e regiões do estado de São Paulo.

É notório que a Ciência Cidadã é impulsora na criação do conhecimento científico e sua popularização na sociedade tende a ser cada vez mais ativa no que tange as questões ambientais das áreas naturais, visto que estes ambientes estão em crescente reconhecimento. Enquanto áreas de interesse socioambiental, político e econômico encarregam-se de questões climáticas (por exemplo, créditos de carbono). Uma vez que os ambientes naturais estão cada vez mais sendo reconhecidos e protegidos de forma legal em Unidades de Conservação. A importância da participação em projetos de Ciência Cidadã relacionados a Conservação da biodiversidade já é comprovada por pesquisas, porém é necessária uma maior presença da sociedade na prática da observação de invasões biológicas e participações nas ações, bem como o envolvimento efetivo de Universidades e Institutos em ações que promovam essas práticas.

Esta pesquisa com os métodos propostos e respectivos resultados positivos alcançados, subsidia empenhos técnicos científicos atuais perante as Áreas Protegidas e Unidades de Conservação. O propósito é atender a necessidade de identificação e resposta imediata a diversas outras espécies invasoras, assim como servir de exemplo para o desenvolvimento de ações de Ciência Cidadã nas questões relacionadas a biodiversidade.