

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
CAMPUS DO LITORAL PAULISTA

ANDRÉ MATEUS RODEGUERO STEFANUTO

**Explorando a ocorrência de Soldadinhos (Hemiptera:  
Membracidae) no estado de São Paulo, a partir de dados da  
plataforma *iNaturalist*.**

**São Vicente**

**2022**

ANDRÉ MATEUS RODEGUERO STEFANUTO

**Explorando a ocorrência de Soldadinhos (Hemiptera:  
Membracidae) no estado de São Paulo, a partir de dados da  
plataforma *iNaturalist*.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Instituto de Biociências do *Campus* do  
Litoral Paulista da UNESP para obtenção do  
título de Bacharel em Ciências Biológicas  
com habilitação em Gerenciamento Costeiro.

Orientador: Prof. Dr. Mario Manoel Rollo Jr,

São Vicente

2022

S816e

Stefanuto, André Mateus Rodeguero

Explorando a ocorrência de soldadinhos (Hemiptera: Membracidae) no estado de São Paulo, a partir de dados da plataforma iNaturalist / André Mateus Rodeguero Stefanuto. -- São Vicente, 2022

36 p. : il., tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente

Orientador: Mario Manoel Rollo Jr.

1. Ecologia animal. 2. Insetos florestais. 3. Participação do cidadão.  
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

*Please, please, help me see  
The best way to be  
Make a change and we live eternally  
No more wasted years  
No more wasted tears  
Life's too short to cry  
Long enough to try*

*(March of Time*

*Kai Hansen - Helloween)*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Mario Manoel Rollo Jr. por estar ao meu lado durante os tempos difíceis vividos nos anos de 2020 e 2021 e durante a realização deste trabalho. Agradeço-o também por inspirar-me a ter novas ideias, novos trabalhos e novas abordagens de pesquisa.

Agradeço ao Prof. Dr. Gustavo Maruyama Mori por concordar em compor a banca avaliadora deste trabalho.

Agradeço, também, a minha família, minha terapeuta e os pouquíssimos amigos, que seguiram por perto neste período difícil e triste para todos nós. Foram de grande importância para que eu seguisse em frente em vários aspectos, não só no presente trabalho.

Por fim, agradeço à oportunidade oferecida pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e todos os envolvidos na finalização de mais uma etapa desta jornada.

## Sumário

AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUÇÃO.....	9
OBJETIVOS.....	15
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
COLETA DE DADOS.....	15
ANÁLISE DE DADOS.....	16
ANÁLISE EXPLORATÓRIA.....	16
MODELAGEM NO MAXENT.....	17
RESULTADOS.....	18
ANÁLISE EXPLORATÓRIA.....	18
MODELAGEM NO MAXENT.....	22
DISCUSSÃO.....	24
ANÁLISE EXPLORATÓRIA.....	25
MODELAGEM NO MAXENT.....	27
LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	27
CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	28

## RESUMO

Os soldadinhos compõem a família Membracidae, pequenos Hemípteros com grande diversidade nos neotrópicos. Possuem uma estrutura chamada “pronoto”, que apresenta formas bastante diversas e intimamente relacionadas à História Natural das espécies. Sua taxonomia e diversidade é bastante estudada, mas o grupo ainda carece de muitos estudos ecológicos. Os membracídeos se associam intimamente a uma grande variedade de organismos vegetais e por isso são considerados indicadores ecológicos de ambientes. Documentar a diversidade de soldadinhos em grande escala geográfica é uma tarefa facilitada pela Ciência Cidadã. Este trabalho buscou conhecer e modelar a ocorrência desta família no estado de São Paulo utilizando registros feitos por cidadãos cientistas através da plataforma *iNaturalist*. A exploração da ocorrência foi feita utilizando os programas QGIS e Rstudio e a modelagem foi realizada pelo programa MaxEnt. Os resultados mostram registros mais abundantes nas proximidades de fragmentos vegetacionais no entorno de áreas urbanas, onde há maior concentração populacional - e de cidadãos cientistas. Também foi possível notar maior diversidade de espécies em áreas vegetadas e menor em áreas urbanas. A modelagem aponta para possível preferência de Soldadinhos por regiões com temperaturas mais estáveis e com alta disponibilidade hídrica/pluviosidade, guardadas as imitações dos resultados. Assim, abrangendo grande escala temporal e espacial dos registros, este trabalho contribui para o entendimento dos habitats ocupados pela família Membracidae.

Palavras-chave: Ciência Cidadã, Modelagem de ocorrência, Biodiversidade, Viuvinhas.

## **ABSTRACT**

The treehoppers are the Membracidae family. These small Hemipterans have great diversity of species in the Neotropics. They have a structure called “pronotum”, which presents many different shapes related to the Natural History of each species. Its taxonomy and diversity are well researched, but the group lacks of many ecological studies. They are closely related with a wide variety of plants and, as a result, considered ecological indicators of the environment. Sampling. Documenting the group diversity in large geographic areas is a task facilitated by Citizen Science. This worked aimed to know and model the occurrence of Membracidae family in *São Paulo* state using observations made by citizen scientists through iNaturalist. The exploratory analysis of the data was done using QGIS and Rstudio and the modelling was carried out by MaxEnt. The results shows more observations in vegetation fragments close to urban areas, mainly where there is greater populational – and citizens scientists – density. Also, the species diversity is greater inside vegetation fragments and smaller in urban areas. The modeling points to a certain preference of treehoppers for areas with more stable temperature and high water availability/rainfall index, subject to the limitations of the results. Thus, covering a large temporal and spatial scale of the records, this work contributes to the understanding of the habitats occupied by the Membracidae family.

Key-words: Citizen Science, Occurrence modelling, Biodiversity, Treehoppers.

## INTRODUÇÃO

A Superfamília Membracoidea (Hemiptera: Auchenorrhyncha) é a mais diversa dentro da subordem Auchenorrhyncha, com cerca de 3000 gêneros e 25 mil espécies descritas (BARTLETT *et al.*, 2018; SKINNER *et al.*, 2020). Atualmente, se reconhece, nesta Superfamília, cinco famílias: Aetalionidae, Melizoderidae, Membracidae, Myerslopiidae, e Cicadellidae (DIETRICH; MCKAMEY; DEITZ, 2001; CRYAN *et al.*, 2004; CRYAN; URBAN, 2012; BARTLETT *et al.*, 2018; SKINNER *et al.*, 2020). A posição taxonômica destes grupos, de Auchenorrhyncha às famílias dentro de Membracoidea, é alvo de diversas discussões (mais detalhes em: BARTLETT *et al.*, 2018; SKINNER *et al.*, 2020).

A família Membracidae contém cerca de 430 gêneros e 3500 espécies (DIETRICH; MCKAMEY; DEITZ, 2001; ALBERTSON; DIETRICH, 2005; DEITZ; WALLACE, 2010; BARTLETT *et al.*, 2018; SKINNER *et al.*, 2020). A posição taxonômica dessa família vem sendo modificada desde o século XIX e hoje ela é considerada um grupo monofilético (FUNKHOUSER, 1951; DIETRICH; DEITZ, 1993; DIETRICH; MCKAMEY; DEITZ, 2001; ALBERTSON; DIETRICH, 2005; CABRAL, 2017; BARTLETT *et al.*, 2018; SKINNER *et al.*, 2020). No presente trabalho, os nomes “Soldadinhos” e “Membracídeos” fazem referência somente aos membros da família Membracidae.

Os soldadinhos foram alvo de numerosos estudos filogenéticos e taxonômicos, mas carecem de estudos ecológicos, como também de suas histórias naturais, distribuições geográficas e outros aspectos de sua biologia (LOPES, 1995; LIN, 2006; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012; LENCIONI-NETO; SAKAKIBARA, 2014; ROTHEÁ *et al.*, 2019). Recentemente, foram conduzidos diversos estudos no Brasil para entender a ecologia dos Soldadinhos em diversas frentes (por exemplo, LOPES, 1995; LENCIONI-NETO, 2011; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012; LENCIONI-NETO; SAKAKIBARA, 2014; CABRAL, 2017; SILVA, 2017; LENCIONI-NETO, 2018; ROTHEÁ *et al.*, 2019). Apesar disso, ainda se observam lacunas no conhecimento do grupo (LOPES, 1995; LIN, 2006; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012; LENCIONI-NETO; SAKAKIBARA, 2014; BARTLETT *et al.*, 2018).

Os Membracídeos formam um grupo de pequenos (2 – 24mm – frequentemente menos de 10mm) hemípteros que tiveram origem nas Américas e daí se dispersaram para outras regiões do planeta (CRYAN *et al.*, 2004; LIN, 2006; BARTLETT *et al.*, 2018). São

reconhecidos principalmente por suas formas bastante diversas e peculiares, proporcionadas pela expansão do pronoto, articulado ao primeiro segmento torácico, formando um “elmo” ou “capacete” (FUNKHOUSER, 1951; WOOD, 1993; DIETRICH; MCKAMEY; DEITZ, 2001; PRUD’HOMME *et al.*, 2011; CABRAL, 2017; LIN *et al.*, 2019). Sua forma varia muito entre as espécies e pode se assemelhar a espinhos, sementes, folhas e pequenos ramos de plantas, bem como fezes de animais, vegetação seca e até mesmo formigas (BUCKTON; POULTON, 1903; DEITZ; WALLACE, 2010; PRUD’HOMME *et al.*, 2011; ADACHI *et al.*, 2020). O “elmo” pode estar associado a diferentes mecanismos– defesa, mimetismo, camuflagem, aposematismo, sensorial – e conhecê-los mais apropriadamente dependerá do aprofundamento dos estudos de suas histórias naturais (BUCKTON; POULTON, 1903; FUNKHOUSER, 1951; WOOD, 1975a; 1975b; 1977; 1993). A evolução dessa extensão do pronoto, do ponto de vista morfológico e genético, ainda é bastante controversa para todo o grupo (PRUD’HOMME *et al.*, 2011; ADACHI *et al.*, 2020).

O grupo alcançou alta diversidade morfológica e taxonômica em distintas zonas biogeográficas (FUNKHOUSER, 1951; WOOD, 1993; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012). Essa diversidade varia nas diferentes regiões do mundo, alcançando o ápice nos Neotrópicos (FUNKHOUSER, 1951; WOOD; OLMSTEAD, 1984; DIETRICH; MCKAMEY, 1995). No Brasil, estão presentes cerca de 700 espécies (EVANGELISTA; SAKAKIBARA; TAKYIA, 2020). Esta estimativa é provavelmente bastante subestimada, devido ao reduzido esforço de pesquisa e também dificuldades de acesso à fauna dos dosséis (SILVA, 2017; ROTHEÁ *et al.*, 2019). Novas espécies têm sido identificadas recentemente no Brasil e no exterior, o que contribui para ilustrar a subestimativa atual de espécies (CREÃO-DUARTE; SAKAKIBARA, 1994; DIETRICH; MCKAMEY, 1995; BARREIRA; SAKAKIBARA, 2001; ANDRADE, 2004; ROTHEÁ; CREÃO-DUARTE, 2007; SAKAKIBARA; LENCIONI-NETO, 2009; LENCIONI-NETO; SAKAKIBARA, 2014; FLÓREZ, 2019; ENGLAND; FLYNN; ROBERT, 2020).

Assim como a grande maioria dos Auchenorrhyncha, os Soldadinhos são insetos fitosuccívoros – isto é, sugam fluídos internos de organismos vegetais – e sua alimentação é baseada na seiva elaborada de plantas (FUNKHOUSER, 1951; WOOD, 1993; LOPES, 1995; DIETRICH; ROTHSCHILD; DEITZ, 1999; LIN, 2006; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012; CREÃO-DUARTE *et al.*, 2016). Estes animais são encontrados em folhas, meristemas apicais e marginais, ramos jovens, inflorescências e outros tecidos facilmente perfuráveis – permitindo-os alcançar o floema – de organismos vegetais, geralmente onde há

incidência de raios solares (FUNKHOUSER, 1951; LAWTON, 1983; WOOD, 1993; LOPES, 1995; DIETRICH; ROTHSCILD; DEITZ, 1999; LIN, 2006; LENCIONI-NETO, 2011; WALLACE, 2014; CABRAL, 2017). Como se alimentam de grande quantidade de seiva, tanto ninfas quanto adultos secretam uma substância com grande quantidade de açúcares contidos na seiva e que não são aproveitados pelo organismo do Soldadinho – o *honeydew* (WAGNER; GAGLIARDI, 2015; BARTLETT *et al.*, 2018; NOORT; MOLL, 2019). Muitos organismos se associam aos soldadinhos pela substância secretada, como abelhas, formigas e até borboletas (WAGNER; GAGLIARDI, 2015; BARTLETT *et al.*, 2018; NOORT; MOLL, 2019). Diversas espécies de *Hymenoptera* – geralmente formigas e/ou abelhas – ao encontrarem esta fonte de nutrição acabam defendendo-a de outros predadores (WAY, 1963; WOOD, 1993; DEL-CLARO; OLIVEIRA, 1999; DELABIE, 2001; LIN, 2006; SILVEIRA; OLIVEIRA; TRIGO, 2010; CABRAL, 2017).

A intensidade com a qual estas associações acontecem pode estar associada à densidade de soldadinhos no local e isto depende da forma como se organizam. Os Soldadinhos podem se organizar de forma: solitária, com diferentes fases ocupando distintos organismos vegetais e distanciadas entre si; gregário, com agregações de adultos ou ninfas; ou sub-social, na qual, ovos, ninfas e adultos habitam o mesmo organismo vegetal e podem apresentar níveis de cuidado parental (WOOD, 1993; LIN, 2006). Espécies com hábito gregário ou sub-social possuem hábitos mais relacionados à planta hospedeira e história de vida mais bem conhecida (FUNKHOUSER, 1951; LIN, 2006; MCKAMEY; WALLNER; PORTER, 2015; CREÃO-DUARTE *et al.*, 2016). No caso de espécies solitárias, muitas vezes os instares das ninfas e diversos caracteres da história natural ainda são desconhecidos pela Ciência (LIN, 2006; MCKAMEY; WALLNER; PORTER, 2015; MCKAMEY, comunicação pessoal).

De modo geral, os soldadinhos se associam a diversos grupos e espécies vegetais (LOPES, 1995; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012). Cada espécie de Soldadinho, porém, é capaz de se associar a um baixo número de famílias e/ou espécies vegetais, em caráter especialista ou generalista (LOPES, 1995; DEITZ; WALLACE, 2010; LENCIONI-NETO, 2011; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012). Além do nível de espécie, também há certa variação na escolha da planta hospedeira em nível de população (COCROFT; RODRÍGUEZ; HUNT, 2009). Soldadinhos de zonas temperadas – como a região neártica – tendem a se associar a um menor número de espécies e a serem monófagos; Já em regiões tropicais – como a zona neotropical – o número de grupos de plantas

hospedeiras tem potencial de ser maior para as espécies (WOOD, 1984 apud. WOOD, 1993; WOOD, 1993; LOPES, 1995; DIETRICH; ROTHSCCHILD; DEITZ, 1999; BARTLETT *et al.*, 2018). As associações ocorrem em organismos arbóreos, arbustivos e herbáceos, mas abundância e diversidade podem variar entre os estratos e estruturas vegetais (LAWTON, 1983; LIN, 2006; CABRAL, 2017; SILVA, 2017; ROTHÉA *et al.*, 2019).

A grande gama de associações entre os Soldadinhos e organismos vegetais em diferentes estratos, somada aos curtos ciclos de vida (LINARES; NEDER; DIETRICH, 2010; TORRICO-BAZOBERRY *et al.*, 2014; GADELHA, 2016; SILVA, 2017) e à taxonomia bem estudada (FUNKHOUSER, 1951; DIETRICH; DEITZ, 1993; DIETRICH; MCKAMEY; DEITZ, 2001; ALBERTSON; DIETRICH, 2005; CABRAL, 2017; BARTLETT *et al.*, 2018; SKINNER *et al.*, 2020), encaixa os *Membracidae*, segundo Brown Jr., (1997), como bons indicadores da saúde de ecossistemas. Dentro de seus critérios, o autor aponta que os Membracídeos tendem a perder sua riqueza de espécies em ambientes muito perturbados (BROWN JR., 1997). Gadelha (2016) afirma que o nível de especialização e vulnerabilidade nas relações de Soldadinhos e suas plantas hospedeiras são maiores – e provavelmente relacionados entre si – em áreas onde as perturbações no ambiente são maiores. Por apresentarem hábito de herbivoria associado a uma ou poucas famílias e espécies vegetais (LOPES, 1995; DEITZ; WALLACE, 2010; LENCIONI-NETO, 2011; CREÃO-DUARTE, ANJOS & SANTOS, 2012), são de grande vulnerabilidade à saúde do ecossistema – isto é, a depender das perturbações, a equitabilidade da comunidade vegetal pode ser afetada e, conseqüentemente, a diversidade de espécies Soldadinho tende a diminuir (BROWN JR., 1997; GADELHA, 2016).

A composição das comunidades de membracídeos pode variar entre estruturas e estratos vegetais, sazonalidade e regime hídrico, fenologia e diversidade dos hospedeiros entre outros inúmeros fatores (LAWTON, 1983; CREÃO-DUARTE *et al.*, 2016; SILVA, 2017; ROTHEÁ *et al.*, 2019). De modo geral, há menor diversidade e equitabilidade e maior dominância em áreas mais impactadas (LOPES, 1995; CREÃO-DUARTE, ANJOS & SANTOS, 2012). Ela também pode variar de acordo com a proximidade da margem de algum fragmento de mata (CABRAL, 2017). Deste modo, ocorrem variações nas medidas de diversidade de acordo com os diferentes biomas e com o status de conservação da região (LENCIONI-NETO, 2018). O estado de São Paulo é composto principalmente pelos biomas de Cerrado e Mata Atlântica, ambos *hotspots* da conservação e muito ameaçados (MYERS *et al.*, 2000; GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020). Há pouca documentação das

espécies que ocorrem nestas áreas. Lopes (1995) amostrou, em uma área de Cerrado paulista, 26 espécies de Membracídeos e documentou suas plantas hospedeiras; Lencioni-Neto (2011) fez registros de 32 espécies em uma pequena área de Mata Atlântica na região do Vale do Paraíba, em SP; Lencioni-Neto (2018) documentou 91 espécies em seu livro “Membracídeos no Vale do Paraíba”, em sua parcela paulista; e Evangelista, Santos e Lamas (2014) compilaram os registros de Membracidae presentes na coleção do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, que contém exemplares coletados dentro e fora do estado de São Paulo.

Amostrar dados de maneira ampla e eficiente pode ser custosa, humana e financeiramente. Uma alternativa viável que tem se apresentado é a assim chamada “Ciência Cidadã” (CARR, 2004; DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010; GARDINER *et al.*, 2012; ELLWOOD *et al.*, 2017; MCKINLEY *et al.*, 2017; SPEAR; PAULY; KAISER, 2017). Esse termo possui diversas nuances, mas foi cunhado inicialmente por Alan Irwin e Rick Bonney, nos anos 1990 (BONNEY *et al.*, 2009; RIESCH; POTTER, 2014). Hoje, encontra-se no dicionário de *Oxford* e é definido como a ciência feita por membros do público geral, em colaboração ou sob a direção de cientistas ou instituições científicas. Carr (2004), em seu artigo intitulado “*Why Do We All Need Community Science?*” (“Por que todos nós precisamos da Ciência Comunitária?”, em tradução livre), argumenta que o termo “Ciência Comunitária” é mais inclusivo que “Ciência Cidadã”, já que abrange o coletivo “comunidade”. Ressalta ainda que na Ciência Comunitária ocorre interação entre a ciência convencional e aquela baseada no conhecimento da comunidade (CARR, 2004).

Por ser realizada por indivíduos não necessariamente inseridos no meio acadêmico ou científico, os dados da Ciência Cidadã são frequentemente questionados (BONTER; COOPER, 2012; GARDINER *et al.*, 2012; RIESCH; POTTER, 2014; ACEVES-BUENO *et al.*, 2017; SERRET *et al.*, 2019). Contudo, essa é uma tarefa que pode apresentar diversos problemas metodológicos e deve ser feita com cautela, principalmente em casos de Meta-análise (ACEVES-BUENO *et al.*, 2017; SPECHT; LEWANDOWSKI, 2018). Por outro lado, como conta com a participação de uma rede diversa e ampla de cientistas, projetos de Ciência Cidadã podem abranger grandes áreas geográficas em pouco tempo e, ainda assim, monitorá-las por longos períodos de tempo (CARR, 2004; DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010). Dados advindos da Ciência Cidadã já foram empregados em diversos contextos, como: avaliação de interações inseto-planta (GAZDIC; GROOM, 2019), impacto de espécies invasoras (ENCARNAÇÃO; TEODÓSIO; MORAIS, 2021), distribuição geográfica de

organismos e outros componentes ecológicos (GARDINER *et al.*, 2012; CALLAGHAN, NAKAGAWA & CORNWELL, 2021), e também avaliações de fatores físicos e químicos da água (maiores detalhes e exemplos em SIMONIELLO *et al.*, 2019).

A plataforma *iNaturalist* ([www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org)) consiste em um projeto de Ciência cidadã no qual os participantes (Usuários Observadores) registram observações de qualquer organismo que possa ser fotografado ou ter suas vocalizações gravadas (iNaturalist, 2021). Recomenda que os dados inseridos contenham informação sobre sua localização geográfica. Outros dados, tais como o sexo do indivíduo e estágio de vida também devem ser inseridos na observação sempre que possível. A identificação destes organismos acontece, inicialmente, de forma automática e conta com a confirmação de uma rede global de especialistas que podem colaborar na identificação das observações (Usuários Identificadores).

Muitos táxons podem ser identificados fotograficamente e os *Insecta*, de modo geral, costumam ser identificados com boa acurácia e precisão pelo aplicativo (UNGER *et al.*, 2020). Bartlett e colaboradores (2018) afirmam que, tratando-se especificamente de Membracídeos, a circulação de fotos de alta resolução também pode fornecer diversos dados ecológicos. Assim sendo, a Ciência Cidadã é uma colaboração muito bem-vinda à Ciência “Institucional” ou “Tradicional” na amostragem de dados de biodiversidade, distribuição e outros tantos atributos ecológicos das espécies.

A distribuição de determinado grupo de organismos é uma característica chave em sua ecologia. Contudo, nem sempre é possível conhecê-la por completo, mesmo utilizando de diferentes modos de amostragem, como a Ciência Cidadã (CARR, 2004; DICKINSON; ZUCKERBERG; BONTER, 2010; GARDINER *et al.*, 2012; ELLWOOD *et al.*, 2017; MCKINLEY *et al.*, 2017; SPEAR; PAULY; KAISER, 2017). Neste contexto, a disponibilidade digital de dados ambientais e de ocorrência geográfica de organismos facilitou a realização de estudos de modelagem de ocorrência (FRANKLIN *et al.*, 2017). Contudo, no que tange os dados ambientais, as variáveis disponíveis e as escalas em que ocorrem podem não ser as mais relevantes para determinado grupo de organismos (SKIDMORE *et al.*, 2011; ELITH; FRANKLIN, 2013). A modelagem de distribuição de espécies correlaciona a ocorrência geográfica de organismos com as variáveis ambientais de dada região buscando a aptidão daqueles organismos àquela região (FRANKLIN, 2010). Assim, um dos grandes desafios da modelagem de distribuição de espécies é selecionar as variáveis mais relevantes (ELITH; FRANKLIN, 2013). Desta forma, esta ferramenta pode auxiliar na compreensão de padrões ecológicos destes indicadores da saúde ambiental de áreas vegetadas.

## OBJETIVOS

Este trabalho buscou explorar e modelar a ocorrência de Membracidae com dados de presença no Estado de São Paulo, a partir de dados de Ciência Cidadã obtidos através da plataforma *iNaturalist*. Assim, pretende-se apresentar um modelo da distribuição regional deste grupo de insetos, indicando possíveis áreas de maior ocorrência destes importantes indicadores ecológicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### COLETA DE DADOS

Os registros de membracídeos foram coletados, em 19 de novembro de 2021, através de um projeto criado pelo autor deste trabalho na plataforma *iNaturalist* (INATURALIST, 2021) intitulado “Membracídeos do estado de São Paulo” (<https://www.inaturalist.org/projects/membracidae-de-sao-paulo>, de acesso livre ao público). O projeto reúne os registros da família Membracidae realizados dentro da região geopolítica do Estado de São Paulo por diferentes membros da comunidade da Ciência Cidadã cadastrados na plataforma (Usuários Observadores). São parte do projeto somente os registros que alcançaram Grau de Pesquisa pelos critérios da plataforma (foto que evidencie o registro, data e localização especificada e identificação comum pela comunidade de usuários). Estes registros foram baixados pelo próprio servidor do *iNaturalist* contendo diversas variáveis inclusas, como posições geográficas e classificações taxonômicas, entre outras. Além disso, também foram coletados, em data posterior (27 de dezembro de 2021), o número de observadores, identificadores e registros com e sem grau de pesquisa na mesma plataforma para Cicadellidae, Nymphalidae, Tyrannidae e Membracidae.

Como os Membros da família Membracidae apresentam hábitos ecológicos similares - como dependência de organismos vegetais e fitossucção, entre outros - optou-se por avaliar a ocorrência da família toda em relação às variáveis descritas em seguida neste trabalho. O Estado de São Paulo foi selecionado como área de estudo somente por motivos de recorte. Para a área delimitada, também foram utilizados dados georreferenciados de fragmentos florestais (Inventário Florestal de 2020 do estado de São Paulo) e manchas urbanas, ambos obtidos através do portal DataGeo (<https://datageo.ambiente.sp.gov.br>). Também foram obtidas dezenove (19) variáveis bioclimáticas em formato GeoTIFF (.tif) nos servidores do *WorldClim* v.2.1 (<https://www.worldclim.org>) (FICK; HIJMANS, 2017) para utilização como *background* da modelagem dos Membracidae. As variáveis obtidas continham dados de

pluviosidade e temperatura em diversas categorias temporais, como trimestres e/ou meses mais quentes ou úmidos, por exemplo.

## ANÁLISE DE DADOS

### ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Os registros baixados dos servidores do *iNaturalist* foram obtidos e formatados para fluxo de análise utilizando a linguagem R 4.1.1 (R CORE TEAM, 2021). Os dados georreferenciados de fragmentos florestais e manchas urbanas obtidos foram utilizados como *shapefiles* no QGIS. Através da ferramenta de sobreposição do programa, os registros de Membracidae – também georreferenciados – foram classificados entre aqueles que estavam dentro ou fora de manchas urbanas e fragmentos florestais. Posteriormente, através da ferramenta de amortecimento (*buffer*), foram criadas zonas de amortecimento de 100m e 500m para fragmentos de vegetação e de 500m para zonas urbanas. A manutenção destes valores foi somente operacional e buscou criar categorias que verificassem, quão distante de manchas urbanas e fragmentos de vegetação os cidadãos cientistas tinham maior atividade. Estas categorias também buscaram explorar como a diversidade desses organismos varia quando mais ou menos próximos de áreas vegetadas e áreas urbanas com maior quantidade de impactos. Cada uma das categorias criadas com a sobreposição realizada resultou em arquivos .csv que continham dados como espécie, latitude e longitude do registro. Estes arquivos foram importados no R e contabilizados o número absoluto de registros para cada espécie naquela categoria de sobreposição. Assim, para cada uma das categorias criadas, foram extraídos os índices ecológicos de Simpson e Shannon utilizando o número de espécies e número de registros através do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2020).

Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

O Índice de Shannon, focado em encontrar a representatividade de espécies raras, busca entender a equitabilidade que ocorre naquela comunidade, isto é, se as abundâncias relativas das espécies que ocorrem são similares, sem que haja grande dominância de uma ou mais espécies. Assim, quanto mais elevado o índice, menores as diferenças entre as abundâncias registradas. Este índice é altamente influenciado pela quantidade de indivíduos amostrados, e portanto pode variar entre as áreas. Já o Índice de Simpson, focado em registrar variações baseadas majoritariamente em espécies comuns, busca registrar a dominância naquela comunidade, isto é, se alguma espécie apresenta uma abundância maior que as demais (MAGURRAN, 2013).

## MODELAGEM NO MAXENT

Todas as variáveis obtidas no repositório que apresentavam abrangência global foram limitadas ao estado de São Paulo e convertidas para o formato de arquivo necessário (arquivo .asc) com auxílio do *software* QGIS e do pacote *raster* (HIJMANS, 2021) na linguagem R. Além disso, foi verificada a colinearidade das 19 variáveis bioclimáticas originalmente obtidas, para diminuir a interferência que apresentariam entre si. Neste processo, utilizou-se a função *removeCollinearity*, capaz de agrupar as variáveis correlacionadas em grupos, com 0,8 como número de corte. Em sequência, selecionou-se somente uma variável de cada grupo. Assim, das 19 variáveis bioclimáticas obtidas originalmente nos servidores do *WorldClim*, as utilizadas no trabalho estão dispostas na tabela 1, abaixo.

*Tabela 1: Relação de nomenclatura e significado de variáveis utilizadas como background na modelagem da ocorrência de soldadinhos. As variáveis contidas nesta tabela são resultantes da seleção por colinearidade de variáveis originalmente obtidas neste link: <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>.*

<b>Código da Variável</b>	<b>Descrição da Variável</b>
wc2.1_302_bio_sp_2	Amplitude Diária Média
wc2.1_302_bio_sp_3	Isotermalidade (2 / 7)
wc2.1_302_bio_sp_4	Sazonalidade da Temperatura
wc2.1_302_bio_sp_6	Mínima Temperatura do Mês Mais Frio
wc2.1_302_bio_sp_7	Amplitude Térmica Anual (5 - 6)
wc2.1_302_bio_sp_12	Precipitação Anual
wc2.1_302_bio_sp_18	Precipitação do Trimestre Mais Quente
wc2.1_302_bio_sp_19	Precipitação do Trimestre Mais Frio

*O Código e a Descrição das Variáveis foram, respectivamente, complementados e traduzidos pelo autor.*

Uma vez que os dados foram formatados, passou-se ao emprego do *MaxEnt v.2.1* (*maximum entropy modelling of species geographic distributions*) (PHILLIPS, 2017) para dar seguimento às análises. As configurações utilizadas no *MaxEnt* foram as indicadas por Phillips (2017) e tidas como padrão pelo programa. Neste contexto, o método implementado no *MaxEnt v.2.1* é capaz de modelar a distribuição a partir de dados ambientais e de ocorrência georreferenciados. A modelagem se baseia na avaliação de presença dos organismos em sobreposição a variáveis ambientais preditivas, permitindo realizar previsões

sobre a presença dos organismos, que serão representadas, por fim, em mapas de calor contendo as probabilidades de distribuição dos táxons-alvo e representando os diferentes graus de adequação de habitat (PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006). A análise realizada pelo *MaxEnt* também nos permite observar quais variáveis representaram as maiores interferências na adequabilidade do grupo de organismos ao ambiente em questão e como essa interferência ocorre dentro dos valores de cada variável através do processo de *jackknife*, que avalia o modelo através da AUC dos dados de treinamento do modelo.

## RESULTADOS

### ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Até o mês de novembro de 2021 haviam sido obtidos 341 registros de 42 diferentes espécies e feitos por 89 usuários da plataforma de observações feitas entre 02/12/2007 e 31/10/2021. Ao cruzar geograficamente os registros de soldadinhos com outras variáveis de interferência foi possível inferir relações dos registros com manchas urbanas e fragmentos florestais no estado de São Paulo. Em relação às manchas urbanas, do total de 341 registros obtidos, 139 (~40%) foram feitos dentro dessas áreas (Figura 1). Dos 202 registros feitos distantes de uma mancha urbana, 148 deles (~73%): O número absoluto de espécies registradas também foi menor no interior de manchas urbanas (20) e maior em áreas distantes mais de 500m de uma mancha urbana (37). Ao cruzar as localizações dos registros de soldadinhos com áreas de fragmentos florestais, observou-se que 102 (~30%) foram realizados no interior de fragmentos de vegetação nativa, enquanto que os 239 (~70%) restantes foram feitos fora destes fragmentos. Destes, 87 (~36%) estavam a menos de 100m, 199 (~83%) a menos de 500m e 40 (~17%) a mais de 500m de um fragmento. O número de espécies registradas foram os mais altos dentro de fragmentos florestais (30) e a menos de 500m de distância deles (31); eles tenderam a diminuir quando a distância era maior de 500m (12). Os valores dos índices de Simpson e Shannon estão dispostos na Tabela 2 e ilustrados no gráfico abaixo (Figura 2).

Tabela 2: Sobreposição entre registros de Membracidae e as áreas delimitadas como manchas urbanas ou Fragmentos de Vegetação (Grupo), conforme descrito em Material e Métodos. . Em cada um dos grupos, o registro poderia estar a uma determinada distância ou dentro das áreas que delimitaram os grupos (Local). Nestas áreas, houve um número absoluto de observações registradas na plataforma iNaturalist (*Reg.*), *que representavam uma proporção (%) dentro do total de 341 registros obtidos para este trabalho. As três últimas colunas representam o número absoluto de espécies registrado em cada um dos locais, conforme divisão (spp.) e os respectivos índices ecológicos de Shannon (H) e Simpson (S).*

<b>Grupo</b>	<b>Local</b>	<b>Reg.</b>	<b>%</b>	<b>spp.</b>	<b>H</b>	<b>S</b>
Mancha Urbana	> 500m	54,000	15,836	22	2,892	15,188
	< 500m	148,000	43,402	37	3,145	16,569
	Dentro	139,000	40,762	20	2,285	5,954
Vegetação	< 100m	87,000	25,513	24	2,698	10,079
	<500m	199,000	58,358	31	2,695	9,027
	> 500m	40,000	11,730	12	2,100	5,755
	Dentro	102,000	29,912	30	3,134	18,916

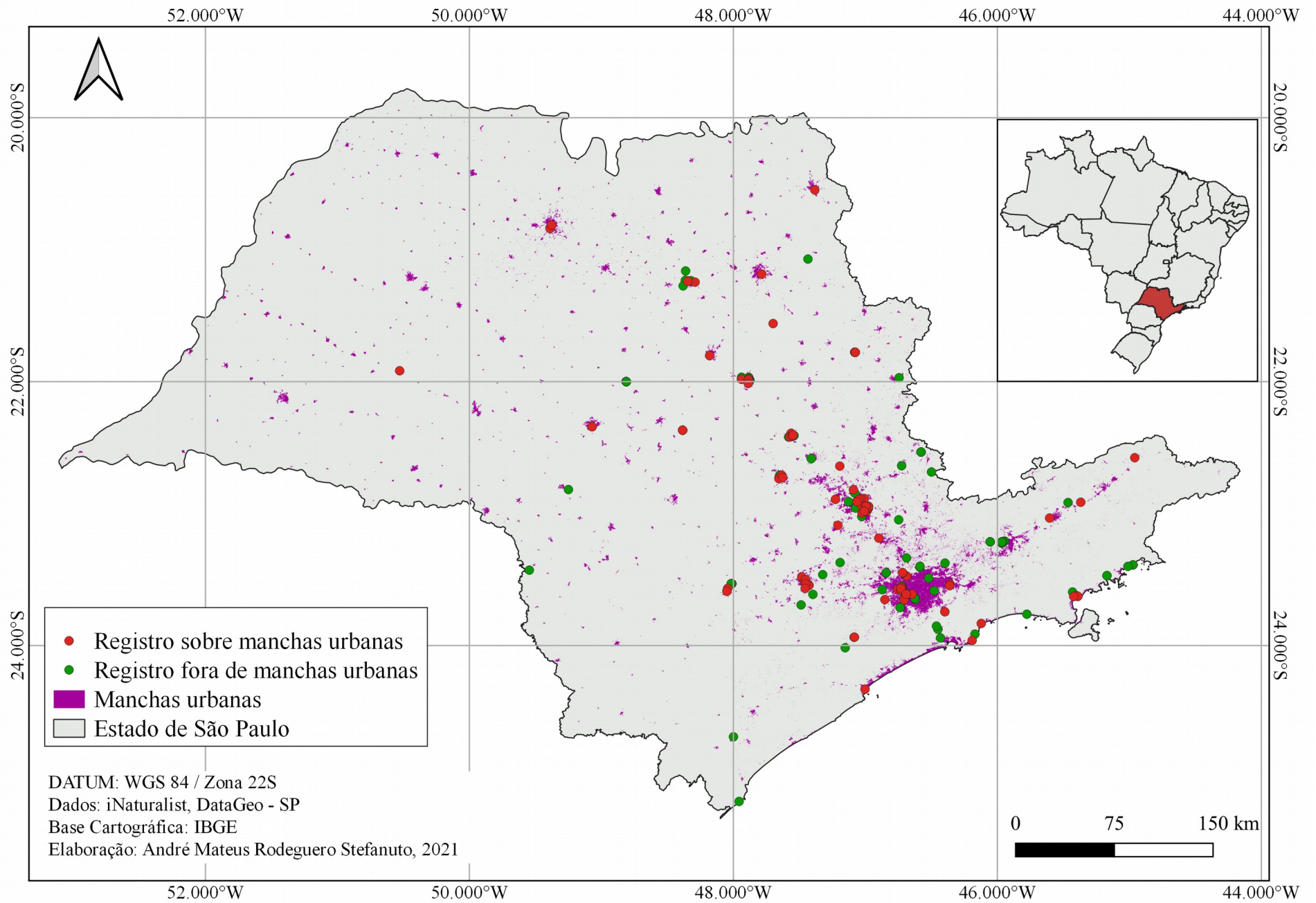


Figura 1: Total de registros de Membracídeos no estado de São Paulo utilizados neste trabalho. No mapa, os registros estão classificados quanto à suboreposição com manchas urbanas.

## Índices de diversidade em cada categoria dos registros

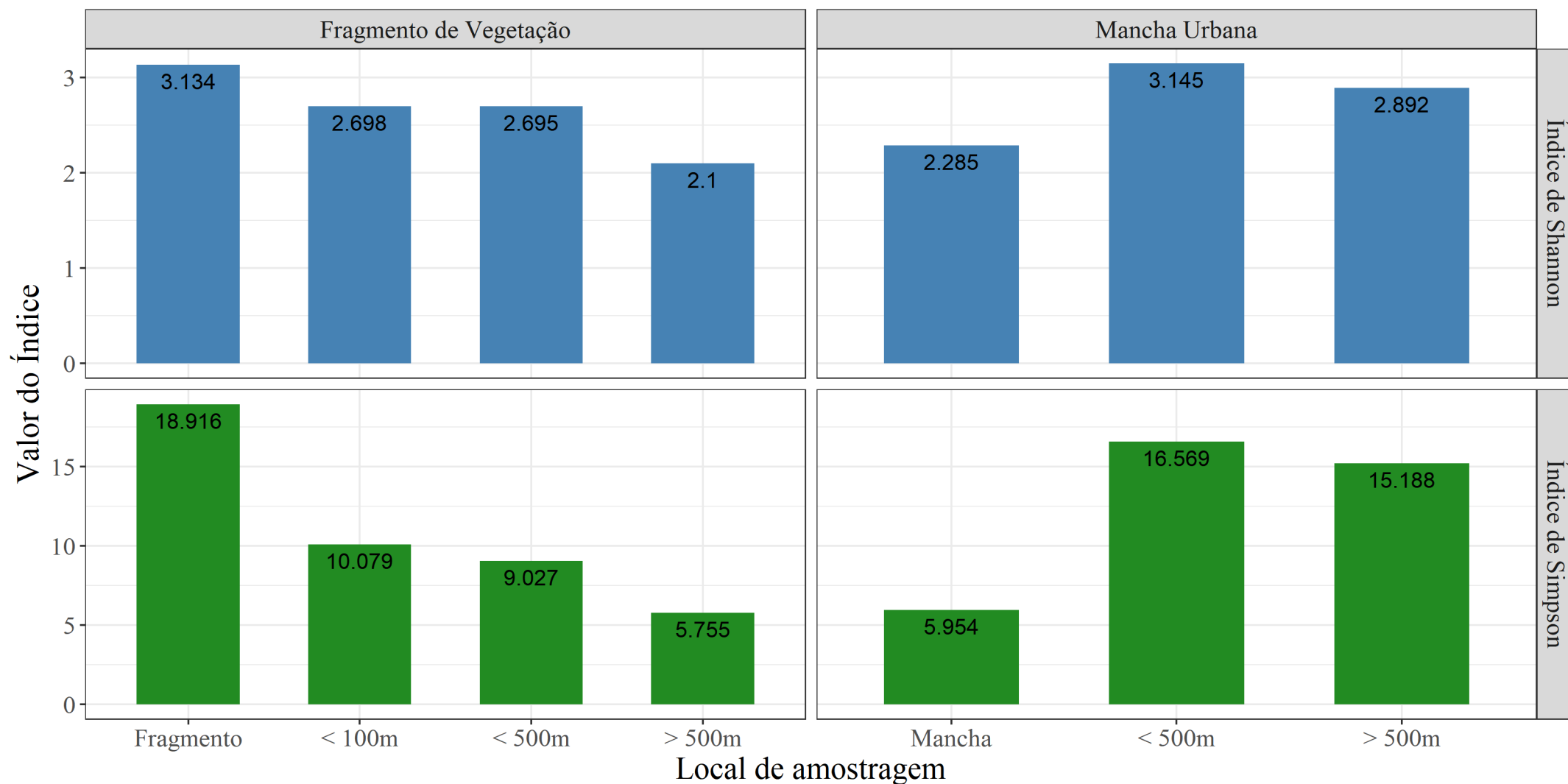


Figura 2: Este gráfico ilustra a variação dos Índices de Shannon (em azul) e Simpson (em verde) - também explicitados na Tabela 2 - entre cada uma das sobreposições feitas aos registros de Membracidae obtidos (Fragmentos de vegetação a esquerda e Manchas urbanas a direita). Os valores no topo das barras representa o valor dos Índices encontrados. Notar que a escala vertical entre os índices é diferente.

## MODELAGEM NO MAXENT

Após a seleção de variáveis não correlacionadas, foi possível verificar, nas curvas de respostas, como as variáveis selecionadas (Tabela 1) contribuem para a distribuição da probabilidade de ocorrência de soldadinhos. Três variáveis selecionadas continham dados de precipitação (12: Precipitação Anual; 18: Precipitação do Trimestre Mais Quente; 19: Precipitação do Trimestre Mais Frio) e duas delas (18, 19) apontam para diminuição da ocorrência de soldadinhos para valores mais altos de precipitação. Contudo, quando a precipitação anual (12) é muito baixa, a probabilidade de ocorrência destes animais é zero. Ao observar valores de temperatura, a Mínima Temperatura do Mês Mais Frio (6) aponta para maior ocorrência de soldadinhos quando apresenta valores mais altos. No mesmo sentido, quando a Amplitude Térmica Anual (7) é mais baixa, a probabilidade de ocorrência é mais alta. As variáveis restantes (2: Amplitude Diária Térmica; 3: Isotermalidade; 4: Sazonalidade da Temperatura) sugerem preferência por áreas onde a Amplitude Diária (2) é menor; a Isotermalidade (3), maior; e a Sazonalidade da Temperatura (4) se encontra em valores intermediários. Estas curvas estão ilustradas na Figura 3. Ao observar a proporção das contribuições de cada variável para a ocorrência de soldadinhos no modelo realizado, tem-se que a Amplitude Diária Térmica (35,8%), a Sazonalidade da Temperatura (21,2%), a Precipitação Anual (18,6%) e a Mínima Temperatura do Mês Mais Frio (11,3%) representam grande parte (76,9%) das contribuições.

O resultado final do modelo, com todas as variáveis em conjunto, apontou para a maior probabilidade de ocorrência de soldadinhos na parcela centro-leste do estado, incluindo regiões como o Vale do Paraíba, as encostas litorâneas da Serra do Mar e planícies costeiras, o Planalto atlântico e a depressão periférica. Menores probabilidades foram modeladas para a região de Cuestas Basálticas e pouca ou nenhuma probabilidade (com raras exceções) foram registradas para a região do Planalto Ocidental. As regiões de maiores ocorrências estão situadas próximas aos municípios da Região Metropolitana de São Paulo, Região de Campinas, São Carlos, entre outros. Maiores detalhes estão na figura 4.

Figura 3: Curvas de resposta das variáveis utilizadas na modelagem. Observando cada linha, da esquerda para a direita: Amplitude Diária Média (2); Isotermalidade (2/7) (3); Sazonalidade da Temperatura (4); Mínima Temperatura do Mês Mais Frio (6); Amplitude Térmica Anual (5-6) (7); Precipitação Anual (12); Precipitação do Trimestre Mais Quente (18); Precipitação do Trimestre Mais Frio (19). Imagens obtidas diretamente dos resultados fornecidos pelo MaxEnt

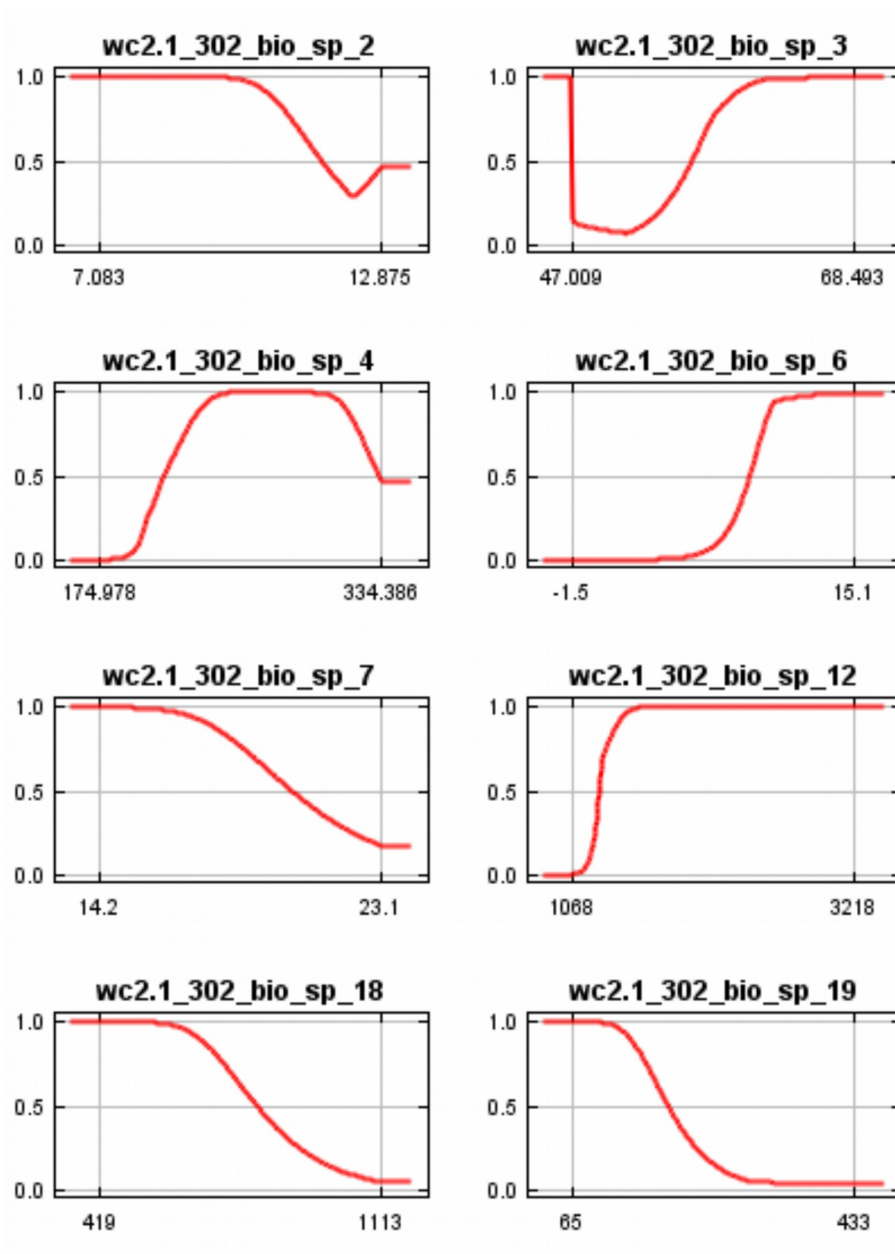
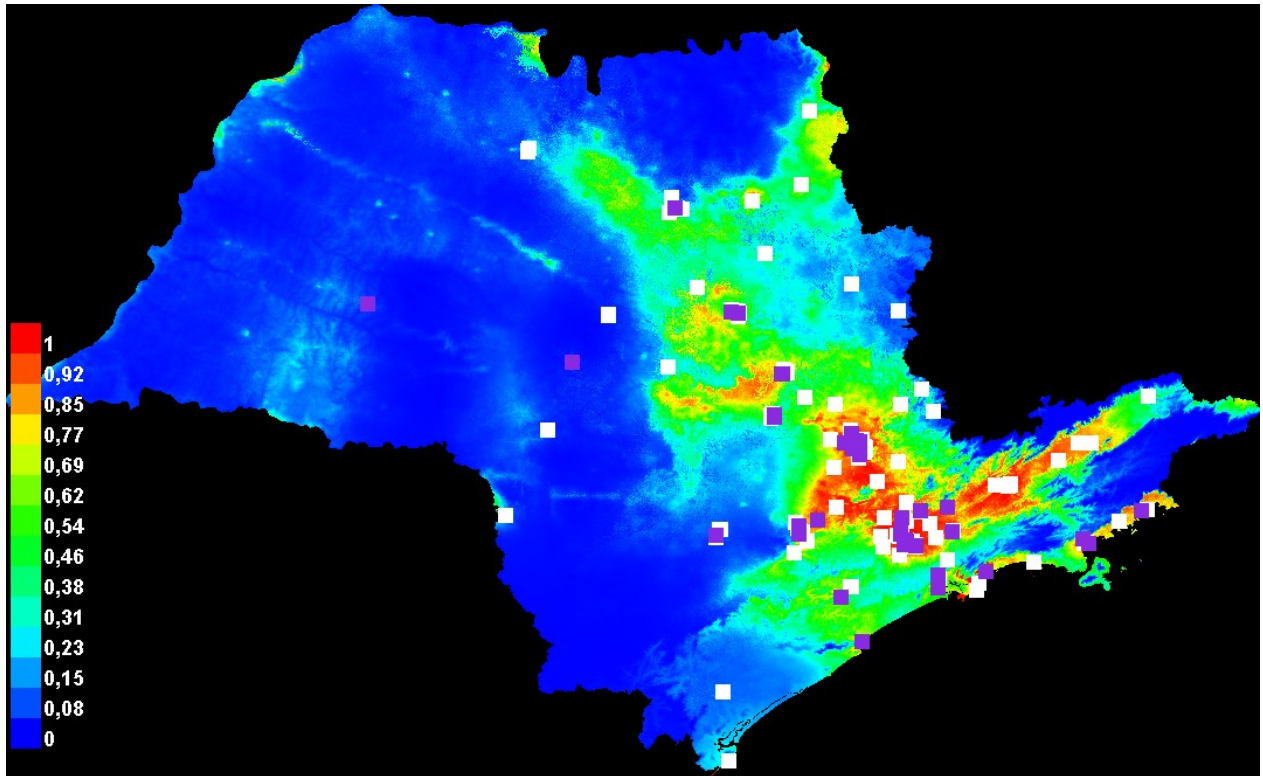


Figura 4: Mapa de calor representando a probabilidade de ocorrência de Soldadinhos no estado de São Paulo de acordo com a modelagem realizada no MaxEnt v.2.1. Conforme legenda, tons mais quentes representam maiores probabilidades e tons mais frios, menores probabilidades. A legenda dos valores está em escala logarítmica.



## DISCUSSÃO

Os soldadinhos habitam diferentes estruturas florestais, como ervas, arbustos e árvores; quando disponíveis, habitam também os diferentes estratos verticais da mata e a diversidade de soldadinhos pode variar entre eles (LAWTON, 1983; LOPES, 1995; LIN, 2006; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012; CABRAL, 2017; SILVA, 2017; ROTHÉA *et al.*, 2019). Deste modo, como o registro feito pelos cidadãos cientistas é normalmente eventual e sem os devidos instrumentos necessários para a amostragem completa destes estratos, as áreas disponíveis ficam limitadas ao acesso dos cidadãos. Além disso, em relação à quantidade de registros obtidos e a área geográfica coberta por eles, é necessário apontar que os Membracidae não são um grupo de organismos tão popular quanto outros, ainda que sua a popularidade venha aumentando (KITTELBERGER; HENDRIX; ŞEKERCIOĞLU, 2021; KNAPE *et al.*, 2021). Segundo a plataforma do iNaturalist, na data de 27 de dezembro de 2021, Os membracídeos possuíam um total de 1096 registros no Estado de São Paulo e, destes, 349 (~40%) apresentavam grau de pesquisa, envolvendo 92 usuários observadores e 67 identificadores. Pode-se observar na tabela 3, abaixo, que outras famílias de organismos possuem registros mais abundantes e o envolvimento de um maior número de usuários, enquanto outros táxons ecológica e morfológicamente próximos de Membracidae,

como os Cicadellidae apresentam números similares, apesar de a família ser muito mais abundante (BARTLETT *et al.*, 2018, SKINNER *et al.*, 2020).

*Tabela 3: Esta tabela apresenta, para diferentes famílias de organismos (Fam.), o número de registros obtidos na plataforma iNaturalist dentro do estado de São Paulo (Reg.); quantos destes registros apresentam grau de pesquisa (GP); e a quantidade de usuários observadores que participaram deste total de registros (U.O.) e no auxílio da identificação pela comunidade de usuários identificadores (U.I.).*

<b>Fam.</b>	<b>Reg.</b>	<b>GP</b>	<b>U.O.</b>	<b>U.I.</b>
Cicadellidae	1.534	277	102	66
Nymphalidae	10.621	5.798	1.187	711
Tyrannidae	4.066	3.815	545	445
Membracidae	1.096	349	92	67

*Nota-se que o número de registro de Membracidae varia daquele utilizado por conta da diferença na data (ver Material e Métodos)*

#### **ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

É importante ressaltar que, dada a variação temporal dos registros realizados, as condições de fragmentos e manchas urbanas podem não representar a exata realidade em todos eles. Cerca de 40% dos registros (139) destes organismos foi feito em manchas urbanas. Ao considerar a proximidade com estas manchas, cerca de 84% dos registros (287) foram feitos sobre elas ou a menos de 500m delas. Quando relacionados os registros de membracídeos às localizações de fragmentos vegetais no estado de São Paulo, cerca de 30% dos registros (102) foram realizados sobre fragmentos vegetais e ~88% (301) a menos de 500m ou sobre um deles. As regiões onde houve maior densidade de registros na plataforma pelos usuários observadores coincidem com as regiões mais densamente povoadas do estado, fato que favorece o maior número de cidadãos cientistas. Deste modo, há uma tendência de acesso dos cidadãos cientistas aos ambientes vegetados próximos de áreas urbanas (RICHARDS; BELCHER, 2019). Além disso, o número de organismos e espécies encontradas também está intimamente relacionado a como estes organismos desenvolvem sua ecologia. Apesar de possuir cerca de 40% do total de registros (139), as manchas urbanas apresentam os menores índices ecológicos de sua classificação (Tabela 1 e Figura 1). Do mesmo modo, fragmentos vegetais que continham 30% dos registros (102), mas esta categoria apresentou o maior valor pelo Índice de Shannon e o segundo maior pelo Índice de Simpson de todas as amostras.

Os organismos da família Membracidae vivem intimamente associados a organismos vegetais, mas geralmente a um pequeno número de espécies ou famílias vegetais (LOPES, 1995; LIN, 2006; DEITZ; WALLACE, 2010; LENCIONI-NETO, 2011; CREÃO-DUARTE; ANJOS; SANTOS, 2012). Assim, regiões com maior diversidade de espécies vegetais e com ambiente mais equilibrado tendem a abrigar maior diversidade de membracídeos e, do mesmo modo, áreas com maiores perturbações ambientais tendem a apresentar menor diversidade destes organismos (BROWN JR., 1997; GADELHA, 2016). Além disso, Cabral (2017) aponta que a diversidade destes organismos também pode variar de acordo com a distância da margem de fragmentos de mata. Os dados deste trabalho demonstram menor diversidade em ambientes urbanos e maior no interior de fragmentos de mata (Tabela 2 e Figura 2). Áreas urbanas apresentam menores densidade e diversidade de hospedeiros vegetais (RICHARDS; BELCHER, 2020) – portanto, menor possibilidade de relações tróficas entre diferentes espécies de soldadinhos e plantas. Além disso, a presença de vibrações externas é capaz de interferir com a comunicação vibratória de soldadinhos, entre outros impactos (ERIKSSON *et al.*, 2012). Por outro lado, a maior diversidade de relações tróficas e menores impactos em áreas vegetadas poderiam estar associadas aos maiores índices ecológicos, levando em conta as diferenças entre objetivos dos índices.

Neste trabalho, foram totalizadas 42 espécies nos registros e, apesar das limitações supracitadas, os números alcançados foram similares a outros levantamentos realizados no estado: Lopes (1995) amostrou 26 espécies em uma pequena área no Cerrado Paulista utilizando transectos em uma Unidade de Conservação; Lencioni-Neto (2011) registrou 32 espécies em uma pequena área de Mata Atlântica na região do Vale do Paraíba coletando em uma pequena área de mata ciliar; e Lencioni-Neto (2018) reuniu 91 espécies em seu livro “Membracídeos no Vale do Paraíba” na região que dá nome ao livro. Parte deste esforço pode estar ligado a abrangência espacial, temporal e de pessoal envolvida nos dados do *iNaturalist*, já que o conjunto de dados utilizados neste trabalho contou com registros de diferentes anos, observadores e locais de todo o estado. O perfil de registros pode ser melhor explorado conforme aumenta-se a quantidade de dados obtidos pela plataforma e a abrangência territorial deles, indicando tendências mais claras. Ainda assim, nota-se que, em comparação a estudos realizados de maneira tradicional, a ciência cidadã atinge grandes amplitudes geográficas e temporais de registros.

## MODELAGEM NO MAXENT

Além da variação nos registros de soldadinhos, sua ocorrência e diversidade também estão associadas a outros fatores ecológicos e climáticos (LAWTON, 1983; CREÃO-DUARTE *et al.*, 2016; SILVA, 2017; ROTHÉA *et al.*, 2019). Em toda sua área de ocorrência, os membracídeos estão, em maior ou menor grau, relacionados a estes fatores. Os resultados obtidos pela modelagem apontam para a maior ocorrência de soldadinhos em áreas com temperaturas mais equilibradas diária e anualmente. Apontam também para áreas onde a pluviosidade anual é mais elevada, uma vez que também estão associados a organismos vegetais e seus fluidos (VASCONCELLOS *et al.*, 2010). Contudo, os resultados têm grande relação com a forma como os registros foram feitos e com a provável distribuição de cidadãos cientistas. Assim, a modelagem realizada aponta informações bastante preliminares e não permite inferir padrões amplos sobre a ocorrência de soldadinhos.

A avaliação da ocorrência de organismos de acordo com o modelo realizado depende de como foram feitos os registros (PHILLIPS, 2017). Os resultados deste trabalho mostram que o local dos registros está intimamente associado a manchas urbanas e aos fragmentos de vegetação próximos a ela, uma vez que estas regiões concentram grandes números de cidadãos que podem atuar como cidadãos cientistas (SPEAR; PAULY; KAISER, 2017). Deste modo, também há viés quanto ao modo e aos locais do registros. Contudo, a modelagem realizada corrobora, ainda que de forma bastante preliminar, amostragens realizadas por outros pesquisadores. Nelas, foram encontrados um baixo número de espécies no município de Mogi-Guaçu (LOPES, 1995) e um número bastante acima de espécies na região do Vale do Paraíba (LENCIONI-NETO, 2011; LENCIONI-NETO, 2018), onde há, respectivamente, pouca e muita probabilidade de ocorrência de Membracidae segundo o presente trabalho.

## LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Conforme mencionado anteriormente, o modo como os registros foram feitos traz grande viés ao trabalho, ainda que traga grandes vantagens como abrangência temporal e geográfica para as observações. Há maior presença de cidadãos cientistas em áreas de maior concentração populacional, o que confere a não uniformidade das observações realizadas. Além disso, não foi encontrado, durante a revisão bibliográfica, nenhum trabalho que utilizasse graus taxonômicos superiores – como famílias – para realização de modelagens de distribuição. A metodologia aplicada neste trabalho pode apresentar menor grau de precisão

em suas predições quando utilizados graus taxonômicos superiores, uma vez que há variações entre cada uma das espécies.

## CONCLUSÃO

A plataforma *iNaturalist* e a Ciência Cidadã representam fontes de dados ainda pouco exploradas no meio ambiente acadêmico. Apesar de suas limitações, elas apresentam valiosas contribuições para o registro de espécies de diversos táxons em ampla escala geográfica e temporal. Neste trabalho, as observações coletadas permitiram, de modo ainda preliminar observar padrões na diversidade de Membracidae em áreas vegetadas, corroborando com sua importância como indicadores ecológicos em ambientes terrestres. Este trabalho contribui para o melhor entendimento do uso do *iNaturalist* para a produção de Ciência e o entendimento da distribuição de soldadinhos em determinado ambiente. Para expandir o leque de estudos da família Membracidae através da Ciência Cidadã, recomenda-se a maior comunicação e divulgação deste grupo de organismos que, ainda que pequenos, é capaz de atrair os mais diversos públicos por conta de suas variadas e curiosas formas. Também seria possível aprimorar e melhor conhecer os padrões de ocupação de habitat destes organismos realizando estudos com esta finalidade em específico. Com maior quantidade de dados em uma distribuição mais uniforme em uma área, também seria possível aprimorar os modelos de ocorrência destes organismos.

## REFERÊNCIAS

- ACEVES-BUENO, E. et al. The Accuracy of Citizen Science Data: A Quantitative Review. **Bulletin of the Ecological Society of America**, v. 98, n. 4, p. 278–290, 2017.
- ADACHI, H. et al. Structure and development of the complex helmet of treehoppers (Insecta: Hemiptera: Membracidae). **Zoological Letters**, v. 6, n. 3, p. 1–9, 2020.
- ALBERTSON, J. L.; DIETRICH, C. H. Systematics and phylogeny of the Neotropical treehopper subfamily Nicomiinae (Hemiptera, Membracidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 1, p. 231–283, 2005.
- ANDRADE, G. S. DE. Uma nova espécie do gênero *Cyphonia* Laporte (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Membracidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 1, p. 13–14, 2004.

- BARREIRA, R. L.; SAKAKIBARA, A. M. Duas espécies novas de *Cyphonia* Laporte da região central do Brasil (Homoptera, Membracidae, Smiliinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 239–244, 2001.
- BARTLETT, C. R. *et al.* The Diversity of the True Hoppers (Hemiptera : Auchenorrhyncha). In: FOOTIT, R. G.; ADLER, P. (Eds.). **Insect Biodiversity: Science and Society**. John Wiley & Sons Ltd., 2018. v. II, p. 501–590.
- BONTER, D. N.; COOPER, C. B. Data validation in citizen science: a case study from Project FeederWatch. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 10, n. 6, p. 305–307, 2012.
- BONNEY, R. *et al.* **Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education**. [s.l: s.n.].
- BROWN JR., K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p. 25–42, 1997.
- BUCKTON, G. B.; POULTON, E. B. **A Monograph of the Membracidae**. London: L. Reeve & Co., 1903.
- CABRAL, V. A. **Protocolo de coleta e diversidade de Membracidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha) em áreas de Mata Atlântica da Paraíba**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, 2017.
- CALLAGHAN, C. T.; NAKAGAWA, S.; CORNWELL, W. K. Global abundance estimates for 9,700 bird species. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)**, v. 118, n. 21, p. 1–10, 2021.
- CARR, A. J. L. Why Do We All Need Community Science? **Society and Natural Resources**, v. 17, p. 841–849, 2004.
- COCROFT, R. B.; RODRÍGUEZ, R. L.; HUNT, R. E. Host shifts and signal divergence: mating signals covary with host use in a complex of specialized plant-feeding insects. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 99, p. 60–72, 2010.
- CREÃO-DUARTE, A. J.; ANJOS, U. U.; SANTOS, W. E. Diversidade de membracídeos (Hemiptera, Membracidae) e sobreposição de recursos tróficos em área do semi-árido. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 4, p. 453–458, 2012.

- CREÃO-DUARTE, A. J.; SAKAKIBARA, A. M. TRÊS NOVAS ESPÉCIES DE MEMBRACIDAE (HOMOPTERA). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 11, n. 4, p. 617–621, 1994.
- CREÃO-DUARTE, A. J. *et al.* Temporal Variation of Membracidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha) Composition in Areas of Caatinga with Different Vegetation Structures. **Sociobiology**, v. 63, n. 2, p. 826–830, 2016.
- CRYAN, J. R. *et al.* Treehopper trees: phylogeny of Membracidae (Hemiptera: Cicadomorpha: Membracoidea) based on molecules and morphology. **Systematic Entomology**, v. 29, p. 441–454, 2004.
- CRYAN, J. R.; URBAN, J. M. Higher-level phylogeny of the insect order Hemiptera: is Auchenorrhyncha really paraphyletic? **Systematic Entomology**, v. 37, p. 7–21, 2012.
- DEITZ, L. L.; WALLACE, M. S. (Team Leaders). Treehoppers: Aetalionidae, Melizoderidae, and Membracidae (Hemiptera), 2010 (and updates) Disponível em: <http://treehoppers.insectmuseum.org>. Acesso em:31/05/2021.
- DEL-CLARO, K.; OLIVEIRA, P. S. Ant-Homoptera Interactions in a Neotropical Savanna: The Guayaquila and its Associated Ant Fauna on *Didymopanax vinosum* (Araliaceae). **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 135–144, 1999.
- DICKINSON, J. L.; ZUCKERBERG, B.; BONTER, D. N. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 41, p. 149–172, 2010.
- DIETRICH, C. H.; DEITZ, L. L. Superfamily Membracoidea (Homoptera: Auchenorrhyncha). II. Cladistic analysis and conclusions. **Systematic Entomology**, v. 18, p. 297–311, 1993.
- DIETRICH, C. H.; MCKAMEY, S. H. Two New Neotropical Treehopper genera and Investigation of the Phylogeny of the Subfamily Membracinae (Homoptera: Membracidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 97, n. 1, p. 1–16, 1995.
- DIETRICH, C. H.; MCKAMEY, S. H.; DEITZ, L. L. Morphology-based phylogeny of the treehopper family Membracidae (Hemiptera: Cicadomorpha: Membracoidea). **Systematic Entomology**, v. 26, p. 213–239, 2001.

- DIETRICH, C. H.; ROTHSCHILD, M. J.; DEITZ, L. L. Checklist and Host Plants of the Treehopper (Hemiptera: Membracidae) of North Carolina. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 101, n. 2, p. 242–262, 1999.
- ELITH, J.; FRANKLIN, J. Species Distribution Modeling. **Encyclopedia of Biodiversity**, v. 6, p. 692–705, 2013.
- ELLWOOD, E. R.; CRIMMINS, T. M.; MILLER-RUSHING, A. J. Citizen science and conservation: Recommendations for a rapidly moving Citizen science and conservation: Recommendations for a rapidly moving field. **Biological Conservation**, v. 208, n. February 2018, p. 1–4, 2016.
- ENCARNAÇÃO, J.; TEODÓSIO, M. A.; MORAIS, P. Citizen Science and Biological Invasions: A Review. **Frontiers in Environmental Science**, v. 8, n. January, p. 1–13, 2021.
- ENGLAND, S. J.; FLYNN, D. J.; ROBERT, D. A new species of treehopper in the genus *Cladonota* Stål (Hemiptera: Membracidae: Membracinae: Hypsoprorini) from Costa Rica, with preliminary observations of its behavior and natural history. **Zootaxa**, v. 4750, n. 4, p. 596–598, 2020.
- ERIKSSON, A. et al. Exploitation of Insect Vibrational Signals Reveals a New Method of Pest Management. **PLoS ONE**, v. 7, n. 3, p. 1–5, 2012.
- EVANGELISTA, O.; SANTOS, G. I. M. DOS; LAMAS, C. E. An annotated catalogue of the Membracidae types in the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, Brazil (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadomorpha). **Zootaxa**, v. 3895, n. 1, p. 1–30, 2014.
- EVANGELISTA, O.; SAKAKIBARA, A.; TAKIYA, D.M. Membracidae em **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD, 2020. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1304>. Acesso em: 07 de Abril de 2020.
- FLÓREZ, C. Two amazing new species of treehoppers (Hemiptera: Membracidae) from Colombia: *Calloconophora estellae* sp. nov. and *Problematode robertoi* sp. nov. **Zootaxa**, v. 4590, n. 5, p. 561–576, 2019.
- Fick, S.E. and R.J. Hijmans, 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.
- FRANKLIN, J. et al. Big data for forecasting the impacts of global change on plant communities. **Global Ecology and Biogeography**, p. 1–12, 2016.

FRANKLIN, J. Moving beyond static species distribution models in support of conservation biogeography. **Diversity and Distributions**, v. 16, p. 321–330, 2010.

FUNKHOUSER, W. D. Homoptera, Fam. Membracidae. In: WYTSMAN, P. (Ed.). **Genera Insectorum**. Bruxelles: Louis DesmetVerteneuil Imprimeur-Éditeur, p 1-426, 1951.

GADELHA, Y. E. A. **Interações Planta-Membracídeo-Formiga em Remanescentes de Mata Atlântica em Santa Catarina, Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

GARDINER, M. M. et al. Lessons from lady beetles: accuracy of monitoring data from US and UK citizen-science programs. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 10, n. 9, p. 471–476, 2012.

GAZDIC, M.; GROOM, Q. **iNaturalist is an Unexploited Source of Plant-Insect Interaction Data**. Biodiversity Information Science and Standards, Biodiversity Next, 2019.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Inventário Florestal do Estado de São Paulo – Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3fMoDxa>. Acesso em: 27 de Maio de 2021.

HIJMANS R. J. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.5-2, 2021. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=raster>

INATURALIST. Disponível em <http://www.inaturalist.org>. Acesso em 30 de Maio de 2021.

KITTELBERGER, K. D.; HENDRIX, S. V.; HAKKIŞEKERCIOĞLU, Ç. The Value of Citizen Science in Increasing Our Knowledge of Under-Sampled Biodiversity: An Overview of Public Documentation of Auchenorrhyncha and the Hoppers of North Carolina. **Frontiers in Environmental Science**, v. 9, p. 1–15, 2021.

KNAPE, J. et al. Temporal trends in opportunistic citizen science reports across multiple taxa. v. 51, p. 183–198, 2022.

LAWTON, J. H. Plant Architecture and the Diversity of Phytophagous Insects. **Annual Review of Entomology**, v. 28, p. 23–39, 1983.

LENCIONI-NETO, F. Riqueza de Espécies e Distribuição Espacial dos Membracidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha) em uma Pequena Área do Campus Urbanova da Universidade do Vale do Paraíba - SP, Brasil. **Revista Univap**, v. 17, n. 29, p. 80–98, 2011.

LENCIONI NETO, F. **Membracídeos no Vale do Paraíba**. 1a ed. Jacareí, SP, Brasil. 2018.

- LENCIONI-NETO, F.; SAKAKIBARA, A. M. Registro da ocorrência de *Enchenopa Beebei* (Haviland) (Hemiptera, Membracidae) para o Brasil. **Revista Univap**, v. 20, n. 35, p. 86–92, 2014.
- LIN, C. Social Behaviour and Life History of Membracine Treehoppers. **Journal of Natural History**, v. 40, n. 181, p. 1887–1907, 2006.
- LIN, C. *et al.* Treehoppers (Hemiptera: Aetalionidae and Membracidae) from Madre de Dios region, Peru. **Revista Peruana de Biología**, v. 26, n. 4, p. 429–442, 2019.
- LINARES, M. A.; NEDER, L. E.; DIETRICH, C. Description of immature stages and life cycle of the treehopper, *Guayaquila projecta*. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 199, p. 1–9, 2010.
- LOPES, B. C. Treehoppers (Homoptera, Membracidae) in Southeastern Brazil: Use of Host Plants. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, p. 595–608, 1995.
- MCKAMEY, S. H.; WALLNER, A. M.; PORTER, M. J. Immatures of the New World treehopper tribe Amastrini (Hemiptera, Membracidae, Smiliinae) with a key to genera. **Zookeys**, v. 524, p. 65–87, 2015.
- MCKINLEY, D. C. *et al.* Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. **Biological Conservation**, v. 208, n. June, p. 15–28, 2017.
- MYERS, N.; *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p. 853-845, 2000.
- NOORT, S. VAN; MOLL, E. Observations on feeding behaviour of adults of the Common Buff butterfly, *Baliochila aslanga* (Lycaenidae: Poritiinae) at extra-floral nectaries on *Adenopodia spicata* (Mimosaceae). **Metamorphosis**, v. 30, n. December, p. 25–29, 2019.
- OKSANEN, J. *et al.* vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7, 2020.  
Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- PHILLIPS, S. **A Brief Tutorial on Maxent**, 2017.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, p. 231–259, 2006.
- PRUD'HOMME, B. *et al.* Body plan innovation in treehopper through evolution of an extra wing-like appendage. **Nature**, v. 473, p. 83–86, 2011.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RICHARDS, D. R.; BELCHER, R. N. Global Changes in Urban Vegetation Cover. **Remote Sensing**, v. 12, n. 23, p. 1–16, 2019.

RIESCH, H.; POTTER, C. Citizen Science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions. **Public Understanding of Science**, v. 23, n. 1, p. 107–120, 2014.

ROTHÉA, R. R. DE A. D.; CREÃO-DUARTE, A. J. Duas novas espécies de Enchenopa Amyot & Serville (Hemiptera, Membracidae) do semi-árido do Estado da Paraíba, Brasil 1. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 1, p. 35–37, 2007.

ROTHEÁ, R. R. A. D. *et al.* Treehopper (Membracidae, Auchenorrhyncha) assemblages in four semi-arid areas of caatinga of Northeast Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 2, p. 1–6, 2019.

SAKAKIBARA, A. M.; LENCIONI-NETO, F. Duas espécies novas de membracídeos (Hemiptera, Membracidae) da Mata Atlântica do estado de São Paulo, Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia - Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v. 49, n. 16, p. 191–196, 2009.

SERRET, H. *et al.* Data Quality and Participant Engagement in Citizen Science: Comparing Two Approaches for Monitoring Pollinators in France and South Korea. **Citizen Science: Theory and Practice**, v. 4 (1), n. 22, p. 1–12, 2020.

SILVA, A. L. V. DA. **Estratificação Vertical e Checklist de Membracidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha) em Floresta Úmida na Paraíba**. [s.l.] Universidade Federal da Paraíba, 2017.

SILVEIRA, H. C. P.; OLIVEIRA, P. S.; TRIGO, J. R. Attracting Predators without Falling Prey: Chemical Camouflage Protects Attracting Predators without Falling Prey: Chemical Camouflage Protects Honeydew-Producing Treehoppers from Ant Predation. **The American Naturalist**, v. 175, n. 2, p. 261–268, 2010.

SIMONIELLO, C. *et al.* Citizen-Science for the Future: Advisory Case Studies From Around the Globe. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, n. 225, p. 1–15, 2019.

- SKIDMORE, A. K.; FRANKLIN, J.; DAWSON, T. P. Geospatial tools address emerging issues in spatial ecology: a review and commentary on the Special Issue. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 25, n. 3, p. 337–365, 2011.
- SKINNER, R. K. et al. Phylogenomics of Auchenorrhyncha (Insecta : Hemiptera) using transcriptomes: examining controversial relationships via degeneracy coding and interrogation of gene conflict. **Systematic Entomology**, n. 45, p. 85–113, 2020.
- SPECHT, H.; LEWANDODOWSKI, E. Biased Assumptions and Oversimplifications in Evaluations of Citizen Science Data Quality. **Bulletin of the Ecological Society of America**, v. 99, n. 2, p. 251–256, 2018.
- SPEAR, D. M.; PAULY, G. B.; KAISER, K. Citizen Science as a Tool for Augmenting Museum Collection Data from Urban Areas. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 86, p. 1–12, 2017.
- TORRICO-BAZOBERRY, D. *et al.* Biology and Ecology of *Alchisme grossa* in a Cloud Forest of the Bolivian Yungas. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 169, p. 1–4, 2014.
- UNGER, S. et al. iNaturalist as an engaging tool for identifying organisms in outdoor activities outdoor activities. **Journal of Biological Education**, p. 1–11, 2020.
- VASCONCELLOS, A., *et al.* Seasonality of insects in a semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 54(3):471-476, 2010.
- WALLACE, M. S. The host plants of the Telamonini treehoppers (Hemiptera: Membracidae: Smiliinae) and the first diagnoses of nymphs for 14 species. **Zootaxa**, v. 3878, n. 2, p. 146–166, 2014.
- WAGNER, D. L.; GAGLIARDI, B. L. Hairstreaks (and Other Insects) Feeding at Galls, Honeydew, Extrafloral Nectaries, Sugar Bait, Cars, and Other Routine Substrates. **American Entomologist**, v. Fall 2015, p. 160–167, 2015.
- WAY, M. J. MUTUALISM BETWEEN ANTS AND HONEYDEW PRODUCING HOMOPTERA. **Annual Review of Entomology**, v. 8, p. 307–344, 1963.
- WOOD, T. K.; OLMSTEAD, K. L. Latitudinal effects on treehopper species richness (Homoptera: Membracidae). **Ecological Entomology**, v. 9, p. 109–115, 1984.
- WOOD, T. K. Defense in two pre-social membracids (Homoptera: Membracidae). **Canadian Entomologist**, v. 107, p. 1227–1231, 1975a.

WOOD, T. K. Studies of the Function of the membracid Pronotum (Homoptera) II. Histology. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 77, n. 1, p. 78–82, 1975b.

WOOD, T. K. Defense in *Umbonia crassicornis*: Role of the Pronotum and Adult Aggregations (Homoptera: Membracidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 70, n. 4, p. 524–528, 1977.

WOOD, T. K. Diversity in the New World Membracidae. **Annual Review of Entomology**, v. 38, p. 409–435, 1993.

**PARECER DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO****EMISSÃO DE PARECER DE EXEMPLAR****Discente:** ANDRÉ MATEUS RODEGUERO STEFANUTO**Título:** "Modelagem da ocorrência de soldadinhos (Hemiptera: Membracidae) no estado de São Paulo, Brasil, a partir de registros da Ciência Cidadã."**Orientador:** Prof. Dr. Mario Manoel Rollo Jr.**Curso/Habilitação:** Bacharelado em Ciências Biológicas/Gerenciamento Costeiro**PARECER:**

O discente André M. R. Stefanuto utilizou uma plataforma Ciência Cidadã e modelagem de distribuição de espécies para inferir a distribuição geográfica de Membracídeos no estado de São Paulo. O trabalho de conclusão de curso do discente encontra-se bem redigido e estruturado, particularmente a Introdução e descreve um estudo que, como o próprio autor indica, é preliminar. De fato, o trabalho contém limitações que restringem o 'peso' das evidências apresentadas. Menciono, por exemplo, a falta de informações na metodologia tanto de obtenção dos dados como de análise e o uso de variáveis ambientais correlacionadas para a modelagem de distribuição de soldadinhos. Entretanto, acredito que o trabalho atinja seu objetivo ao proporcionar ao discente a experiência e a formação de se pensar, redigir e estrutura um estudo científico. Sugiro apenas que seja adicionada uma subseção na Discussão que descreva as limitações e ressalvas do trabalho. Concluo me posicionando FAVORALMENTE à aprovação do discente.

**CONCEITO FINAL:** APROVADO REPROVADO

São Vicente, 03 de fevereiro de 2022.

**PROF. DR. GUSTAVO MARUYAMA MORI**