



9-30-2022

## Interaction Gardens and Butterfly Catalogues: a Joint Strategy to Promote Capacity Development in Protected Areas and Reduce the Extinction of Experience in Cities

Leila Teruko Shirai

*Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Brazil,*  
leshirai@gmail.com

Mariana Alves Stanton

*Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil,*  
mariana.a.stanton@gmail.com

Giulia Bagarolli D'Angelo

*Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Brazil,*  
giuliapassarinha@gmail.com

Thiago Borges Conforti

*Parque Estadual Intervales, São Paulo, Brazil,* thiagobc@hotmail.com

André Victor Lucci Freitas

*Departamento de Biologia Animal and Museu de Biodiversidade, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Brazil,* baku@unicamp.br

### Recommended Citation

See next page for additional authors  
Shirai, Teruko; Stanton, Mariana Alves; D'Angelo, Giulia Bagarolli; Conforti, Thiago Borges; Freitas, André Victor Lucci; Kato, Massuo Jorge; and Yamaguchi, Lydia Fumiko (2022) "Interaction Gardens and Butterfly Catalogues: a Joint Strategy to Promote Capacity Development in Protected Areas and Reduce the Extinction of Experience in Cities," *Cities and the Environment (CATE)*: Vol. 15: Iss. 1, Article 3.

DOI: 10.15365/cate.2022.150103

Available at: <https://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol15/iss1/3>

This Article is brought to you for free and open access by the Center for Urban Resilience at Digital Commons @ Loyola Marymount University and Loyola Law School. It has been accepted for inclusion in Cities and the Environment (CATE) by an authorized administrator of Digital Commons at Loyola Marymount University and Loyola Law School. For more information, please contact [digitalcommons@lmu.edu](mailto:digitalcommons@lmu.edu).

---

## Interaction Gardens and Butterfly Catalogues: a Joint Strategy to Promote Capacity Development in Protected Areas and Reduce the Extinction of Experience in Cities

More than half of the world's population live in cities. Increasing numbers of generations are now born and raised in urban landscapes with decreasing opportunities towards interacting with natural environments. This extinction of experience leads to environmental apathy and lack of bioliteracy, which is a central aspect to be tackled in conservation strategies. At the same time, people who live near or at non-urban settings are closer to natural habitats but do not have similar access to concepts of environmentalism and may lack incentives to lean towards nature conservation, instead of its exploitation or even illegal activities. We here propose that interaction gardens, that is, gardens with multiple trophic levels (primary producers, herbivores, predators, and parasitoids), can tackle these issues, especially if planned with incentives, such as butterfly catalogues, aimed as a common goal of the garden community. It can also bring benefits to human health and well-being, increase the survival chances of local biodiversity, and strengthen the front line of conservation by promoting income strategies to people who live near protected areas. Our specific aims are to 1) share a case study of capacity development at the Intervales State Park in the Atlantic Forest, Southeast Brazil; 2) present the butterfly catalogue of this protected area; 3) present guidelines for interaction gardens at both urban and non-urban settings; and 4) discuss alternative perspectives about Neotropical conservation. We provide a translated version of the text in Portuguese to encourage students, educators, NGOs and local communities of other protected areas to venture in our proposed joint strategy of interaction gardens with butterfly catalogues.

### Keywords

environmental apathy, bioliteracy, interactive learning, Atlantic Forest, Lepidoptera

### Acknowledgements

We would like to acknowledge our deep appreciation to all the Parque Estadual Intervales team, who supported us during our research projects and the capacity development: Alejandro, Bianca, Seu Dito, Eliseu, Faustino, Franciele, Helena, Irene, Jackson, Junior, Luiz, Mara, Neia, Zarife, and Zé Floido. We also thank Tamara M. C. Aguiar and Simeão S. Moraes for co-teaching the Lepidoptera course at the park; Cynira Any J.S. Gabriel and Thomaz Barrella for welcoming the Intervales guides at the Santa Genebra butterfly house; André L. C. Rochelle for the maps of Figure 1; Jackson Delphino for allowing us to use his photos in Figure 2; Dimitre Ivanov and André R. Nascimento for many discussions about science outreach and gardens; Gilberto T. Rodrigues and Renato Paiva for birdwatching info; Márcio Uehara-Prado for information about the Monitora project; the teachers at Ribeirão Grande (Waldirene, Heros Alciati) and Boa Vista (Luciana) schools who received us; and Tiago Hermenegildo, Variluska Fragoso & family for help with planting. We appreciate the comments of two anonymous reviewers that improved the manuscript. We thank for funding: LTS (FAPESP 2014/23504-7), MAS (FAPESP 2015/26823-9; 2014/50316-7), AVLF (FAPESP 2011/50225-3, CNPq 304291/2020-0), MJK and LFY (2014/50316-7),

### Authors

Leila Teruko Shirai, Mariana Alves Stanton, Giulia Bagarolli D'Angelo, Thiago Borges Conforti, André Victor Lucci Freitas, Massuo Jorge Kato, and Lydia Fumiko Yamaguchi

Rome is often considered the first city in human history with more than a million people (but see Storey 1997). That population today is the reality of 548 cities in the world, 33 of which are megacities (> 10 million inhabitants, UN 2018). Currently, 55% of the world population lives in cities (UN 2018), with increasing numbers of generations being born and raised in urban settings and decreasing opportunities and incentives towards interacting with nature (Miller 2005; Soga and Gaston 2016; Schuttler et al. 2018). This “extinction of experience” (Pyle 2003) starts with a lack of contact with green areas since childhood (Kahn 2002), aggravated by the low biodiversity found in cities (McKinney 2006; Marzluff and Ewing 2008), causing short- and long-term effects on human psychology, health, and well-being (Miller 2005; Soga et al. 2015; 2017).

The collective apathy towards environmental issues, or the lack of bioliteracy (c.f. Janzen 2010), led by the extinction of experience is also a structural issue of the biodiversity crisis. Thus, it would be a relevant issue to be at the heart, and in the mind, of conservation concerns and practices (Miller 2005; Soga et al. 2015; 2017). Conversely, the arms and legs, i.e. the front line preserving natural habitats and biodiversity (Janzen 2010), are those of the people who live at, or near, non-urban and protected areas. However, despite being exposed since childhood to nature, or at least to less urbanized settings, people in these areas are not necessarily familiar with or in favor of concepts of environmentalism and conservation (e.g. Pereira et al. 2013; Bernard et al. 2014; Bragagnolo et al. 2016). The choice between exploiting or preserving their home environment, and the whole range of actions in between, depends on many variables like historical background and cultural incentives, but usually the final word is dictated by how this choice (financially) affects their livelihoods.

An awareness of the conflict of interest between nature protection and economic development is crucial for conservation, especially considering that many of the world’s largest remaining biodiversity hotspots are in developing countries with high rates of social, economic, and educational inequalities, which only worsened with the COVID-19 pandemic. Moreover, regions rich in biodiversity co-occur with places of high linguistic and cultural diversities (Gorenflo et al. 2012). Thus, we can speak of protecting biocultural diversity (Nepstad et al. 2006) which can, in the process, enlighten academics with the perspective of local communities (local ecological knowledge, see e.g., Menezes and Baldauf 2021).

Social and educational inclusion can be powerful tools to achieve biocultural diversity conservation. This can be attained by increasing the interaction of the community with the protected areas, like regular visits of local schools, capacity development for sustainable use of these areas, science outreach activities and exhibitions, or regional events with historical themes highlighting the role of their home environment for conservation. In some cases, such as protected areas in Brazil established at places under conflict with the local community, social inclusion and educational practices are mandatory for the efficacy of conservation (Pereira et al. 2013; Bragagnolo et al. 2016). Experiences with such practices are context-dependent but sharing case studies adds to the knowledge base on common issues found in any such attempt (c.f. Krasny and Tidball 2009).

Here, we share a case study of scientists and local guides from a protected area practicing Neotropical conservation. Our aim is to raise an alternative perspective of environmental awareness for urbanites, be it because they do not have access to working or interacting with communities from protected areas, or because they are geographically far from the tropics, living

in temperate countries where most conservation investment, education, and research are allocated (Pyle 2003; Rodríguez et al. 2006; Hortal et al. 2015; di Marco et al. 2017; Lucas et al. 2017; Elliot et al. 2018; Girardello et al. 2019), despite having proportionally less biocultural diversity.

We first introduce the context of one of the five hottest hotspots for conservation, the Atlantic Forest (Myers et al. 2000), and then report the experiences of capacity development and science outreach at the *Parque Estadual Intervales* (hereafter PEI, Intervales State Park), São Paulo State, Brazil (Figure 1A-B). We worked there from 2016 to 2019, returning in 2022 due to the COVID-19 pandemic, to build an “interaction garden,” that is, a garden with a trophic network interacting live for park visitors (Figure 2A, see press release available at <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2022/02/parque-estadual-intervalas-realiza-primeiro-plantio-coletivo-de-mudas/>), supported by science outreach materials. We present the PEI butterfly catalogue (Appendix 1) to illustrate the diversity of species, colors, sizes, shapes, and ecologies that inspired the outreach material we produced for the park (Figure 2B-C) and formed the basis of the joint strategy we propose in this paper.

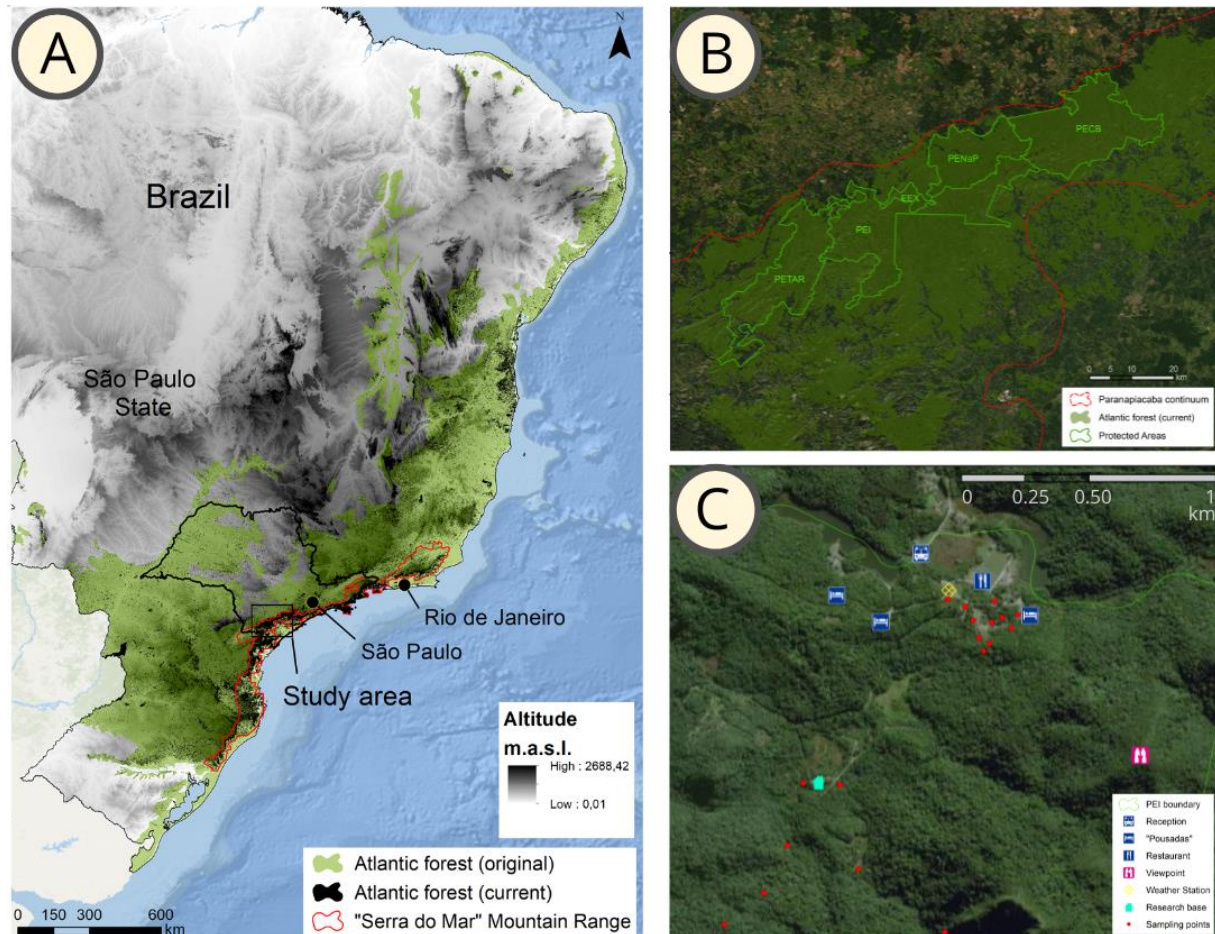
Secondly, because capacity development worked out well in this protected area (Figure 3) and the principles guiding the planning and development of interaction gardens can be used in other settings, we propose an intervention to expand the reach of our approach to people aiming to enhance or rescue their experience with nature where they live and work (Miller and Hobbs 2002). We advocate that protected areas and cities are equally important for generating public support for, and awareness of, conservation strategies – that includes both academia, education, and the third sector. We propose guidelines for interaction gardens (Figure 4) that, if applied in cities, can increase survival chances of the urban biodiversity through the creation of green islands in the urban matrix (Owen 1971; Accacio 1996; Smallidge and Leopold 1997; Ramírez-Restrepo and MacGregor-Fors 2016; Kawahara et al. 2021) and be a powerful tool for reconciliation ecology (Rosenzweig 2003; Koh and Sodhi 2004), interactive learning (c.f. Krasny and Tidball 2009), and the reduction of the extinction of experience (Falxa-Raymond et al. 2013; Soga et al. 2015; 2017; Soga and Gaston 2016) by connecting citizens with a functional side of nature, that of ecological interactions.

### **The history of the Atlantic Forest and the case study site, *Parque Estadual Intervales* (PEI)**

The Atlantic Forest is one of the two Brazilian tropical rainforests. Unlike the Amazon, where many portions are still intact (but see e.g. Fearnside 2005; Soares-Filho et al. 2009; Lovejoy and Nobre 2018; 2019), the Atlantic Forest is profoundly fragmented (Tabarelli et al. 2005; Ribeiro et al. 2009; Joly et al. 2014). The strong and longstanding anthropic pressure, allied with its outstanding levels of species endemism and richness, make this biome rank high in conservation strategies like the definition of hotspots, being among the five hottest hotspots in the world (Myers et al. 2000). With 88.27% of its original distribution gone, and 83.4% of the remnants being fragments smaller than 50 hectares (Ribeiro et al. 2009), large and continuous fragments play crucial roles in retaining the Atlantic Forest exuberant biodiversity and unique wildlife.

The largest Atlantic Forest fragment lies at the South-East Brazilian coast, composed of a mosaic of state and national parks along the mountain range called *Serra do Mar* (free translation: Ocean Mountains, Figure 1A). Connected to it, the Paranapiacaba Continuum extends the contiguous distribution of forests inland. The Paranapiacaba Continuum includes five protected

areas (total of 140,000 ha), one of which is the PEI (Figure 1B). This region is home to an extremely rich and endemic biodiversity (see Shirai et al. submitted), being one of the three places capable of sustaining viable populations of the Atlantic Forest top predator, the jaguar (*Panthera onca*; Beisiegel and Nakano-Oliveira 2020).



**Figure 1:** Study site in (A) the Brazilian Atlantic Forest, with the largest fragment (*Serra do Mar*) in the coast expanding the forest distribution inland at (B) the Paranapiacaba continuum, where the *Parque Estadual Turístico do Alto da Ribeira* (PETAR), *Parque Estadual Intervales* (PEI), *Estação Ecológica Xitué* (EEX), *Parque Estadual Nascentes do Paranapanema* (PENaP), and *Parque Estadual Carlos Botelho* (PECB) are located. Within the PEI (C), several butterfly sampling points were near the main touristic infrastructure.

The main PEI touristic attractions are visits to its numerous waterfalls and caves found at easy distances from the accommodations inside the park (*pousadas*), restaurant and reception (Figure 1C; Nisi 2006); and birdwatching. With about 400 bird species, birdwatchers from all over the world come visit the PEI, especially in the high season, from August to October, or from October to January (for migratory species), when up to 160 species can be observed in a single day (G. T. Rodrigues and R. Paiva, pers. comm.). The PEI counted with an experienced team of 18 people working in the field before the COVID-19 pandemic, including park guides, park-certified guides, and autonomous guides from the local community. Some of the latter have become professional photographers and particularly skilled guides for birdwatching.



The PEI was created in 1995 (decree 40.135/1995, modified in 44.293/1999), although awareness of the benefits and of the need to preserve it dates from the 1970's. Raising the Intervales farm to the status of a protected area was partly due to the failure of mining, juçara palm (*Euterpe edulis*) extraction, agricultural, and other minor economic endeavors in the region (Nisi 2006). As a result, this brought concepts of environmental preservation to a community mostly used to exploiting the area's natural resources. However, conflicts still exist, with two recent examples worth noting: illegal mining (Nisi 2006) led to one casualty and one injury among park staff members in May 2020 and, in July 2021, one of the last jaguars of the region was murdered (called *Máscara*, shot more than 50 times and thrown off a bridge by farmers, Beisiegel and Nakano-Oliveira 2020). Despite the surrounding neighborhoods and towns being intimately related to the park, and the ecological subsidies being highly relevant in local municipality budgets, illegal activities remain part of the past and present of the area. This is possibly because the ecological subsidies do not reach locals (Leonel 2010), acting in synergy with the generally low level of investment in education in the country. However, this is not exclusive of criminal activities, the anthropic pressures that still threaten the biocultural diversity of the Atlantic Forest have been based on the same structural issues since it began to be overexploited 522 years ago.

Some of the reasons for the level of fragmentation in this biome begin with Europeans (especially the Portuguese) reaching South America by the Atlantic coast, where the Atlantic Forest is located (Figure 1A). The historical overexploitation of resources and of the land replaced an extremely rich forest with vast monocultures of sugar cane, coffee, and more recently grass (for cattle) (Drummond 1996; Pádua 2004; Tabarelli et al. 2005). The invasion also founded cities to colonize the country, that now are home to most of the country's population, including many capitals of Brazilian coastal states and the two largest cities in the country, São Paulo and Rio de Janeiro (Figure 1A). This economic system was based on slavery of African and indigenous people, formally abolished in 1888, but with environmental and social implications largely untackled to this day (Pádua 2004). These and other economic processes over five centuries have influenced the level of degradation that Brazilian people, especially urbanites, tolerate (shifting baseline syndrome, Pauly 1995), which impacts on how widespread and effective conservation efforts can be. However, the fact that Brazil's oldest cities and economic poles are also in this biome leads to more knowledge and active participation of people studying and restoring it (Tabarelli et al. 2005). The largest urban forest in the world, at the Tijuca National Park, in the city of Rio de Janeiro, is our oldest restoration project, dating from 1861 and supported by Brazil's last emperor (Drummond 1996).

Other examples of successful restoration projects, many of which spearheaded by scientists or using scientific knowledge, can be found or are underway (Joly et al. 2014), but their pace still lags behind the rates of deforestation. The government could be an important ally (e.g. Andrade 2019), but environmental policies are medium- to long-term projects, and are often affected and delayed with changing governance and decreased influence of the civil society in recent years (see, for example a recent report available at <https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/governo-reduz-transparencia-e-participacao-social-na-area-ambiental-mostra-estudo>). On top of that, Brazilian science and conservation have been facing growing threats for some time (Myers 1998; Freitas 2010; Bernard et al. 2014; Ferrante and Fearnside 2020; Hipólito et al. 2021; see also Shirai et al. submitted).

The current political scenario enhances the role that scientists play in society, for example in acting together with urbanites and local communities for biocultural diversity conservation (Stokes 2006; Elliot et al. 2018). The science-society partnership as proposed here leads to win-win strategies because interaction gardens can; 1) increase mental and physical health and human well-being, for young, adult and elderly urbanites, who have less access to nature; 2) provide income by promoting or enhancing ecotourism for local communities, who have more access to nature, but less so to education and capacity development; 3) contribute with biodiversity and ecological interaction data, if done together with a research or a citizen science project; 4) increase bioliteracy and reduce the extinction of experience and environmental apathy; – all of which, directly or indirectly, 5) protect biocultural diversity, which benefits humans and the planet (Sandler 1995; Kahn 2002; Pyle 2003; Koh and Sodhi 2004; Miller 2005; Sekercioglu 2006; Stokes 2006; Krasny and Tidball 2009; Janzen 2010; Falxa-Raymond et al. 2013; Valiente-Banuet et al. 2014; Soga et al. 2015; Jordano 2016; Ramírez-Restrepo and MacGregor-Fors 2016; Soliveres et al. 2016; Soga and Gaston 2016; Soga et al. 2017; Schuttler et al. 2018).

### **The scientific research, outreach, and capacity development projects**

The capacity development and science outreach experiences we wish to share are based on a project to build an open garden at the PEI where organisms at different levels of a multitrophic network would interact, so that the local community and visitors could observe nature's intricacies playing out in real life. People who live near protected areas (referred here as "locals") commonly have much firsthand knowledge about the natural world but are sometimes unaware that this knowledge may be novel or interesting to others, or are just unaccustomed to speak of it in more familiar terms to non-locals. The translation of concepts can "break the ice," and the butterfly catalogue, proposed as our common goal, served as an "excuse" to build bonds between the locals working at the PEI and ourselves as university researchers from distant cities.

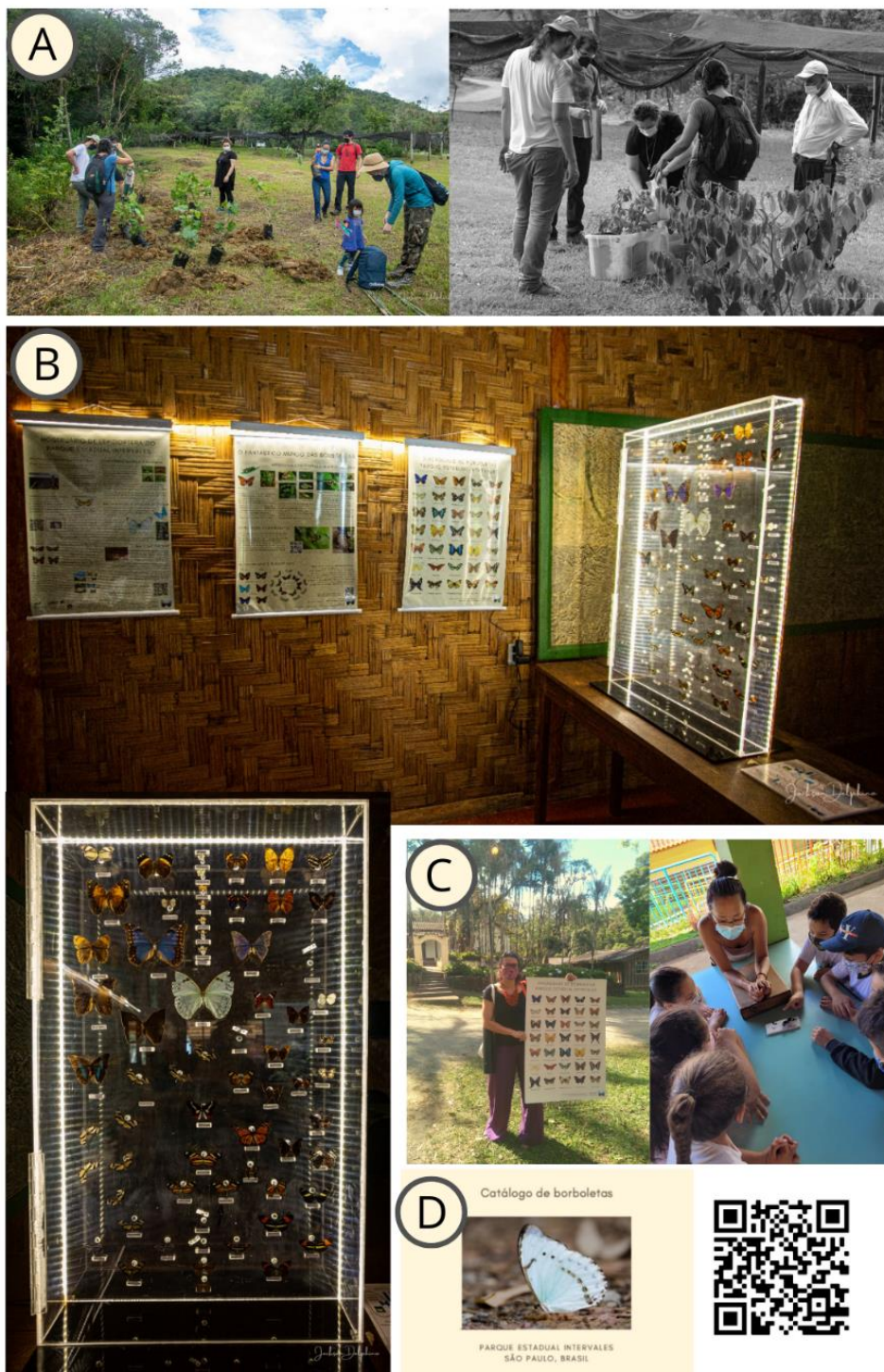
While this exchange led locals to gain perspective of the degree and importance of their own knowledge, which can increase their sense of being appreciated and feeling useful (Monitora 2018; Schuttler et al. 2018), we gained access to information about natural phenomena that require time to be observed or are even impossible to observe in cities. For example, a butterfly aggregation discovered by park guides was informed to TBC, the PEI director, who questioned the researchers about it. It turned out to be a biological phenomenon unknown to science, so we studied it together (reported in Shirai et al. 2017 and <https://youtu.be/bUO4kpYS2uo>).

We therefore suggest that finding time to sit down and listen (in our case, to local community stories) and sharing a common reachable goal towards which all parts can contribute (in our case, creating a butterfly catalogue) are among the most important aspects of any capacity development attempt. Disregarding these facts brings about a conceptual failure to any such attempt, by not involving the people likely to have the most firsthand knowledge of local biodiversity. A similar suggestion has been reported in urban community gardens where adults and elderly people from rural backgrounds shared their knowledge by gardening with young urbanites (Krasny and Tidball 2009). It is worth emphasizing that, as opposed to "capacity development", the often-used term "capacity building" would be inadequate when establishing partnerships with locals. People who live and work in close contact with nature year-around generally have a deeper, more practical knowledge of their natural environment than non-locals, even when the latter are highly educated specialists.

At the beginning of the project, we planned and formally proposed that our contribution at the PEI would involve: 1) introductory workshop; 2) field work of research projects; 3) discussions about the garden, deciding together its content and activities to be offered to tourists and schools; 4) preparation of the outreach material; and 5) seminars to the PEI staff and classes to local schools, showing the results of the research projects. Their contribution, in turn, would involve: 1) a visit to a butterfly house in Campinas, São Paulo to observe the operation of similar endeavors; 2) help to build and maintain the garden, including the allocation of a permanent employee as a gardener; and 3) participation in the butterfly inventory.

The interaction garden at the PEI was planned as part of a science outreach effort combined with local field experiments, and sampling carried out by MAS, LFY and other associated researchers, within the framework of the NSF Dimensions-Biota São Paulo research





**Figure 2:** The interaction garden project at the PEI. (A) Planting (press release at <https://www.infrastrukturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2022/02/parque-estadual-intervalos-realiza-primeiro-plantio-coletivo-de-mudas/>); and the outreach material produced in this project: (B) the butterfly display at the PEI reception with specimens collected in the park arranged according to narratives about their life history, along with informative posters also used when presenting the results of the outreach project in a lecture to the park staff and in visits to local schools (C), and (D) the PEI butterfly booklet, which can be downloaded using the QR code. Images in A and B by Jackson Delphino, used with his permission.

project “Chemically mediated multi-trophic interaction diversity across tropical gradients” (FAPESP 2014/50316-7). Given that there was no information in the literature about the PEI butterfly fauna, systematic sampling proved necessary, giving rise to the butterfly inventory project (Shirai et al. submitted), planned from the start to fulfill the capacity development and science outreach goals mentioned above (Appendix 1 and Figure 2). The lack of butterfly inventories can be the case of many tropical places (Shirai et al. 2019). When a garden is planned in a place without knowledge of its fauna, information from nearby places can be used as a start. We suggest, though, that by making (or updating) your regional species list with a photographic catalogue, however informal, can be an extremely exciting task, for it engages those involved in learning (or improving) their observation skills.

In the butterfly inventory at the PEI and surroundings (Shirai et al. submitted), we found 310 species and a high diversity in terms of species, forms, sizes, color patterns, behaviors, and natural history (Appendix 1). While we found much diversity, there were also examples of convergence, such as mimicry rings of clearwing butterflies, tiger, and black and red color patterns, with members of two butterfly families, Pieridae and Nymphalidae. An impactful comparison is to see how close species that look alike, such as white pierids *Dismorphia crisia* and *D. thermesia*, can also have, in the same genus, another species that looks so different, like *D. amphione*. The latter species converges to look like distantly related nymphalids, that also display the tiger pattern, like *Consul fabius*, *Mechanitis lysimnia*, *Heliconius ethilla*, and *Eresia perna*, belonging to four different subfamilies (Figure 2 and the Appendix 1). The aim of a catalogue is to list species in alphabetic, taxonomic, or phylogenetic order (Appendix 1). However, organizing them in with a biological or naturalistic narrative (Figure 2) can improve the impact and appreciation of an already aesthetically pleasing diversity of life.

### **Capacity development: things that worked out**

The workshop was held on March 14-18<sup>th</sup> 2016 and was the first formal contact with the PEI staff. The goal of the workshop was to introduce ourselves, our role in the projects presenting, in layman’s terms, key topics such as biodiversity, species interactions, trophic levels, and butterfly life cycle. We also prepared a hands-on 3h course of specimen preparation for museum collections, bringing in lepidopteran experts and different species to illustrate their diversity and how to differentiate moths from butterflies. We gained a first impression of who among the park guides showed the most interest and would thus be more inclined to willingly participate in our projects. An unforeseen observation happened during the spreading course: handling lepidopteran wings and bodies was difficult for the strong hands of park guides used to machetes, hoes and other large, heavy instruments and materials. However, one park guide found himself at ease with handling butterflies and immediately noticed morphological details and comparative differences among species. This guide, Mr. Benedito Amaral (known as *Seu Dito*), later became PEI’s butterfly expert, as further discussed below.

The small size and fragility of many Lepidoptera, as well as other aspects of employment (Checa 2015), might lead to the assumption that working with butterflies appeals more to women. However, many men, from researchers and amateurs to locals trained, e.g. as environmental monitors, in the national monitoring program of protected areas (Monitors 2018; see also Raimundo et al. 2003), are butterfly watchers and lovers. We encountered no perceived gender-

bias towards acceptance of working with butterflies, in fact there were more men (eight) who actively participated in the project than women (four, see the Acknowledgments).

The greatest prejudice, when there was one, was the perception of Lepidoptera being harmful insects or pests (Barua et al. 2012). In our opinion, the best way to overcome this prejudice is with information: learning which are the actually harmful species in the region (e.g., some Saturniidae caterpillars which can cause serious injuries when touched), instructing on how to avoid harm and what to do when harmed; which species search for crops and why they become pests (mostly moths and few butterfly species such as heliconiines feeding on passion fruits and the pierid *Ascia monuste* feeding on cabbages; Brown and Freitas 1999); etc.

Throughout the butterfly inventory and interaction garden projects, members of the PEI staff came to show a greater appreciation for the diversity of Lepidoptera species and their forms, colors, behaviors, etc., apparently leading to a deeper understanding that very few species can hurt humans or destroy crops. For example, the Brazilian Ministry for Agriculture lists only 14 insect pest species of economic concern in Brazil (Portaria 112, [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45174395/do1-2018-10-15-portaria-n-112-de-8-de-outubro-de-2018-45174182](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45174395/do1-2018-10-15-portaria-n-112-de-8-de-outubro-de-2018-45174182), accessed December 26<sup>th</sup> 2021), which correspond to 0.02-0.01% of insect species in the country (estimated total of 80,750-109,250 species, Lewinsohn and Prado 2005), or 0.001% of all insect species in the world (950,000 species, *op. cit.*). Among these 14 insects, five are lepidopterans. Revealing the immense diversity and their crucial roles in nature and in agriculture is important to demystify the prejudice against them, which can benefit the conservation of insects, of the environments they live, and the ecological functions they perform.

Having the whole PEI staff visit the Santa Genebra butterfly house, near the University of Campinas, on May 4<sup>th</sup> 2016, was important to give them a glimpse of an academic environment and to present another reality that their work at the PEI contributes to (see also Raimundo et al. 2003). We arranged a special visit with the head of the butterfly house, who toured with them and showed the backstage work at the rearing lab. This excursion at the beginning of the project positively influenced their interest; the same applies to anyone planning to build an interaction garden: look out for butterfly houses (e.g. <https://www.micolombiaquerida.com/mariposario>) or gardens for inspiration and information.

Establishing easy communication and an environment of growing interest and participation are important for the success of capacity development projects. People can choose a hierarchical approach at times, but horizontality and reciprocity are key goals to stimulate the exchange of knowledge and growth on both sides. We obtained much valuable information from talking at a personal and professional level, also contributing to our own safety, achievements, fun, and understanding of natural phenomena. The local PEI staff in turn demonstrated a growing pleasure in observing and understanding butterflies, a group they were not used to specifically pay attention to. Some park guides and researchers got more involved than others, but the whole group always showed enthusiasm, good will and availability to work together on a common task (interactive learning, c.f. Krasny and Tidball 2009; Falxa-Raymond et al. 2013). The same would be true for an urban community, like a neighborhood or a school.

This reciprocal appreciation becomes evident in the resulting outreach material, potentially enchanting visitors but, more importantly, it can strengthen the unity of the local community. The

academic counterpart, which we can speak for, certainly benefited from the good atmosphere of this project, which is important when coming up with strategies and searching for answers and resources to problems posed in the process, or at least to make the best out of adverse situations when they happen. This report, elaborated from the challenges but also successes of this experience, is meant to contribute to similar endeavors between academic and educational sectors, or local populations in other protected areas. For this reason, we translated the text of this paper in Portuguese (Appendix 2). We also hope to stimulate anyone interested in carrying out smaller scale interaction gardens paired with butterfly catalogs in their homes and communities with the guidelines for urban interaction gardens.

Another aspect that helped the capacity development was the ease of the sampling method using baited traps. The van Someren-Rydon traps are the standard protocol for catching fruit-feeding butterflies in the Neotropics (Freitas et al. 2014; deVries et al. 2016), being also an internationally standardized sampling method for monitoring this bioindicator group (van Swaay et al. 2015) used, for example, in the Brazilian monitoring program of protected areas (Pereira et al. 2013; Santos et al. 2016; Monitora 2018). It is an easy and inexpensive method (Uehara-Prado et al. 2007; Pereira et al. 2013; Freitas et al. 2014; deVries et al. 2016), much cheaper compared to those for other animal groups (Carbayo and Marques 2011; Cardoso et al. 2011) and has proven to be an exciting sampling protocol because it catches different, intriguing species – many frugivorous butterflies are hard to be observed on the wing or to be caught with the entomological net (e.g. Rydon 1964). Also, due to the fast response of butterflies to environmental disturbances, which makes them good bioindicators (deVries et al. 1997; Raimundo et al. 2003; Uehara-Prado et al. 2007; Ramírez-Restrepo and MacGregor-Fors 2016), baited traps allow for ready associations of, for example, fire and change in the butterfly community (e.g. Andrade et al. 2017), fostering the learning process and interest of laymen to take part in a scientific project.

People can see that environmental disturbances provoke changes in the butterflies they catch from one year to another, and this is powerful to show the importance of standardized data, of how nature responds to anthropogenic pressures, and why conservation matters. Due to these advantages, methods like this play particular importance in citizen science and continued education of teachers and other professionals (Uehara-Prado et al. 2007), especially when considering the possibility of following more than one sampling event (comparative observation and cumulative learning), and of transitioning from the role of student to teacher (perspective-taking and becoming an expert).

The peak of the capacity development was achieved when one of the local park guides, *Seu Dito*, with little previous experience in working with butterflies, conducted one sampling month entirely by himself, after four sampling events helping the researcher (LTS). With remote orientation by LTS, *Seu Dito* led the field work and taught a volunteer from the local community. When he suddenly became the expert, this change in perspective made him understand butterflies and the project in a new light and think of ways in which to best propagate his knowledge to the volunteer. We noticed visible positive changes in his demeanor with this gain of autonomy.

Later on, *Seu Dito* conducted a 1-year monitoring project, consisting of monthly sampling with the mark-release-recapture technique at the location chosen for the interaction garden, aiming at recording the fauna before the intervention (detailed in Shirai et al. submitted). We chose strategic places where all tourists pass in their visits (Figure 1C). After a single training session

with the new method, *Seu Dito* conducted all activities on his own, teaching another park guide how to carry out the work with him. He sent monthly field notes and butterfly images caught at each trap to LTS using a smartphone messaging app for identification and had regular conversations by telephone with LTS to report on the sampling. *Seu Dito* found a species previously unreported for the PEI (*Siderone galanthis*), which is quite outstanding since very experienced butterfly researchers have contributed to the PEI species list (Shirai *et al.* submitted). Furthermore, he started to understand butterfly phenology, which had been previously impossible since earlier sampling months were discontinuous. His questions and observations on the natural history of butterflies showed, without a doubt, how much he had developed into the PEI butterfly expert. Based on this experience, we suggest a workflow for capacity development (Figure 3).



## STEP BY STEP Capacity development

### 01 People click, an idea is born

A scientist and a park director met. Conversation led to inspiration, giving rise to the science outreach project at the Parque Estadual de Intervales.



### 02 Form the team and align common knowledge and goals



Everybody at home in the first meeting: researchers lectured with a hands-on course and the park staff shared their firsthand knowledge in the field. Introducing lepidopterans was key for a first approximation. We searched for sampling places together. After deciding on a common goal, we formalized what, when, and how each side would contribute, balancing hierarchy with horizontality. We agreed that the butterfly sampling would be done with a scientist and a park guide.

### 03 Be open and flexible when executing the work

Whenever any staff member showed interest, we exposed our aims, talked (for example, to demystify prejudices against insects with facts) and listened. We strived to turn difference into complementarity, instead of distance. Frequent visits, commitment and respect built interest and trust in the group.



### 04 In the field:



- Teach and learn how to observe. For example, most butterflies fly during the day. When is their peak activity? Do they fly all year long?
- Traps in the understory (easy to implement) and in the canopy (fun to shoot with slingshots) supported quick learning and sense of achievement, they are cheap and exciting to check for novelties.
- Implement the sampling protocol first, explaining each step and materials. Trust them to experiment with it, asking to do it as if they were by themselves. Do not overload, repeat as many times as needed.
- Whenever possible, change positions: from teacher to student, invite and share your environment with them.

### 05 Gain of autonomy

Park guide led an expedition: write instructions together and re-read before implementation. Remind in advance of steps that require preparation beforehand. Call before and after the implementation, ask about the discoveries, embrace doubts, and give feed-back on challenges. Celebrate each step of this gain of autonomy.



**Figure 3:** Step by step of the capacity development experiences at the PEI.



Lastly, aside from the butterfly catalogue (Appendix 1), we produced two main outreach outputs (Figure 2): a Lepidoptera display box, accompanied by informative posters; and a booklet of the PEI butterflies, which is publicly available (QR code in Figure 2). The display box is exposed at the PEI reception, to draw attention to butterflies as soon as visitors enter the park. It contains specimens sampled in the park, spread and properly preserved. The lepidopteran species were arranged in such a way as to promote curiosity and joy, with information about biological and local facts, enhancing the value of biocultural diversity and of the knowledge exchange between scientists and PEI staff.

### Capacity development and science outreach: challenges and obstacles

At the beginning of the project, we wanted to build a butterfly house at the PEI. Ideally, having an enclosed area with plants for lepidopteran caterpillars and adults, together with a rearing lab to exhibit lepidopteran life stages, could also have served as support for rearing insects for research at the park. However, 1) bureaucratic challenges in obtaining permits for constructions within protected areas in Brazil, 2) requirements such as a full-time dedicated staff member for the rearing lab, and 3) higher construction and upkeep costs; led to the proposal of an open-air interaction garden project. This turned out to be a better idea in terms of conservation and educational purposes, financial investment, and maintenance.

An open-air interaction garden attracts organisms from other trophic levels, such as parasitoids and predators of Lepidopteran caterpillars, allowing the observation of other species apart from Lepidoptera, and the interactions of a multitrophic network, which is why we use the broader name “interaction garden” as opposed to “butterfly garden”. Birds are particularly relevant in our case because bird watching is one of the main touristic activities at the PEI. The chosen area for the interaction garden is an open area within the park, close to the plant nursery and to areas visited by tourists (restaurant and *pousadas*), in proximity to denser vegetation. However, the vegetation in the garden area is completely human-made, with grass, patches of flowering and fruit bearing plants that attract adult Lepidoptera and birds, and in some cases, of specific host plants for immature Lepidoptera, in order to improve chances of observation by park visitors. Local guides were trained in pointing out these interactions and to refer to the outreach material produced for the park (Figure 2 and Appendix 1). This would also allow the free observation of attractive butterflies that do not do well in enclosures, like *Morpho* species (*M. helenor* being perhaps the only exception).

The PEI has at least five *Morpho* species, *M. aega*, *M. anaxibia*, *M. epistrophus*, *M. helenor*, and *M. hercules* (Appendix 1) – including noticeable populations of the white morpho (*M. epistrophus*), that has been suggested as a suitable PEI butterfly mascot (Shirai *et al.* submitted). Although conservation biology and animal welfare are conceptually different (Soulé 1985), we would not wish to promote conservation, capacity development, and scientific outreach by harming, and maybe even killing, butterflies. It is far better to promote conservation by showing life where it naturally occurs, for instance with the white morpho, *M. epistrophus* together with its host plant, *Inga* spp. (Fabaceae) and its sister species, the blue morphos, so well-known and appreciated in tropical rainforests, naturally found in the park near the garden. Also, the bright red caterpillars of *M. epistrophus* can be used to teach visitors about aposematic colors and to warn them that not all lepidopterans sting, teaching about the few, but actually dangerous,

moth caterpillars that can found in the park, highlighting that only a small percentage of insects can harm humans or be crop pests.

When the idea of the butterfly inventory project was proposed to LTS, our excitement did not anticipate the extent of time needed to pursue the inventory adequately, and the capacity development respectfully, in addition to pursuing our other research projects. The most important aspects of science outreach and capacity development to us is biocultural diversity conservation, that is, the protection of nature and human interactions within this endeavor. Were the PEI staff and all the people involved in this project any different, and had not offered the outstanding help and involvement that they did, it would have been much harder, perhaps impossible, to achieve the successes we obtained. In other words, we firmly advocate scientific communication and capacity development to be treated as dedicated jobs, not necessarily as a full-time job, but they should not be “squeezed in” to our demanding academic schedules as a side-project. We are dealing with people and with nature, both of which need time to be understood and to flourish, therefore we urge funding agencies and other financial backers to consider supporting long term sci-com and capacity development projects.

Lastly, one park-certified guide showed particular interest in the project and, even without our instigations, began to observe and photograph life stages of Lepidoptera she found, asking us to identify them by e-mail. We wished to train her to become one of the interaction garden guides and she eagerly accepted the proposal. However, she could not fulfill our wishes due to another job opportunity that turned up. When locals incline to be part of a conservation project, it can be practically impossible to expect for voluntary collaborations if people do not have the free time and financial stability to do so (Falxa-Raymond et al. 2013). Only a small percentage of humanity is willing to sacrifice for the environmental cause, leaving aside their own survival or well-being. However, personal sacrifice should not be a requirement to achieve conservational or sustainable strategies (Kaplan 2000; see also Escobar 1998). As noted by Soulé (1985), “hunters, loggers and developers often express the same love for nature as do professional conservationists, but for many reasons, including economic ones, honorable people may be unable to behave according to their most cherished values, or they honestly disagree with what constitutes ethical behavior.” When the issue is not one of ethics, this statement highlights the constraints that locals may face when choosing to destroy or to protect nature. To bias this choice towards preservation, it is necessary to increase the economic opportunities to work on the conservation or sustainable use of natural resources, as well as capacity development, especially in the tropics (Pyle 2003; Rodríguez et al. 2006; Lucas et al. 2017; Elliot et al. 2018; Girardello et al. 2019).

### **Reducing the extinction of experience: interaction gardens in cities**

While it is self-evident that protected areas are the only mechanism to retain biodiversity in its current state, isolated protected fragments in a matrix inhospitable for wildlife will, with time, allow “destructive forces in the surrounding landscape” (c.f. Marzluff and Ewing 2008) to invade and erode the life and land within the protected area. It is important to create and maintain protected areas, but it is not enough, so we should also tackle the causes that make the imprisonment of wildlife necessary (Miller and Hobbs 2002; Pyle 2003; Pereira et al. 2013).

We cannot appreciate and protect what we do not know (Janzen 1992) and care about, and a crucial stage of the learning process is childhood (Pauly 1995; Kahn 2002; Pyle 2003).

Living near nature without any cultural or educational incentives to value it easily leads to (over)exploitation and disregard. It is also quite frequent that urban children know more about corporate logos than their local biodiversity and, when we speak of animals, they are more aware of exotic fauna like farm animals and megafauna from the African savanna (Miller 2005; Genovart et al. 2013; Kai et al. 2014; Franzolin et al. 2020). Unsurprisingly, many children do not know that an egg comes from a chicken, and the milk from a cow (and not from a box; Miller 2005). This happens even in megadiverse countries like Brazil, although less so in places where the urban influence is smaller (Franzolin et al. 2020).

Investing in approaches that bring nature to urbanites, reducing their extinction of experience, connecting them to their home and to the land (sense of place) and increasing their physical, psychological, and social health and well-being through gardening activities (Sandler 1995; Kaplan 2000; Falxa-Raymond et al. 2013; Soga et al. 2015; 2017) are win-win strategies adding to the critical mass to address the biodiversity crisis. Having a butterfly catalogue as a common, reachable, goal can form the basis to unite the community (even if it is just two people) and may, furthermore, contribute to science (e.g. Ramírez-Restrepo and MacGregor-Fors 2016) and, of course, to butterfly conservation (reviewed in Accacio 1996; Smallidge and Leopold 1997). Projects such as monitoring the butterfly (or another bioindicator) community (Raimundo et al. 2003), or projects with research questions based on experimental designs (Accacio 1996; Blair 1999; Daniels and Kirkpatrick 2006) can be carried out if scientists are involved. These strategies can be more effective when associated with social or scientific projects of broader scope (Sandler 1995; Koh and Sodhi 2004; Stokes 2006; Krasny and Tidball 2009) but they do not need to be associated to such projects if the people involved are able to organize themselves with some guidance, as suggested in this section of the article.

Another aspect that is more likely to lead to a successful garden is when they come as a job opportunity (Janzen 2010), the so-called “green collar jobs” (Falxa-Raymond et al. 2013), especially if allied with citizen science (Schuttler et al. 2018) or with a restoration project, such as the Santa Genebra butterfly house in Campinas (Gabriel, C. A. J. S. and Freitas, A. V. L. pers. comm.; see also Brown and Freitas 2002). When this is not possible, other ideas like butterfly farming (Checa 2015) could become a source of income, if done primarily for education, under environmental ethics and legislations, and without promoting the utilitarian and pernicious view over other life forms (land use *versus* land cover perspective, Soulé 1985; Chazdon et al. 2016). Gardening unequivocally brings benefits and eliminates negative effects on individual health, particularly in elderly people (Soga et al. 2017). Thus, by adding a great deal of study and discussion to our experience at the PEI, we expose below guidelines for interaction gardens amenable for both urban and non-urban areas.

We propose a form of interaction gardens (Figure 4) that can be applied by any number of people (Kesselring 1996), from a dedicated couple to a community or neighborhood organization (but for a more complex and proper urban restoration project, see guidelines in e.g. Accacio 1996; Smallidge and Leopold 1997; Marzluff and Ewing 2008). Having as a community goal to build or update the local butterfly species list is a great excuse to share and complement information among participants, also adding to sorely needed biogeographical data if fed to online platforms like iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>). If experts cannot be directly engaged, iNaturalist can also be used as an identification platform for the species in your garden, contributing with data for scientific projects, and to give your garden visibility (Schuttler et al. 2018).



Before planting

- ❖ Map out sun and shade in the garden area and plant each species in its favorite growth condition
- ❖ Artificial lights at night interfere with circadian rhythms of all animals – consider turning off some lights or shading selected plants to create refuges
- ❖ If possible, keep plants that provide shade and/or food for Lepidoptera that are already growing in area
- ❖ Plan water sources for plant irrigation and, if possible, a fountain or pond for animals
- ❖ Soil health (worms, ploughing, composting – *see text*)

Plant selection criteria

- ❖ Phenology: align the availability of flowers, leaves, and fruit for your species, providing food sources throughout year
- ❖ Give preference for native plants from the local biome. If possible, use seeds/cuttings from (locally adapted) plants growing in the vicinity of garden
- ❖ Food sources: leaves for caterpillars, fruit for birds and butterflies, and flowers (nectar sources) for Lepidoptera and other pollinators
- ❖ Allow for natural resting and nesting sites like standing deadwood, tree cavities, complex leaf debris for Lepidoptera, birds, and other small animals
- ❖ Varied growth forms create complex structure and refuges: herbs, shrubs, vines, epiphytes, and trees
- ❖ Consider a separate spot for food and/or medicinal plants for human use, as long as it does not interfere with the garden

Maintenance

- ❖ No synthetic pesticides, especially insecticides: use biological control (e.g.: ladybugs, parasitoids) or products with lower environmental impact (e.g.: neem oil, dried tobacco leaf suspensions)
- ❖ Incentivize manual weeding and removal of dangerous animals and pests (venomous spiders, scale insects, aphids, etc.)
- ❖ Avoid caging all caterpillars and pupae for showing purposes, leave most growing freely in the garden to attract parasitoids
- ❖ Allow trees to age and to drop branches: they create refuges and nesting sites
- ❖ Upkeep of general cleanliness and health of plants: observing them as much as possible benefits your health too
- ❖ Avoid littering and food that attracts urban-adapted species that transmit diseases, e.g.: breadcrumbs/corn that attracts pigeons
- ❖ Beware of attracting poisonous plants, venomous caterpillars, and aggressive birds. The choice of plant and animal species must consider human use, especially children, but also the well-being of other animal species

**THE BIOLOGICAL SIDE**

Before planting

- ❖ Members of the local community should be involved in the establishment of garden
- ❖ Create a timeline for implementation and estimate costs, sharing it with all parties involved
- ❖ In public lands (small green areas, parks, sidewalks and even roundabouts), care and implementation of gardens can be proposed to local governments by neighborhood associations or civil society organizations
- ❖ Involving a small group of people at the start is important to create a common goal and vision. This provides guidance for garden management and for aligning interests with future newcomers
- ❖ Consider creating a space for social gatherings in the garden (e.g.: benches, picnic area)
- ❖ The first planting should involve as many people from the community as possible, preferably at a cool time of day and after a rain shower to aid plowing
- ❖ Plan a clear distinction between paths and garden plots, to avoid trampling and damage to plants and animals (e.g.: marking limits with small stones)
- ❖ Consider implementing handicap accessible paths

Maintenance and use

- ❖ Establish a garden routine/protocol that is shared with people responsible for its care
- ❖ Consider keeping a data log (e.g.: shared computer file) and a daily communication channel (e.g.: group in social network app)
- ❖ Incentivize the reuse of domestic products in the garden, from organic waste composting to garden ornaments or name tags for plants
- ❖ Incentivize the use of appropriate protective equipment (e.g.: boots, gloves) and clothing by people caring for the garden
- ❖ Optimize garden infrastructure for use and appreciation by the community (e.g.: benches, informative signs, potable water, rain shelter)
- ❖ Consider making a special spot or a special background for photographs, with many flowers and your garden/community name
- ❖ Create a Butterfly Catalog and compare your butterfly list to studies in nearby regions (e.g.: up to 20 km away from garden) to create a “wish list” of species you would like to attract to the garden as a common goal
- ❖ Consider regular meetings to discuss garden care, to offer guided garden visits, celebrate achievements, and to simply enjoy your communal garden
- ❖ Consider creating a larger social network so experiences of gardens from different places can be shared

**THE SOCIAL SIDE**

**Figure 4:** Guidelines for an interaction garden. It can be applied in cities and in non-urban areas and it works better if allied with a common goal, like a butterfly catalogue.

Interaction gardens are gardens of flowering and edible plants made to attract birds and butterflies. Both are easy to observe, highly diverse, and multi-colored animals, that also have the advantage of being beautiful, charismatic, ecologically important, and well-studied organisms. Interaction gardens can also attract other insects, like pollinators and parasitoids, which help decrease the knowledge bias of neglected animal groups (the Linnean biodiversity shortfall, Hortal et al. 2015) and neglected topics, like species interactions (the Eltonian shortfall, *op cit.*). More than focusing on species, prioritizing interactions introduces the ecologically functional side of the natural world. Interactions are the first to become extinct with anthropic pressures (Janzen 1974; Sekercioglu 2006; Valiente-Banuet et al. 2014; Jordano 2016; Soliveres et al. 2016), and the effects of these losses are far from being understood, so the first step is to perceive, observe, appreciate, and document them. Particularly in cities, interaction gardens can increase survival chances of plants and animals by creating hospitable environments for them (Owen 1971; Ramírez-Restrepo and MacGregor-Fors 2016; Kawahara et al. 2021).

Human benefits from gardening come from contemplation to hands-on planting and rearing animals, enhancing the observation of nature. For example, paying close attention to any plant in a garden and the organisms that interact with it can shed light on host plant interactions with insect pollinators or herbivores, or make one realize the impact of seasonal changes on this community. It is a learning process that can be expanded if other people are consulted or get involved, regardless of them being experts or not, local or not.

Another benefit is the potential to increase local biodiversity if native plants, that attract native animals, are preferred (Owen 1971; Sandler 1995; Koh and Sodhi 2004). By native, we mean from the local biome, to avoid, for instance, introducing forest species in savannas just because they are from the same state or country (Kumar et al. 2020). Interaction gardens should not be confused with, or be expected to be a tidy, trimmed, anthropomorphic garden as is so common in landscaping designs. Because interaction gardens prioritize ecosystem functioning, they are planned for the co-existence of many species, including the three most important trophic levels (primary producers, microbial decomposers, and insect herbivores; Soliveres et al. 2016), as well as small vertebrates that use the garden alongside the humans who enjoy and tend to it. This leads to an emphasis on wildlife necessities alongside with human recreation values.

This proposal is another flavor of a green area, which does not exclude the existence or need for other types of gardens (c.f., discussion of land sharing *versus* land sparing in Soga et al. 2015). In fact, areas within an interaction garden that are less prone to wildlife (with poor habitat quality or low restoration potential) can and should be used for human recreation and infrastructure (playground, picnic area, benches, water source, etc.), or can be designated as a separate area for food production (Figure 4). Our guidelines are more inclined to encourage “standing deadwood, complex woody debris, complex vertical and horizontal structure, protected interior areas, undeveloped riparian zones, undeveloped slopes and cliffs, high native plant diversity, invasive plant control, minimal lawn area, high diversity of shrubs that produce berries, nuts, or nectar, control of exotic mammals including house pets, reduced supplementation of native predator and parasite populations, monitoring programs that measure fitness and dispersal, and integrated education, research, and outreach activities to foster citizen support” (Marzluff and Ewing 2008), than the usual urban landscaping with trimmed lawns, many exotic plants, pesticides, and few species interactions.

Lower input of chemicals should be prioritized since there are many ways to handle common issues of gardens, such as soil preparation and weed control. For example, when pruning host plants, which is frequently necessary (and sometimes preferred by caterpillars, Owen 1971), weeds can also be hand-trimmed. Soil preparation for planting can be done manually, including plowing (which is easier to be done when the soil is moist, but not thoroughly wet), pulling weeds and old plants (and leaving them with roots up to become organic matter without re-rooting), removing man-made debris, digging up to 30 cm deep and adding organic matter (with compost from one's own home, avoiding citric food, meat and human waste). Some plants, like legumes or the peanut grass (*Arachis pintoii* and *A. repens*), can be used to naturally nurture the soil with nitrogen and phosphorus. Plants like banana trees can retain water and keep the soil moist, while also being a food source for humans, birds, and butterflies.

Like nature, interaction gardens might bring discomfort to people who are mostly used to anthropic habitats. We can prevent the potential harm that natural life can sometimes cause with information, which is easier when we learn not to see nature as something separate or distant from us. At the least, we could allow ourselves and our children the possibility, however infrequent, of trying something different. The fundamental difference of an interaction garden to a common garden is that it allows nature to be itself, and for the observation of nature to become a source of daily health and well-being. It also allows for us to reinvent our expectations about nature, to grow natural intimacy, because “without the context of the local, they may not mean much more than Disney World. It is the opportunity for the young to explore dig, prowl, play, catch, and ultimately discover, among indigenous local plants and animals, that truly forges connection” (Pyle 2003).

In conclusion, we advocate that both locals and urbanites matter for conservation. We hope that sharing our experiences helps similar initiatives involving academia, educators, NGOs, and local populations in other protected areas both in temperate and tropical regions (see the translated version of the text in Portuguese in Appendix 2). We also provided guidelines for the development of smaller scale interaction gardens in homes, schools, community and public gardens, paired with formal or informal butterfly catalogs as a means of promoting shared goals and the interactions among community members based on care and joy.

## APPENDICES

### Appendix 1: butterfly catalogue

### Appendix 2: translated version in Portuguese

**Appendix 1:** The butterfly catalogue of 112 species sampled by the LTS and *Seu Dito*, arranged by butterfly family, subfamily, and species. We prioritized the individuals sampled at the PEI, to illustrate how your butterfly catalogue can look like – it does not represent all species from the PEI and surroundings, which adds up to 310 species. We also show the individuals as we found them in nature, intentionally illustrating specimens with “broken” wings (a potential sign of predation) or that are worn (by which we can infer their age).



# BUTTERFLIES OF THE PARQUE ESTADUAL INTERVALES, BRAZIL

## HESPERIIDAE

### EUDAMINAE: EUDAMINI



*Cecropterus zarex*  
(Hübner, 1818)



*Urbanus prouta*  
Evans, 1952



*Spicauda procne*  
(Plötz, 1881)



*Spicauda simplicius*  
(Stoll, 1790)

### EUDAMINAE: OILEIDINI



*Oechydrus chersis*  
(Herrich-Schäffer, 1869)



*Typhedanus stylites*  
(Herrich-Schäffer, 1869)

### EUDAMINAE: PERICHARINI



*Perichares seneca*  
(Latreille, [1824])



## HESPERIIDAE

### HESPERIINAE: ANTHOPTINI



*Corticea obliterata*  
(Mabille, 1891)

### HESPERIINAE: HESPERIINI



*Conga immaculata*  
(E. Bell, 1930)



*Decinea dama*  
(Herrich-Schäffer, 1869)

### HESPERIINAE: MONCINI



*Miltomiges cinnamomea*  
(Herrich-Schäffer, 1869)



*Mnasiheus ritans*  
(Schaus, 1902)



*Psoralis coyana*  
(Schaus, 1902)



*Psoralis stacara*  
(Schaus, 1902)



*Vehilius clavicula*  
(Plötz, 1884)



*Vettius umbrata*  
(Erschoff, 1876)

### PYRGINAE: CARCHARODINI



*Nisoniades castolus*  
(Hewitson, 1878)



## HESPERIIDAE

### PYRGINAE: ERYNNINI



*Ebrietas infanda*  
(A. Butler, 1877)



*Theagenes dichrous*  
(Mabille, 1878)

### PYRGINAE: PYRGINI



*Diaeus lacaena*  
(Hewitson, 1869)



*Xenophanes tryxus*  
(Stoll, 1780)



*Heliopetes ochroleuca*  
J. Zikán, 1938



*Heliopetes americanus*  
(Blanchard, 1852)

## LYCAENIDAE

### THECLINAE



*Janthecla flosculus*  
(H. Druce, 1907)



*Ostrinotes empusa*  
(Hewitson, 1867)

### POLYOMMATINAE



*Leptotes cassius*  
(Cramer, 1775)



## NYMPHALIDAE



From this page on, the scale is smaller because the butterflies are larger

### APATURINAE



*Doxocopa laurentia*  
(Godart, [1824])

### BIBLIDINAE: AGERONIINI



*Hamadryas amphinome*  
(Linnaeus, 1767)

*Hamadryas fornax*  
(Hübner, [1823])

### BIBLIDINAE: EPIPHILINI



*Epiphile oreia* male  
(Hübner, [1823])



*Epiphile oreia* female  
(Hübner, [1823])



*Temenis laothoe*  
(Cramer, 1777)

## NYMPHALIDAE

### BIBLIDINAE: CALLICORIINI



*Diaethria clymena*  
(Cramer, 1775)



*Diaethria eluina*  
(Hewitson, [1855])

### BIBLIDINAE: EPICALIINI



*Catonephele acontius* male  
(Linnaeus, 1771)



*Catonephele acontius* female  
(Linnaeus, 1771)



*Catonephele numilia* male  
(Cramer, 1775)



*Catonephele numilia* female  
(Cramer, 1775)



*Myscelia orsis* male  
(Drury, 1782)



*Myscelia orsis* female  
(Drury, 1782)





## NYMPHALIDAE

### CHARAXINAE: ANAEINI



*Fountainea ryphea* male  
(Cramer, 1775)



*Fountainea ryphea* female  
(Cramer, 1775)



*Memphis acidalia*  
(Hübner, [1819])



*Memphis appias*  
(Hübner, [1825])



*Memphis moruus*  
(Fabricius, 1775)



*Memphis otrere*  
(Hübner, [1825])



*Zaretis strigosus* male  
(Gmelin, [1790])



*Zaretis strigosus* female  
(Gmelin, [1790])



*Hypna clytemnestra*  
(Cramer, 1777)





## NYMPHALIDAE

### CHARAXINAE: PREPONINI



*Archaeoprepona amphimachus*  
(Fabricius, 1775)



*Archaeoprepona chalciope*  
(Hübner, [1823])

### DANAINAE: DANAINI



*Danaus erippus*  
(Cramer, 1775)

### DANAINAE: ITHOMIINI



*Placidina euryanassa*  
(C. Felder & R. Felder, 1860)



## NYMPHALALIDAE



*Hypothyris ninonia*  
(Hübner, [1806])



*Mechanitis lysimnia*  
(Fabricius, 1793)



*Ithomia agnosia*  
Hewitson, [1855]



*Ithomia drymo*  
Hübner, 1816



*Ithomia lichyi*  
R.F. d'Almeida, 1939



*Oleria aquata*  
(Weymer, 1875)



*Pseudoscada erruca*  
(Hewitson, 1855)



*Pteronymia carlia*  
Schaus, 1902



*Callithomia lenea*  
(Cramer, 1779)



*Epityches eupompe*  
(Geyer, 1832)



*Episcada hymenaea*  
(Prittwitz, 1865)

## HELICONIINAE: ACRAEINI



*Actinote carycina*  
Jordan, 1913



*Actinote pyrrha*  
(Fabricius, 1775)



NYMPHALIDAE



*Actinote melanisans*  
Oberthür, 1917

HELICONIINAE: HELICONIINI



*Dryas iulia*  
(Fabricius, 1775)

*Eueides isabella*  
(Stoll, 1781)



*Heliconius besckei*  
(Ménétriés, 1857)

*Heliconius erato*  
(Linnaeus, 1758)



*Heliconius ethilla*  
(Godart, 1819)



*Heliconius sara*  
(Fabricius, 1793)



## NYMPHALIDAE



*Philaethria wernickei*  
(Röber, 1906)

### LIMENITIDINAE: LIMENITIDINI



*Adelpha syma*  
(Godart, [1824])

### NYMPHALINAE: JUNONIINI



*Junonia evarete*  
(Cramer, 1779)

### NYMPHALINAE: MELITAEINI



*Tegosa claudina*  
(Eschscholtz, 1821)



*Tegosa sp.*  
Higgins, 1981



*Eresia lansdorfi*  
(Godart, 1819)





## NYMPHALIDAE

### NYMPHALINAE: NYMPHALINI



*Hypanartia bella*  
(Fabricius, 1793)



*Smyrna blomfieldia*  
(Fabricius, 1781)



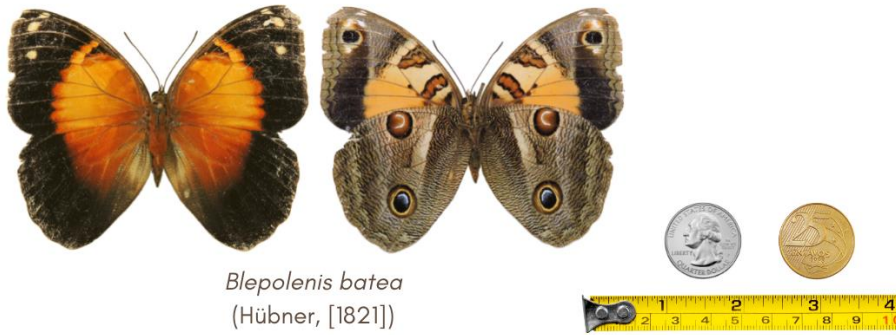
*Vanessa braziliensis*  
(Moore, 1883)

### NYMPHALINAE: VICTORININI



*Anartia amathea*  
(Linnaeus, 1758)

### SATYRINAE: BRASSOLINI



*Blepolenis batea*  
(Hübner, [1821])



NYMPHALIDAE



*Dasyophthalma creusa* male  
(Hübner, [1821])



*Dasyophthalma creusa* female  
(Hübner, [1821])



*Eryphanis reevesii*  
(E. Doubleday, [1849])



NYMPHALIDAE



*Narope cyllene*  
C. Felder & R. Felder, 1859



*Opoptera aorsa*  
(Godart, [1824])



*Opoptera sulcius*  
(Staudinger, 1887)

NYMPHALINAE: MORPHINI



*Morpho aega* male  
(Hübner, [1822])



*Morpho aega* female  
(Hübner, [1822])



NYMPHALIDAE



*Morpho anaxibia*  
(Esper, [1801])



*Morpho epistrophus*  
(Fabricius, 1796)



*Morpho helenor*  
(Cramer, 1776)





## NYMPHALIDAE

### SATYRINAE: SATYRINI



## NYMPHALIDAE



*Taygetis mermeria*  
(Cramer, 1776)



*Taygetis ypthima*  
(Hübner, [1821])

## PAPILIONIDAE

### PAPILIONINAE: TROIDINI



*Parides agavus*  
(Drury, 1782)





PIERIDAE

COLIADINAE



*Eurema albula* male  
(Cramer, 1775)



*Phoebis philea* male  
(Linnaeus, 1763)



*Eurema albula* female  
(Cramer, 1775)



*Phoebis philea* male  
(Linnaeus, 1763)



*Rhabdodryas trite*  
(Linnaeus, 1758)

DISMORPHIINAE



*Dismorphia amphione*  
(Cramer, 1779)



PIERIDAE



*Dismorphia crisis* male  
(Drury, 1782)



*Dismorphia crisis* female  
(Drury, 1782)

PIERINAE: PIERINI



*Pereute swainsoni*  
(G. Gray, 1832)

RIODINIDAE

RIODININAE: EURYBIINI



*Eurybia carolina*  
Godart, [1824]



*Leucochimona icare*  
(Hübner, [1819])



*Mesosemia odice*  
(Godart, [1824])

RIODININAE: RIODININI



*Metacharis ptolomaeus*  
(Fabricius, 1793)



*Rhetus periander*  
(Cramer, 1777)



## APPENDIX 2

Translated version of the text in Portuguese. Versão traduzida do texto em Português.

### **Jardins de interação e catálogos de borboletas: uma estratégia conjunta para promover capacitação em unidades de conservação e reduzir a extinção de experiência em cidades**

#### **Introdução**

Muitos consideram Roma como a primeira cidade na história da humanidade com mais de um milhão de habitantes (mas veja Storey 1997). Essa população hoje é a realidade de 548 cidades no mundo, sendo 33 delas megacidades (ou seja, > 10 milhões de habitantes; ONU 2018).

Atualmente, 55% da população mundial vive em cidades (ONU 2018), com crescente número de gerações nascidas e criadas em ambientes urbanos e decrescente oportunidade e orientação para interagir com a natureza (Miller 2005; Soga e Gaston 2016; Schuttler *et al.* 2018). A “extinção de experiência” (Pyle 2003) começa com a falta de contato com áreas verdes desde a infância (Kahn 2002), agravada pela baixa biodiversidade encontrada em cidades (McKinney 2006; Marzluff e Ewing 2008), e com efeitos de curto e longo prazo na saúde física, mental, e bem-estar humanos (Miller 2005; Soga *et al.* 2015; 2017).

A apatia coletiva em relação a assuntos ambientais, ou “analfabetismo biológico” (*c.f.* Janzen 2010), decorrente da extinção da experiência é uma questão estrutural da crise da biodiversidade. Sendo assim, seria relevante de estar no cerne dos interesses e práticas de conservação (*op. cit.*). Mas os braços e pernas, ou seja, a linha de frente da preservação dos habitats naturais e da biodiversidade são daqueles que vivem em, ou próximos a, áreas protegidas ou áreas não urbanas. Porém, apesar de serem expostas desde a infância à natureza, ou pelo menos a ambientes menos urbanizados, essas pessoas não estão necessariamente familiarizadas ou a favor de conceitos ambientalistas (por exemplo, Pereira *et al.* 2013; Bernard *et al.* 2014; Bragagnolo *et al.* 2016). A escolha entre explorar ou preservar o ambiente onde vivem, e toda a gama de ações no meio disso, depende de muitos aspectos, mas geralmente a palavra final é ditada por como essa escolha afeta (financeiramente) seus meios de subsistência.

Saber do conflito entre proteção da natureza e desenvolvimento econômico é crucial para conservação, especialmente considerando que muitos dos *hotspots* de conservação globais estão em países em desenvolvimento com altas taxas de desigualdade social, econômica, e educacional, que apenas se aprofundaram com a pandemia da COVID-19. Além disso, regiões ricas em biodiversidade coexistem com locais de alta diversidade linguística e cultural (Gorenflo *et al.* 2012). Assim, podemos falar de proteção da diversidade biocultural (Nepstad *et al.* 2006) que pode, no processo, instruir acadêmicos com a perspectiva das comunidades locais (conhecimento ecológico local, ver, por exemplo, Menezes e Baldauf 2021).

Inclusão social e educacional podem ser ferramentas poderosas para conservação biocultural. Isso se alcança com o aumento da interação das comunidades locais com áreas protegidas através de, por exemplo, visitas regulares às escolas locais, capacitação para o uso sustentável dessas áreas, atividades e exposições científicas, ou eventos regionais com temas históricos destacando o papel do ambiente deles para conservação. Em alguns casos, como em unidades de conservação no Brasil estabelecidas em locais em conflito com a comunidade local, inclusão social e práticas educacionais são mandatórias para a conservação ser eficiente (Pereira *et al.* 2013; Bragagnolo *et al.* 2016). Experiências com tais práticas são contexto-dependente, mas compartilhar estudos de caso agrega ao conhecimento de base de situações comuns a tentativas similares (*c.f.* Krasny e Tidball 2009).

No presente estudo, compartilhamos um estudo de caso de cientistas e monitores ambientais praticando conservação Neotropical. Buscamos trazer uma perspectiva ambientalista diferente para pessoas da cidade, seja pela falta de acesso para trabalhar ou interagir com comunidades de unidades de conservação, ou porque estão geograficamente distantes dos trópicos, morando em países temperados onde a maioria dos investimentos em conservação, educação e pesquisa estão (Pyle 2003; Rodríguez *et al.* 2006; Hortal *et al.* 2015; di Marco *et al.* 2017; Lucas *et al.* 2017; Elliot *et al.* 2018; Girardello *et al.* 2019), a despeito da menor diversidade biocultural.

Primeiro, apresentamos o contexto de um dos cinco *hotspots* de conservação mais ameaçados do mundo, a Mata Atlântica (Myers *et al.* 2000), e então relatamos as experiências de capacitação e divulgação científica no Parque Estadual Intervales (PEI), São Paulo, Brasil (Fig. 1A-B). Trabalhamos lá de 2016 a 2019, retornando em 2022 devido à pandemia COVID-19, com o objetivo de construir um “jardim de interação”, isto é, um jardim com uma rede trófica interagindo ao vivo para os visitantes do parque, apoiado por materiais de divulgação científica (Fig. 2A, <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2022/02/parque-estadual-intervales-realiza-primeiro-plantio-coletivo-de-mudas/>). Apresentamos o catálogo de borboletas do PEI (Anexo 1) para ilustrar a diversidade de espécies, cores, tamanhos, formas, e ecologias que inspiraram o material de divulgação que produzimos para o parque (Fig. 2B-C) e formaram a base da estratégia conjunta que propomos nesse trabalho.

Em segundo lugar, porque a capacitação deu certo nesta unidade de conservação (Fig. 3) e os princípios que orientam o planejamento e desenvolvimento de jardins de interação podem ser usados em outros ambientes, propomos uma intervenção para expandir o alcance de nossa abordagem a pessoas com o objetivo de aprimorar ou resgatar sua experiência com a natureza no local onde vivem e trabalham (Miller e Hobbs 2002). Argumentamos que áreas protegidas e urbanas são igualmente importantes no apoio público para, e conscientização sobre, estratégias de conservação – que inclui a academia, educação, e o terceiro setor. Propomos diretrizes para jardins de interação (Fig. 4) que, se aplicados nas cidades, podem aumentar as chances de sobrevivência da biodiversidade em cidades através da criação de ilhas verdes na matriz urbana (Owen 1971; Accacio 1996; Smallidge e Leopold 1997; Ramírez-Restrepo e MacGregor-Fors 2016; Kawahara *et al.* 2021) e ser uma ferramenta poderosa para ecologia de reconciliação (Rosenzweig 2003; Koh e Sodhi 2004), aprendizagem interativa (*c.f.* Krasny e Tidball 2009) e redução da extinção da experiência (Falxa-Raymond *et al.* 2013; Soga *et al.* 2015; 2017; Soga e Gaston 2016) conectando os cidadãos com o lado funcional da natureza, isto é, aquele de interações ecológicas.

### **A história da Mata Atlântica e o local do estudo, Parque Estadual Intervales (PEI)**

A Mata Atlântica é uma das duas florestas tropicais úmidas brasileiras. Ao contrário da Amazônia, onde ainda há grandes porções intactas (mas ver, por exemplo, Fearnside 2005; Soares-Filho *et al.* 2009; Lovejoy e Nobre 2018; 2019), a Mata Atlântica está profundamente fragmentada (Tabarelli *et al.* 2005; Ribeiro *et al.* 2009; Joly *et al.* 2014). A forte e antiga pressão antrópica, aliada aos notáveis níveis de endemismo e riqueza, são os critérios que fazem este bioma ranquear em destaque em abordagens de conservação como a de *hotspots*, estando entre os cinco *hotspots* mais ameaçados do mundo (Myers *et al.* 2000). Com 88,27% da distribuição original desmatada e 83,4% do que resta sendo fragmentos menores que 50 hectares (Ribeiro *et al.* 2009), fragmentos grandes e contínuos desempenham um papel crucial na retenção da biodiversidade exuberante e vida selvagem única da Mata Atlântica.

O maior fragmento de Mata Atlântica está no litoral do Sudeste brasileiro, composto de um mosaico de parques nacionais e estaduais ao longo da Serra do Mar (Fig. 1). Conectado a ele, o Contínuo de Paranapiacaba estende a distribuição das matas contíguas para o interior. O Contínuo

de Paranapiacaba inclui cinco unidades de conservação (total de 140.000 ha), uma das quais é o PEI (Fig. 1). Esta região abriga uma flora e fauna extremamente rica e endêmica (ver Shirai *et al.* submetido), sendo um dos poucos locais capaz de sustentar populações do predador de topo da Mata Atlântica, a onça pintada (*Panthera onca*, Beisiegel e Nakano-Oliveira 2020).

Os principais atrativos turísticos do PEI são as visitas às inúmeras cachoeiras e cavernas encontradas a distâncias acessíveis das pousadas, restaurante e recepção (Fig. 1, Nisi 2006); e observação de aves. Com cerca de 400 espécies de aves, observadores do mundo inteiro vêm visitar o PEI, principalmente na alta temporada, de agosto a outubro, ou de outubro a janeiro (para espécies migratórias), quando podem ser observadas até 160 espécies em um único dia (G. T. Rodrigues e R. Paiva, com. pess.). O PEI contava com uma equipe experiente de 18 pessoas trabalhando em campo antes da pandemia COVID-19, incluindo guias do parque, guias certificados pelo parque e guias autônomos da comunidade local. Alguns destes tornaram-se fotógrafos profissionais e guias particularmente qualificados para a observação de aves.

O PEI foi criado em 1995 (decreto 40.135/1995, modificado em 44.293/1999), embora a consciência sobre o benefício e a necessidade de preservá-lo datem da década de 70. Elevar a Fazenda Intervales ao status de unidade de conservação foi parcialmente devido ao fracasso da mineração, da extração de palmito juçara (*Euterpe edulis*), da agricultura, e de outras tentativas econômicas menores na região (Nisi 2006). Como resultado, trouxe conceitos de preservação ambiental para uma comunidade mais acostumada a explorar os recursos naturais. Porém, conflitos ainda existem, com dois exemplos recentes dignos de nota: a mineração ilegal (Nisi 2006) causou uma vítima e um ferido entre membros da equipe do parque em maio de 2020 e, em julho de 2021, uma das últimas onças da região foi assassinada (chamado Máscara, baleado mais de 50 vezes e jogado de uma ponte por fazendeiros, Beisiegel e Nakano-Oliveira 2020). Apesar dos bairros e cidades do entorno estarem intimamente relacionados ao parque, e os subsídios ecológicos serem relevantes nos orçamentos destas prefeituras, as atividades ilegais permanecem no passado e no presente da área. Isso talvez ocorra porque os subsídios ecológicos não chegam aos locais (Leonel 2010), atuando em sinergia com o baixo nível de investimento em educação generalizado do país. No entanto, isso não é exclusividade de atividades criminosas, as pressões antrópicas que ameaçam a diversidade biocultural da Mata Atlântica têm base nas mesmas questões estruturais desde que começou a ser super explorada há 522 anos atrás.

Uma das razões para o nível de fragmentação desse bioma começa com os europeus (especialmente portugueses) chegando à América do Sul pela costa atlântica, onde está a Mata Atlântica (Fig. 1A). A super exploração histórica dos recursos e da terra substituiu uma floresta extremamente rica por vastas monoculturas de cana-de-açúcar, café e, mais recentemente, capim (para gado) (Drummond 1996; Pádua 2004; Tabarelli *et al.* 2005). A invasão também fundou cidades para colonizar o país, que hoje abrigam a maior parte da população brasileira, incluindo muitas capitais dos estados litorâneos e as duas maiores cidades do país, São Paulo e Rio de Janeiro (Fig. 1A). A economia era baseada na escravidão de africanos e indígenas, formalmente abolida em 1888, mas com implicações socioambientais amplamente ignoradas até hoje (Pádua 2004). Esses e outros processos econômicos ao longo de cinco séculos influenciaram o nível de degradação que os brasileiros, especialmente em cidades, toleram (síndrome de mudança de base, Pauly 1995), o que impacta a amplitude e eficácia dos esforços de conservação. No entanto, o fato de as cidades e polos econômicos mais antigos do Brasil também estarem nesse bioma leva ao maior conhecimento e participação ativa das pessoas estudando e restaurando a Mata Atlântica (Tabarelli *et al.* 2005). A maior floresta urbana do mundo, no Parque Nacional da Tijuca na cidade do Rio de Janeiro, é o nosso mais antigo (de 1861) projeto de restauração, apoiado pelo último imperador do Brasil (Drummond 1996).



Outros exemplos de projetos de restauração bem-sucedidos, muitos liderados por cientistas ou utilizando conhecimento científico, podem ser encontrados ou estão em andamento (Joly *et al.* 2014), mas seu ritmo ainda está aquém da velocidade do desmatamento. O governo poderia ser um aliado importante (Andrade 2019), mas as políticas ambientais são projetos de médio a longo prazo, sendo frequentemente afetados ou atrasados com mudanças de governos e com a recente diminuição da influência da sociedade civil (veja, por exemplo, um relatório disponível em <https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/governo-reduz-transparencia-e-participacao-social-na-area-ambiental-mostra-estudo>). Por fim, a ciência e a conservação brasileiras vêm enfrentando ameaças por algum tempo (Myers 1998; Freitas 2010; Bernard *et al.* 2014; Ferrante e Fearnside 2020; Hipólito *et al.* 2021; ver também Shirai *et al.* submetido).

Este cenário político atual reforça o papel que os cientistas desempenham na sociedade, por exemplo, atuando em conjunto com os moradores urbanos e com comunidades locais para a conservação da diversidade biocultural (Stokes 2006; Elliot *et al.* 2018). A parceria ciência-sociedade como proposta aqui leva a estratégias em que todos os lados ganham porque jardins de interação podem: 1) aumentar a saúde mental, física e bem-estar humano, para jovens, adultos e idosos urbanos, que têm menos acesso à natureza; 2) gerar renda promovendo ou aprimorando o ecoturismo para as comunidades locais, que têm mais acesso à natureza, mas menos à educação e capacitação; 3) contribuir com dados de biodiversidade e interação ecológica, se realizado em conjunto com pesquisadores ou projetos de ciência cidadã; 4) reduzir o analfabetismo biológico, a extinção da experiência e a apatia ambiental; – todos os quais, direta ou indiretamente, 5) protegem a diversidade biocultural, que beneficia os seres humanos e o planeta (Sandler 1995; Kahn 2002; Pyle 2003; Koh e Sodhi 2004; Miller 2005; Sekercioglu 2006; Stokes 2006; Krasny e Tidball 2009; Janzen 2010; Falxa-Raymond *et al.* 2013; Valiente-Banuet *et al.* 2014; Soga *et al.* 2015; Jordano 2016; Ramírez-Restrepo e MacGregor-Fors 2016; Soliveres *et al.* 2016; Soga e Gaston 2016; Soga *et al.* al. 2017; Schuttler *et al.* 2018).

### **Os projetos de pesquisa científica, extensão e capacitação**

As experiências de capacitação e divulgação científica que queremos compartilhar são baseadas em um projeto para construir um jardim aberto no PEI em que diferentes níveis de uma rede multitrófica interagiriam ao vivo para a comunidade local e os visitantes observarem a complexidade da natureza agindo. Pessoas que vivem perto de unidades de conservação (aqui referidas como “locais”) geralmente têm muito conhecimento sobre o mundo natural, mas nem sempre sabem que isso importa para os outros ou simplesmente não estão acostumados a falar em termos que os não-locais entendam. Essa tradução pode “quebrar o gelo” e um catálogo de borboletas, proposto como nosso objetivo comum, foi a “desculpa” para construir o vínculo entre a comunidade do PEI conosco, como pesquisadores de universidades em cidades distantes.

Enquanto essa troca levou os locais a ter uma perspectiva do grau e importância de seu próprio conhecimento, o que pode aumentar a sensação de serem apreciados e se sentirem úteis (Monitora 2018; Schuttler *et al.* 2018), nós ganhamos acesso a informações de fenômenos naturais que exigem tempo para serem observados ou são mesmo impossíveis de serem vistos em cidades. Por exemplo, uma agregação de borboletas descoberta por guias do parque foi informada ao gestor do PEI (T.B.C.), que questionou os pesquisadores sobre isso. Percebemos que este era um fenômeno desconhecido pela ciência, então o estudamos juntos (Shirai *et al.* 2017 e <https://youtu.be/bUO4kpYS2uo>).

Sugerimos, portanto, que encontrar tempo para sentar e ouvir (no nosso caso, histórias da comunidade local) e compartilhar um objetivo comum alcançável que todas as partes possam contribuir (no nosso caso, um catálogo de borboletas) estão entre os aspectos mais importantes de

qualquer capacitação. Desconsiderar esses fatos significa uma fraqueza conceitual em qualquer tentativa desse tipo, por não envolver as pessoas que provavelmente têm o maior conhecimento de primeira mão sobre a biodiversidade local. Uma sugestão semelhante foi relatada em hortas comunitárias urbanas, onde adultos e idosos de origens rurais compartilharam seus conhecimentos de jardinagem com jovens da cidade (Krasny e Tidball 2009). “Capacitação” como empregada aqui explicita que os locais, que vivem e trabalham em contato próximo com a natureza durante todo o ano, geralmente têm um conhecimento mais profundo e prático de seu ambiente do que não-locais, mesmo estes sendo especialistas altamente qualificados.

No início do projeto, planejamos e propusemos que nossa contribuição no PEI envolveria: 1) curso introdutório; 2) trabalho de campo de projetos de pesquisa; 3) discussões sobre o jardim, decidindo em conjunto o conteúdo e atividades para turistas e escolas; 4) preparação do material de divulgação; e 5) seminários para a equipe do PEI e aulas para escolas locais, mostrando os resultados dos projetos de pesquisa. A contribuição do PEI, por sua vez, envolveria: 1) uma visita a um borboletário em Campinas, São Paulo, para observar o funcionamento de atividades semelhantes; 2) ajuda na construção e manutenção do jardim, incluindo a atribuição de um funcionário permanente como jardineiro; e 3) participação no inventário de borboletas.

O jardim de interação foi planejado como parte de um projeto de divulgação científica combinado com experimentos de campo realizados por M.A.S., L.F.Y. e outros pesquisadores associados, no âmbito do projeto de pesquisa NSF Dimensions-Biota São Paulo “Chemically mediated multi-trophic interaction diversity across tropical gradients” (FAPESP 2014/50316-7). Dado que não havia informações na literatura sobre as borboletas do PEI, era necessário amostragem sistemática, dando origem ao projeto de inventário de borboletas (Shirai *et al.* submetido), planejado desde o início para cumprir as metas da capacitação e divulgação científica mencionadas acima (Anexo 1 e Fig. 2). A falta de inventários de borboletas pode ser o caso de muitos lugares tropicais (Shirai *et al.* 2019). Quando um jardim é planejado em um local sem conhecimento de sua fauna, informações de áreas próximas podem ser utilizadas como ponto de partida. Sugerimos, no entanto, que fazer (ou atualizar) listas regionais com um catálogo fotográfico, por mais informal que seja, pode ser uma tarefa extremamente contagiante, pelo envolvimento no aprendizado (ou aprimoramento) de habilidades de observação.

No inventário de borboletas do PEI e arredores (Shirai *et al.* submetido), encontramos 310 espécies e alta diversidade em termos de espécies, formas, tamanhos, padrões de cores, comportamentos e história natural (Anexo 1). Embora haja muita diversidade, também houve exemplos de convergência, como anéis miméticos de borboletas transparentes, tigradas e do padrão preto e vermelho, com membros de duas famílias de borboletas, Pieridae e Nymphalidae. Uma comparação impactante é ver como espécies próximas e parecidas, como os pierídeos brancos *Dismorphia crisia* e *D. thermesia*, também podem ter, no mesmo gênero, outra espécie tão diferente, como *D. amphione*. Esta última espécie converge para parecer ninfalídeos distantes, que também apresentam o padrão tigrado, como *Consul fabius*, *Mechanitis lysimnia*, *Heliconius ethilla* e *Eresia perna*, pertencentes a quatro subfamílias diferentes (Fig. 2 e Anexo 1). O objetivo de um catálogo é listar espécies em ordem alfabética, taxonômica ou filogenética (Anexo 1). No entanto, organizá-los com uma narrativa biológica ou naturalista (Fig. 2) pode aprimorar o impacto e a valorização da diversidade biológica já esteticamente agradável.

### **Capacitação: coisas que deram certo**

O curso introdutório (14 a 18 de março de 2016) foi o primeiro contato formal com a equipe do PEI. O objetivo do curso foi apresentar nosso papel nos projetos apresentando, em termos leigos,

conceitos como biodiversidade, interações de espécies, níveis tróficos e ciclo de vida das borboletas. Também preparamos um módulo prático de 3h de preparação de espécimes (montagem) para coleções de museus, com especialistas em lepidópteros, trazendo diferentes espécies para ilustrar a diversidade e ensinar como diferenciar mariposas de borboletas. Obtivemos uma primeira impressão de quem entre os guias do parque mostrava mais interesse e, portanto, estaria mais inclinado a participar voluntariamente de nossos projetos. Um imprevisto ocorreu no curso de montagem: o manuseio de asas e corpos dos lepidópteros foi difícil para as mãos fortes dos monitores, acostumados com facões, enxadas e outros instrumentos e materiais grandes e pesados. No entanto, um guia do parque se sentiu à vontade para lidar com borboletas e imediatamente notou detalhes morfológicos e diferenças comparativas entre as espécies. Este guia, o Sr. Benedito Amaral (conhecido como Seu Dito), mais tarde se tornou o especialista em borboletas do PEI, discutido abaixo.

O tamanho diminuto e a fragilidade de muitos Lepidoptera, bem como outros aspectos empregatícios (Checa 2015), podem levar à suposição de que trabalhar com borboletas atrai mais a mulheres. No entanto, muitos homens, incluindo pesquisadores, amadores e locais treinados, por exemplo, como monitores ambientais no programa nacional de monitoramento da biodiversidade (Monitora 2018; ver também Raimundo *et al.* 2003), são observadores e amantes de borboletas. Não encontramos viés de gênero em relação à aceitação de trabalhar com borboletas, na verdade, mais homens (oito) participaram ativamente do projeto do que mulheres (quatro, ver Agradecimentos).

O maior preconceito, quando houve, era a percepção de Lepidoptera como insetos nocivos ou pragas (Barua *et al.* 2012). Em nossa opinião, a melhor forma de superar esse preconceito é com informações: aprendendo quais são as espécies realmente danosas na região (por exemplo, lagartas de Saturniidae que podem causar ferimentos graves ao toque), instruindo sobre como evitar danos e o que fazer quando machucado; quais espécies procuram por plantações e por que elas se tornam pragas (principalmente mariposas e algumas espécies de borboletas, como Heliconiinae em maracujás e o pierídeo *Ascia monuste* em repolhos; Brown e Freitas 1999); etc.

Ao longo dos projetos de inventário de borboletas e jardim de interação, membros da equipe do PEI passaram a mostrar maior apreciação pela diversidade de Lepidoptera e suas formas, cores, comportamentos, etc., aparentemente levando a uma compreensão mais profunda de que poucas espécies podem prejudicar humanos ou destruir colheitas. Por exemplo, o Ministério da Agricultura lista 14 espécies de insetos-praga de interesse econômico (Portaria 112, [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45174395/do1-2018-10-15-portaria-n-112-de-8-de-outubro-de-2018-45174182](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/45174395/do1-2018-10-15-portaria-n-112-de-8-de-outubro-de-2018-45174182), acessado em 26/12/2021), que correspondem a 0,02-0,01% das espécies de insetos no país (total estimado de 80.750-109.250 espécies, Lewinsohn e Prado 2005), ou 0,001% de todas as espécies de insetos no mundo (950.000 espécies, *op. cit.*). Entre esses 14 insetos, cinco são lepidópteros. Revelar a imensa diversidade dos insetos e seu papel crucial na natureza e na agricultura é importante para desmistificar o preconceito contra eles, o que pode beneficiar sua conservação, dos ambientes em que vivem e das funções ecológicas que desempenham.

A visita da equipe do PEI ao borboletário de Santa Genebra, próximo à Universidade Estadual de Campinas (04 de maio de 2016), foi importante para vislumbrar um ambiente acadêmico e apresentar outra realidade para a qual o trabalho dos monitores do PEI contribui (ver também Raimundo *et al.* 2003). Marcamos uma visita com a responsável do borboletário, que fez um tour e mostrou os bastidores do laboratório de criação. Esta excursão no início do projeto influenciou positivamente no interesse deles, e o mesmo se aplica a quem planeja construir um

jardim de interação: procure jardins de borboletas ou borboletários (como <https://www.micolombiaquerida.com/mariposario>) para inspiração e informação.

Estabelecer uma comunicação fácil e um ambiente de interesse e participação crescentes são importantes para o sucesso de projetos de capacitação. Às vezes as pessoas podem optar por uma abordagem hierárquica, mas a horizontalidade e a reciprocidade são chave para estimular a troca de conhecimento e o crescimento de ambos os lados. Obtivemos muitas informações valiosas conversando em nível pessoal e profissional, o que contribui também para nossa segurança, conquistas, diversão, e compreensão dos fenômenos naturais. A equipe do PEI, por sua vez, demonstrou um prazer crescente em observar e entender as borboletas, um grupo ao qual não prestavam atenção particular. Alguns guias e pesquisadores se envolveram mais do que outros, mas todo o grupo sempre mostrou entusiasmo, boa vontade e disponibilidade para trabalhar juntos em uma tarefa comum (aprendizagem interativa *c.f.* Krasny e Tidball 2009; Falxa-Raymond *et al.* 2013). O mesmo seria verdade para uma comunidade urbana, como um bairro ou uma escola.

Essa valorização recíproca fica evidente no material de divulgação resultante, potencialmente encantando visitantes, mas, mais importante, pode fortalecer a união da comunidade local. A contrapartida acadêmica, de que podemos falar, certamente se beneficiou do bom clima deste projeto, importante na hora de traçar estratégias e buscar respostas e recursos para problemas que surgem no processo, ou pelo menos para tirar o melhor proveito situações adversas quando elas acontecem. Este trabalho, elaborado a partir dos desafios, mas também dos sucessos desta experiência, pretende contribuir para esforços semelhantes entre setores acadêmicos e educacionais, ou locais em outras unidades de conservação. Por isso também traduzimos o texto em português, para alcançá-los. Esperamos também estimular qualquer pessoa interessada em construir jardins de interação em menor escala com catálogos de borboletas em suas casas e comunidades, por isso fornecemos diretrizes para jardins de interação urbana.

Outro aspecto que auxiliou na capacitação foi a facilidade do método de amostragem com armadilhas iscadas. As armadilhas van Someren-Rydon são o protocolo padrão para captura de borboletas frugívoras na região Neotropical (Freitas *et al.* 2014; deVries *et al.* 2016), sendo também um método de amostragem padronizado internacionalmente para o monitoramento deste grupo bioindicador (van Swaay *et al.* 2015) utilizado, por exemplo, no programa brasileiro de monitoramento da biodiversidade (Pereira *et al.* 2013; Santos *et al.* 2016; Monitora 2018). É um método fácil e barato (Uehara-Prado *et al.* 2007; Pereira *et al.* 2013; Freitas *et al.* 2014; deVries *et al.* 2016), muito mais barato em comparação a outros grupos animais (Carbayo e Marques 2011; Cardoso *et al.* 2011) e provou ser um protocolo de amostragem excitante porque captura espécies diferentes e intrigantes – muitas borboletas frugívoras são difíceis de observar voando ou de capturar com a rede entomológica (Rydon 1964). Além disso, devido à rápida resposta das borboletas a distúrbios ambientais que as torna bons bioindicadores (deVries *et al.* 1997; Raimundo *et al.* 2003; Uehara-Prado *et al.* 2007; Ramírez-Restrepo e MacGregor-Fors 2016), permite associações imediatas de, por exemplo, fogo e mudança na comunidade de borboletas (Andrade *et al.* 2017), fomentando a aprendizagem e o interesse de leigos em participar de projetos científicos.

As pessoas podem ver que os distúrbios ambientais provocam mudanças nas borboletas capturadas de um ano para o outro, e isso é poderoso para mostrar a importância de dados padronizados, de como a natureza responde às pressões antrópicas e porque a conservação importa. Devido a essas vantagens, métodos como este têm particular importância na ciência cidadã e na formação continuada de professores e demais profissionais (Uehara-Prado *et al.* 2007), especialmente quando se considera a possibilidade de acompanhar mais de um evento amostral

(observação comparativa e aprendizado cumulativo), e de transição do papel de aluno para professor (tomada de perspectiva, tornando-se especialista).

O pico da capacitação foi alcançado quando um dos monitores, Seu Dito, com pouca experiência anterior no trabalho com borboletas, realizou uma amostragem sozinho, após quatro eventos de amostragem auxiliando a pesquisadora (L.T.S.). Com orientação remota por L.T.S., Seu Dito liderou o trabalho de campo e ensinou uma voluntária da comunidade local. Quando de repente ele se tornou o especialista, essa mudança de perspectiva o fez entender as borboletas e o projeto sob uma nova luz e pensar em maneiras de propagar seu conhecimento para a voluntária. Percebemos mudanças positivas visíveis em seu comportamento com esse ganho de autonomia.

Posteriormente, Seu Dito realizou um projeto de monitoramento de 1 ano, consistindo em amostragem mensal com a técnica de captura-recaptura no local escolhido para o jardim de interação, visando o registro da fauna antes da intervenção (detalhado em Shirai *et al.* submetido). Escolhemos locais estratégicos por onde todos os turistas passam (Fig. 1C). Após uma única sessão de treinamento com o novo método, Seu Dito conduziu todas as atividades sozinho, ensinando outro guia do parque a realizar a amostragem com ele. Ele enviou notas de campo mensais e imagens de borboletas capturadas em cada armadilha para identificação por L.T.S. através de um aplicativo de mensagens de celular, tendo conversas regulares por telefone para relatar a amostragem. Seu Dito encontrou uma espécie não reportada para o PEI (*Siderone galanthis*), o que é incrível, pois pesquisadores muito experientes contribuíram para a lista de espécies do PEI (Shirai *et al.* submetido). Além disso, ele começou a entender a fenologia das borboletas, o que era impossível pois as amostragens anteriores eram descontínuas. Suas perguntas e observações sobre a história natural mostraram, sem dúvida, o quanto ele se tornou o especialista em borboletas do PEI. Com base nessa experiência, sugerimos um fluxo de trabalho para capacitação (Fig. 3).

Por fim, além do catálogo de borboletas (Anexo 1), produzimos dois materiais de divulgação (Fig. 2): um mostruário de Lepidoptera, acompanhada de pôsteres informativos; e um livreto das borboletas do PEI, disponível publicamente (código QR na Fig. 2). O mostruário está exposto na recepção do PEI, para chamar atenção assim que os visitantes entram no parque. Ele contém espécimes amostrados no parque, montados e devidamente preservados. As espécies de Lepidoptera foram dispostas de forma a promover curiosidade e alegria, com informações sobre fatos locais e biológicos, valorizando a diversidade biocultural e a troca de conhecimento entre cientistas e funcionários do PEI.

### **Capacitação e divulgação científica: desafios e obstáculos**

No início do projeto, queríamos construir um borboletário no PEI. Idealmente, ter uma área cercada com plantas para lagartas e adultos de lepidópteros, juntamente com um laboratório de criação para exibir os estágios de vida, serviria também de suporte para a criação de insetos para pesquisa no parque. No entanto, 1) desafios burocráticos na obtenção de licenças para construções de alvenaria dentro de áreas protegidas no Brasil, 2) requisitos como um funcionário em tempo integral para o laboratório de criação e 3) maiores custos de construção e manutenção; levaram à proposta de um jardim ao ar livre. Isso acabou sendo uma ideia melhor em termos de conservação, educação, investimento financeiro e manutenção.

Um jardim de interação a céu aberto atrai organismos de outros níveis tróficos, como parasitoides e predadores de lagartas de lepidópteros, permitindo a observação de outras espécies além dos lepidópteros e das interações de uma rede multitrófica, razão pela qual usamos o nome mais amplo “jardim de interação” ao invés de “jardim de borboletas”. As aves são particularmente relevantes no nosso caso pois a observação de aves é uma das principais atrações turísticas do PEI.



A área escolhida para o jardim de interação é uma área aberta dentro do parque, próxima ao viveiro e às áreas visitadas por turistas (restaurante e pousadas), próximo a vegetação mais densa. No entanto, a vegetação na área do jardim é totalmente antrópica, com grama, manchas de plantas floridas e frutíferas que atraem lepidópteros adultos e pássaros e, em alguns casos, de plantas hospedeiras específicas para lagartas para aumentar as chances de observação de Lepidoptera pelos visitantes do parque. Os guias locais foram treinados para mostrar essas interações e referir ao material de divulgação produzido para o parque (Fig. 2 e Anexo 1). Isso também permitiria a observação livre de certas borboletas que não se dão bem em recintos, como as espécies *Morpho* (*M. helenor* sendo talvez a única exceção).

O PEI tem pelo menos cinco espécies de *Morpho*: *M. aega*, *M. anaxibia*, *M. epistrophus*, *M. helenor* e *M. hercules* (Anexo 1) – incluindo populações notáveis da morfo branca (*M. epistrophus*), sugerida como a mascote de borboleta do PEI (Shirai *et al.* submetido). Embora Biologia da Conservação e bem-estar animal não sejam a mesma coisa (Soulé 1985), não gostaríamos de promover conservação, capacitação e divulgação científica prejudicando e talvez até matando borboletas. É muito melhor promover a conservação mostrando a vida como ela ocorre naturalmente, por exemplo, com a morfo branca, *M. epistrophus*, juntamente com sua planta hospedeira, *Inga* spp. (Fabaceae) e suas espécies irmãs, as morfos azuis (capitão do mato), tão conhecidas e apreciadas nas florestas tropicais, encontradas naturalmente no parque próximo ao local do jardim. Além disso, as lagartas vermelhas brilhantes de *M. epistrophus* podem ser usadas para explicar aos visitantes sobre cores aposemáticas, alertando que nem todos os lepidópteros machucam, ensinando sobre as poucas, mas realmente perigosas, lagartas de mariposas encontradas no parque, e destacando que apenas uma pequena porcentagem de insetos pode prejudicar humanos ou ser pragas de culturas.

Quando a ideia do projeto de inventário de borboletas foi proposta à L.T.S., nossa empolgação não antecipou o tempo necessário para realizar o inventário adequadamente e a capacitação respeitosamente, além de lidar com nossos outros projetos de pesquisa. O aspecto mais importante da divulgação e capacitação para nós é a conservação da diversidade biocultural, ou seja, a proteção da natureza e das interações humanas envolvidas no processo. Se a equipe do PEI e todas as pessoas envolvidas neste projeto fossem diferentes, e não tivessem oferecido a ajuda e envolvimento incrível que ofereceram, teria sido muito mais difícil, talvez impossível, alcançar os sucessos que obtivemos. Em outras palavras, defendemos firmemente que a comunicação científica e a capacitação sejam tratadas como trabalhos dedicados, não necessariamente de tempo integral, mas não devem ser “espremidos” nas nossas exigentes agendas acadêmicas como um projeto paralelo. Estamos lidando com pessoas e com a natureza, ambos os quais precisam de tempo para serem compreendidos e florescerem, portanto, alertamos agências de financiamento e outros financiadores a considerarem apoiar projetos de capacitação e sci-com de longo prazo.

Por fim, uma monitora do parque mostrou-se particularmente interessada no projeto e, mesmo sem nossa instigação, começou a observar e fotografar fases da vida dos Lepidoptera que encontrou, pedindo-nos para identificá-los por e-mail. Queríamos treiná-la para se tornar uma das guias do jardim de interação, o que ela aceitou com entusiasmo. No entanto, ela não pôde cumprir nossos desejos devido a outra oportunidade de trabalho. Quando um local se inclina a fazer parte de um projeto de conservação, pode ser praticamente impossível esperar colaborações voluntárias se as pessoas não tiverem tempo livre e estabilidade financeira para fazê-lo (Falxa-Raymond *et al.* 2013). Apenas uma pequena porcentagem da humanidade está disposta a se sacrificar pela causa ambiental, deixando de lado sua própria sobrevivência ou bem-estar. No entanto, o sacrifício pessoal não deve ser um requisito para alcançar estratégias conservacionistas ou sustentáveis

(Kaplan 2000; ver também Escobar 1998). Como observado por Soulé (1985), “caçadores, madeireiros e empreendedores muitas vezes expressam o mesmo amor pela natureza que profissionais da conservação, mas por muitas razões, incluindo econômicas, pessoas honradas podem ser incapazes de se comportar de acordo com seus valores mais queridos, ou eles honestamente discordam do que constitui um comportamento ético”. Quando a questão não é ética, esta frase destaca as restrições que locais enfrentam quando precisam optar por destruir ou proteger a natureza. Para direcionar essa escolha para a preservação, é necessário aumentar as oportunidades econômicas para trabalhar a conservação ou uso sustentável dos recursos naturais, bem como capacitação, especialmente nos trópicos (Pyle 2003; Rodríguez *et al.* 2006; Lucas *et al.* 2017; Elliot *et al.* 2018; Girardello *et al.* 2019).

### **Reduzindo a extinção da experiência: jardins de interação nas cidades**

Embora seja evidente que as unidades de conservação são o único mecanismo para manter a biodiversidade como ela é, fragmentos isolados em uma matriz inóspita para a vida selvagem permitirão que, com o tempo, “forças destrutivas na paisagem circundante” (*c.f.* Marzluff e Ewing 2008) invadam e erodem a vida e a terra dentro da área protegida. É importante criar e manter unidades de conservação, mas não é suficiente, por isso devemos também atacar as causas que tornam necessário o aprisionamento da vida selvagem (Miller e Hobbs 2002; Pyle 2003; Pereira *et al.* 2013).

Não podemos apreciar e proteger o que não conhecemos (Janzen 1992) e não nos importamos, e um estágio crucial do processo de aprendizagem é a infância (Pauly 1995; Kahn 2002; Pyle 2003). Viver perto da natureza sem nenhum incentivo cultural ou educacional para valorizá-la facilmente leva à (super)exploração e ao descaso. Ao mesmo tempo, é bastante frequente que crianças em cidades saibam mais sobre logotipos corporativos do que a biodiversidade local e, quando falamos de animais, elas conhecem mais faunas exóticas como animais de fazenda e megafauna da savana africana (Miller 2005; Genovart *et al.* 2013; Kai *et al.* 2014; Franzolin *et al.* 2020). Não é de se surpreender, portanto, que muitas crianças não sabem que um ovo vem de uma galinha e o leite de uma vaca (e não de uma caixa; Miller 2005). Isso acontece mesmo em países megadiversos como o Brasil, embora menos em locais onde a influência urbana é menor (Franzolin *et al.* 2020).

Investir em abordagens que devolvam a natureza para a cidade, reduzindo a extinção de experiência, conectando os urbanos à sua casa e à terra (senso de lugar) e aumentando sua saúde e bem-estar físico, psicológico e social por meio de atividades de jardinagem (Sandler 1995; Kaplan 2000; Falxa-Raymond *et al.* 2013; Soga *et al.* 2015; 2017) são estratégias em que todos ganham, aumentando a massa crítica para lidar com a crise da biodiversidade. Ter um catálogo de borboletas como objetivo comum e alcançável pode constituir a base para unir a comunidade (mesmo que de apenas duas pessoas) e pode, além disso, contribuir para a ciência (por exemplo, Ramírez-Restrepo e MacGregor-Fors 2016) e, claro, para a conservação de borboletas (Accacio 1996; Smallidge e Leopold 1997). Projetos como monitoramento da comunidade de borboletas (ou outro bioindicador) (Raimundo *et al.* 2003), ou projetos com perguntas científicas baseadas em desenhos experimentais (Accacio 1996; Blair 1999; Daniels e Kirkpatrick 2006) podem ser realizados se os cientistas estiverem envolvidos. Essas estratégias podem ser mais efetivas quando associadas a projetos sociais ou científicos de abrangência ampla (Sandler 1995; Koh e Sodhi 2004; Stokes 2006; Krasny e Tidball 2009), mas não precisam ser se as pessoas envolvidas forem capazes de se organizar com alguma orientação, como sugerido nesta seção do artigo.

A jardinagem traz inequivocamente benefícios e elimina efeitos negativos na saúde individual, particularmente nos idosos (Soga *et al.* 2017). Assim, somando muito estudo e

discussão à nossa experiência no PEI, apresentamos diretrizes para jardins de interação adequadas tanto para áreas urbanas como não urbanas. Propomos uma forma de jardins de interação (Fig. 4) que pode ser aplicada por qualquer número de pessoas (Kesselring 1996), desde um casal dedicado até uma organização comunitária ou de bairro (mas para um projeto de restauração urbana mais complexo e adequado, ver diretrizes em por exemplo, Accacio 1996; Smallidge e Leopold 1997; Marzluff e Ewing 2008). Ter como objetivo da comunidade construir ou atualizar a lista local de espécies de borboletas é uma ótima desculpa para compartilhar e complementar informações entre os participantes, além de agregar dados biogeográficos extremamente necessários se alimentados em plataformas online como iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>). Se especialistas não puderem ser engajados diretamente, o iNaturalist também serve como plataforma de identificação das espécies, contribuindo com dados para projetos científicos e para dar visibilidade ao seu jardim (Schuttler *et al.* 2018).

Os jardins de interação são jardins de flores e plantas para atrair pássaros e borboletas. Ambos são animais fáceis de observar, altamente diversificados e multicoloridos, que também têm a vantagem de serem organismos belos, carismáticos, ecologicamente importantes e bem estudados. Os jardins de interação também podem atrair outros insetos, como polinizadores e parasitoides, que ajudam a diminuir o viés de conhecimento de grupos negligenciados (o déficit de biodiversidade Lineano, Hortal *et al.* 2015) e tópicos negligenciados, como interações de espécies (o déficit Eltoniano, *op cit.*). Mais do que focar nas espécies, priorizar as interações introduz o lado funcional do mundo natural. As interações são as primeiras a se extinguir com as pressões antrópicas (Janzen 1974; Sekercioglu 2006; Valiente-Banuet *et al.* 2014; Jordano 2016; Soliveres *et al.* 2016), e os efeitos dessas perdas estão longe de serem compreendidos, então o primeiro passo é perceber, observar, apreciar e documentá-los. Particularmente nas cidades, os jardins de interação podem aumentar as chances de sobrevivência de plantas e animais, criando ambientes hospitaleiros para eles (Owen 1971; Ramírez-Restrepo e MacGregor-Fors 2016; Kawahara *et al.* 2021).

Os benefícios humanos da jardinagem vêm desde a contemplação até o plantio e a criação de animais, aprimorando a observação da natureza. Por exemplo, prestar atenção a qualquer planta em um jardim e aos organismos que interagem com ela revela as interações da planta hospedeira com insetos polinizadores ou herbívoros, e faz perceber o impacto das mudanças sazonais nessa comunidade. É um processo de aprendizagem que pode ser ampliado se outras pessoas forem consultadas ou envolvidas, independentemente de serem especialistas ou não, locais ou não.

Outro benefício é o potencial de aumentar a biodiversidade local se plantas nativas, que atraem animais nativos, forem preferidas (Owen 1971; Sandler 1995; Koh e Sodhi 2004). Por nativo, queremos dizer do bioma local, para evitar, por exemplo, a introdução de espécies florestais em savanas apenas por serem do mesmo estado ou país (Kumar *et al.* 2020). Os jardins de interação não devem ser confundidos ou projetados a ser como um jardim antropomórfico arrumado, aparado, tão comum em projetos de paisagismo. Os jardins de interação priorizam o funcionamento do ecossistema, então são planejados para a coexistência de muitas espécies, incluindo os três níveis tróficos mais importantes (produtores primários, decompositores microbianos e herbívoros; Soliveres *et al.* 2016), bem como pequenos vertebrados que usam o jardim junto dos humanos que a desfrutam e cuidam dela. Isso leva a uma ênfase nas necessidades da vida selvagem juntamente com os valores de recreação humana.

Esta proposta é outro tipo de área verde, o que não exclui a existência ou necessidade de outros tipos de jardins (*c.f.* discussão de *land sharing versus land sparing* em Soga *et al.* 2015). Inclusive, áreas dentro de um jardim de interação que são menos propensas à vida (com baixa qualidade ou baixo potencial de restauração) podem e devem ser usadas para recreação humana e

infraestrutura (parque infantil, área de piquenique, bancos, fonte de água, etc.), ou pode ser designada como uma área separada para a produção de alimentos (Fig. 4). Nossas diretrizes são mais inclinadas a incentivar “madeira morta em pé, detritos lenhosos complexos, estrutura vertical e horizontal complexa, áreas internas protegidas, zonas ribeirinhas não desenvolvidas, encostas e barrancos não mexidos, alta diversidade de plantas nativas, controle de plantas invasoras, área mínima de gramado, alta diversidade de arbustos que produzem bagas, nozes ou néctar, controle de mamíferos exóticos, incluindo animais domésticos, redução de predadores nativos e populações de parasitas, programas de monitoramento que medem a aptidão e dispersão, e atividades de educação, pesquisa e divulgação integradas para promover o apoio ao cidadão” (Marzluff e Ewing 2008), do que o paisagismo urbano usual com gramados aparados, muitas plantas exóticas, pesticidas e poucas interações de espécies.

Uso controlado ou nenhum de produtos químicos deve ser priorizada, pois há muitas maneiras de lidar com questões comuns de jardins, como preparo do solo e controle de ervas daninhas. Por exemplo, ao podar plantas hospedeiras, o que é frequentemente necessário (e às vezes preferido pelas lagartas, Owen 1971), as ervas daninhas também podem ser cortadas à mão. O preparo do solo para o plantio pode ser feito manualmente, incluindo arar a terra (que é mais fácil quando o solo está úmido, mas não enxarcado), arrancando ervas daninhas e plantas velhas (deixando-as com raízes para cima para virar matéria orgânica sem enraizar). Algumas plantas, como leguminosas ou a grama-amendoim (*Arachis pintoii* e *A. repens*), podem ser usadas para nutrir naturalmente o solo com nitrogênio e fósforo. Plantas como bananeiras retêm água mantendo o solo úmido, além de serem uma fonte de alimento para humanos, aves e borboletas.

Assim como a natureza, os jardins de interação podem trazer desconforto para pessoas que estão mais acostumadas a habitats antrópicos. Podemos prevenir o dano potencial que a vida natural pode trazer com informação, o que é mais fácil quando aprendemos a não ver a natureza como algo separado ou distante de nós. No mínimo, poderíamos permitir a nós mesmos e aos nossos filhos a possibilidade, ainda que pouco frequente, de tentar algo diferente. A diferença fundamental de um jardim de interação para um jardim comum é que ele permite que a natureza seja ela e que a observação da natureza se torne uma fonte de saúde e bem-estar diário. Também nos permite reinventar nossas expectativas sobre a natureza, cultivar a intimidade natural, porque “sem o contexto do local, eles podem não significar muito mais do que a Disney. É a oportunidade para os jovens de explorar, cavar, espreitar, brincar, pegar e descobrir entre plantas e animais locais, que realmente forja uma conexão” (Pyle 2003).

Em conclusão, defendemos que tanto comunidades locais quanto urbanas são importantes para a conservação. Esperamos que nossas experiências ajudem iniciativas similares envolvendo acadêmicos, educadores, ONGs e populações locais em outras unidades de conservação, tanto em regiões temperadas quanto tropicais (para isso, traduzimos o texto em português). Também fornecemos diretrizes para o desenvolvimento de jardins de interação em menor escala, em residências, escolas, comunidade e jardins públicos, combinadas com catálogos formais ou informais de borboletas a fim de promover objetivos compartilhados e interações entre os membros da comunidade baseado no cuidado e na alegria.

## LITERATURE CITED

Accacio, G. M. (1996). *Borboletas em parques urbanos: estudos na cidade de São Paulo*. Master thesis. Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Andrade, R. B., Balch, J. K., Carreira, J. Y., Brando, P. M., & Freitas, A. V. (2017). The impacts of recurrent fires on diversity of fruit-feeding butterflies in a south-eastern Amazon forest. *Journal of Tropical Ecology*, 33, 22.
- Andrade, R. D. O. (2019). Brazilian scientists strive to turn politicians into allies. *Nature*, 569, 609.
- Barua, M., Gurdak, D. J., Ahmed, R. A., & Tamuly, J. (2012). Selecting flagships for invertebrate conservation. *Biodiversity and Conservation*, 21, 1457-1476.
- Beisiegel, B. M., & Nakano-Oliveira, E. (2020). Histórias de vida e guia fotográfico das onças-pintadas (*Panthera onca*, Carnivora: Felidae) do Contínuo de Paranapiacaba, São Paulo. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*, 87, 11-19.
- Bernard, E., Penna, L. A., & Araújo, E. (2014). Downgrading, downsizing, degazettement, and reclassification of protected areas in Brazil. *Conservation Biology*, 28, 939-950.
- Blair, R. B. (1999). Birds and butterflies along an urban gradient: surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecological applications*, 9, 164-170.
- Bragagnolo, C., Gamarra, N. C., Malhado, A. C. M., & Ladle, R. J. (2016). Proposta metodológica para padronização dos estudos de atitudes em comunidades adjacentes às unidades de conservação de proteção integral no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, 6, 190-208.
- Brown, K. S., & Freitas, A. V. L. (1999). *Lepidoptera*, pp. 227-243 pp. In Brandão, C. R. F. & E. M. Canello (eds.), 5 - Invertebrados terrestres In Joly, C. A. & C. E. M. Bicudo (orgs.), Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, FAPESP. São Paulo
- Brown, K. S., & Freitas, A. V. L. (2002). Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation*, 6, 217-231.
- Carbayo, F., & Marques, A. C. (2011). The costs of describing the entire animal kingdom. *Trends in Ecology & Evolution*, 26, 154.
- Cardoso, P., Erwin, T. L., Borges, P. A., & New, T. R. (2011). The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. *Biological Conservation*, 144, 2647-2655.
- Chazdon RL, Brancalion PH, Laestadius L, Bennett-Curry A, Buckingham K, Kumar C, Moll-Rocek J, Vieira IC, Wilson SJ. (2016). When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. *Ambio*, 45, 538-50.
- Checa, M. (2015) Feasibility of a butterfly farming initiative in western Ecuador as a viable tool for sustainable development. <http://ic-sd.org/2015/04/19/proceedings-from-icsd-2014> (last accessed Dec 26<sup>th</sup> 2021).
- Daniels, G. D., & Kirkpatrick, J. B. (2006). Does variation in garden characteristics influence the conservation of birds in suburbia? *Biological Conservation*, 133, 326-335.
- deVries, P. J., Murray, D., & Lande, R. (1997) Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society*, 62, 343-364.



- deVries, P. J., Hamm, C. A., & Fordyce, J. A. (2016). A standardized sampling protocol for fruit-feeding butterflies (Nymphalidae). *Core Standardized Methods*, 139.
- di Marco, M., Chapman, S., Althor, G., Kearney, S., Besancon, C., Butt, N., Maina, J. M., Possingham, H. P., von Bieberstein, K. R., Venter, O., & Watson, J. E. (2017). Changing trends and persisting biases in three decades of conservation science. *Global Ecology and Conservation*, 10, 32-42.
- Drummond, J. (1996). The Garden in the machine: An environmental history of Brazil's Tijuca forest. *Environmental History*, 1, 83-105.
- Elliott, L., Ryan, M., & Wyborn, C. (2018). Global patterns in conservation capacity development. *Biological Conservation*, 221, 261-269.
- Escobar, A. (1998). Whose knowledge, whose nature? Biodiversity, conservation, and the political ecology of social movements. *Journal of Political Ecology*, 5, 53-82.
- Falxa-Raymond, N., Svendsen, E., & Campbell, L. K. (2013). From job training to green jobs: A case study of a young adult employment program centered on environmental restoration in New York City, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12, 287-295.
- Fearnside, P. M. (2005). Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. *Conservation Biology*, 19, 680-688.
- Ferrante, L., & Fearnside, P. M. (2020). Military forces and COVID-19 as smokescreens for Amazon destruction and violation of indigenous rights. *DIE ERDE—Journal of the Geographical Society of Berlin*, 151, 258-263.
- Franzolin, F., Garcia, P. S., & Bizzo, N. (2020). Amazon conservation and students' interests for biodiversity: The need to boost science education in Brazil. *Science Advances*, 6, eabb0110.
- Freitas, A. V. L. (2010). Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. *Biota Neotropica*, 10, 53-57.
- Freitas, A. V. L., Iserhard, C. A., Santos, J. P., Carreira, J. Y. O., Ribeiro, D. R., Melo, D. H. A., Rosa, A.H.B., Marini-Filho, O. J., Accacio, G. M. & Uehara-Prado, M. (2014). Studies with butterfly bait traps: an overview. *Revista Colombiana de Entomología*, 40, 203-212.
- Genovart, M., Tavecchia, G., Enseñat, J. J., & Laiolo, P. (2013). Holding up a mirror to the society: Children recognize exotic species much more than local ones. *Biological Conservation*, 159, 484-489.
- Girardello, M., Chapman, A., Dennis, R., Kaila, L., Borges, P. A., & Santangeli, A. (2019). Gaps in butterfly inventory data: A global analysis. *Biological conservation*, 236, 289-295.
- Gorenflo, L. J., Romaine, S., Mittermeier, R. A., & Walker-Painemilla, K. (2012). Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 8032-8037.
- Hipólito, J., Shirai, L. T., Diele-Viegas, L. M., Halinski, R., Soares Pires, C. S., & Gouveia Fontes, E. M. (2021). Brazilian budget cuts further threaten gender equality in research. *Nature Ecology Evolution*, published online <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01640-8>.

- Hortal, J., de Bello, F., Diniz-Filho, J. A. F., Lewinsohn, T. M., Lobo, J. M., & Ladle, R. J. (2015). Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *46*, 523-549.
- ICMBio–Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/MMA–Ministério do Meio Ambiente. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VII – Invertebrados*. ICMBio, Brasília, 730 pp.
- Janzen, D. H. (1974). The deflowering of central America. Available from <http://copa.acguanacaste.ac.cr:8080/bitstream/handle/11606/1369/The%20deflowering%20of%20Central%20America.pdf?sequence=1> (last accessed Dec 26<sup>th</sup> 2021).
- Janzen, D. H. (1992). A south-north perspective on science and management, use, and economic development of biodiversity. In Sandlund, O. T., Hindar, K., & Brown, A. H. D. (eds). *Conservation of biodiversity for sustainable development*. Chapter 2, pp. 27-52. Scandinavian University Press, Oslo.
- Janzen, D. H. (2010). Hope for tropical biodiversity through true bioliteracy. *Biotropica*, *42*, 540-542.
- Joly, C. A., Metzger, J. P., & Tabarelli, M. (2014). Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. *New Phytologist*, *204*, 459-473.
- Jordano, P. (2016). Chasing ecological interactions. *PLoS Biology*, *14*, e1002559.
- Kahn Jr, P. H. (2002). Children's affiliations with nature: Structure, development, and the problem of environmental generational amnesia. In *Children and nature: Psychological, sociocultural, and evolutionary investigations* (pp. 93-116). MIT Press.
- Kai, Z., Woan, T. S., Jie, L., Goodale, E., Kitajima, K., Bagchi, R., & Harrison, R. D. (2014). Shifting baselines on a tropical forest frontier: extirpations drive declines in local ecological knowledge. *PLoS One*, *9*, e86598.
- Kaplan, S. (2000). New ways to promote proenvironmental behavior: Human nature and environmentally responsible behavior. *Journal of Social Issues*, *56*, 491-508.
- Kawahara, A. Y., Reeves, L. E., Barber, J. R., & Black, S. H. (2021). Opinion: Eight simple actions that individuals can take to save insects from global declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*, e2002547117.
- Kesselring, J. (1996). Ein Schmetterlingsgarten mitten in der Stadt (Lep.). João Pessoa, (Paraíba), Brasilien. *Galathea*, *12*, 89-92.
- Koh, L. P., & Sodhi, N. S. (2004). Importance of reserves, fragments, and parks for butterfly conservation in a tropical urban landscape. *Ecological Applications*, *14*, 1695-1708.
- Krasny, M. E., & Tidball, K. G. (2009). Community gardens as contexts for science, stewardship, and civic action learning. *Cities and the Environment*, *2*, article 8.
- Kumar, D., Pfeiffer, M., Gaillard, C., Langan, L., Martens, C., & Scheiter, S. (2020). Misinterpretation of Asian savannas as degraded forest can mislead management and conservation policy under climate change. *Biological Conservation*, *241*, 108293.

- Leonel, C. (2010). *Parque Estadual Intervales. Plano de manejo espeleológico*. [http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/PME\\_PEI\\_resumo\\_executivo.pdf](http://fflorestal.sp.gov.br/files/2012/01/PME_PEI_resumo_executivo.pdf) (Last accessed January 18<sup>th</sup> 2018).
- Lewinsohn, T.M. & Prado, P.I. (2005). Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade*, 1, 36-42.
- Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2018). Amazon tipping point. *Science Advances*, 4, eaat2340.
- Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2019). Amazon tipping point: Last chance for action. *Science Advances*, 5, eaba2949.
- Lucas, J., Gora, E., & Alonso, A. (2017). A view of the global conservation job market and how to succeed in it. *Conservation Biology*, 31, 1223-1231.
- Marzluff, J. M., & Ewing, K. (2008). Restoration of fragmented landscapes for the conservation of birds: a general framework and specific recommendations for urbanizing landscapes. In *Urban Ecology* (pp. 739-755). Springer, Boston, MA.
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127, 247-260.
- Menezes, J., & Baldauf, C. (2021). Multiple perspectives on a biocultural environment: Landscape ethnoecology in the Brazilian dry forest. *Journal of Arid Environments*, 186, 104387.
- Mezzalira, S. (1966). Os fósseis do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico. *Secretaria da Agricultura Instituto Geográfico e Geológico Boletim*, 45, 1-132.
- Miller, J. R. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology & Evolution*, 20, 430-434.
- Miller, J. R., & Hobbs, R. J. (2002). Conservation where people live and work. *Conservation Biology*, 16, 330-337.
- Monitora (2018). *Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade Subprograma Terrestre Componente Florestal: Relatório Triênio 2014 -2016*. ICMBio, Brasília, 99pp.
- Myers, N. (1998). Lifting the veil on perverse subsidies. *Nature*, 392, 327-328.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Nepstad, D., Schwartzman, S., Bamberger, B., Santilli, M., Ray, D., Schlesinger, P., Lefebvre, P., Alencar, A., Prinz, E., Fiske, G. & Rolla, A. (2006). Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology*, 20, 65-73.
- Nisi, T. C. C. (2006). *Parque Estadual Intervales. Implantação e projeto paisagístico das edificações revitalizadas*. Specialization monography. Centro Universitário Senac, São Paulo. 145 pp.
- Owen, D. F. (1971). Species diversity in butterflies in a tropical garden. *Biological Conservation*, 3, 191-198.
- Pádua, J. A. (2004). *Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista, 1786-1888*. 2nd edition. Zahar, Rio de Janeiro.
- Pauly, D. (1995). Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology & Evolution*, 10, 430.

- Pereira, R. C., Roque, F. O., Constantino, P. A. L., Sabino, J., & Uehara-Prado, M. (2013). *Monitoramento in situ da biodiversidade: Proposta para um sistema brasileiro de monitoramento da biodiversidade*. ICMBio, Brasília, 61pp.
- Pyle, R. M. (2003). Nature matrix: reconnecting people and nature. *Oryx*, 37, 206-214.
- Raimundo, R. L. G., Freitas, A. V. L., Costa, R. N. S., Oliveira, J. B. F. Melo, A. B., & Brown, K. S. (2003). *Manual de monitoramento ambiental usando borboletas e libélulas - Reserva Extrativista do Alto Juruá*. Série Pesquisa e Monitoramento Participativo em Áreas de Conservação Gerenciadas por Populações Tradicionais, Volume 1. CERES / Laboratório de Antropologia e Ambiente, Campinas – available from the authors upon request.
- Ramírez-Restrepo, L., & MacGregor-Fors, I. (2016). Butterflies in the city: a review of urban diurnal Lepidoptera. *Urban Ecosystems*, 20, 171-182.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., & Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142, 1141-1153.
- Rodríguez, J. P., Rodríguez-Clark, K. M., Oliveira-Miranda, M. A., Good, T., & Grajal, A. (2006). Professional capacity building: the missing agenda in conservation priority setting. *Conservation Biology*, 20, 1340.
- Rosenzweig, M. L. (2003). Reconciliation ecology and the future of species diversity. *Oryx*, 37, 194-205.
- Rydon, A. (1964). Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 18, 51-58.
- Sandler, L. (1995). From desert to garden: Reconnecting disconnected youth. *Tribal Nation Documents*, 9, 14-16.
- Santos, J. P., Marini-Filho, O. J., Freitas, A. V. L., & Uehara-Prado, M. (2016). Monitoramento de borboletas: o papel de um indicador biológico na gestão de unidades de conservação. *Biodiversidade Brasileira*, 6, 87-99.
- Schuttler, S. G., Sorensen, A. E., Jordan, R. C., Cooper, C., & Schwartz, A. (2018). Bridging the nature gap: can citizen science reverse the extinction of experience? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16, 405-411.
- Sekercioglu, C. H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology & Evolution*, 21, 464-471.
- Shirai, L. T., Mota, L. L., & Freitas, A. V. L. (2017). Scientific Note: Aggregation of *Eptyches eupompe* (Nymphalidae: Ithomiini) in southern Brazil. *Tropical Lepidoptera Research*, 27, 111-114.
- Shirai, L. T., Machado, P. A., Mota, L. L., Rosa, A. H. B., & Freitas, A. V. L. (2019). DnB, the Database of Nymphalids in Brazil, with a Checklist for Standardized Species Lists. *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 73, 93-108.
- Shirai, L. T., Silva, R. O., Salazar, P. A., Dias, F. M. S., Rochelle, A. L. C., & Freitas, A. V. L. The butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) of the Intervales state park and surroundings, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, submitted.

- Smallidge, P. J., & Leopold, D. J. (1997). Vegetation management for the maintenance and conservation of butterfly habitats in temperate human-dominated landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 38, 259-280.
- Soares Filho, B. S., Dietzsch, L., Moutinho, P., Falieri, A., Rodrigues, H., Pinto, E., Maretti, C. C., Scaramuzza, C. A. M., Anderson A., Suassuna, K., Lanna M., & Araújo, F. V. (2009). *Redução das emissões de carbono do desmatamento no Brasil: O papel do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA)*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) report, Belém, 21 pp.
- Soga, M., Yamaura, Y., Aikoh, T., Shoji, Y., Kubo, T., & Gaston, K. J. (2015). Reducing the extinction of experience: Association between urban form and recreational use of public greenspace. *Landscape and Urban Planning*, 143, 69-75.
- Soga, M., & Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: the loss of human–nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14, 94-101.
- Soga, M., Gaston, K. J., & Yamaura, Y. (2017). Gardening is beneficial for health: A meta-analysis. *Preventive Medicine Reports*, 5, 92-99.
- Soliveres, S., van Der Plas, F., Manning, P., Prati, D., Gossner, M. M., Renner, S. C., ... & Allan, E. (2016). Biodiversity at multiple trophic levels is needed for ecosystem multifunctionality. *Nature*, 536, 456-459.
- Soulé, M. E. (1985). What is conservation biology? *BioScience*, 35, 727-734.
- Stokes, D. L. (2006). Conservators of experience. *BioScience*, 56, 6-7.
- Storey, G. R. (1997). The population of ancient Rome. *Antiquity*, 71, 966-978.
- Tabarelli, M., Pinto, L. P., Silva, J. M., Hirota, M., & Bede, L. (2005). Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology*, 19, 695-700.
- Uehara-Prado, M., Brown Jr, K. S., & Freitas, A. V. L. (2007). Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 43-54.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). *The World's Cities in 2018 — Data Booklet (ST/ESA/ SER.A/417)*. 34 pp.
- Valiente-Banuet, A., Aizen, M. A., Alcántara, J. M., Arroyo, J., Cocucci, A., Galetti, M., García, M. B., García, D., Gómez, J. M., Jordano, P., Medel, R., Navarro, L., Obeso, J. R., Oviedo, R., Ramírez, N., Rey, P. J., Traveset, A., Verdú, M., & Zamora, R. (2015). Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Functional Ecology*, 29, 299-307.
- van Swaay, C., Regan, E., Ling, M., Bozhinovska, E., Fernandez, M., Marini-Filho, O. J., Huertas, B., Phon, C. K. K., Korosi, A. Meerman, J. Pe'er, G., Uehara-Prado, M., Sáfián, S., Sam, L., Shuey, J., Taron, D., Terblanche, R. & Underhill, L. (2015). Guidelines for standardised global butterfly monitoring. *Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network, Leipzig, Germany. GEO BON Technical Series, 1, 32.*