

Tatiana Ribeiro de Campos Mello  
Organizadora

# SAÚDE ÚNICA

SAÚDE HUMANA, ANIMAL E AMBIENTAL



Políticas Públicas  
e Sustentabilidade



**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

Tatiana Ribeiro de Campos Mello  
(Organizadora)

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

SAÚDE ÚNICA:  
saúde humana, animal e ambiental  
Políticas Públicas e Sustentabilidade

**Editora CRV**  
**Curitiba – Brasil**  
**2024**

Copyright © da Editora CRV Ltda.  
**Editor-chefe:** Railson Moura  
**Diagramação e Capa:** Designers da Editora CRV  
**Imagem da capa:** Freepik  
**Revisão:** Os Autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Catalogação na fonte  
Bibliotecária responsável: Luzenira Alves dos Santos CRB9/1506

---

S255

Saúde Única: saúde humana, animal e ambiental – Políticas Públicas e Sustentabilidade / Tatiana Ribeiro de Campos Mello (organizadora) – Curitiba: CRV, 2024.  
416 p.

Bibliografia  
ISBN Digital 978-65-251-6592-9  
ISBN Físico 978-65-251-6591-2  
DOI 10.24824/978652516591.2

1. Saúde pública 2. Políticas públicas 3. Saúde total 4. Meio ambiente  
5. Sustentabilidade I. Mello, Tatiana Ribeiro de Campos, org. II. Título III. Série.

CDU 61

CDD 610

---

Índice para catálogo sistemático  
1. Saúde Pública - 610

2024

Foi feito o depósito legal conf. Lei nº 10.994 de 14/12/2004  
Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Editora CRV  
Todos os direitos desta edição reservados pela Editora CRV  
Tel.: (41) 3029-6416 – E-mail: [sac@editoracriv.com.br](mailto:sac@editoracriv.com.br)  
Conheça os nossos lançamentos: [www.editoracriv.com.br](http://www.editoracriv.com.br)

## Conselho Editorial: Comitê Científico:

- |   |  |
|---|--|
| <p>Aldira Guimarães Duarte Domínguez (UNB)<br/>                 Andréia da Silva Quintanilha Sousa (UNIR/UFRN)<br/>                 Anselmo Alencar Colares (UFOPA)<br/>                 Antônio Pereira Gaio Júnior (UFRRJ)<br/>                 Carlos Alberto Vilar Estêvão (UMINHO – PT)<br/>                 Carlos Federico Dominguez Avila (Unieuro)<br/>                 Carmen Tereza Velanga (UNIR)<br/>                 Celso Conti (UFSCar)<br/>                 Cesar Gerónimo Tello (Univer. Nacional<br/>                 Trés de Febrero – Argentina)<br/>                 Eduardo Fernandes Barbosa (UFMG)<br/>                 Eduardo Pazinato (UFRGS)<br/>                 Elione Maria Nogueira Diogenes (UFAL)<br/>                 Elizeu Clementino de Souza (UNEB)<br/>                 Élsio José Corá (UFFS)<br/>                 Fernando Antônio Gonçalves Alcoforado (IPB)<br/>                 Francisco Carlos Duarte (PUC-PR)<br/>                 Gloria Fariñas León (Universidad<br/>                 de La Havana – Cuba)<br/>                 Guillermo Arias Beatón (Universidad<br/>                 de La Havana – Cuba)<br/>                 Jailson Alves dos Santos (UFRJ)<br/>                 João Adalberto Campato Junior (UNESP)<br/>                 Josania Portela (UFPI)<br/>                 Leonel Severo Rocha (UNISINOS)<br/>                 Lídia de Oliveira Xavier (UNIEURO)<br/>                 Lourdes Helena da Silva (UFV)<br/>                 Luciano Rodrigues Costa (UFV)<br/>                 Marcelo Paixão (UFRJ e UTexas – US)<br/>                 Maria Cristina dos Santos Bezerra (UFSCar)<br/>                 Maria de Lourdes Pinto de Almeida (UNOESC)<br/>                 Maria Lília Imbiriba Sousa Colares (UFOPA)<br/>                 Mariah Brochado (UFMG)<br/>                 Paulo Romualdo Hernandes (UNIFAL-MG)<br/>                 Renato Francisco dos Santos Paula (UFG)<br/>                 Sérgio Nunes de Jesus (IFRO)<br/>                 Simone Rodrigues Pinto (UNB)<br/>                 Solange Helena Ximenes-Rocha (UFOPA)<br/>                 Sydione Santos (UEPG)<br/>                 Tadeu Oliver Gonçalves (UFPA)<br/>                 Tania Suely Azevedo Brasileiro (UFOPA)</p> | <p>Altair Alberto Fávero (UPF)<br/>                 Ana Chrystina Venancio Mignot (UERJ)<br/>                 Andréia N. Militão (UEMS)<br/>                 Anna Augusta Sampaio de Oliveira (UNESP)<br/>                 Barbara Coelho Neves (UFBA)<br/>                 Cesar Gerónimo Tello (Universidad Nacional<br/>                 de Trés de Febrero – Argentina)<br/>                 Diosnel Centurion (UNIDA – PY)<br/>                 Eliane Rose Maio (UEM)<br/>                 Elizeu Clementino de Souza (UNEB)<br/>                 Fauston Negreiros (UFPI)<br/>                 Francisco Ari de Andrade (UFC)<br/>                 Gláucia Maria dos Santos Jorge (UFOP)<br/>                 Helder Buenos Aires de Carvalho (UFPI)<br/>                 Ilma Passos A. Veiga (UNICEUB)<br/>                 Inês Bragança (UERJ)<br/>                 José de Ribamar Sousa Pereira (UCB)<br/>                 Jussara Fraga Portugal (UNEB)<br/>                 Kilwamy Kya Kapitango-a-Samba (Unemat)<br/>                 Lourdes Helena da Silva (UFV)<br/>                 Lucia Marisy Souza Ribeiro de Oliveira (UNIVASF)<br/>                 Marcos Vinicius Francisco (UNOESTE)<br/>                 Maria de Lourdes Pinto de Almeida (UNOESC)<br/>                 Maria Eurácia Barreto de Andrade (UFRB)<br/>                 Maria Lília Imbiriba Sousa Colares (UFOPA)<br/>                 Míghian Danae Ferreira Nunes (UNILAB)<br/>                 Mohammed Elhajji (UFRJ)<br/>                 Mônica Pereira dos Santos (UFRJ)<br/>                 Najela Tavares Ujjiie (UNESPAR)<br/>                 Nilson José Machado (USP)<br/>                 Sérgio Nunes de Jesus (IFRO)<br/>                 Sílvia Regina Canan (URI)<br/>                 Sonia Maria Chaves Haracemiv (UFPR)<br/>                 Sonia Maria Ferreira Koehler (UNISAL)<br/>                 Suzana dos Santos Gomes (UFMG)<br/>                 Vânia Alves Martins Chaigar (FURG)<br/>                 Vera Lucia Gaspar (UDESC)</p> |
|---|--|

Este livro passou por avaliação e aprovação às cegas de dois ou mais pareceristas *ad hoc*.

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

# SUMÁRIO

PREFÁCIO ..... 11  
*Isaac Roitman*

CAPÍTULO 1  
O MÉDICO VETERINÁRIO E A SAÚDE ÚNICA ..... 15  
*Joelma Moura Alvarez*  
*Juliana Viegas de Assis*

CAPÍTULO 2  
RELAÇÃO MEIO AMBIENTE E COVID-19: contextos e perspectivas  
ambientais pós-pandemia ..... 33  
*Katia Cristina Ugolini Mugnol*

CAPÍTULO 3  
POLÍTICAS AMBIENTAIS: um convite para a reflexão sobre saúde e  
qualidade de vida da população ..... 57  
*Ana Luiza Cardoso Campello*  
*João Carlos de Brito*  
*Romildo de Pinho Campello*  
*Tatiana Ribeiro de Campos Mello*  
*Raquel Barbosa Cintra*  
*Mariana Gabriel*

CAPÍTULO 4  
SERVIÇOS DE SAÚDE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: uma  
reflexão necessária ..... 69  
*Andrea Bottoni*  
*André Luiz Campos Requena*  
*Daiane de Lima da Silva*  
*Érica Cristina dos Santos Bessa*  
*Jaqueline Costa Reis*  
*Jonathan Bello Gouet*  
*Katiúscia Abrahão*  
*Márcia Cristina Peronti Sasso Brandão*  
*Ricardo de Moraes Bastos*  
*Rosângela Soares dos Santos*  
*Sandy Sena Oliveira Raymundo*  
*Sunamita Domingos Neves Precioso*

CAPÍTULO 5  
POLÍTICAS ANTIGORDOFOBIA: conexões entre interseccionalidade e  
saúde única no combate ao preconceito ..... 95  
*Agnes de Sousa Arruda*

CAPÍTULO 6	
DESMATAMENTO E AQUECIMENTO GLOBAL: rotas para doenças infecciosas humanas? .....	113
<i>Daniela Leite Jabes</i>	
<i>Renata Jimenez de Almeida Scabbia</i>	
CAPÍTULO 7	
POLÍTICA PÚBLICA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL: Projeto Educadores Ambientais Locais .....	133
<i>Carla Gracioto Panzeri</i>	
CAPÍTULO 8	
EXPERIÊNCIAS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL: o papel de uma organização da sociedade civil.....	145
<i>Cíntia Mara Santos Siqueira</i>	
<i>Fernanda de Moraes A. Scalabrino</i>	
<i>Juliane Maria da Silva Ferreira</i>	
<i>Maria de Fátima de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 9	
A AGENDA AMBIENTAL INTERNACIONAL E A EVOLUÇÃO DO REGIME DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	161
<i>Augusto Leal Rinaldi</i>	
<i>Laerte Apolinário Júnior</i>	
CAPÍTULO 10	
CONSERVAÇÃO DOS RIOS URBANOS DAS SUB-BACIAS DO ALTO E MÉDIO RIO TIETÊ SOB A PERSPECTIVA DA ICTIOFAUNA.....	187
<i>Alexandre Wagner Silva Hilsdorf</i>	
<i>Welber Senteio Smith</i>	
CAPÍTULO 11	
COMUNIDADES DE FORMIGAS: contribuição para a biodiversidade de um corredor ecológico em áreas de Mata Atlântica .....	227
<i>Gisely da Silva Freitas</i>	
<i>Fabício Severo Magalhães</i>	
<i>Nathalia Sampaio da Silva</i>	
<i>Samara Santos</i>	
<i>Débora Cristina de Oliveira Gonçalves</i>	
<i>Victor Hideki Nagatani</i>	
<i>Otávio Guilherme Morais da Silva</i>	
<i>Maria Santina de Castro Morini</i>	

CAPÍTULO 12  
 CONTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES DE ABELHAS PARA CONSERVAÇÃO  
 DA BIODIVERSIDADE DE UM CORREDOR ECOLÓGICO NA MATA  
 ATLÂNTICA..... 259

*Samantha Marx de Castro*  
*Franciny Yuko Urushima*  
*Cauê Nagatani*  
*Guaraci Duran Cordeiro*  
*Maria Santina de Castro Morini*

CAPÍTULO 13  
 REGISTROS DE ARANHAS NA ZONA DE AMORTECIMENTO DE UM  
 CORREDOR ECOLÓGICO EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA..... 301

*Samara Santos*  
*Gisely da Silva Freitas*  
*Mariana Ribeiro dos Santos*  
*Antonio Domingos Brescovit*  
*Maria Santina de Castro Morini*

CAPÍTULO 14  
 FLORA ARBÓREA DA RESERVA PARTICULAR DE PATRIMÔNIO  
 NATURAL – RPPN BOTUJURU – SERRA DO ITAPETI, MOGI DAS  
 CRUZES (SP), UMA CONTRIBUIÇÃO AO MOVIMENTO DE SAÚDE  
 ÚNICA..... 323

*Lettycia Fernanda Correia*  
*Larissa de Jesus Silva*  
*Caroline Lessa de Almeida*  
*Thaynara Rodrigues do Prado*  
*João Paulo Moraes de Oliveira*  
*Sergio Zanata Carvalho*  
*Myllia Lopes Alves*  
*Renata Jimenez de Almeida-Scabbia*

CAPÍTULO 15  
 COLEÇÕES ZOOLOGICAS PARA O SÉCULO XXI E ALÉM ..... 347

*Livia Pires do Prado*  
*Jader Oliveira*  
*Nathalia Sampaio da Silva*  
*Thalles P. Lavinsky Pereira*

CAPÍTULO 16  
 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA CONSERVAÇÃO DE COLEÇÕES  
 BIOLÓGICAS ..... 361

*Marília Cristina Duarte*  
*Vania Nobuko Yoshikawa*

CAPÍTULO 17	
POLÍTICAS DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS .....	377
<i>Sueli Angelo Furlan</i>	
<i>Edson Alves Filho</i>	
<i>Giorgia Limnios</i>	
<i>Ana Lucia G. Santos</i>	
<i>Marcelo Hideki Yamane</i>	
SOBRE A ORGANIZADORA E AUTORES .....	401
ÍNDICE REMISSIVO .....	411

## PREFÁCIO

À semente das atividades de pesquisa e pós-graduação na Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) se deve a ousadia do fundador da Universidade e então Chanceler *Manoel Bezerra de Melo* que, em 1997, decidiu implantar a pós-graduação e a pesquisa, em uma universidade privada onde o foco era o ensino de graduação. Produzir conhecimento e formação de pós-graduados não é um desafio trivial. No entanto, foi alcançado com a escolha de algumas áreas de conhecimento. Pelo menos um sênior foi convidado para liderar as ações em cada área. Muitos jovens talentosos foram atraídos. Um dos critérios para a contratação desses jovens é que tivessem um projeto de pesquisa aprovado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). O ambiente de pesquisa, do questionamento e produção do saber foi contaminando pouco a pouco a comunidade universitária da UMC. A consolidação dessa nova cultura, foi conduzida nos últimos 20 anos pela filha do Chanceler, *Regina Coeli Bezerra de Melo*, atual reitora da UMC.

O livro *Saúde Única: saúde humana, animal e ambiental – Políticas públicas e Sustentabilidade*, é fruto do Curso de Mestrado em Políticas Públicas da Universidade de Mogi das Cruzes, que foi iniciado em 2012. Esse curso com característica interdisciplinar, tem como objetivo formar profissionais críticos e criativos para atuarem no campo das políticas públicas em um trabalho baseado no conceito de Desenvolvimento Social e Sustentável de forma multifacetada, às necessidades sociais que contemplem as preocupações urbanas, a qualidade de vida, de saúde, ecológicas, econômicas e educacionais. Na elaboração do livro, participaram **58 autores**, com formação em diferentes áreas: Agronomia; Biologia; Climatologia; Comunicação; Enfermagem; Educação; Educação física; Engenharia Florestal; Fisioterapia; Geografia; Medicina; Medicina Veterinária; Meio ambiente; Odontologia; Pedagogia; Psicologia; Políticas públicas; Relações Internacionais; Zootecnia. A obra é multidisciplinar e dialoga com harmonia com as políticas públicas que é multisetorial.

O livro conta com 13 capítulos com reflexões e interconexões de causas e efeitos, principalmente na área da saúde e na degradação ambiental. O capítulo *Políticas antigordofobia: conexões entre interseccionalidade e saúde única no combate ao preconceito* aborda uma temática de relações sociais e que demanda políticas públicas para extinção de qualquer modalidade de preconceito. Já no capítulo *O Médico Veterinário e a Saúde Única* é enfatizada a contribuição do médico veterinário na compreensão dos aspectos epidemiológicos das zoonoses. Um tema contemporâneo é discutido no capítulo *Relação meio ambiente e covid-19: contextos e perspectivas ambientais pós-pandemia* onde é ressaltado a importância da implantação de políticas públicas que ajustem as relações entre homem e meio ambiente, no sentido de prevenir futuras pandemias e minimizar os seus impactos.

A depredação da natureza e a utilização exagerada dos recursos naturais é analisada no capítulo *Políticas ambientais: um convite para reflexão sobre saúde e qualidade de vida da população*. Os autores destacam e recomendam “as boas práticas das políticas públicas em cidades brasileiras”. A importância e o desafio dos serviços de saúde funcionarem integrados e articulados em sistemas ambientalmente sustentáveis são discutidos no capítulo *Serviços de saúde e desenvolvimento sustentável: uma reflexão necessária*.

O desmatamento e o aquecimento global têm sido associados a uma série de impactos ambientais, sociais e de saúde pública. O capítulo *Desmatamento e Aquecimento global: Rotas para Doenças Infecciosas Humanas?* – examina a inter-relação entre esses dois fenômenos e seu potencial papel na propagação de doenças infecciosas entre humanos. A importância da formação de educadores ambientais é enfatizada no capítulo *Política Pública em Educação Ambiental: Projeto Educadores Ambientais Locais* baseado no exercício da participação e pertencimento e corresponsabilidade dos atores sociais, em termos individuais e coletivos. Essa temática é também discutida de forma mais ampla no capítulo *Experiências em educação ambiental: o papel de uma organização da sociedade civil*.

As crescentes preocupações com o meio ambiente e seus efeitos sobre países, comunidades locais e indivíduos têm colocado esta temática no centro da agenda de governança global ambiental. Estados, organizações internacionais e atores não governamentais vêm buscando articular políticas e normas para enfrentar os múltiplos desafios decorrentes de problemáticas tais como poluição, erosão da camada de ozônio, queimadas e mudanças no clima. Essa temática é discutida no capítulo *A agenda ambiental internacional e a evolução do regime de mudanças climáticas*. Um importante aspecto são os impactos da urbanização nas grandes cidades que tem causado a degradação dos chamados rios urbanos. Como objeto de estudo foram analisados o Rio Tietê que atravessa grandes conglomerados urbanos, que causam ao longo do tempo profundas modificações em sua geomorfologia e biodiversidade. O capítulo *Conservação dos rios urbanos das sub-bacias do Alto e Médio rio Tietê sob a perspectiva da ictiofauna* analisa de forma profunda essas transformações ambientais.

Um aspecto importante da ecologia e como marcador de alterações na biodiversidade é relatado em quatro capítulos, com um estudo minucioso e a análise das comunidades de formigas, abelhas, aranhas e plantas são discutidos respectivamente em: *Comunidades de formigas: contribuição para a biodiversidade de um corredor ecológico em áreas de Mata Atlântica*; *Contribuição de espécies de abelhas para conservação da biodiversidade de um corredor ecológico na Mata Atlântica*; *Registros de aranhas na zona de amortecimento de um corredor ecológico em área de Mata Atlântica* e *Flora arbórea da Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN Botujuru – Serra do Itapeti, Mogi das Cruzes (SP), uma contribuição ao movimento de Saúde Única*. Ainda neste contexto, um outro capítulo aborda a importância das *Políticas de conservação e áreas protegidas*, levando a reflexão sobre os percursos realizados pelos instrumentos legais ao longo da história; além de chamar a atenção para um novo paradigma de governança, que é a conservação colaborativa.

A importância de coleções biológicas – conjunto de organismos ou partes deles, preservados fora de seu habitat e servindo para diversos fins, como catalogar a biodiversidade existente em determinadas localidades além de serem fonte de dados que podem ser utilizados para melhorias na saúde do ser humano, na agropecuária e principalmente nas pesquisas científicas – é enfatizada em dois capítulos do livro: *Coleções Zoológicas para o Século XXI e Além* e *Políticas Públicas para conservação de Coleções Biológicas*.

O livro como um todo certamente será uma referência para o estabelecimento de políticas públicas nos temas abordados. Essas políticas demandam uma revisão contínua e atualização ao longo do tempo. Elas são fundamentais para o desenvolvimento de uma sociedade humana e fraterna. Parabéns as autoras e autores. Parabéns à Universidade de Mogi das Cruzes.

Boa leitura.



**Isaac Roitman**

Professor Emérito da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) e ex-Reitor da UMC.

# CAPÍTULO 1

## O MÉDICO VETERINÁRIO E A SAÚDE ÚNICA

*Joelma Moura Alvarez*  
*Juliana Viegas de Assis*

---

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

### **Introdução**

**D**os inúmeros microrganismos que existem no mundo, somente uma pequena parte são potenciais causadores de doenças aos seres humanos, com aproximadamente 1.400 espécies, sendo os seres humanos acometidos por agentes infecciosos semelhantes ou comuns aos dos animais há milhares de anos (Taylor *et al.*, 2001; Wolfe *et al.*, 2007). Sabe-se que cerca de 60% das espécies de patógenos que são capazes de causar doenças em humanos, tem caráter zoonótico e que, devido à grande biodiversidade presente no território brasileiro, há muitas espécies animais que podem atuar como hospedeiras de patógenos, sendo muitos ainda desconhecidos (Taylor *et al.*, 2001; Ellwanger; Chies, 2018).

O intercâmbio de microrganismos entre homem e animais é considerado um processo natural, inclusive com a evidência de alterações do microbioma do homem a partir do convívio com os animais (Alvarez *et al.*, 2019; Unep, 2020). Entretanto, em alguns casos, a transferência de agentes entre diferentes hospedeiros pode ser responsável por doenças e até óbitos, a exemplo da leptospirose (Ramos *et al.*, 2021).

São classificadas como zoonoses as doenças e infecções que podem ser naturalmente transmitidas entre os animais vertebrados e o homem, tendo maior ocorrência em países com baixo desenvolvimento socioeconômico, como o Brasil e países do continente africano, e representam um grave problema de saúde pública (Shanko *et al.*, 2015; Pavanelli *et al.*, 2019; Rahman *et al.*, 2020).

As doenças animais são, em sua grande maioria multi-hospedeiros, ou seja, várias espécies animais são hospedeiras do mesmo agente etiológico causal, podendo haver transmissão

do patógeno entre uma espécie animal para outra, inclusive ao homem. Várias doenças também são transmitidas de animais silvestres para animais de produção ou domésticos, para somente depois atingir o homem, sendo estes animais uma ponte entre as doenças da vida selvagem e o ser humano (Wolfe *et al.*, 2007; Grace *et al.*, 2019; Unep, 2020). A transmissão da raiva é um exemplo disso, quando morcegos infectados ao morderem os animais de produção, podem levar a doença para o ser humano (Vasconcellos, 2020).

Desta forma, fica evidente a necessidade de uma visão multidisciplinar no entendimento dos fatores envolvidos na interação homem-animal, devido ao aumento observado, nos últimos anos, de doenças transmitidas pelo contato do homem com os animais. Essa visão direciona o estabelecimento de estratégias da Saúde Única, englobando saúde animal, humana e ambiental, para a vigilância, intervenção e controle de doenças, em casos de riscos de emergência de zoonoses de caráter epidêmico a nível global (Wolfe *et al.*, 2007; Horefti, 2023; Woah, 2024).

As zoonoses representam um grande problema de saúde pública, visto que são capazes de causar doenças graves, que podem culminar com a morte de indivíduos, representando também grandes gastos à população, seja decorrente dos custos envolvidos em tratamentos, perda de produtividade, redução do comércio ou com medidas de controle sanitário (Elsohaby; VILLA, 2023; Horefti, 2023). Além de consistirem em um problema de saúde pública, as principais doenças zoonóticas interferem diretamente na produção de produtos de origem animal e criam barreiras na comercialização internacional desses produtos (Teshome; Addis, 2019).

Referente às doenças humanas emergentes, 75% têm hospedeiros animais, e demonstram que os patógenos zoonóticos são mais prováveis de se tornarem emergentes do que os não zoonóticos, influenciado por características do agente como a variabilidade genética e suas vias de transmissão, que facilitam o transporte de um hospedeiro a outro (Taylor *et al.*, 2001). Essas enfermidades precisam ser consideradas a nível global e não mais local, visto que epidemias em diferentes locais do mundo podem se disseminar rapidamente a outros países, devido fatores como interdependência internacional, transporte entre diferentes continentes e as mudanças nos padrões sociais e culturais das populações, inclusive a categorização do espaço

geográfico, se urbano ou rural (Unep, 2020). Alguns fatores influenciam a tendência de emergência de um patógeno, como sua biologia, variabilidade genética (como os vírus Influenza), taxa de multiplicação e presença de um hospedeiro no local. Logicamente, estes fatores são influenciados pelas realidades de cada região, como animais silvestres existentes, fatores climáticos, tipo de criação, ocorrência de vetores, entre outros (Taylor *et al.*, 2001; Woah, 2024).

Relatos apontam que antigamente as grandes epidemias tinham origem principalmente no litoral ocidental da América e Europa ocidental, porém, na atualidade, a China, África e América latina, demonstram ser os principais locais de início dessas doenças. Sabe-se que doenças zoonóticas são mais evidentes em regiões carentes, sendo responsáveis pela ocorrência de bilhões de casos e milhares de óbitos por ano (Butler *et al.*, 2001; Grace *et al.*, 2012). É importante destacar ainda que, muitas dessas doenças são negligenciadas pelo poder público, a exemplo do que ocorre com a leptospirose, tripanossomíase e leishmaniose (Taylor *et al.*, 2001; Grace *et al.*, 2012; Grace *et al.*, 2019; Unep, 2020).

## **O médico veterinário como agente da Saúde Única**

O médico veterinário é um profissional capacitado para atuar frente ao controle de zoonoses, visto que naturalmente atual na intersecção dos cenários de saúde humana, ambiental e animal, principalmente devido ao fato de possuir uma visão da importância da formação multidisciplinar no âmbito de Saúde Única. Atua como responsável pela identificação dos riscos e pontos críticos envolvidos na cadeia epidemiológica de transmissão dessas doenças, e frente a investigação de surtos e estabelecimento de sistemas de vigilância em populações animais (Chomel, 2009; De Giusti *et al.*, 2019; Melo *et al.*, 2020).

Um conceito que vem crescendo no cenário de Saúde Única é o fenômeno da infecção por transbordamento, mais conhecido como “*spillover*”. O termo se refere à sucessivas mutações de patógenos que infectam animais vertebrados para adquirirem capacidade de causar doenças nos seres humanos, sendo um fenômeno complexo e que depende de múltiplos fatores, como características ambientais, do patógeno e do hospedeiro

(Plowright *et al.*, 2017). Ainda, com a compreensão de que ações do homem sobre os ecossistemas tem resultado em perda e fragmentação de habitats, e aumento na vulnerabilidade socioecológica ao surgimento de doenças zoonóticas e com potencial epidêmico, a necessidade do entendimento dos surtos no quesito de Saúde Única fica mais evidente (Winck *et al.*, 2022).

A vigilância da vida selvagem, feita por veterinários, mostra-se particularmente importante, visto que através dessa ação é possível avaliar a emergência de zoonoses nessa comunidade animal e identificar variações genéticas em agentes infecciosos causadores de doenças. Além disso, há necessidade de se monitorar mudanças ecológicas, sendo as interações entre o homem e animal, fatores que influenciam diretamente no surgimento de novos patógenos. Para isso, faz-se necessário o estreitamento entre a comunicação e incentivo de medidas integrativas entre saúde pública, animal e humana, ação essencial para o desenvolvimento de medidas preventivas e propagação de informações relevantes e específicas inerentes às zoonoses (Shanko *et al.*, 2015; Melo *et al.*, 2020).

## **A trajetória da medicina veterinária e sua relação com a Saúde Única**

Somente a partir do surgimento da primeira Escola de Medicina Veterinária do mundo, criada pelo Rei Luiz XV e inaugurada na cidade de Lyon, na França, que a atividade médico-veterinária passou a ser reconhecida como profissão. Até o final do século XVIII, a Europa já contava com 19 escolas de Medicina Veterinária. No Brasil, as primeiras escolas surgiram no Rio de Janeiro no ano de 1910: a Escola de Veterinária do Exército, fundada pelo Decreto nº 2.232, de 6 de janeiro de 1910 (Brasil, 1910a), e a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, pelo Decreto nº 8.319, de 20 de outubro de 1910 (Brasil, 1910b; CFMV, 2019).

Apesar de a primeira turma ter se graduado em 1917, somente três anos depois que foi criada a Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária – SBMV, e o primeiro diploma legal a regulamentar a Medicina Veterinária veio com o Decreto nº 23.133 de 9 de setembro de 1933, sendo esta data, no futuro, escolhida para ser comemorado no Brasil o dia do médico

veterinário (CFMV, 2019). Neste decreto, além de evidenciar algumas áreas pertinentes à atuação do profissional, há destaque para as disciplinas da grade da profissão, como o estudo das moléstias infectocontagiosas e inspeção de produtos de origem animal, conteúdo essencial à detecção precoce de doenças transmitidas dos animais ao homem, seja pelo contato direto, indireto, vetores, ambiente, por via hídrica ou através dos alimentos (Brasil, 1933).

Em 1968, surgiu a segunda regulamentação da profissão, através da Lei nº 5.517 de 23 de outubro de 1968, que, juntamente com o Decreto nº 64.704 de 1969, vieram detalhar as diferentes áreas de atuação do profissional médico veterinário e ainda criaram o Conselho Federal e os Conselhos Estaduais de Medicina Veterinária, como órgãos de normatização, cadastro e fiscalização para os profissionais e empresas da área no país (Brasil, 1968; Brasil, 1969).

Desde o Decreto nº 8.319 de 1910, seguido pelo Decreto nº 23.133 de 1933, até a Lei nº 5.517 de 1968 e o Decreto nº 64.704 de 1969, destacam-se as áreas da prática da clínica veterinária em si, com também são abordadas as atividades de defesa sanitária animal e defesa sanitária de estabelecimentos relacionados ao processamento de produtos de origem animal, como laticínios, frigoríficos, pescados, mel e demais produtos de origem animal. Ou seja, há mais de 100 anos, o papel do médico veterinário no controle dos aspectos sanitários dos animais, voltados à finalidade produtiva, bem como dos produtos de origem animal, é destacado em legislações, sendo estas atividades de competência privativa do médico veterinário.

Posteriormente, em 2016, o Conselho Federal de Medicina Veterinária aprova o Código de Ética do Médico Veterinária com a Resolução nº 1.138. O artigo 3º destaca a importância deste profissional na melhoria das condições de saúde animal, humana e ambiental, ou seja, o contexto da Saúde Única passa a ser embutido no exercício da profissão. Isso ainda é destacado no artigo 6º, que trata dos deveres do médico veterinário, sendo o inciso VII responsável por formalizar que este profissional deve prestar informações sobre enfermidades de interesse em saúde pública, com a notificação das doenças de notificação obrigatória. Ainda, o inciso XIII destaca a observação da necessidade da realização de eutanásia em animais nos casos de confirmação de infecção

por enfermidades de impacto em saúde pública, ou seja, somente o profissional médico veterinário é o profissional habilitado para atender o disposto nesta resolução<sup>1</sup> (CFMV, 2016).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ainda conta com uma ampla legislação relacionada ao controle de doenças em animais de produção, que possam estar relacionadas à elevadas perdas econômicas, perdas animais, ou ainda doenças zoonóticas, a exemplo do Mormo dos Equídeos, Raiva, Febre Aftosa em animais biungulados e Influenza Aviária. Os programas sanitários descrevem de forma detalhada como o profissional médico veterinário, seja oficial ou não, deve realizar a identificação de casos suspeitos, métodos de diagnósticos aceitos pelas autoridades sanitárias para a confirmação de cada doença, métodos de controle (podendo envolver o abate individual ou grupal de animais afetados), medidas para erradicação e prevenção de doenças, como regionalização, vacinação e manejo sanitário.

Os programas sanitários do MAPA existentes são: o Programa Nacional de Vigilância para Febre Aftosa (PNEFA); Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT); Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros (PNCRH); Programa Nacional de Prevenção e Vigilância da Encefalopatia Espongiforme Bovina (PNEEB); Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA); Programa Nacional de Sanidade Apícola (PNSAp); Programa Nacional de Sanidade dos Equídeos (PNSE); Programa Nacional de Sanidade de Caprinos e Ovinos (PNSCO); Programa Nacional de Sanidade dos Suídeos (PNSS); Sanidade dos Animais Aquáticos; e o de Vigilância de contaminantes em moluscos bivalves<sup>2</sup>.

Além disso, o profissional médico veterinário deve estar a par das publicações do Ministério da Saúde (MS), no tocante as doenças zoonóticas de notificação obrigatória, sendo relacionadas a animais domésticos e de companhia. Essa lista possui 57 enfermidades de interesse em saúde pública, com especial destaque para as enfermidades zoonóticas como Leishmaniose

1 O artigo 3º cita: "Empenhar-se para melhorar as condições de bem-estar, saúde animal, humana e ambiental, e os padrões de serviços veterinários". No artigo 6º, inciso VII "fornecer informações de interesse em saúde pública, e de ordem econômica as autoridades competentes nos casos de enfermidades de notificação obrigatória". E no inciso XIII: "realizar a eutanásia nos casos devidamente justificados, observando princípios básicos de saúde pública, legislação de proteção aos animais e normas do CFMV".

2 Para mais informações, consultar: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal>

tegumentar e visceral, doença de Chagas, Leptospirose e outras. A partir da suspeita de casos animais infectados com doenças pertencentes a esta lista, é necessária a rápida notificação às autoridades sanitárias competentes relativas à saúde humana, visto que se há um animal portador, o seu responsável humano e demais contactantes podem estar infectados, e necessitam de atenção (Ministério da Saúde, 2022)<sup>3</sup>.

Sendo o médico veterinário um elo de grande relevância na Saúde Única, em 2011, este profissional passou a incorporar a equipe de trabalho do Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF), que integram as equipes Multiprofissionais na Atenção Primária à Saúde do Sistema Único de Saúde (SUS), formada por enfermeiros, dentistas, médicos, psicólogos, entre outros. Neste contexto, o Médico veterinário passa a poder trabalhar na formulação de ações em saúde pública, reconhecidos como agentes promotores de saúde humana (Ministério da Saúde, 2011). Sendo o médico veterinário um profissional que tem amplo conhecimento em doenças de caráter zoonótico associado a grande frequência de animais de companhia nas residências atendidas pelo NASF, trata-se de um avanço significativo nos aspectos associados à prevenção da transmissão de doenças zoonóticas para o homem, visto que o veterinário é o único profissional habilitado para o diagnóstico, controle e tratamento de animais acometidos por essas doenças.

## **Prevenção e controle das zoonoses e tendências futuras**

No Brasil, a ocorrência e a rápida propagação de doenças zoonóticas estão correlacionadas à inserção da população humana em áreas selvagens associada com os efeitos da globalização, ou seja, a perda de biodiversidade, resultado de atividades antrópicas, diretamente associadas com a degradação de habitats, principalmente envolvendo ações de desmatamento e degradação florestal, bem como ações que culminam em mudanças climáticas e a superexploração de recursos, ressaltando a prospecção de aumento destas ações antrópicas com o passar dos anos (Oliveira *et al.*, 2022).

3 Para mais informações, consultar: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/notificacao-compulsoria/lista-nacional-de-notificacao-compulsoria-de-doencas-agrivos-e-eventos-de-saude-publica>

Devido a globalização, no que envolve a unificação de saúde homem-animal-ambiente, surtos localizados de doenças zoonóticas correspondem a ameaças a nível global. A prevenção e o controle de doenças de caráter zoonótico se baseiam nas ações em três níveis: proteção direta dos humanos, eliminação e/ou redução do agente no animal hospedeiro e medidas para controle de vetores (Chomel, 2009; Erkyihun; Alemayehu, 2022).

A fim de se controlar ou prevenir as doenças zoonóticas, os profissionais envolvidos devem elucidar o ciclo de cada uma das enfermidades e, a partir de então, traçar medidas que interrompam a cadeia de transmissão, seja através de medidas sanitárias, tratamento de doentes, controle de vetores e/ou com uso de estratégias de vacinação dos suscetíveis, sejam eles humanos ou animais. Alguns exemplos são as vacinas existentes contra as doenças animais, seja para animais de produção, de companhia, ou até mesmo animais silvestres, a exemplo da vacinação de primatas não humanos contra febre amarela (Miranda *et al.*, 2022).

O controle das zoonoses é possível e, de certa forma, mais eficiente em países desenvolvidos, enquanto países menos desenvolvidos ainda sofrem com a alta incidência destas, motivo pelo qual se conclui que há uma carência nos investimentos e interesse do poder público, que vão desde garantia de saneamento básico até a disponibilidade de apoio médico, recursos de diagnóstico, medicamentos e vacinas disponíveis (Grace *et al.*, 2012). A nível de território brasileiro, dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2022)<sup>4</sup> corroboram com essa informação, e, apontam que apenas 52,2% do esgoto nacional é tratado, sendo o menor índice na região Norte do país, com 19,8%, enquanto na região Sudeste o índice é de 61,6%.

O controle das doenças tem se mostrado desafiador com as mudanças climáticas, especialmente para as doenças zoonóticas, que estão em evidência nos últimos anos, visto que os artrópodes, com o calor prolongado e chuvas excessivas, se reproduzem em maior número e por mais tempo no ambiente (Unep, 2020). Conforme observações da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o aumento do número de casos de doenças transmitidas por vetores tem se destacado em países tropicais,

4 Para mais informações, consultar: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>

a exemplo do Brasil, como os casos de Dengue, Febre amarela, Chikungunya e Zica vírus (WHO, 2015).

Os custos de uma pandemia são onerosos a qualquer governo, e passam a proporções de trilhões de dólares quanto ultrapassam barreiras geográficas, causando excesso de internações, óbitos, custos com pesquisas para medicamentos e vacinas, e, ainda, medidas de controle restritas, a exemplo daquelas adotadas na pandemia do covid-19 (Unep, 2020). Desta forma, as medidas de prevenção e de contenção são prioridade em qualquer programa de controle de doenças, inclusive nas zoonoses. No caso destas, quando envolvem animais como hospedeiros de possíveis agentes pandêmicos, as autoridades de cada território traçam planos de contingência, que constam em normativas governamentais, criando regras para o trânsito animal, de produtos animais, condutas em casos suspeitos e em casos confirmados. No caso do Brasil, as medidas são detalhadas e publicadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa, 2024).

As doenças negligenciadas, geralmente associadas às populações humanas de baixa renda, oneram de forma crônica o poder público e podem facilmente ser transmitidas. Casos como estes são frequentes e o que se identifica são enfermidades cuja área de ocorrência aumenta, como é o caso da febre amarela, dengue e esporotricose (Grace *et al.*, 2012; Opas, 2023; Santos, 2023).

Com a elevada demanda de alimentos de origem animal, a tendência é que o tamanho do rebanho e sua distribuição mundial cresça ainda mais nos próximos anos, aumentando as chances de ocorrência de novas enfermidades emergentes. Com a necessidade de intensificação da criação animal, novas áreas passam a ser exploradas, e, desta forma, com a influência de novos meios ambientes e hospedeiros existentes, aumenta a possibilidade de novos patógenos adentrarem ao rebanho. Ademais, com novos implementos de criações animais, ocorrem mais mudanças no ambiente natural, intensificando as alterações ambientais, favorecendo ainda mais o surgimento e propagação de outras enfermidades transmitidas por vetores (Grace *et al.*, 2019).

Uma consequência dessas novas enfermidades associadas a animais de produção é a preocupação com a segurança alimentar, visto que muitos dos patógenos são transmitidos a partir

da carne, leite, ovos e mel. As estratégias de controle dessas doenças baseiam-se em melhoria na segurança dos insumos utilizados, no controle microbiológico de alimentos crus, envolvendo a higiene operacional em estabelecimentos produtores e comerciais, e no uso de tecnologia para mitigar os contaminantes, como o caso da pasteurização, tratamento UHT (*ultra high temperature*) e irradiação (Grace *et al.*, 2019; Mapa, 2024).

Em relação aos princípios gerais de controle das doenças, inclui-se disponibilidade de tratamento aos indivíduos afetados, vacinação em massa para indivíduos e animais saudáveis, medidas de controle populacional e restrição do transporte de animais, bem como testagem e abate dos animais infectados em determinadas zoonoses, como o mormo. Além disso, faz-se necessária a desinfecção ou destruição de materiais infectados, desinfecção de áreas infectadas, gestão da higiene pessoal e reforço da necessidade de utilização de equipamentos de proteção individual para profissionais que estão diretamente expostos ao risco de infecção por zoonoses; bem como higiene alimentar e eliminação de pragas e vermes (Chomel, 2009; Rahman *et al.*, 2020).

Com a finalidade de prevenir as doenças animais (inclusive as zoonoses) e tratar de assuntos relativos ao bem-estar animal foi estabelecida, em 1924, a Organização Mundial para a Saúde Animal (WOAH), inicialmente com a união de 28 nações, sendo que no ano de 2024, esse número já atingiu 183 países membros (WOAH, 2024). Este órgão é de referência mundial na criação de normativas, medidas de contingência de doenças em emergência em saúde animal e as interferências no ecossistema em que estes habitam, e colaborações científicas na área (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2021).

A partir da colaboração entre os países membros da WOAH, é possível atuar localmente no controle de doenças, evitando a sua expansão a nível global. Ainda, ao se pensar na Saúde Única, as estratégias de controle de doenças nos animais, com respostas multisetoriais e multidisciplinares às doenças que promovem ameaças globais, quando eficientes, acabam gerando efeitos na saúde humana e ambiental (WOAH, 2024). Ainda, a cooperação e harmonização de regulamentações nacionais e internacionais, como a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), Organização Mundial da

Saúde Animal (WOAH) e Organização Mundial da Saúde (WHO), são essenciais para a prevenção e controle da propagação de zoonoses (Chomel, 2009; Rahman *et al.*, 2020).

## Considerações finais

É evidente que o médico veterinário é um profissional essencial e completo no entendimento dos ciclos das doenças zoonóticas e tem um papel fundamental na elucidação e controle das enfermidades dos animais que afetam a saúde humana. Esse profissional compreende as interações ambientais relacionadas ao aumento na incidência de doenças, seja pelo contato homem-animal, contato com secreções e produtos de origem animal e até mesmo a dinâmica ambiental associada a transmissão dos patógenos.

Esse profissional tem tido cada vez mais espaço em discussões a respeito da Saúde Única, inclusive com a união dos esforços no combate às grandes epidemias que causam impacto na saúde humana e economia mundial. A cooperação entre a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a Organização Mundial da Saúde Animal (WOAH) e a Organização Mundial da Saúde (WHO) demonstram que o médico veterinário está fortemente inserido nas ações de prevenção, detecção, controle e erradicação de surtos de doenças. Considerando-se ainda o grande número de enfermidades zoonóticas, inclusive doenças emergentes e epidemias, a participação do médico veterinário é crucial no planejamento das atitudes para contenção das mesmas, a fim de se evitar propagações a nível global.

O médico veterinário compreende as enfermidades infecciosas e parasitárias dos animais e suas vias de transmissão para outros hospedeiros, inclusive o homem. Desta forma, ele é o profissional com completo entendimento dos elementos propagadores e dispersores de um agente infeccioso ou parasitário presente em um ecossistema, potenciais hospedeiros, vetores e ambiente físico que permitam a amplificação e sobrevivência do agente causador.

As legislações relativas à atuação profissional do médico veterinário demonstram que este é o único profissional capaz de atuar no controle sanitário dos animais e dos produtos de

origem animal. Assim, quando falamos de Saúde Única, onde há a interligação entre saúde animal e humana, torna-se essencial sua participação nas equipes atuantes no controle das doenças emergentes e em epidemias.

Conforme legislações específicas, o papel do médico veterinário no controle da saúde pública abrange a correta identificação de casos de doenças zoonóticas, notificação às autoridades sanitárias competentes e ainda, quando constante nas normativas federais, estaduais ou municipais, a eutanásia dos animais infectados e/ou contactantes.

É necessária a divulgação da importância do papel do médico veterinário na detecção precoce de doenças animais com potencial zoonótico, seja diretamente no animal infectado, assim como nos elementos do meio ambiente envolvidos na transmissão da doença, ou ainda nos alimentos potencialmente contaminados. A sociedade precisa estar ciente da ampla atuação que este profissional exerce no controle de doenças humanas, que vai muito além da prática clínica por si só.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, J.; CAMARGO, L.; CORSINI, C.; NEVES, J.; COUTINHO, D. A. S. Presence of *Malassezia pachydermatis* in the cutaneous microbiome of humans cohabiting with dogs. **Journal of Fungi**, v. 5, n. 95, 2019.

BRASIL. Decreto nº 2.232, de 6 de janeiro de 1910. Reorganiza o Serviço de Saúde do Exército. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1910a.

BRASIL. Decreto nº 23.133, de 9 de setembro de 1933. Regula o exercício da profissão veterinária no Brasil e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1933.

BRASIL. Decreto nº 64.704, de 17 de junho de 1969. Aprova o Regulamento do exercício da profissão de médico-veterinário e dos Conselhos de Medicina Veterinária. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1969.

BRASIL. Decreto nº 8.319, de 20 de outubro de 1910. Cria o Ensino Agrônomo e aprova o respectivo regulamento. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1910b.

BRASIL. Lei nº 5.517, de 23 de outubro de 1968. Dispõe sobre o exercício da profissão de médico-veterinário e cria os Conselhos Federal e Regionais de Medicina Veterinária. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1968.

BUTLER, J. C.; CREngle, S.; CHEEK, J. E.; LEACH, A. J.; LENNON, D.; O'BRIEN, K. L.; SANTOSHAM, M. Emerging infectious diseases among indigenous people. **Emerging Infectious Diseases**, v. 7, n. 3, 2001.

CFMV – CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA. **História**. Brasília, DF, 29 out. 2019. Disponível em: <https://www.cfmv.gov.br/historia-4/institucional/2019/10/29/#:~:text=Somente%20em%201761%20a%20Medicina,mundo%2C%20na%20cidade%20de%20Lyon>. Acesso em: 9 mar. 2024.

CFMV – CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA. Resolução nº 1.138, de 16 de dezembro de 2016. Aprova o Código de Ética do Médico Veterinário. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2017.

CHOMEL, B. B. Zoonoses. In: SCHAECHTER, M. (ed.). **Encyclopedia of Microbiology**. 3 ed. [S. l.]: Ed. Elsevier/Academic Press, 2009.

DE GIUSTI, M.; BARBATO, D.; LIA, L.; COLAMESTA, V.; LOMBARDI, A. M.; CACCHIO, D.; VILLARI, P.; LA TORRE, G. Collaboration between human and veterinary medicine as a tool to solve public health problems. **The Lancet Planetary Health**, v. 3, n. 2, 2019.

ELLWANGER, J. H.; CHIES, J. A. B. Zoonotic spillover and emerging viral diseases – time to intensify zoonoses surveillance in Brazil. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 22, n. 1, 2018.

ELSOHABY, I.; VILLA, L. Zoonotic diseases: understanding the risks and mitigating the threats. **BMC Veterinary Research**, v. 19, n. 186, 2023.

ERKYIHUN, G. A.; ALEMAYEHU, M. B. One health approach for the control of zoonotic diseases. **Zoonoses**, n. 2, v. 37, 2022.

GRACE, D. Infectious diseases and agriculture. **Encyclopedia of Mapping of Poverty and Likely Zoonoses Hotspots**, v. 3, 2019.

GRACE, D. Zoonoses Project 4 Report to Department for International Development. **Food Security and Sustainability**, v. 3, 2012.

HOREFTI, E. The importance of the one health concept in combating zoonoses. **Pathogens**, n. 12, v. 977, 2023.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA)**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha>. Acesso em: 9 mar. 2024.

MELO, R. T.; ROSSI, D. A.; MONTEIRO, G. P.; FERNANDEZ, H. Veterinarians and one health in the fight against zoonoses such as covid-19. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Lista Nacional de Notificação Compulsória de Doenças, Agravos e Eventos de Saúde Pública**. Brasília, DF, 23 jun. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/notificacao-compulsoria/lista-nacional-de-notificacao-compulsoria-de-doencas-agravos-e-eventos-de-saude-publica>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.488, de 21 de outubro de 2011. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes e normas para a organização da Atenção Básica, para a Estratégia Saúde da Família (ESF) e o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2011.

MIRANDA, R. M.; FERNANDES, R. S.; SILVA-FERNANDES, A. T.; FERREIRA-DE-BRITO, A.; MOREIRA, A. B.; PEREIRA, R. C.; MENDES, Y. S.; ALENCAR, J. A. F.; LOURENCO-DE-OLIVEIRA, R. Neotropical sylvatic mosquitoes and *Aedes aegypti* are not competent to transmit 17DD attenuated yellow fever virus from vaccinated viremic new world non-human primates. **Viruses**, v. 14, n. 10, p. 22-31, 2022.

OLIVEIRA, R. C.; FERNANDES, J.; GONÇALVES-OLIVEIRA, J.; GUTERRES, A.; LEMOS, E. R. S. Out of the shadows, into the spotlight: invisible zoonotic diseases in Brazil. **The Lancet Regional Health – Americas**, v. 8, 2022.

OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **À medida que os casos de dengue aumentam globalmente, o controle de vetores e o envolvimento da comunidade são fundamentais para evitar a disseminação da doença**. 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/3-8-2023-medida-que-os-casos-dengue-aumentam-globalmente-controle-vetores-e-envolvimento>. Acesso em: 9 mar. 2024.

PAVANELLI, G. C.; AVELAR, A. C. S.; DONIDA, C. C.; MORAES, W. A. S.; GARCIA, L. F. Análise integrativa das principais zoonoses de ocorrência no Brasil. **Revista Valore**, n. 4, 2019.

PLOWRIGHT, R. K.; PARRISH, C. R.; MCCALLUM, H.; HUDSON, P. J.; KO, A. I.; GRAHAM, A. L.; LLOYD-SMITH, J. O. Pathways to zoonotic spillover. **Nature Review Microbiology**, v. 15, 2017.

RAHMAN, T.; SOBUR, A.; ISLAM, S.; IEVY, S.; HOSSAIN, J.; EL ZOWALATY, M. E.; RAHMAN, T.; ASHOUR, H. M. Zoonotic diseases: etiology, impact, and control. **Microorganisms**, n. 8, v. 1405, 2020.

RAMOS, T. M. V.; BALASSIANO, I. T.; SILVA, T. S. M.; NOGUEIRA, J. M. R. Leptospirose: CARACTERÍSTICAS da enfermidade em humanos e principais técnicas de diagnóstico laboratorial. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 53, n. 3, 2021.

SANTOS, A. M.; SILVA, N. F.; BROD, A. D.; RAATZ, H. Z.; SOUZA, J. L. S.; PEREIRA, D. I. B. Esporotricose felina em Pelotas e Riogrande, Rio Grande do Sul: uma nota prévia sobre relatos de literatura. **Internacional em Saúde**, seção 12, 2023.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **Dia Mundial da Saúde Única. Boletim Epidemiológico**, n. 40, v. 52, 3 nov. 2021.

SHANKO, K.; KEMAL, J.; KENEA, D. A review on confronting zoonoses: the role of veterinarian and physician. **Veterinary Science & Technology**, v. 6, n. 2, p. 1, 2015.

TAYLOR, L. H.; LATHAM, S. M.; WOOLHOUSE, M. E. J. Risk factors for human disease emergence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 356, n. 1411, 2001.

TESHOME, H.; ADDIS, S. A. Review on principles of zoonoses prevention, control and eradication. **American Journal of Biomedical Science & Research**, v. 3, n. 2, 2019.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Preventing the next Pandemic**: zoonotic diseases and how to break the chain of transmission. [S. l.], 2020.

VASCONCELLOS, S. A. Situação atual da raiva no Estado de São Paulo. **Boletim Apamvet**, v. 11, n. 1, 2020.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. CDB – Secretariat of the Convention on Biological Diversity. **Connecting global priorities**: Biodiversity and human health – A state of knowledge review. 2015. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/01-01-2020-biodiversity-and-health-the-who-cbd-joint-work-programme>. Acesso em: 9 mar. 2024.

WINCK, G. R.; RAIMUNDO, R. L. G.; FERNANDES-FERREIRA, H.; BUENO, M. G.; D'ANDREA, P. S.; ROCHA, F. L.; CRUZ, G. L. T.; VILAR, E. M.; BRANDÃO, M.; CORDEIRO, J. L. P.; ANDREAZZI, C. S. Socioecological vulnerability and the risk of zoonotic disease emergence in Brazil. **Science Advances**, v. 8, n. 26, 2022.

WOAH – WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH. **The World Organization for Animal Health turns 100**: a century of improving animal health and welfare. [S. l.], 25 jan. 2024 <https://www.woah.org/en/the-world-organisation-for-animal-health-turns-100-a-century-of-improving-animal-health-and-welfare/>. Acesso em: 9 mar 2024.

WOLFE, N. D.; DUNAVAN, C. P.; DIAMOND, J. Origins of major human infectious diseases. **Nature**, v. 447, 2007.

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

# CAPÍTULO 2

## RELAÇÃO MEIO AMBIENTE E COVID-19: contextos e perspectivas ambientais pós-pandemia

*Katia Cristina Ugolini Mugnol*

---

### **Introdução**

Nós, seres humanos, habitamos um sistema em que as relações entre espécies e delas com o meio ambiente são bastante complexas. Tudo está em constante movimento e muitas situações são difíceis de manejar. Os interesses na prosperidade econômica, os anseios pelos recursos advindos das inovações tecnológicas, a exploração do ambiente de forma desmedida visando a manutenção da hegemonia e do poder humano sobre a natureza, têm demonstrado ser elementos que afetam o meio que nos cerca e em diferentes escalas, do macro ao nanoscópico.

Estudos conduzidos por especialistas em diferentes áreas de conhecimento têm trazido informações importantes sobre como a interferência humana em diferentes ambientes promove desequilíbrios que acabam por resultar na propagação de agentes infecciosos até então restritos a determinadas espécies animais e localidades. Paralelamente, proporciona o surgimento de novas doenças com grandes chances de disseminação entre populações humanas as quais, por diferenças de ordem econômica, social, cultural ou tecnológica, são afetadas em maior ou menor grau por elas.

A ação humana sobre o meio ambiente, portanto, tende a gerar situações que afetam a própria sobrevivência do homem nesse ambiente. É falsa, entretanto, a percepção de que esse é um problema dos tempos modernos, exclusivamente uma resposta da natureza, de ordem acumulativa, por toda interferência desordenada ocorrida nos últimos séculos. É algo que certamente ocorre desde que o mundo é mundo, mas que vem se agravando na mesma velocidade do chamado progresso

econômico-social humano, visto que nossa interferência em ambientes antes inexplorados tem ocorrido de modo rápido, pouco inteligente e nada sustentável.

## **Doenças zoonóticas cruzando gerações**

Algumas doenças zoonóticas acometem os seres humanos há séculos e, mesmo existindo na atualidade terapias razoavelmente eficientes para seu tratamento, ainda matam milhares de pessoas ao redor do mundo. Um exemplo é a malária que, segundo estudos baseados em testes genéticos usando marcadores específicos para o *Plasmodium falciparum*, foi o complicador que levou o faraó Tutancâmon à morte, aos 19 anos, e que acometeu também outros membros de sua família (Hawass *et al.*, 2010). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), só no ano de 2019, a mesma doença acometeu 229 milhões de pessoas no mundo, das quais 409 mil não sobreviveram. Em 2022, foram registrados 249 milhões de casos, sendo o crescimento atribuído à maior resistência do parasita aos medicamentos disponíveis, às crises humanitárias, aos poucos investimentos em saúde nos países em que a doença é endêmica e até mesmo à perturbação global no atendimento médico decorrente da pandemia de covid-19. O vetor da doença também tem mostrado aumento populacional derivado de resistência aos inseticidas utilizados e das alterações climáticas. Ondas de calor, desequilíbrios pluviométricos, inundações, afetam diretamente o ciclo de vida de mosquitos e isso favorece a transmissão de doenças.

Mosquitos do gênero *Anopheles*, mais especificamente as fêmeas, se infectados pelo protozoário da família *Plasmodiidae*, funcionam como vetores de infecção a humanos. Dependendo se *Plasmodium malariae*, *ovale*, *knowlesi*, *vivax* ou *falciparum* a doença evolui para formas que variam das mais leves às fatais. Apesar de ser uma doença endêmica, bem conhecida e tratável na maioria dos casos, ela persiste e persistirá entre nós enquanto houver agentes de infecção, hospedeiros e vetores em circulação. Estes últimos se propagam e se reproduzem em velocidade que depende não somente de sua biologia, mas também da influência humana em seus habitats.

Além de protozoários, vírus são importantes agentes de doenças zoonóticas e costumam também ter as mesmas

criaturas aladas, os mosquitos, como seus propagadores. Exemplo é a febre amarela, que similar à malária, é endêmica em países tropicais. É uma doença causada por um arbovírus do gênero *Flavivirus*, que tem como vetor mosquitos da família *Culicidae*, em especial os dos gêneros *Haemagogus* e *Aedes*. A propagação depende dos mosquitos, que atuam tanto como vetores quanto reservatórios, e de hospedeiros, ditos amplificadores virais. Ambos variam de uma região a outra do planeta, sendo que, no Brasil, o vetor mais comum é o *Aedes aegypti* e os macacos são os principais amplificadores virais (Vasconcelos, 2003). Estes amplificadores virais são intermediários no ciclo de disseminação da doença e geralmente são também afetados por ela, assim como os humanos. Em um ciclo dito silvestre, mosquitos picam os amplificadores e se tornam reservatórios e vetores virais, repassando o agente de infecção para humanos. Nas áreas urbanas, os mosquitos atuam transferindo o vírus captado de um indivíduo infectado a outro, facilitando o seu trânsito, aumentando a disseminação e dificultando seu controle. Apesar da forma urbana da febre amarela ter sido dada como erradicada das Américas lá pelos idos de 1950, no Brasil, em 2017, ela ressurgiu, sendo confirmados pelo Ministério da Saúde, nesse mesmo ano, 779 casos, dos quais 262 evoluíram para o óbito (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2021).

A dengue, doença também causada por um *Flavivirus* e que há décadas afeta brasileiros de praticamente todas as regiões do país, tem o mesmo *Aedes aegypti* como vetor. São conhecidos atualmente quatro sorotipos do vírus, que resultam em doenças de maior ou menor gravidade. Para piorar o quadro, o vírus da dengue não está sozinho nessa, coexistindo no mesmo vetor com outros *Flavivirus*, agentes da chikungunya e da zika. No Brasil, de 2008 a 2019, o vírus da dengue representou sozinho 91% de um total de 11,6 milhões de casos e 91,2% de um total de 7043 óbitos causados por essa tríade viral (Secretaria de Vigilância em SAÚDE, 2021). Em 2023, foram registrados no Brasil 753,9 casos de dengue por 100 mil habitantes, o que representou aumento de 16,5% em relação ao ano anterior. Foram confirmados 946 mortos pela doença nesse período, o que representa uma taxa de letalidade de 4,4%. O que preocupa também é o aumento em quase 17% dos casos de dengue mais graves (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2023).

Felizmente, da mesma forma que para a malária e a febre amarela, não se tem registro de nenhum caso de transmissão de dengue, zika ou chikungunya diretamente entre humanos, sem interferência do vetor. Se (ou quando) isso acontecer, o manejo da doença se tornará ainda mais complicado, como vimos com doenças virais com alto índice de propagação diretamente entre humanos, como a AIDS, a gripe e a covid-19.

## **Doenças zoonóticas evoluindo com a humanidade**

Considerando um sistema ainda mais complexo, que envolve relações entre vírus e animais de mais próximo convívio humano, como aves, suínos e até morcegos, notam-se elementos que têm favorecido ao longo dos séculos o surgimento de novas doenças zoonóticas. Situações como desmatamento, exploração não sustentável, criação e abate de animais para consumo em condições sanitárias inadequadas, permitem interações complexas que, mais do que a mera relação vírus-vetor ou vírus-hospedeiro, possuem potencial para conversão de vírus inicialmente inofensivos em vírus mortais. Isso ocorre dado o potencial intrínseco a muitos vírus em sofrer por modificações genotípicas ou fenotípicas nos vetores e hospedeiros, dando origem a novas cepas ou mesmo a novos vírus para os quais não se tem estabelecidas medidas de controle e terapia.

Muitos vírus são hospedeiro específicos, isto é, estão adaptados a existir e se reproduzir em uma determinada espécie, tendo dificuldade de ser transmitidos a outra ou, se transmitido, conseguir se reproduzir nesta e se propagar. Entretanto, em função de fatores ambientais e de outros inerentes ao próprio hospedeiro, isso pode mudar rapidamente. A esse ganho de capacidade de transitar de um hospedeiro de uma espécie a outro de outra espécie se denomina *Spillover* que é traduzido usualmente para o português como transbordamento (Quammen, 2019). Quando nesse transbordamento o hospedeiro original é um animal (mais frequentemente aves e mamíferos) e o seguinte é o ser humano, temos o que se denomina doença zoonótica.

O vírus da Influenza A é um exemplo de vírus que passou por esse processo de transbordamento e resultou em doença zoonótica presente entre nós com alta representatividade nos séculos XX e XVI. Já são inúmeros os casos relatados de infecção

em humanos, por exemplo, com a forma A/H5N1 desse vírus, advinda de aves. Suas variantes, mais especificamente as A/H7N9, A/H6N1 e A/H10N8, claramente superaram a barreira entre as espécies e passaram das aves aos humanos, causando doenças graves, como é o caso da gripe decorrente da infecção pela forma A/H7N9 que, em seres humanos, apresenta taxa de letalidade de 35%. Na maioria dos casos de infecção em humanos estas derivam de contato direto dos indivíduos com aves contaminadas, havendo, entretanto, já casos comprovados de sua transmissão de pessoa para pessoa (Kim, 2016), o que aumenta e muito a propagação do vírus e a possibilidade de surgimento de novas variantes.

Ainda considerando o vírus da influenza A, vale destacar a importância dos suínos na interface de trânsito deste vírus, das aves aos seres humanos. Os suínos infectados pelo vírus aviário servem como um ambiente de recombinação que favorece a ocorrência de rearranjos virais que resultam em variantes com alto potencial de infecção em humanos.

O H1N1 clássico, o vírus mais estudado antes do aparecimento da covid-19, foi responsável por cerca de 50 milhões de óbitos no mundo desde 1918, e dado como responsável pelo que foi considerada a primeira pandemia de gripe (registrada historicamente como gripe espanhola). O que se acredita é que, nessa forma clássica do vírus, houve migração direta das aves para seres. Porém, em ocorrências mais recentes, datadas de 2009, uma forma recombinante do H1N1, a A(H1N1)pdm09, foi gerada a partir do trânsito do vírus clássico de aves para suínos e então para humanos. Esta variante iniciou uma pandemia similar à 1918 quanto à gravidade da doença e taxa de letalidade, mas com maior potencial de disseminação dada a facilidade de trânsito das pessoas entre países e até continentes. De 2009 a 2020 foram registradas aproximadamente 575 mil mortes causadas por essa nova forma do vírus (Chauhan, 2020).

A partir dos primeiros casos de covid-19, muito se tem falado sobre os morcegos assumindo o papel que os suínos exerceram para as modificações do H1N1. Porém, o conhecimento sobre o papel desses mamíferos voadores vem sendo descrito há bastante tempo no contexto das doenças zoonóticas. Há vários estudos datados de alguns anos antes dos primeiros surtos de Ebola na África, em 1976, ou de SARS (Síndrome Respiratória

Aguda Grave) na Ásia, no final dos anos 1990, que demonstram que os seus agentes causais passaram pelo organismo de morcegos antes de se tornarem altamente patogênicos a seres humanos. Até 2012 já haviam sido identificados mais de 100 tipos de vírus em morcegos, dos quais alguns são novidade para nós humanos e outros são advindos de mudanças genotípicas de vírus que já haviam sido identificados anteriormente como zoonóticos. Curiosamente, os morcegos costumam não desenvolver doenças virais, diferentemente do que acontece com os reservatórios da febre amarela. Provavelmente esse seja um dos fatores que fazem deles reservatórios com alto potencial para o *Spillover* e torna seu monitoramento uma estratégia importante de saúde pública dada a ameaça em potencial que esses “*bat-virus*” representam para os seres humanos.

O conhecimento atual sobre o assunto nos permite dizer que o desenvolvimento e a proliferação de uma doença zoonótica têm relação direta com o tipo de agente causal, com suas características genético-metabólicas, com sua virulência, forma de transmissão, suscetibilidade do hospedeiro, longevidade e alcance do reservatório animal. Vírus de RNA, por exemplo, costumam ser mais aptos a passar por mutação do que vírus de DNA, o que aumenta seu potencial para se adaptar e infectar novos hospedeiros. Patógenos que se disseminam de um hospedeiro a outro por via respiratória se espalham mais facilmente do que aqueles que fazem uso de outras rotas de disseminação, o que os torna, inclusive, os representantes da maioria das doenças zoonóticas emergentes, como é o caso da covid-19, um tipo de síndrome respiratória aguda grave (do inglês *severe acute respiratory syndrome*, ou SARS).

## **Coronavírus como agentes de doenças zoonóticas**

Um grupo de SARS, cujo vírus causador é da família *Coronaviridae*, já transita pelo nosso planeta muito antes de ouvirmos falar de SARS-CoV-2 e covid-19. Os coronavírus geralmente causam uma síndrome respiratória leve em seres humanos, porém, quando sua transmissão é zoonótica (o vírus saiu de uma espécie animal e chegou ao ser humano) a coisa pode mudar, e muito. Exemplo dessa condição é o surto de SARS entre os anos de 2002 e 2003, iniciado em Guangdong na China,

em que o agente causal, designado como SARS-CoV, matou 774 pessoas, 9% do total de casos diagnosticados na China e em mais 25 países. Inicialmente se acreditou que o *Spillover* ocorreu a partir de civetas, pequenos mamíferos que vivem na África e na Ásia tropical. Entretanto, estudos realizados nos dez anos seguintes, concluíram que as civetas não seriam os hospedeiros naturais do SARS-CoV, e que este vírus pode ser resultado de recombinações dos SL-CoVs, vírus encontrados em morcegos *Rhinolophus sinicus* (SHI, 2013).

O fato é que, independentemente da origem e de como a zoonose se espalhou, este surto marcou o início de uma série mais agressiva de infecções respiratórias causadas por coronavírus. Dentre elas temos a Síndrome Respiratória do Oriente Médio, designada como MERS (*Middle East Respiratory Syndrome*), com o primeiro caso detectado em 2012, resultado de infecção humana pelo MERS-CoV. Este coronavírus zoonótico chegou aos humanos a partir de dromedários que se acredita serviram como hospedeiros intermediários de coronavírus de morcego. A doença matou, Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, 35,3% dos indivíduos diagnosticados com a doença ao redor do mundo e 38,5% dos indivíduos infectados quando se considera apenas a Arábia Saudita (World Health Organization, 2019). A alta taxa de letalidade se mostrou um insucesso para o vírus que, matando muitos hospedeiros, tem menos chance de se propagar e assim garantir a sua existência. Tanto é fato que, no caso da MERS, o número de contaminados ao redor do mundo ficou bem abaixo do constatado para a SARS de Guangdong no início dos anos 2000.

Os genomas de alguns vírus vêm sendo investigados desde 2015 por modernas técnicas de biologia molecular, comparando-se o genoma de vírus isolados de amostras recentes com seus similares isolados de amostras de material humano muito antigo. Resultados mostram, por exemplo, que o vírus da hepatite B e o parvovírus B19, diferentemente do vírus da influenza A, pouco mudaram ao longo de quase 6000 anos de sua existência. Provavelmente, estes vírus conquistaram um grau de adaptação tal aos seus hospedeiros e estes últimos moldaram de tal forma a própria evolução do vírus, que a existência de ambos se tornou mais amigável, menos fatal para ambos (Simmonds, 2019). Isso exemplifica o consenso atual de que o melhor vírus

é aquele que atinge um nível evolutivo tal que o torna menos letal ao hospedeiro e assim favorece a sua propagação e garante o seu objetivo principal, continuar existindo. Para tornar ainda mais factível a sua propagação, o vírus zoonótico deve superar o *Spillover* (aquele tal transbordamento do agente de infecção de uma espécie animal para o ser humano) e ganhar a capacidade de ser transmitido diretamente de um ser humano a outro, sem necessidade de vetores, de intermediários. É o que os coronavírus dos últimos tempos têm feito com bastante propriedade.

O SARS-CoV-2 que, desde dezembro de 2019, tem modificado não somente as relações entre vírus e humanos, mas as próprias relações humanas, é um coronavírus e é zoonótico, assim como o SARS-CoV de Guangdong, o MERS-CoV do Oriente Médio e outros quatro coronavírus que vêm causando doenças entre nós desde 1960.

Importante ressaltar que a identificação desse novo coronavírus como SARS-CoV-2, definida pelo Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus, representa a relação do vírus com as características da doença (a síndrome respiratória aguda grave), com o fato de ser um coronavírus e de ser o segundo desse tipo associado a essa síndrome. Conforme o que se conhece até o momento, o SARS-CoV-2 não é um descendente e nem uma variante do SARS-CoV de Guangdong e sim um novo vírus (Malik, 2020; Steiner, 2024).

Até o momento da elaboração deste capítulo, a origem do SARS-CoV-2 permanece sendo investigada por cientistas de vários países, em uma ação coordenada pela Organização Mundial de Saúde, os quais buscam dados para comprovar uma ou mais das várias hipóteses publicadas em relatórios oficiais (World Health Organization, 2021). Uma delas é a de que, assim como aconteceu com outros vírus zoonóticos, o SARS-CoV-2 tenha transbordado de alguma população de morcegos e assim chegado aos humanos, diretamente. Outra refere que é possível que neste transbordamento tenha existido um hospedeiro intermediário, um outro animal entre esses mamíferos alados e nós. Esse hospedeiro intermediário poderia ser o pangolim, um mamífero de corpo escamoso presente em zonas tropicais asiáticas e africanas, que se enrola como um tatu-bola quando ameaçado e se alimenta de formigas de modo bem similar ao sistema de captura do nosso tamanduá-bandeira. Por hora,

nenhuma das hipóteses foi confirmada e outras, que citam, por exemplo, a possibilidade de escape do vírus a partir de laboratórios que faziam pesquisas de infectividade ou a disseminação proposital do vírus como um ataque à economia e à política mundial, permanecem em discussão (Van Helden *et al.*, 2021; Holmes *et al.*, 2021; Maxmen *et al.*, 2021; Gostin, 2023).

O fato é que é importante que se determine, a partir das melhores evidências científicas, as origens do vírus para que se coloque em prática medidas tanto de contenção da doença quanto (e principalmente) de minimização de riscos de ocorrências similares. Esse conhecimento, assim como da estrutura viral, da fisiopatologia da doença, das vias de transmissão, é importante para se prever e controlar o desenvolvimento de múltiplas variantes do SARS-CoV-2, mais adaptadas, mais infectantes, o que é algo certo em uma pandemia como a de covid-19.

### **Coronavírus no foco da atenção de programas ambientais**

A covid-19 é a representante de maior destaque, até agora, na história mundial de como uma doença zoonótica é capaz de se disseminar por todo o planeta e afetar igualmente pessoas de países ricos e pobres e, independentemente de sua real origem, transformar crenças, comportamentos, políticas e sociedades.

É fato também que o SARS-CoV-2 passou não somente a fazer parte da vida das pessoas e a ser foco do trabalho de instituições públicas, privadas e de agências governamentais de saúde ao redor de todo o mundo, como também a integrar discussões importantíssimas em grupos que trabalham questões ambientais. Exemplo relevante é o envolvimento do PNUMA, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (em inglês, UNEP – *United Nations Environment Programme*) que, em 2020, reiterou dados de relatórios anteriores à pandemia de covid-19 que mostraram que 60% de todas as doenças infecciosas humanas são zoonóticas e que pelo menos 75% das doenças infecciosas emergentes também são ou serão zoonóticas (UNEP, 2020). Especificamente no relatório de 2016, em capítulo que trata de doenças transferidas de animais para humanos, é dito claramente que tanto o surgimento quanto o ressurgimento de doenças zoonóticas têm relação direta com a saúde do meio ambiente e que quanto mais se intensificam

as atividades humanas ao redor ou em habitats naturais, mais patógenos deixam seus reservatórios e tendem a transbordar para a espécie humana (Unpep, 2016). A partir da interferência humana induzimos e/ou aceleramos a taxa de *Spillover* e chegamos a zoonoses com alto potencial de disseminação.

A atividade humana em novos territórios, a degradação ambiental, a migração de animais de áreas rurais para urbanas dada as mudanças de paisagem, a transformação de espécies selvagens em animais de estimação exóticos, as mudanças climáticas induzidas pelo desmatamento, pela poluição, pela urbanização, e a falta de saneamento básico são exemplos de fatores que nos trouxeram até a pandemia de covid-19 e vão nos revelar, certamente, outras zoonoses em um futuro, muito provavelmente, não tão distante.

Já foi comprovado que surtos de doenças respiratórias, como as causadas pelos SARS-CoVs, cresceram muito entre as décadas de 2000 e 2020 e que, assim como para os casos das clássicas gripes suína e aviária, isso tem relação com o maior contato entre humanos, animais de criação e animais de vida selvagem. Estudos demonstram que essas interações ocorrem prioritariamente em regiões em que há maior índice de mudanças na paisagem natural o que resulta em perda da biodiversidade (Tollefson, 2020). As espécies sobreviventes, usualmente as mais resistentes, representadas principalmente por morcegos, roedores e primatas, são justamente aquelas que carregam consigo uma maior carga de patógenos com potencial zoonótico. Portanto, conectam-se os processos de desmatamento e perda da biodiversidade ao maior risco de surtos de doenças.

Una-se a isso tudo a industrialização, a globalização, a possibilidade de se cruzar o planeta de um lado a outro em horas, a migração de grandes grupos de refugiados de países em guerra ou imersos na miséria e na fome e essas zoonoses deixam de ser surtos localizados para se converterem rapidamente em epidemias. Se a zoonose ganha potencial para ser transmitida de humano a humano, principalmente por via respiratória, o risco de pandemia aumenta exponencialmente.

O relatório publicado em julho de 2020 pelo PNUMA (UNPEP, 2020), reitera essas colocações, tendo classificado em sete grupos os fatores antropogênicos (elementos resultantes da ação humana) mais relevantes no surgimento de doenças

zoonóticas, dentre as quais a própria covid-19: (1) crescimento da demanda por proteínas animais, principalmente em países de baixa e média renda; (2) intensificação de práticas agrícolas não sustentáveis, com intensificação da pecuária doméstica baseada em criação de animais geneticamente similares e criados sem distanciamento, o que em conjunto resulta em maior suscetibilidade a doenças. Soma-se ao problema o uso indiscriminado de drogas antimicrobianas, a má gestão dos resíduos e políticas de manejo inadequadas. O crescimento da agropecuária mundial desde 1940 responde, segundo o relatório, por mais de 50% dos casos de doenças zoonóticas; (3) aumento do uso e exploração de espécies silvestres, representado por aumento no consumo de carne de animais selvagens, da caça recreativa, do comércio de animais vivos visando criação domiciliar (animais domésticos), exploração em zoológicos e pesquisa científica e uso de partes de animais para fins decorativos ou medicinais. A estas situações o relatório soma o fato de que aberturas de estradas em áreas remotas facilita o contato de humanos com espécies selvagens e aumenta o interesse em sua exploração comercial, no âmbito tanto da criação quanto da caça, o que favorece a disseminação de doenças; (4) utilização insustentável de recursos naturais, acelerada pela urbanização, ocupação irregular do solo e indústria extrativa não regulamentada. Estas situações contribuem para a fragmentação de habitats da vida selvagem, na medida em que favorecem o desmatamento, o desequilíbrio de espécies, restringem movimentos migratórios, estimulam a exploração de minérios e madeira, promovem assentamentos de pessoas em áreas próximas a florestas e cavernas e assim aumentam o contato de espécies nativas com seres humanos, bem como com vetores, e a consequente disseminação de doenças, incluindo as zoonóticas; (5) aumento dos deslocamentos humanos em todo o planeta, incluindo-se aqui, além do maior número de pessoas em trânsito, a questão de que o deslocamento das pessoas ocorre em tempo menor do que o período decorrido entre o contágio e a manifestação de sintomas; (6) alterações no suprimento de alimentos, resultado do alargamento das cadeias de abastecimento, principalmente em países de baixa e média renda. A maior demanda atual por alimentos de origem animal, associada a uma agropecuária mal regulada e ao crescimento do mercado informal de consumo de carne de animais selvagens

resulta em maior risco de contaminação cruzada. A dificuldade na rastreabilidade desses produtos, as más condições sanitárias de distribuição e armazenamento e a industrialização em grandes fábricas de processamento de alimentos são fatores de risco importantes também; (7) mudanças climáticas, que não somente promovem o desequilíbrio ecológico e suas consequências, mas que também podem favorecer a perpetuação ou o surgimento de novos agentes zoonóticos, seus vetores e hospedeiros, melhor adaptados às novas condições de temperatura e umidade, e agora livres de condições que anteriormente atuariam como agentes moderadores de seu desenvolvimento.

A compreensão dos fatores antropogênicos nos permitem, além de entender a fonte da covid-19, analisar os impactos do SARS-CoV-2 no ambiente e pensar medidas pós-pandemia para minimizar a emergência de novas doenças zoonóticas.

## **Coronavírus e seu impacto ambiental**

Em nível global, a pandemia de covid-19 afetou o comportamento das pessoas, sua rotina de estudo e trabalho, seus hábitos diários, suas relações familiares, sua liberdade de ir e vir, seus métodos de aquisição de produtos e itens de consumo, entre outras coisas. Essas mudanças, associadas ao isolamento social, ao medo de adoecer, à dor pela perda de parentes, amigos ou conhecidos, à perda de rendimentos e à avalanche de informações, nem sempre verdadeiras, divulgadas pelas diversas formas de mídia, exacerbaram sensações de insegurança e impotência diante de um agente zoonótico de difícil controle e de origem ainda duvidosa.

Mesmo diante de tantas perdas de vidas, de tantas coisas a lamentar, de tantas incertezas sobre o que o futuro nos reserva, a pandemia nos trouxe, em algum nível, a consciência de nossa vulnerabilidade e da nossa responsabilidade pelo cenário presente. Poucas vezes se viu tanta reflexão a respeito de como a interferência do homem sobre a natureza resulta no surgimento de doenças e de como estas podem ser capazes de dizimar em pouco tempo milhões de vidas humanas. Pouco se falou até agora, entretanto, em como a pandemia de covid-19 e a presença marcante do agente causal, o SARS-CoV-2, afetam

direta ou indiretamente não somente o ser humano, mas também, usando lógica reversa, o próprio meio ambiente.

A pandemia resultou em um número exorbitante de internações hospitalares, o que causou o caos na saúde pública e privada em vários países e levou ao aumento exponencial no uso de drogas antimicrobianas, antivirais, anti-inflamatórias, imunossupressoras, de derivados cloroquínicos, sedativos e anestésicos. Além das questões relacionadas aos efeitos do uso em larga escala desses medicamentos, e nem sempre regido pelas melhores práticas clínicas dado o estado de emergência, temos grande possibilidade de aumento na resistência bacteriana, o que favorecerá o desenvolvimento de infecções graves não responsivas aos antibióticos disponíveis. Bactérias mais resistentes surgem tanto no próprio ambiente de tratamento, a partir do efeito *in vivo*, como também no ambiente externo ao hospital, na medida em que os antibióticos chegam ao esgoto, aos rios e ao solo. É sabido que até 70% da dose de antibiótico aplicado em um único indivíduo acaba eliminado em suas fezes e urina, parte intacta, parte ainda como metabólitos ativos (Butkovsky *et al.*, 2015). Nos locais de recebimento de resíduos, cepas bacterianas induzidas à resistência por ação dos medicamentos quebram o equilíbrio e sobrepujam a microbiota local, cujas funções biológicas benéficas ao ambiente deixam de ocorrer. Os antibióticos também chegam à população macroscópica da região, como peixes e aves, alterando algumas de suas funções metabólicas e ciclos reprodutivos, bem como induzindo também resistência em sua própria microbiota.

A elevação do número de atendimentos nos serviços de saúde, bem como de indivíduos doentes também em ambiente domiciliar, resulta não somente no aumento do uso dos medicamentos referenciados acima e no impacto ambiental disso decorrente, mas também na elevação da quantidade gerada de resíduos potencialmente contaminados com o próprio SARS-CoV-2 e agentes infecciosos associados aos efeitos deste no organismo humano (infecções secundárias). Exemplos são os resíduos gerados pelos serviços de medicina diagnóstica, em especial os laboratórios clínicos, cujo potencial de infectividade é grande dada a alta carga viral que usualmente está presente nas amostras biológicas submetidas a análises. Considerando-se que alguns dos métodos diagnósticos específicos para

covid-19 envolvem a amplificação de material genético do vírus e, em alguns casos, mais propriamente em laboratórios de pesquisa científica, o próprio cultivo do vírus, cuidados adicionais àqueles já pertencentes às boas práticas de laboratório e de biossegurança precisam ser incorporados.

Apesar das vias de contágio reconhecidas pela Organização Panamericana de Saúde até 2023 serem apenas o contato direto ou próximo com pessoa infectada (através de troca de secreções como saliva, secreções respiratórias ou gotículas expelidas quando se fala, tosse ou espirra) e o contato indireto através de superfícies ou objetos contaminados (toque no objeto seguido de toque no nariz, boca ou olhos) existe preocupação também com a possibilidade de contaminação a partir de contato com dejetos humanos, especialmente com as fezes. Estudos revelam a presença do vírus nas fezes de pelo menos 70% dos indivíduos com diagnóstico de covid-19 confirmado por métodos moleculares, incluindo-se aqui indivíduos assintomáticos, aqueles com sintomas leves, moderados e graves e mesmo naqueles que não tiveram distúrbios gastrointestinais durante a evolução da doença. Destes indivíduos, mais da metade apresentaram persistência de eliminação viral pelas fezes por 6 a 10 dias após a negatização dos resultados em esfregaço faríngeo (Chen *et al.*, 2020; Wang, 2020; Kipkorir, 2020). Foi identificado RNA do SARS-CoV-2 em amostras de águas residuais coletadas em vários países e constatado que o vírus possui estrutura que lhe confere resiliência, capacidade de sobrevivência por algum tempo nesse ambiente, bem como potencial moderado de infectividade quando da ingestão pelo indivíduo de água contaminada não tratada, de alimentos crus ou malcozidos advindos dessa água ou lavados ou irrigados por ela na produção (Gwenzi, 2021). O tempo em que permanece viável nas águas vai depender de temperatura, pH, quantidade de material orgânico disponível, bem como dos processos empregados no tratamento (Tran *et al.*, 2021). Portanto, vale se preocupar em como o ambiente irá reagir a esses novos vírus, como estes irão se comportar no ambiente em que estão sendo despejados, e como tudo isso resultará em maior propagação da doença.

Além da questão dos dejetos humanos, há também a questão do risco ambiental decorrente do descarte de uma quantidade nunca vista antes de máscaras cirúrgicas, protetores

faciais, luvas de procedimento, aventais descartáveis feitos de tecido-não tecido (TNT) e outros equipamentos de proteção individual. O uso desses equipamentos é fundamental para a proteção individual e coletiva, porém acaba sendo também um peso ao meio ambiente tanto na fase de sua produção quanto de seu descarte. Acarretam um aumento na quantidade de plásticos e micro plásticos dispersos nos ambientes marinhos e terrestres, assim como de organofosforados, com todas as consequências já bem conhecidas do impacto desses materiais nos diferentes ecossistemas (Meijad *et al.*, 2021; Fernandes-Arribas, 2021; Morgana, 2021). Além disso, como o vírus pode permanecer viável por dias, de acordo com o tipo de superfície em que esteja depositado, os resíduos gerados tanto pelos pacientes acometidos pela covid-19 quanto pelos profissionais de saúde ou cuidadores que tiveram contato com eles, podem representar uma rota importante de propagação da doença, com risco aumentado para os agentes envolvidos nas diversas fases da sua gestão.

Uma questão sensível, mas que também precisa ser analisada frente à pandemia de covid-19 e ao grande número de mortes, diz respeito ao necrochorume, líquido composto por água, sais minerais, substâncias orgânicas, bactérias e vírus, resultante do processo de decomposição de cadáveres. Dado o grande número de sepultamentos de vítimas da doença e em intervalos de tempo muito curto, há risco real de que os cemitérios não tenham sistemas adequados para controle de todo o necrochorume gerado. Este, infiltrando o solo, atinge lençóis freáticos e águas subterrâneas, promovendo alterações significativas no microbioma do solo e aumentando o risco de propagação de agentes patogênicos para diferentes comunidades animais e humanas. Apesar de no Brasil existir legislação que converge para esse tema e monitoramento por parte do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), a alta demanda no período pandêmico associada à reconhecida carência de infraestrutura necessária para contenção da contaminação do solo nos cemitérios, nos leva a acreditar que este fator de impacto ambiental deva também ser mais bem estudado no contexto da covid-19.

## **O que se espera que mude no mundo a partir da pandemia de covid-19**

Nota-se, a partir das reflexões levantadas, que a covid-19, assim como outras tantas doenças zoonóticas, é produto da interferência humana sobre o meio ambiente e que ela própria resulta em impactos, diretos e indiretos, ao mesmo meio ambiente. Produtos secundários da pandemia de covid-19, portanto, também precisam ser avaliados cientificamente, pautados na troca de conhecimentos e experiências multi, inter e transdisciplinares, e globalmente. Da mesma forma que a globalização favorece uma pandemia, faz que com condutas irresponsáveis transpassem fronteiras territoriais.

O PNUMA refere que a suscetibilidade das pessoas a determinadas infecções depende de fatores como idade, sexo, condições de saúde, estado nutricional, imunocompetência, características genéticas e fisiológicas e a presença concomitante de outras doenças. Da mesma forma, alguns animais são mais propensos a atuar como reservatórios e amplificadores virais, e que isso também depende de diversos fatores, dentre os quais se destacam sua fisiologia, seu comportamento social, seu nicho em um dado ecossistema e da probabilidade de se relacionarem com seres humanos. Os animais com maior propensão, identificados até o momento, ainda são os morcegos, os roedores e os primatas, o que torna essencial que se amplie a vigilância epidemiológica em diferentes frentes. Este mesmo documento cita que o aumento dos casos de doenças zoonóticas está relacionado à insustentabilidade de determinadas atividades humanas e que as pandemias, incluindo a de covid-19, são um resultado previsível e esperado em função da forma como o ser humano obtém, cultiva, comercializa e consome animais e como ele altera o meio ambiente (UNPEP, 2020). Portanto, se faz necessária e urgente a revisão de procedimentos e processos em toda cadeia produtiva e de distribuição de alimentos e em todos os continentes.

É fato que interesses comerciais e econômicos regem não somente essa cadeia produtiva, mas praticamente tudo o que cerca a sociedade moderna. Porém, pode-se usar a real justificativa de que a própria pandemia gera custos e perdas financeiras

na casa dos bilhões como motivador para que as instituições privadas, públicas e governamentais tomem providências de cunho preventivo para minimizar os riscos de surgimento de novas doenças zoonóticas. Falar em dinheiro com quem está na cadeia de comando costuma dar certo.

Em um âmbito geral, estudos desenvolvidos pelo PNUMA referem uma série de condutas que devem ser adotadas em escala global para modificar uma realidade esperada após a pandemia de covid-19: o aparecimento e precoce de novas pandemias (UNPEP, 2020). Essas condutas envolvem: (1) aumentar a conscientização e a compreensão das pessoas, em todos os níveis da sociedade, sobre zoonoses, doenças emergentes e formas de prevenção (ações de conscientização); (2) Investir em abordagens interdisciplinares e em que diferentes órgãos internacionais tenham sua integração fortalecida (ações de governança); (3) promover investigação científica e de qualidade e em diferentes dimensões (sociais, econômicas e ecológicas) de modo a avaliar riscos e desenvolver ações intervencionistas nas áreas de interface entre saúde animal, humana e ambiental (ações científicas); (4) Melhorar as análises de custo-benefício de ações intervencionistas e de prevenção de doenças de modo a otimizar o uso de recursos e assegurar a possibilidade de preparação e resposta efetivas e eficientes (ações financeiras); (5) Desenvolver regulamentações e meios adequados de monitoramento das práticas de produção e comércio de alimentos, dentro das melhores práticas sanitárias, e considerando questões nutricionais, culturais e socioeconômicas (ações de monitoramento e regulação); (6) Incentivar a prática sustentável de sistemas de produção de alimentos, coibir práticas ilícitas de comércio e consumo de animais selvagens, e desenvolver alternativas que permitam segurança alimentar e meios de subsistência que não envolvam destruição e exploração não sustentável de habitats e conseqüentes efeitos deletérios à biodiversidade (ações de incentivo); (7) Identificar práticas na agropecuária que aumentem os riscos de doenças zoonóticas, incentivando a adoção de medidas seguras por produtores tanto da agricultura industrializada quanto dos pequenos produtores (ações de biossegurança e controle); (8) Incentivar e dar suporte para uma gestão integrada que proporcione a coexistência sustentável tanto da agricultura quanto da vida selvagem, incluindo

investimentos no agronegócio que resultem em menor poluição e geração de resíduos, em mitigação da destruição de habitats da vida selvagem e assunção de compromissos em sua conservação e restauração, e em condutas que fundamentem de forma ampla a tomada de decisões pautadas também em valores ambientais, tanto por instituições governamentais quanto do setor privado (ações de gestão agrícola e ambiental); (9) Fortalecer as relações entre todos os agentes de saúde, em todos os países, visando a compreensão das relações entre seres humanos, animais e meio ambiente e a possibilidade de ação rápida na emergência de novas doenças (ações de integração); (10) operacionalizar a abordagem *One Health* no planejamento, implementação e monitoramento das zoonoses e das relações entre homem e ambiente (ações de unificação). O *One Health* foi definido como uma política pública internacional de esforço colaborativo em diversas áreas do conhecimento de modo a promover condições de saúde ideais para pessoas, animais e meio ambiente, promovendo a saúde e o bem-estar em seu contexto social e ecológico e estimulando ações que melhorem o controle não somente das zoonoses, mas também das várias doenças infecciosas negligenciadas que matam milhares de pessoas ao redor do mundo.

Frente à pandemia de covid-19, além das condutas necessárias relacionadas pelo PNUMA, outras precisam ser incorporadas visando o enfrentamento dos impactos sociais, econômicos, ambientais e de saúde, já no período pandêmico e no pós-pandêmico imediato. Algumas iniciativas foram propostas em 2021, como o reprocessamento de máscaras de proteção individual, o que pode ser um caminho interessante já que isso reduz custos ao mesmo tempo que diminui o volume de resíduos a serem descartados no ambiente, bem como dos produtos derivados do seu processamento, como plásticos, micro plásticos e carbono (Van Straten *et al.*, 2021). Este processo entra no conceito da economia circular, cujo objetivo principal é reduzir, reutilizar, recuperar e reciclar materiais e energia, renovando o mesmo produto ou gerando outro a partir de seu reprocessamento. A mesma ideia pode ser aplicada a outros produtos que, no momento da pandemia, lotam os centros de destino de resíduos hospitalares e domiciliares.

O estabelecimento de protocolos e o monitoramento constante das atividades de coleta, transporte e processamento de

amostras biológicas para diagnóstico da covid-19, bem como dos resíduos gerados a partir desta cadeia produtiva, também é uma medida importante para se garantir a saúde das pessoas e do meio ambiente, visto que existe risco de disseminação da doença e contaminação ambiental (Kartinik, 2020). Considerando que as práticas diagnósticas não estão mais restritas aos laboratórios de análises clínicas, tendo sido rotineiramente executadas no Brasil e ao redor do mundo também em farmácias e em domicílio, os cuidados e as informações sobre os riscos precisam ser ampliados.

Ações educativas abrangentes, irrestritas, e o aprimoramento de processos de descarte de resíduos, inclusive incorporando ideias como o uso de inteligência artificial e práticas de esterilização domiciliar de lixo infectante (Di Maria *et al.*, 2020; Iver *et al.*, 2021), também são importantes para desfavorecer outras vias de disseminação do SARS-CoV-2.

É fato que a educação em saúde, aplicada de forma efetiva desde a infância, deve se tornar um instrumento importante de combate à covid-19 e de minimização de riscos de aparecimento de novas doenças zoonóticas. A partir do momento que crianças e adolescentes são estimulados a compreender as relações entre a sua vida e o meio ambiente, torna-se mais provável que se tornem adultos conscientes e capazes de questionar, discutir e propor políticas públicas que considerem todos os quesitos para um desenvolvimento sustentável. Junto à educação formal em saúde em meio ambiente, vale também desenvolver a bioempatia, a conexão com a natureza, a ética ecológica, em indivíduos de todas as idades. Aproveitar-se, inclusive, dos novos conceitos de *life long learning*, que definem que não somente é possível como é altamente recomendável que o aprendizado em diversas áreas e frentes ocorra durante toda a nossa vida e, preferencialmente, longe da nossa zona de conforto.

Associado à educação em saúde humana e ambiental, é esperado que no pós-pandemia se estimulem o desenvolvimento de práticas inovadoras em saúde e meio ambiente, que tragam o empreendedorismo social e o ambiental para a realidade das escolas e instituições de ensino superior. Estas práticas, além de promover engajamento e a proliferação de agentes de transformação, também permitem a ampliação de ações sociais que melhoram as condições sanitárias, nutricionais, de saúde e

educação de comunidades. Sociedades conscientes tendem a se desenvolver em maior harmonia com o ambiente que as rodeia.

É preciso que se constituam políticas ambientais modernas, apoiadas pelos gestores públicos, por empresas privadas e pela população em geral, capazes de reduzir o risco de futuras pandemias mediante a restauração de ecossistemas, a redução da poluição, a aplicação de práticas agrícolas sustentáveis, a adoção de medidas de desaceleração do aquecimento global e à manutenção da biodiversidade. Se estas políticas incorporarem programas de monitoramento e resposta rápida quando da identificação de agentes zoonóticos em potencial, conquista-se a possibilidade de contenção da doença antes que ela se propague.

Para tanto, programas internacionais como o PNUMA referem que é preciso que se apoiem as nações para que estas sejam capazes de gerar mudanças transformadoras, tanto para as pessoas como para o meio ambiente, que envolvam desde a capacidade de gerir os resíduos gerados pela pandemia de covid-19 até o estabelecimento de práticas para recuperação econômica, modernização da governança global e resiliência a crises futuras. Torna-se fundamental a apropriação inteligente de todas as experiências advindas da pandemia de covid-19, de todo o conhecimento científico gerado em um período tão curto, para a promoção de mudanças positivas em nossas relações com o planeta em que vivemos.

## REFERÊNCIAS

BUTKOVSKIY, A.; HERNANDES LEAL, L.; RIJNAARTS, H. H.; ZEEMAN, G. Fate of pharmaceuticals in full-scale source separated sanitation system. **Water Res.**, v. 15, n. 85, p. 384-392, 2015.

CHAUHAN, R. P.; GORDON, M. L. A Systematic Review Analyzing the Prevalence and Circulation of influenza viruses in swine population worldwide. **Pathogens**, v. 9, n. 5, p. 355, 2020.

CHEN, Y.; CHEN, L.; DENG, Q. *et al.* The presence of SARS-CoV-2 RNA in the feces of covid-19 patients. **J Med Virol.**, v. 92, n. 7, p. 833-840, 2020.

DI MARIA, F.; BECCALONI, E.; BONADONNA, L. *et al.* Minimization of spreading of SARS-CoV-2 via household waste produced by subjects affected by covid-19 or in quarantine. **Sci Total Environ**, v. 15, p. 743, 2020.

FERNANDES-ARRIBAS, J.; MORENO, T.; BARTROLI, R.; ELJAR-RAT, E. Covid-19 face masks: A new source of human and environmental exposure to organophosphate esters. **Environ Int**, v. 154, p. 106654, 2021.

GOSTIN, L. O.; GRONVALL, G. K. The origins of covid-19 – why it matters (and why it doesn't). **New England Journal of Medicine**, v. 388, n. 25, p. 2305-2308, 2023.

GWENZI, W. Leaving no stone unturned in light of the covid-19 faecal-oral hypothesis? A water, sanitation and hygiene (WASH) perspective targeting low-income countries. **Sci Total Environ**, v. 20, p. 753:141751, 2021.

HAWASS, Z.; GAD, Y. Z.; ISMAIL, S. *et al.* Ancestry and Pathology in King Tutankhamun's Family. **JAMA**, v. 303, n. 7, p. 638-647, 2010.

HOLMES, E. C. *et al.* The origins of SARS-CoV-2: A critical review. **Cell**, v. 84, n. 9, p. 4848-4856, 2021.

IVER, M.; TIWARI, S.; RENU, K. *et al.* Environmental survival of SARS-CoV-2 – A solid waste perspective. **Environ Res.**, p. 197, 2021.

KARTINIK, K. Biosafety concerns during the collection, transportation, and processing of covid-19 samples for diagnosis. Biosafety Concerns During the Collection, Transportation, and Processing of covid-19 Samples for Diagnosis. **Archives of medical research**, v. 51, n. 7, p. 623-630, 2020.

KIM, S. M.; KIM, Y. I.; PASCUA, P. N.; CHOI, Y. K. Avian influenza a viruses: evolution and zoonotic infection. **Semin Respir Crit Care Med.**, v. 37, n. 4, p. 501-511, 2016.

KIPKORIR, V.; CHERUIYOT, I.; NGURE, B.; MISIANI, M.; MUNGUTI, J. Prolonged SARS-CoV-2 RNA detection in anal/rectal swabs and stool specimens in covid-19 patients after negative conversion in nasopharyngeal RT-PCR test. **J Med Virol**, v. 92, n. 11, p. 2328-2331, 2020.

MALIK, Y. A. Properties of coronavirus and SARS-CoV-2. **The Malaysian journal of pathology**, v. 42, n. 1, p. 3-11, 2020.

MAXMEN, A. *et al.* The covid lab-leak hypothesis: what scientists do and don't know. **Nature**, v. 594, n. 7863, p. 313-315, 2021.

MEIJAD, N.; CHERIF, E. K.; RODERO, A. *et al.* Disposal Behavior of Used Masks during the covid-19 Pandemic in the Moroccan Community: Potential Environmental Impact. **J Environ Res Public Health**, v. 18, n. 8, p. 4382, 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim epidemiológico 13**, v. 54, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-13>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MORGANA, S.; CASENTINI, B.; AMALFITANO, S. Uncovering the release of micro/nanoplastics from disposable face masks at times of covid-19. **J Hazard Mater**, v. 26, p. 419, 2021.

QUAMMEN, D. **Spillover**: animal infections and the next human pandemic. [S. l.]: W. W. Norton & Company, 2013.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim epidemiológico**, 14, v. 52, 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/abril/17/boletim\\_epidemiologico\\_svs\\_14\\_atualizado.pdf](https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/abril/17/boletim_epidemiologico_svs_14_atualizado.pdf). Acesso em: 15/03/2024.

SHI, Z. Emerging infectious diseases associated with bat viruses. **Sci. China Life Sci.**, v. 56, p. 678-682, 2013.

SIMMONDS, P.; AIEWSAKUN, P.; KATZOURAKIS, A. Prisoners of war – host adaptation and its constraints on virus evolution. **Nat. Rev. Microbiol**, v. 17, p. 321-328, 2019.

STEINER, Silvio *et al.* SARS-CoV-2 biology and host interactions. **Nature Reviews Microbiology**, p. 1-20, 2024.

TOLLEFSON, J. Why deforestation and extinctions make pandemics more likely. **Nature**, v. 584, p. 175-176, 2020.

TRAN, H. N.; LE, G. T.; NGUYEN, D.T. *et al.* SARS-CoV-2 coronavirus in water and wastewater: A critical review about presence and concern. **Environ Res**, v. 193, p. 110265, 2021.

UNITED NATION ENVIRONMENT PROGRAMME (UNPEP). **Frontiers 2016**: emerging issues of environmental concern. 2016. Disponível em: [https://www.unep.org/resources/frontiers-2016-emerging-issues-environmental-concern?\\_ga=2.177431077.1069330882.1627776248-1631208102.1627438596](https://www.unep.org/resources/frontiers-2016-emerging-issues-environmental-concern?_ga=2.177431077.1069330882.1627776248-1631208102.1627438596). Acesso em: 10 mar. 2024.

UNITED NATION ENVIRONMENT PROGRAMME (UNPEP). **Preventing the next pandemic – Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission**, 2020. ISBN

978-92-807-3792-9. Disponível em: <https://www.prevention-web.net/publications/view/72611>. Acesso em: 10 mar. 2024.

VAN HELDEN, J. *et al.* An appeal for an objective, open, and transparent scientific debate about the origin of SARS-CoV-2. **The Lancet**, v. 398, n. 10309, p. 1402-1404, 2021.

VAN STRATEN, B.; LIGTELIJN, S.; DROOG, L. *et al.* A life cycle assessment of reprocessing face masks during the Covid-19 pandemic. **Sci Rep**, v. 11, n. 1, p. 17680, 2021.

VASCONCELOS, P. F. C. Febre amarela. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical [on-line]**, v. 36, n. 2, p. 275-293, 2003.

WANG, W.; XU, Y.; GAO, R. *et al.* Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. **JAMA**, v. 323, n. 18, p. 1843-1844, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV)**. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i?healthtopics=6c901476-3ce0-4fe6-8ce2-0789df2d26d7> 2019. Acesso em: 10 fev. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Who-convened global study of origins of SARS-CoV-2: China Part**. 31 mar. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/who-convened-global-study-of-origins-of-sars-cov-2-china-part>. Acesso em: 10 fev. 2024.

## CAPÍTULO 3

# POLÍTICAS AMBIENTAIS: um convite para a reflexão sobre saúde e qualidade de vida da população

*Ana Luiza Cardoso Campello*

*João Carlos de Brito*

*Romildo de Pinho Campello*

*Tatiana Ribeiro de Campos Mello*

*Raquel Barbosa Cintra*

*Mariana Gabriel*

---

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

**H**istoricamente, os seres humanos utilizam de recursos naturais para produção de itens necessários à sua sobrevivência e, especialmente após a revolução industrial, essa produção passou a ser cada vez mais crescente, até chegarmos à sociedade de consumo capitalista que conhecemos atualmente. Com o aumento da atividade industrial e de produção às custas de recursos naturais, observamos consequências como o comprometimento da qualidade do ar, da água e do solo devido à frequente emissão de gases poluentes na atmosfera e exploração do meio ambiente. Diante deste cenário, foi objetivo do presente capítulo discutir sobre políticas ambientais, qualidade de vida e a saúde da população.

A preocupação com o meio ambiente, com a qualidade de vida e com a saúde das pessoas como conhecemos hoje, contemplando suas dimensões políticas, econômicas, culturais, ecológicas e biomédicas e não mais por um viés estritamente biológico sanitarista, é recente. No entanto, já no século XX existiam pesquisas sobre os degradadores ambientais associados à produção industrial e ao crescimento populacional (Filho *et al.*, 2021).

Quando pensamos em grandes estradas para ligar pontos trazendo desenvolvimento para tal região, qual é o impacto ambiental que causará? Atualmente, estados e municípios incentivam empresas a se instalarem em troca de incentivos fiscais, pois geram empregos, aumentam a economia da cidade, geram habitação e impostos, entretanto os impactos ambientais

podem trazer prejuízos a saúde e qualidade de vida dos moradores, como por exemplo, pela produção de resíduos pelas indústrias, utilização de água, entre outros.

Nesse contexto, é fundamental compreendermos os desdobramentos dessas ações na saúde e na qualidade de vida da população. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saúde é o equilíbrio entre o bem-estar físico, mental e social e qualidade de vida é a percepção do indivíduo sobre a sua posição na vida, no contexto da cultura e dos sistemas de valores nos quais ele vive, e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações. Ainda sobre qualidade de vida, Minayo define como:

[...] eminentemente qualitativa: é como se fosse uma medida que juntasse, ao mesmo tempo, o sentimento de bem-estar, a visão da finitude dos meios para alcançá-lo e a disposição para, solidariamente, ampliar as possibilidades presentes e futuras. Portanto, da mesma forma que a noção de saúde, qualidade de vida, dentro do enfoque ecossistêmico, é como um guarda-chuva onde estão ao abrigo nossos desejos de felicidade; nossos parâmetros de direitos humanos; nosso empenho em ampliar as fronteiras dos direitos sociais e das condições de ser saudável e de promover a saúde (Minayo, 2002, p. 174).

Embora alguns autores, como Segre (1997) e Pereira (2021), julguem esses conceitos como utópicos eles orientam as discussões e análises sobre a temática, inclusive para estruturarmos sistemas de saúde que contemplem essa complexidade. No cenário brasileiro, o Sistema Único de Saúde (SUS), é responsável por uma série de ações e órgãos que, nas esferas municipais, estaduais e federal, articulam diferentes saberes para melhorar a qualidade de vida das pessoas e das comunidades, estabelecendo ações de promoção, prevenção, tratamento e reabilitação considerando todos os aspectos relacionados a saúde. Além disso alguns quadros teóricos conceituais nos ajudam a estabelecer essa relação, como por exemplo, o modelo de Dahlgren e Whitehead (CNDSS, 2008), que busca explicar como diferentes fatores influenciam na saúde dos indivíduos, apontando que esses fatores estão organizados em diferentes camadas, sendo a proximal o estilo de vida dos indivíduos, a intermediária as redes sociais e comunitárias e a distal as condições socioeconômicas, culturais e ambientais gerais.

**Figura 1 – Determinantes sociais de saúde: modelo de Dahlgren e Whitehead**

Em uma busca das evidências científicas disponíveis na literatura, usando a base de dados do Pubmed, com as palavras-chave *environmental policies and health* (políticas ambientais e saúde) é possível analisar diferentes revisões sistemáticas sobre a temática (Tabela 1).

**Tabela 1 – Revisões sistemáticas analisadas**

Autores	Ano	Título	Pontos importantes levantados
Pineo <i>et al</i>	2020	Use of Urban Health Indicator Tools by Built Environment Policy- and Decision-Makers: a Systematic Review and Narrative Synthesis	Aponta a necessidade de ações intersetoriais; ações com participação da comunidade foram mais efetivas; para que políticas públicas sejam implantadas, deve-se considerar aspectos técnicos, organizacionais, políticos, conhecimento e contexto.
Salgado <i>et al</i>	2016	Environmental determinants of population health in urban settings. A systematic review	Polição atmosférica prejudica fauna, flora e a saúde do ser humano. Além de doenças respiratórias, pode causar baixo peso ao nascer, incidência e mortalidade por câncer, partos prematuros e anemia falciforme.
Husk <i>et al</i>	2016	Participation in environmental enhancement and conservation activities for health and well-being in adults: a review of quantitative and qualitative evidence	Há pouca evidência quantitativa de impactos positivos ou negativos em participantes de atividades de aprimoramento ambiental e conservação para saúde e bem-estar. As evidências qualitativas apontam que há uma melhora, mas os métodos utilizados podem ser tendenciosos. É necessário ter métodos e estruturas bem definidos para coletar evidências.
Britton <i>et al</i>	2018	Blue care: a systematic review of blue space interventions for health and wellbeing	Saúde mental, especialmente bem-estar psicossocial, pode ser melhorado com investimentos em espaços azuis.

continua...

continuação

Autores	Ano	Título	Pontos importantes levantados
Wolf <i>et al</i>	2020	Urban Trees and Human Health: A Scoping Review	Mesmo estudos com propósitos e métodos distintos chegam na mesma conclusão de que árvores no espaço urbano melhora a saúde. Isso indica que é necessário planejar e gerenciar florestas urbanas.
Haby <i>et al</i>	2016	Energy interventions that facilitate sustainable development and impact health: an overview of systematic reviews	Inclusão de energia elétrica impactam diretamente a qualidade de vida de famílias em países em desenvolvimento já que possuem uma iluminação adequada, podem ter fogões elétricos e não precisam utilizar alternativas que trazem riscos como o uso de carvão.
Tham <i>et al</i>	2020	Indoor temperature and health: a global systematic review	Altas temperaturas em ambientes internos estão ligadas à problemas respiratórios, dificuldades no gerenciamento de sintomas de diabetes, esquizofrenia e demência. Indica-se que ambientes de saúde mantenham uma temperatura de 26°C.
Mesa-Frias <i>et al</i>	2013	Uncertainty in environmental health impact assessment: Quantitative methods and perspectives	Em estudos de avaliação de impacto de saúde ambiental, também é necessário considerar métodos que avaliem a incerteza.

\* A busca encontrou 691 artigos, após aplicado os critérios de elegibilidade 8 estudos foram analisados.

Isto posto, é evidenciada a relação entre o meio ambiente na qual a população está inserida e sua condição de saúde, sendo essa premissa necessária para que a população possa exercer sua cidadania e humanidade, reivindicando seus direitos e políticas públicas, compreendendo que a qualidade ambiental é um dos importantes condicionantes de saúde, e a qualidade ambiental está diretamente vinculada às condições de vida digna e qualidade de vida, incluindo acesso à moradia adequada, bem-estar físico, emocional e social (Filho *et al.*, 2021).

Considerando a amplitude e complexidade desse tema, faz-se necessário traçar paralelos, formular e implementar políticas públicas intersetoriais e de caráter transversal, que dialoguem com as reais necessidades dos indivíduos em seus diferentes contextos sociais e econômicos, favorecendo estratégias de colaboração e compartilhamento que de fato impacte positivamente no modo de viver da população.

## Boas práticas das políticas públicas em cidades brasileiras

Discutir políticas públicas se torna concreto quando nos deparamos com exemplos de boas práticas já implantadas. No portal brasileiro sobre a Rio+20, há exemplos de boas práticas

por todo o país apresentadas de acordo com os Objetivos do Milênio das Nações Unidas, sendo eles: erradicar a extrema pobreza e a fome; prover educação básica de qualidade para todos; promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres; reduzir a mortalidade infantil; melhorar a saúde das gestantes; combater o HIV/Aids, a malária e outras doenças; garantir a sustentabilidade ambiental e; estabelecer parcerias para o desenvolvimento (Brasil, 2021). No entanto, seguir essa agenda não é uma tarefa fácil, um dos grandes desafios para os países desenvolvidos, sobretudo para países em desenvolvimento como o nosso, é buscar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico com sustentabilidade e responsabilidade.

Nesta seção, iremos discutir algumas políticas públicas que relacionam os aspectos do Meio Ambiente, Saúde e Qualidade de Vida em três cidades brasileiras: Curitiba, Mogi das Cruzes e Paranaguá. Esses exemplos objetivam estimular as diferentes cidades a formular e implementar essas boas práticas de acordo com seu contexto local.

Antes de apresentarmos algumas ações dessas cidades, trazemos um breve panorama socioeconômico para compreendermos o contexto de aplicação.

Curitiba e Paranaguá são cidades do estado do Paraná, localizado na região sul do Brasil, sendo a primeira a capital do estado e a segunda uma cidade litorânea. Mogi das Cruzes pertence à região metropolitana de São Paulo. Organizamos na tabela abaixo os principais dados socioeconômicos das cidades aqui apresentadas.

**Tabela 2 – Panorama socioeconômico das cidades**

	Curitiba	Mogi das Cruzes	Paranaguá
Área [2020]	434,892 km <sup>2</sup>	712,541 km <sup>2</sup>	826,431 km <sup>2</sup>
PIB <i>per capita</i> [2018]	R\$ 45.458,29	R\$ 34.908,31	R\$ 63.606,54
IDHM [2010]	0,823	0,783	0,750
População Estimada [2021]	1.963.726 pessoas	455.587 pessoas	157.378 pessoas
População Ocupada [2019]	54,1%	25,90%	28,0%
Mortalidade Infantil [2019]	6,5 óbitos por mil nascidos vivos	10,99 óbitos por mil nascidos vivos	8,61 óbitos por mil nascidos vivos
Esgotamento sanitário adequado [2010]	96,3%	85,50%	81%
Escolarização(6 a 14 anos) [2010]	97,6%	97,70%	98%

Fonte: Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

A partir deste panorama, é possível considerarmos o contexto local das políticas públicas aqui apresentadas, além de permitir a comparação em relação à cidade onde se deseja implementar alguma ação similar.

Um dos critérios para se avaliar a qualidade de vida de um indivíduo é sua relação com o meio ambiente. Ao falarmos de Meio Ambiente é comum pensarmos em definições clássicas como a preservação da natureza e dos animais silvestres. Contudo, é de extrema importância destacar que o meio ambiente vai além disso. Meio ambiente nada mais é que o local onde vivemos, que engloba fauna e flora, assim como os aspectos da vida urbana, ou seja, tudo aquilo que nos rodeia.

Os aspectos naturais fazem parte da qualidade de vida, sendo um dos fatores avaliados pela Organização Mundial da Saúde. Isso é perceptível em algumas políticas públicas que buscam a sua preservação. Podemos citar, por exemplo, a determinação da APA da Serra do Itapeti no município de Mogi das Cruzes em São Paulo e a criação do Refúgio da Vida Silvestre em Curitiba, Paraná.

Por meio do Decreto nº 63.871/2018, o governador do Estado de São Paulo Márcio França criou a Área de Proteção Ambiental Serra do Itapeti, com uma área de 5.138,94 hectares compartilhando os espaços dos municípios de Mogi das Cruzes, Guararema e Suzano. A definição dessa APA vem de um longo trabalho realizado tanto pela Prefeitura de Mogi das Cruzes como pela sociedade civil. Essa cidade é conhecida pela Serra do Itapeti e o rio Tietê. Diversos grupos ambientais da cidade procuram preservar o meio-ambiente. A efetivação dessa área como APA permite um aumento de repasse financeiro por meio do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), também conhecido como ICMS ecológico. Além disso, permite um reforço do patrulhamento pela Polícia Ambiente, preservando assim esse ecossistema.

Embasada na Lei Federal nº 9985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a prefeitura de Curitiba em parceria com as cidades vizinhas Fazenda Rio Grande e Araucária criou o Refúgio de Vida Silvestre “Reserva do Bugio” em 2015, contando com mais de 8 milhões de metros quadrados. Considerando os princípios da sustentabilidade,

essa reserva combina áreas públicas com o uso da propriedade por proprietários de algumas áreas particulares. Além disso, a Reserva do Bugio tem como objetivo preservar a fauna (com 112 espécies de aves e 20 espécies de mamíferos), flora (pelas matas ciliares, várzeas e Mata de Araucária) e reserva d'água devido os rios Barigui e Iguaçu, formando um corredor de biodiversidade.

Esses espaços buscam preservar a natureza local, sendo também um espaço de educação ambiental. É de extrema importância que a educação esteja em conjunto com as pautas que contribuem para a qualidade de vida. Isso fica visível em iniciativas como a Escola da SEMMA, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, em Paranaguá no Paraná. Neste espaço, as crianças entram em contato com a natureza e aprendem mais sobre como preservá-la.

Demonstrando como a colaboração entre secretarias colabora para boas práticas, em 2017 as secretarias municipais de Educação e Meio Ambiente de Paranaguá se uniram criando o projeto “Escola na Semma”. Às terças-feiras, uma escola municipal da cidade vai até a sede da Secretaria de Meio Ambiente e nas quartas-feiras a Equipe da Semma vai até a escola. Durante essas visitas, os estudantes passam por diversas atividades de educação ambiental que despertam a curiosidade e permitem que as crianças reproduzam o que aprenderam em casa. A equipe lança mão de diversas propostas como palestras, visita guiada ao horto, trabalhos manuais e atividades recreativas. É interessante percebermos que com esse tipo de ação diversos valores e conceitos relacionados à preservação ambiental são despertados nas crianças.

A educação está presente até em outras políticas públicas como fator secundário e que contribui para o sucesso da implantação dessas ações. Em Mogi das Cruzes, o projeto Recicla Mogi levou os níveis de reciclagem na cidade a um nível próximo de cidades denominadas como desenvolvidas. A educação junto com a população é fator determinante para o sucesso dessa ação, uma vez que o cidadão entende a importância da reciclagem, assim como o funcionamento do programa.

Em 2013, técnicos da Prefeitura de Mogi das Cruzes visitaram a cidade de Toyama no Japão, estabelecendo uma parceria entre cidades-irmãs e conhecendo um pouco mais sobre o processo de reciclagem da região. Com esses novos conhecimentos,

a cidade implantou diversas medidas relacionadas ao lixo como o Recicla Mogi. Nesse programa, os moradores separam o lixo úmido (material orgânico) e seco (material reciclado) em sacos de diferentes cores, sendo de fácil visualização tanto para os agentes de coleta como para os trabalhadores da Usina de Triagem que realizam a separação do material reciclável. Com essa iniciativa, a cidade recicla 600 toneladas de lixo por mês ainda em 2017, o que equivale a 6% do total de 10 mil toneladas produzidas pela cidade. Fazendo uma comparação, antes da implantação do projeto a taxa de reciclagem era de apenas 0,5%. Importante destacar que o sucesso dos resultados é devido a um trabalho planejado, estruturado, aplicado de forma gradativa e envolvendo diversos setores da sociedade. Sem a participação da população com divulgação e educação não seria possível alcançar esse sucesso. Além disso, a coleta seletiva de Mogi das Cruzes ainda conta com o programa do Ecoponto (pontos focais na cidade em que a população pode descartar materiais recicláveis, óleo de cozinha e alguns móveis) e o Cata-Tranqueira (recolhimento de inservíveis nos bairros com frequência mensal).

O lixo também é um fator para a qualidade de vida. Em Paranaguá, a iniciativa Praças de Bolso iniciada em 2017 busca revitalizar espaços que eram conhecidos como descarte de lixo em praças para a população utilizando materiais recicláveis. Em 2018, sete praças desse projeto já haviam sido entregues para a população parnanguara com o objetivo de entregar até 20 praças até 2020. Com essa iniciativa, o descarte ilegal é desencorajado, além de aproveitar os materiais reciclados para outros fins. Outra consequência dessa ação é a valorização dos bairros em que as praças foram implantadas, melhorando também a qualidade de vida dos moradores que agora contam com mais uma área de lazer, aumentando a sensação de pertencimento. Os custos do projeto são de responsabilidade da própria prefeitura que utiliza como mão de obra os próprios servidores.

A reciclagem, por sinal, é uma ação com diversas práticas positivas. Além das políticas já citadas, podemos comentar também sobre a Estação Sustentabilidade e o Credenciamento de Cooperativas de Catadores em Curitiba.

As Estações Sustentabilidade funcionam de modo parecido com o Recicla Mogi, já mencionado anteriormente. Neste projeto, há cinco modelos de Estações de Sustentabilidade conforme o perfil da região e os tipos de reciclados que serão recebidos. A população é convidada a levar materiais recicláveis e inservíveis a este local. Além disso, também é feita uma ação de conscientização e educação ambiental. A própria sede do projeto inspira a reciclagem: as instalações são feitas em um container marítimo reutilizado. A iniciativa do projeto é da prefeitura, mas a administração fica sob a responsabilidade da Associação de Catadores, gerando renda e empregos. É de extrema importância que o lixo passe a ser considerado como um potencial fator econômico. Segundo o prefeito de Curitiba, Gustavo Fruet, em entrevista, em 2014 a gestão do lixo custava R\$ 180 milhões para a municipalidade, entretanto, somente R\$ 80 milhões era proveniente do imposto sob lixo. Se considerarmos que é possível reciclar e comercializar pelo menos 1% desse montante, já estamos falando de uma economia de quase R\$ 2 milhões aos cofres públicos. Retomando o caráter da geração de emprego, uma boa prática da prefeitura de Curitiba foi o credenciamento de catadores, cooperativas e associações. Esse credenciamento cria um banco de dados que permite que a prefeitura consiga planejar e distribuir as demandas da reciclagem de lixo, tanto no projeto das Estações de Sustentabilidade como nos caminhões de coleta seletiva. A prefeitura se compromete a destinar o mínimo de 10 toneladas semanais de recicláveis. É interessante percebermos que o papel do “catador” deve ser considerado como um verdadeiro “agente ambiental”. O manejo dos resíduos orgânicos e reciclados contribui para a qualidade de vida da população nos três aspectos que discutimos neste capítulo: na saúde prevenindo a presença de animais peçonhentos e na proliferação de doenças; no meio ambiente ao reciclar materiais e prevenir que áreas sejam poluídas; e na qualidade de vida ao melhorar os diversos aspectos assim como gerar empregos.

Considerando a organização do mundo atual, é imprescindível que as políticas públicas considerem o aspecto da geração de emprego, auxiliando na economia e por consequência na qualidade de vida dos envolvidos. Percebe-se que nas diferentes

idades, o meio ambiente e o lixo são questões fundamentais, que exigem as mais diversas políticas públicas abordando os aspectos da educação, do meio ambiente, da saúde (ao pensarmos na questão sanitária) e também na geração de empregos. Assim, como qualquer política pública, a garantia é uma ação interdisciplinar que envolve diversos aspectos do cotidiano. Importante destacar que essas boas práticas apresentadas objetivaram ilustrar algumas possíveis ações, mas é necessário avaliar o impacto que de fato elas produzem em relação ao meio ambiente, qualidade de vida e saúde da população.

## REFERÊNCIAS

BRITTON, E.; KINDERMANN, G.; DOMEGAN, C.; CARLIN, C. Blue care: a systematic review of blue space interventions for health and wellbeing. **Health Promotion International**, v. 1, p. 50-69, 2020.

CNDSS – COMISSÃO NACIONAL SOBRE DETERMINANTES SOCIAIS DA SAÚDE. **As causas sociais das iniquidades em saúde no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008.

HABY, M. M.; CHAPMAN, E.; CLARK, R.; GALVÃO, L. A. Energy interventions that facilitate sustainable development and impact health: an overview of systematic reviews. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 39, n. 4, p. 200-207, abr. 2016.

HUSK, K.; LOVELL, R.; COOPER, C.; STAHL-TIMMINS, W.; GARSIDE, R. Participation in environmental enhancement and conservation activities for health and well-being in adults: a review of quantitative and qualitative evidence. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 21, p. 201-202, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2021.

MACHADO FILHO, M. M.; ÁVILA, M. C. N.; CUNHA, F. I. J.; PESSANO, E. F. C. A relação meio ambiente e saúde através das concepções de estudantes e professores(as) dos anos finais do Ensino Fundamental. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021.

MESA-FRIAS, M.; CHALABI, Z.; VANNI, T.; FOSS, A. M. Uncertainty in environmental health impact assessment: quantitative methods and perspectives. **International Journal Environmental Health Research**, v. 23, n. 1, p. 16-30, 2013.

MINAYO, M. C. S. Enfoque Ecológico de Saúde e Qualidade de Vida. In: MINAYO, M. C. S.; MIRANDA, A. C. **Saúde e**

**ambiente sustentável:** estreitando nós. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002. p. 173-189.

PEREIRA, E. F.; TEIXEIRA, C. S.; SANTOS, A. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, n. 2, p. 241-50, 2012.

PINEO, H.; GLONTI, K.; RUTTER, H.; ZIMMERMANN, N.; WIKL-KINSON, P.; DAVIES, M. Correction to: Use of Urban Health Indicator Tools by Built Environment Policy and Decision-Makers: a Systematic Review and Narrative Synthesis. **Journal of Urban Health**, v. 97, n. 3, p. 436-437, 2020.

Rio+20. **O futuro que queremos**. Disponível em: [http://www.rio20.gov.br/sobre\\_a\\_rio\\_mais\\_20.html](http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html). Acesso em: 10 out. 2021.

SALGADO, M.; MSDUREIRA, J.; MENDES, A. S.; TORRES, A.; TEIXEIRA, J. P.; OLIVEIRA, M. D. Environmental determinants of population health in urban settings. A systematic review. **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 853-859, 2020.

SEGRE, M. O conceito de saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, p. 538-542, 1997.

THAM, S.; THOMPSON, R.; LANDEG, O.; MURRAY, K. A.; WAITE, T. Indoor temperature and health: a global systematic review. **Public Health**, v. 1, p. 179-189, 2020.

WOLF, K. L.; LAM, S. T.; MCKEEN, J. K.; RICHARDSON, G. R. A.; VAN DEN BOSCH, M.; BARDEKJIAN, A. C. Urban trees and human health: a scoping review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, p. 4371-4379, 2020.

# CAPÍTULO 4

## SERVIÇOS DE SAÚDE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: uma reflexão necessária

*Andrea Bottoni*  
*André Luiz Campos Requena*  
*Daiane de Lima da Silva*  
*Érica Cristina dos Santos Bessa*  
*Jaqueline Costa Reis*  
*Jonathan Bello Gouet*  
*Katiúscia Abrahão*  
*Márcia Cristina Peronti Sasso Brandão*  
*Ricardo de Moraes Bastos*  
*Rosângela Soares dos Santos*  
*Sandy Sena Oliveira Raymundo*  
*Sunamita Domingos Neves Precioso*

---

### **Introdução**

As agendas ambientais internacionais destacam que o maior desafio dos serviços de saúde é promover sistemas de saúde ambientalmente sustentáveis, incluindo a integração da saúde ambiental na formulação de políticas e práticas de saúde pública, e fortalecer a capacidade dos sistemas de saúde para lidar com os impactos das mudanças climáticas e os riscos ambientais emergentes (ONU, 2015; Opas, 2021). Entende-se por serviços de saúde “qualquer edificação destinada à prestação de assistência à saúde da população, e todas as ações de promoção, recuperação, assistência, pesquisa e ensino em saúde em qualquer nível de complexidade” (Brasil, 2005).

Nesta perspectiva, os serviços de saúde podem contribuir significativamente para a realização dessas agendas, visto que o desenvolvimento sustentável é embasado em três dimensões: econômica, social e ambiental, que interagem com a proposição dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Agenda 2030, sendo que o ODS 3 preconiza “assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades”.

**Figura 1 – Dezesete objetivos sustentáveis elaborados na cúpula das nações em 2015 (ONU, 2023)**



Concomitantemente, a Agenda para as Américas sobre saúde, meio ambiente e mudança climática 2021-nº 2030, para atingir o ODS 3, estabeleceu três eixos estratégicos interconectados, que visam:

- Melhorar o desempenho dos programas e instituições de saúde pública ambientalmente resilientes e sustentáveis;
- Melhorar o desempenho dos programas e instituições de saúde pública ambiental; promoção de sistemas de saúde ambientalmente resilientes e sustentáveis;
- Promover cidades e comunidades ambientalmente saudáveis e resilientes.

Assim, para alcançar este objetivo, cabe aos serviços de saúde integrar a sustentabilidade na prestação de serviços, para minimizar o impacto ambiental negativo, mas também promover uma abordagem holística à saúde, que reconhece a interconexão entre o bem-estar humano e o ambiente, enquanto continuam a fornecer cuidados de qualidade e seguros à população (ONU, 2015).

## **Marcos regulatórios e os objetivos de desenvolvimento sustentável**

O Art. 6º, §1º da Lei nº 8080, descreve que compete à Vigilância Sanitária um “conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde” (Brasil, 1988, 1990).

Os marcos regulatórios de vigilância sanitária são conjuntos de leis, regulamentos e políticas que estabelecem os padrões e procedimentos para garantir a segurança, qualidade e eficácia de produtos, para proteger a saúde e segurança dos consumidores e para garantir a integridade dos sistemas de saúde, conforme descrito na Constituição Federal, Art. 200” Ao Sistema Único de Saúde (SUS) compete, além de outras atribuições, nos termos da lei: I – controlar e fiscalizar procedimentos, produtos e substâncias de interesse para a saúde e participar da produção de medicamentos, equipamentos, imunobiológicos, hemoderivados e outros insumos; II – executar as ações de vigilância sanitária e epidemiológica, bem como as de saúde do trabalhador” (Brasil, 1988). As normas sanitárias desempenham um papel crucial na realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável até 2030, abordando desafios multidimensionais, econômicos, sociais e ambientais que incluem saúde, bem-estar e sustentabilidade (Onu, 2015).

O acesso e o fornecimento de água potável e saneamento básico são fundamentais para a saúde e o bem-estar da população correlacionado ao ODS 3. Até 2030, o Brasil pretende atingir o ODS 6, que propõe o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível a todos, mas também melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente.

Neste contexto, a norma sanitária interligada ao ODS 6, é a relacionada ao controle de qualidade de água potável. A Portaria GM/MS nº 888/2021 e RDC 11/2011, estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano no país. De acordo com seu Artigo 5º, “água para consumo humano, é definida como água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal” (Brasil, 2021). A diversidade de acesso ao saneamento básico e água tratada varia nas diversas regiões do país e está intimamente relacionada à pobreza (ODS 1). Para reverter tal condição, faz-se necessário a inclusão de medidas como a adoção de tecnologias mais eficientes em termos de água e de energia, a implementação de práticas de gestão de resíduos sólidos e líquidos, a redução do uso de produtos químicos nocivos, o fomento a iniciativas de reuso da água e ampliação da rede de esgoto. Além disso, promover a conscientização entre profissionais de saúde e sociedade sobre a importância da sustentabilidade e do uso responsável de recursos naturais renováveis.

A saúde do trabalhador é contemplada no ODS 8, que pretende promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos. A Portaria nº 3214/78 e suas normas regulamentadoras (NR) reduziram o grau de descumprimento da legislação trabalhista, no que diz respeito ao registro, às condições de trabalho, às normas de saúde e segurança no trabalho, com ênfase nos trabalhadores em situação de vulnerabilidade.

Aos serviços de saúde, cabe à gestão adequada de resíduos sólidos e líquidos, redução da emissão de resíduos gerados. Sendo assim, as normas também promovem a sustentabilidade ambiental (ODS 12 e 13), reduzindo a poluição e protegendo ecossistemas vitais, assegurando o manejo ambientalmente saudável, segundo os marcos internacionais acordados, reduzindo a liberação destes para o ar, água e solo, reduzindo os seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Destaca-se a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 222/2018 que regulamenta as boas práticas de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil, visando minimizar os riscos à saúde humana e animal, minimizando o impacto no uso de recursos naturais renováveis. Esta norma não se aplica às fontes radioativas seladas, tendo em vista que, as mesmas são

regulamentadas por normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e às indústrias de cosméticos, saneantes, produtos para saúde, medicamentos e outros produtos sob vigilância sanitária que devem ter licenciamento ambiental e se basear nele para as questões de gerenciamento de resíduos.

A RDC nº 406/2020 dispõe sobre as Boas Práticas de Farmacovigilância para Detentores de Registro de Medicamento de uso humano em conjunto com a Instrução Normativa – IN nº 63, de 22 de julho de 2020 que dispõe sobre o Relatório Periódico de Avaliação Benefício-Risco (RPBR) a ser submetido à Anvisa por Detentores de Registro de Medicamento de uso humano em consonância com outras normas já existentes, assegurando a rastreabilidade dos processos de aquisição de insumos, produção, comercialização, distribuição e administração, principalmente dos medicamentos potencialmente perigosos como: soluções eletrolíticas e parenterais de grande volume (RDC 45/2003), insulina, quimioterápicos, anticoagulantes, antimicrobianos e psicoativos (Portaria nº 344/1998) também desempenham um papel crucial, para que o consumo dos medicamentos e outros produtos de interesse à saúde sejam seguros para uso humano conforme descrito na RDC nº 36/2013 e minimizando impactos adversos no meio ambiente.

A tecnovigilância e o acesso às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) que visam promover e preservar a saúde e segurança dos trabalhadores, otimizar os estoques e a logística de distribuição, otimizando custos. Dessa forma, as normas sanitárias não apenas protegem a saúde pública, mas também contribuem para um desenvolvimento sustentável que promove a prosperidade econômica, social e ambiental.

## **Riscos ocupacionais: saúde do trabalhador**

A área da Saúde do Trabalhador no Brasil é resultado de muitos estudos realizados no âmbito da Saúde Coletiva, com cerne na Medicina Social e Medicina do Trabalho. O avanço da Medicina Preventiva e Saúde Pública ampliaram a forma de interpretação do processo saúde-doença e sua associação no âmbito do trabalho (Gomes *et al.*, 2018).

Com o início dos anos 1970 e durante a década de 1980, o Brasil passa pelo Movimento da Reforma Sanitária, propondo

uma nova concepção de Saúde Pública para a sociedade brasileira, a qual inclui a Saúde do Trabalhador como campo de práticas institucionais no SUS (Chagas *et al.*, 2011). A avaliação das cargas de doenças causadas por diferentes fatores de risco é um importante indicador para a saúde pública, para avaliar mortes prematuras e doenças. Medidas como proporção de doenças, número de mortes, incidência ou prevalência de doenças fornece aos tomadores de decisão dados, que facilitam a priorização de estratégias para redução de riscos ambientais e ocupacionais (Rushton, 2017).

Várias foram as mudanças que ocorreram ao longo da década de 1990 e nos primeiros anos do século XXI. O Ministério da Previdência Social (MPS) propôs o Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário (NTEP), legalmente instituído em 2006 e implementado em 2007, e o Fator Acidentário de Prevenção (FAP), implementado em 2010. Na Saúde foi criada, em 2002, a Rede Nacional de Saúde do Trabalhador (RENAST) e, em 2005, foi apresentada nova versão da Política Nacional de Saúde dos Trabalhadores (PNST). Nesse período, duas propostas de Políticas Nacionais de Segurança e Saúde do Trabalhador (PNSST) foram apresentadas, uma em 2004 e a seguinte em 2010. Nesse processo, foram ampliadas e redefinidas as atribuições específicas dos Ministérios da Previdência Social, da Saúde (MS) e do Trabalho e Emprego (MTE) (Rushton, 2017). De acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), ocorrem aproximadamente 2,3 milhões de mortes por ano em decorrência de acidentes de trabalho, e 860 mil indivíduos, por dia, sofrem algum tipo de ferimento decorrente da execução de seu trabalho (Pinto, 2017).

O Brasil é o quarto colocado no *ranking* mundial quando se trata de acidentes e adoecimentos decorrentes do trabalho, o que se constitui um importante problema de saúde pública, com altas taxas de morbimortalidade. Essa informação torna-se alarmante, visto que a maioria de tais acidentes são preveníveis. Acidente de trabalho é, portanto, toda injúria sofrida por um colaborador no exercício de seu trabalho, a serviço da empresa, que provoque lesão corporal ou perturbação funcional, de caráter temporário ou permanente (Batista *et al.*, 2015).

As Doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são responsáveis por cerca de 41 milhões de mortes no mundo todo, sendo

estas, doenças incapacitantes. Em 2016, no âmbito da Previdência Social (PS) brasileira, as doenças responsáveis pelo maior número de absenteísmo no trabalho foram as doenças osteomusculares, que somam cerca de 407 mil auxílios-doença, seguidas de doenças no aparelho digestivo (279 mil), doenças mentais (185 mil), neoplasias (165 mil) e doenças do aparelho circulatório (159 mil). Há evidências de associação entre essas doenças e fatores de risco ocupacionais (Assunção; França, 2020).

Existem algumas lacunas e desafios no conhecimento sobre a saúde dos trabalhadores brasileiros, dentre elas, estão as dificuldades de estimar os riscos em função das múltiplas exposições nos diferentes ambientes laborais, assim como o sub registro relacionado à atual configuração do mercado de trabalho. Por esta e outras razões, a real dimensão dos riscos ocupacionais ainda não está suficientemente dimensionada e caracterizada (Assunção; França, 2020). A saúde do trabalhador se configura como uma área de práticas e de conhecimentos multiprofissionais, interdisciplinares (técnicos, políticos, humanos) e institucionais, centrados em avaliar e intervir nas relações de trabalho que podem provocar doenças ou agravos. Os marcos principais são a Saúde Coletiva, portanto, a promoção, prevenção e vigilância (Gomes *et al.*, 2018).

Nos últimos anos, a Previdência Social vem desempenhando um papel fundamental no que se refere ao armazenamento e geração de dados sobre saúde e segurança do trabalho em nosso país. Nesse sentido, a lei estabelece a obrigatoriedade de as empresas informarem todo e qualquer tipo de acidente de trabalho ocorridos, preenchendo a Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), de forma a reunir para a Previdência as informações necessárias para gerar estatísticas e conceder benefícios (Pinto, 2017). Para prevenção de tais possíveis injúrias, é obrigatório o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI). EPI consiste em qualquer produto utilizado como ferramenta de trabalho, de uso individual ou coletivo, destinados à proteção do trabalhador com o objetivo de minimizar riscos que ameacem a segurança e a saúde do trabalhador. O uso de EPIs consiste em uma exigência da legislação trabalhista brasileira através de suas Normas Regulamentadoras (NR-6), contida na Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho. O não cumprimento de uma NR pode acarretar aos infratores ações de cunho cível e

penal, além de multas (Batista *et al.*, 2024). Pesquisas apontam para a baixa utilização destes equipamentos por parte dos trabalhadores, aos quais se constituem importantes barreiras de proteção e podem reduzir a gravidade dos acidentes. No entanto, a escassez de pesquisas relacionadas à investigação de fatores associados ao não uso do EPI pelos diversos segmentos ocupacionais expostos é preocupante, sendo necessários maiores esforços para a identificação da correta utilização destes equipamentos pelo trabalhador brasileiro (Bertelli *et al.*, 2023).

## **Gerenciamento de resíduos: estratégias eficientes para um futuro sustentável**

No contexto atual, o gerenciamento de resíduos emerge como uma das principais preocupações para garantir a sustentabilidade ambiental e o bem-estar humano. Com o aumento da população e do consumo, a geração de resíduos tem crescido exponencialmente, desafiando governos, empresas e comunidades a desenvolverem estratégias eficazes para lidar com esse problema complexo. Neste capítulo, exploraremos as abordagens atuais e futuras para o gerenciamento de resíduos, destacando práticas inovadoras e sustentáveis.

### **• Desafios do gerenciamento de resíduos**

O gerenciamento de resíduos enfrenta uma série de desafios, incluindo a diversidade de tipos de resíduos, a contaminação ambiental, a escassez de recursos e a necessidade de reduzir os impactos negativos à saúde humana. Além disso, a gestão inadequada de resíduos pode resultar em poluição do ar, água e solo, contribuindo para problemas ambientais como as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade.

### **• Estratégias convencionais de gerenciamento de resíduos**

As estratégias convencionais de gerenciamento de resíduos incluem a coleta, transporte e disposição final em aterros sanitários. Embora essas práticas sejam amplamente adotadas, apresentam limitações significativas, como a geração de gases de efeito estufa e a contaminação do solo e da água. Além disso,

os aterros sanitários têm capacidade limitada e podem se tornar fontes de poluição se não forem adequadamente monitorados e controlados.

### • **Abordagens Inovadoras para o Gerenciamento de Resíduos**

Diante dos desafios apresentados pelas práticas convencionais, surgiram abordagens inovadoras para o gerenciamento de resíduos, incluindo a redução na fonte, a reutilização, a reciclagem e a valorização energética. A redução na fonte envolve a minimização da quantidade de resíduos gerados por meio de práticas como a produção mais limpa e o design de produtos ecoeficientes. A reutilização promove o prolongamento da vida útil dos produtos, enquanto a reciclagem transforma resíduos em novos materiais, reduzindo a demanda por recursos naturais. Além disso, a valorização energética converte resíduos em energia por meio de processos como a incineração e a digestão anaeróbia, contribuindo para a geração de energia renovável e a redução de emissões de gases de efeito estufa.

### • **Desafios e oportunidades futuras**

Apesar dos avanços nas estratégias de gerenciamento de resíduos, ainda enfrentamos desafios significativos para alcançar uma gestão sustentável e eficiente. A implementação de políticas e regulamentações adequadas, juntamente com o engajamento da sociedade civil e do setor privado, é essencial para promover a redução, reutilização e reciclagem de resíduos em todas as etapas da cadeia de valor. Além disso, a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras são fundamentais para superar barreiras técnicas e econômicas associadas ao gerenciamento de resíduos.

### **Consumos de recursos naturais e emissão de poluentes**

Um dos maiores perigos à saúde no século XXI é a mudança climática (WHO, 2023). Existe um impacto ambiental significativo das atividades que envolvem o setor da saúde (Galvão *et al.*, 2023). As alterações climáticas se transformaram em um motor crítico da morbidade e mortalidade globais. O Banco

Mundial estima que as alterações climáticas poderão exacerbar as desigualdades existentes, colocando mais de 100 milhões de pessoas de novo na pobreza extrema até 2030 (Francis *et al.*, 2019). Embora, muitos países não tenham feito uma avaliação exaustiva das contribuições entre os setores da saúde para as alterações climáticas vigentes, a National Health Service (NHS) estima que o setor da saúde representa 39% de todas as emissões de gases com efeito estufa do setor público na Inglaterra.<sup>19</sup> Nos Estados Unidos da América (EUA), os cuidados de saúde contribuem com 9% das emissões globais de gases com efeito estufa (Chung; Meltzer, 2009).

A realidade de sustentabilidade em que um hospital se encontra precisa ser conhecida. Podem ser utilizados indicadores que possibilitam aos gestores ter uma visão multidimensional entre o estado atual de sustentabilidade dos hospitais e seu nível de excelência (Rocha *et al.*, 2020). Sobre a otimização de recursos (água e energia) nos hospitais, os estudos apontam indicadores relacionados ao consumo de energia elétrica, consumo de água e consumo de energia solar (Pisters *et al.*, 2017). Referente ao consumo de água, o setor de hemodiálise oferece um desafio quanto à sustentabilidade (Moura-Neto *et al.*, 2019). Considerando o uso da água na lavagem das mãos no centro cirúrgico, a instalação de um sistema de fluxo intermitente acionado por um pedal pode reduzir o desperdício em até 14 litros de água por lavagem das mãos (Sanabria *et al.*, 2020). Dentre as alternativas de economia de energia, está a utilização da energia solar fotovoltaica alimentada pelo sol, que é fonte abundante com uma incidência inesgotável na superfície terrestre (McGain *et al.*, 2014).

O monitoramento e a mitigação do impacto de atividades como efluentes, resíduos e emissões nos hospitais, apresentam indicadores relacionados à quantificação antes e depois das intervenções, eficácia de tratamentos de resíduos infecciosos, sólidos e farmacêuticos, identificação de emissão de carbono em cirurgias (Malik *et al.*, 2018).

Os resíduos sólidos, quando manipulados de maneira inadequada em qualquer etapa dos processos de manejo, podem causar impactos e poluir a água, o solo e o ar, alterando fatores ambientais químicos, físicos e microbiológicos (Mathias, 2021). Em 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos

(PNRS), cujo objetivo é preservar a saúde pública e a quantidade ambiental, no sentido de não geração, redução, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos de serviços de saúde (RSS).

No ambiente hospitalar ações ambientalmente sustentáveis no processo de medicação, desde o recebimento da prescrição da farmácia até o descarte de resíduos pelos profissionais de enfermagem, foram analisadas e foi observada a redução de 74,8% dos resíduos químicos, infectantes e perfurocortantes após intervenções educativas e de rotina (Furukawa *et al.*, 2016).

O lançamento de resíduos farmacêuticos em efluentes é apontado como preocupação hospitalar. O centro cirúrgico e a Unidade de Terapia Intensiva (UTI) são locais que produzem uma grande quantidade de lixo infectante. Infelizmente, nem todo lixo hospitalar consegue ser reciclado, devido ao seu potencial de infecção. Um estudo realizado em uma UTI demonstrou que, de 28% do lixo que poderia ser reciclado naquele local, apenas 14% foram efetivamente reciclados, devido à infecção cruzada de materiais no descarte, por isso a importância de educação continuada para os trabalhadores desses serviços (Kubicki *et al.*, 2015).

Os bioaerossóis podem ser removidos eficazmente pelos sistemas condicionados de ar, aquecimento e ventilação (HVAC). Além disso, o uso de filtros de ar de partículas com alta eficiência (HEPA) pode ser uma opção eficaz em áreas pouco ventiladas e que requerem proteção adicional (Dai *et al.*, 2021). Cada vez mais, as organizações de saúde de todas as dimensões implementam estratégias para minimizar os efeitos nocivos ao ambiente, como o Sistema de Saúde de Gundersen e uma Organização na Região de Estocolmo (Francis *et al.*, 2019).

Sobre os sistemas implantados por organizações para minimizar os efeitos nocivos ao meio ambiente, podemos citar:

- Sistema de Saúde de Gundersen: estabeleceu a meta de se tornar o primeiro sistema de saúde nos EUA a ser aquecido, resfriado e alimentado por energia renovável local. Nos anos seguintes, coinvestiu em uma variedade de projetos comunitários de energia limpa. Os parceiros regionais investiram em dois locais eólicos, incluindo uma grande empresa de construção privada

e uma cooperativa agrícola biológica. Gundersen diminuiu as suas emissões de partículas e gases com efeito estufa em mais de 90%, poupou dinheiro e impulsionou a economia local (Thompson; Allen, 2015).

- Região de Estocolmo: trabalha para reduzir as emissões de substâncias ativas provenientes da produção de produtos farmacêuticos, exigindo que os seus fornecedores implementem procedimentos para monitorizar e controlar descargas e emissões nocivas. Além disso, o conselho incorporou dados sobre o efeito ambiental dos produtos farmacêuticos no desenvolvimento de um formulário de medicamentos conhecido como *The Wise List*, que teve o benefício adicional de reduzir os custos de saúde (Eriksen *et al.*, 2017).

O debate sobre o benefício potencial das intervenções de prevenção de infeções versus o seu impacto climático não deve ser evitado, especialmente nos casos em que as evidências para recomendações sejam escassas.

## **Indicadores de sustentabilidade em acreditação**

Uma das grandes preocupações em relação à assistência à saúde, é a questão da segurança do paciente. Muitas medidas e protocolos foram criados para normatizar processos e rotinas, com a finalidade de minimizar os riscos de um evento adverso em procedimentos relacionados à prática médica. A qualidade da assistência tem sido o foco, uma vez que o usuário do sistema de saúde, seja público ou privado, merece toda a atenção, respeito e tratamento de excelência.

A Constituição Federal do Brasil (Brasil, 1988), criou o Sistema Único de Saúde e, neste contexto, foram criadas a Organização Nacional de Acreditação – ONA, em 1998; a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, em 1999 e a Agência Nacional de Saúde – ANS, em 2000 – todas com a finalidade de impulsionar metodologias e processos que pudessem monitorar a produção, a comercialização, o armazenamento, o transporte e a produção dos serviços de assistência à saúde, mantendo o foco na segurança e na qualidade das ações, além de buscar e mitigar os riscos inerentes à estas atividades.

Existem diversas instituições que fazem acreditação no Brasil, entre elas a ONA (ONA, 2024a), que é uma instituição privada brasileira, sem fins lucrativos, que tem como foco avaliar a qualidade da prestação dos serviços a uma determinada população, em um determinado momento. Ela atesta a competência técnica de uma determinada empresa em produzir e/ou prestar um determinado serviço. Este processo também indica possíveis fragilidades, permitindo que as instituições busquem um aprimoramento nas suas ações. Neste momento, nasce o conceito de Organizações Prestadoras de Serviços de Saúde – OPSS.

A ONA estabeleceu um modelo por meio do qual as instituições serão submetidas e avaliadas. Uma vez instituídos os processos, as instituições devem se candidatar e se inscrever. Seguidamente, devem realizar uma autoavaliação prévia à avaliação externa e, em sendo comprovada sua competência, fundamentada em inúmeras métricas preestabelecidas, recebem o parecer final. Este processo é voluntário, valendo ressaltar que, uma vez certificada, a instituição passa a gozar de alto conceito referente à qualidade dos serviços prestados.

Para serem avaliadas e acreditadas, as instituições devem se atentar a uma metodologia a ser seguida. Este processo consiste primeiramente em organizar uma equipe interna mínima que será responsável, desde o seu início até o seu encerramento; deve definir um responsável pela condução dos trabalhos; deve capacitar todos os colaboradores, no que diz respeito à própria realização e desenvolvimento dos processos que estão sendo avaliados, de forma que todos estejam completamente engajados e envolvidos em suas atividades; devem escolher uma entidade que será responsável pelo credenciamento/acreditação e, por fim, devem alinhar as estratégias a serem seguidas durante o processo de acreditação (ONA, 2024b).

As instituições, ao serem acreditadas, serão enquadradas em um determinado Nível de Acreditação. Receberão um “Selo de Qualificação”. A classificação em diferentes níveis, permite que as mesmas elaborem novos projetos de acreditação, promovendo melhorias, em busca de elevação a um nível superior ao que se encontram. Esses níveis são “Acreditado”, “Acreditado Pleno” e “Acreditado com Excelência”.

O conceito de “Sustentabilidade” se fundamenta em três grandes pilares: social, ambiental e econômico. Entendemos

como finalidade da sustentabilidade, a capacidade de sobrevivência do nosso planeta, permitindo seu desenvolvimento. Muitos fatores ambientais são de grande relevância: o solo, a água, o ar, a natureza, os financiamentos para realização de projetos rurais e o desenvolvimento de culturas socialmente significativas.

Os três grandes pilares da sustentabilidade foram explicados como: “Socialmente Equitativo”, quando promove igualdade de direitos e oportunidades para todos, “Ambientalmente Responsável”, quando as sociedades conseguem prosperar em conjunto com a natureza e “Economicamente Eficaz”, quando os investimentos são inteligentes e capazes de gerar valor para todo o sistema (Costa, 2021).

Entendemos por indicadores de sustentabilidade as métricas, parâmetros ou critérios quantitativos e qualitativos, através dos quais podemos obter informações mensuráveis e objetivas, a fim de realizar comparações e avaliar seu impacto ambiental. Muitos são os indicadores e todos estão relacionados à atividade desenvolvida pelas instituições. Criados os mecanismos de controle e avaliação de processos produtivos e/ou assistenciais, os impactos ambientais serão mitigados, reduzindo as consequências socioambientais e promovendo qualidade de vida, com menores agravantes para a saúde da população.

## **Ferramentas de tecnologia em saúde**

O setor de saúde do Brasil tem passado por uma transformação significativa, graças à adoção de tecnologias avançadas em saúde, como prontuários eletrônicos, telemedicina, big data, dispositivos vestíveis entre outras. Essas inovações visam não apenas revolucionar a forma como os cuidados de saúde são oferecidos, tornando-os mais acessíveis, eficientes e personalizados, mas também promover uma abordagem de saúde mais holística e centrada no paciente, que integra tratamentos convencionais e complementares para melhorar o bem-estar geral.

## **A integração da tecnologia no setor de saúde e suas ferramentas**

Tem sido um vetor de mudanças significativas, remodelando a forma como os serviços de saúde são entregues e acessados. Essa transformação é marcada pela adoção de

diversas ferramentas tecnológicas, cujos impactos vão além da mera automação de processos, chegando a transformar o paradigma de cuidados de saúde, tornando-os mais eficientes, acessíveis e personalizados.

## **Prontuários Eletrônicos e o uso consciente de papel**

O prontuário eletrônico do paciente (PEP) representa um avanço tecnológico crucial na área da saúde, alterando significativamente o método de gestão e acesso às informações médicas dos pacientes. Em contraste com o prontuário tradicional em papel, o PEP oferece um repositório digital que compila de forma abrangente os dados de saúde de uma pessoa. Isso engloba seu histórico clínico, diagnósticos, prescrições medicamentosas, estratégias terapêuticas, vacinações, alergias, e resultados de análises clínicas, entre outros aspectos.

A principal vantagem do recurso eletrônico é a capacidade de compartilhamento de dados, facilitando o acesso eficiente e protegido por parte dos profissionais de saúde às informações cruciais, o que apoia a tomada de decisões clínicas mais precisas e a coordenação dos cuidados. O mecanismo de integração nos sistemas de informação de saúde simplifica os desafios e facilita a utilização do compartilhamento de dados (Zhao *et al.*, 2008).

A migração para espaços de trabalho livres de papel, ou “paperless”, tem sido um tema recorrente e de crescente importância em vários campos, especialmente na saúde, em paralelo à adoção do PEP. Esse movimento em direção à minimização ou eliminação do uso de papel nas instituições de saúde transcende a preocupação com a sustentabilidade ambiental, abrangendo melhorias na eficiência operacional e na proteção dos dados.

A transformação digital no setor de saúde acelera a comunicação entre os profissionais envolvidos no cuidado aos pacientes, facilita a coordenação dos tratamentos e possibilita um monitoramento mais detalhado do progresso. A adoção de sistemas digitais integrados oferece uma visão completa da condição clínica do paciente, apoiando em evidências científicas e propiciando decisões mais precisas e fundamentadas. Os registros médicos digitalizados podem ser implementados sem impacto operacional prejudicial, mas processos operacionais claros e consistentes são cruciais para a sua fiabilidade e usabilidade (Scott *et al.*, 2016).

## Telemedicina

A telemedicina emerge como uma das mais significativas inovações tecnológicas no setor de saúde, oferecendo uma solução prática e eficaz para realizar cuidados médicos à distância. Utiliza-se das TICs para prestar serviços clínicos a pacientes que se encontram em localidades distintas dos profissionais de saúde. Tal metodologia viabiliza consultas, diagnósticos e o acompanhamento de tratamentos sem que médicos e pacientes precisem estar fisicamente presentes no mesmo local. A importância da telemedicina se torna particularmente evidente em contextos onde o acesso aos serviços de saúde é restrito, como em regiões rurais ou afastadas, bem como em circunstâncias que demandam isolamento social, a exemplo do que foi vivenciado durante a pandemia de covid-19. As ferramentas e tecnologias de tele saúde, quando bem usadas, podem trazer melhorias ao atendimento, diminuir os custos e fornecer formação aos prestadores de cuidados de saúde (Ackerman *et al.*, 2010).

## Dispositivos Vestíveis

Os dispositivos vestíveis estão inaugurando um novo capítulo da medicina onde a tecnologia e os cuidados de saúde se unem, alavancando o bem-estar e a prevenção de doenças de forma contínua e sob medida. Tais dispositivos, que englobam desde *smartwatches* e pulseiras *fitness* até variados tipos de sensores, realizam o monitoramento em tempo real de variáveis de saúde do usuário, registrando desde a frequência cardíaca e padrões de sono até níveis de atividade física e indicadores mais específicos, como a glicemia. Os dispositivos vestíveis podem contribuir com um estilo de vida saudável, mas os usuários são mais motivados pela produção de dados do que pelo desejo de serem saudáveis, com a sensibilidade performática atuando como um dispositivo comunicacional retórico (Lemos; Bitencourt, 2018).

## Big Data

A crescente atenção voltada para o uso de *Big Data* na saúde é estimulada pela sua capacidade de revolucionar o sistema de

saúde público e privado. O processamento e análise de extensos conjuntos de dados têm o potencial de aprimorar a alocação de recursos, a administração hospitalar, o acompanhamento de epidemias e a formulação de políticas de saúde mais assertivas. As tecnologias de *Big Data* podem analisar grandes volumes e dados complexos da prestação de cuidados de saúde e dos estilos de vida dos cidadãos, apoiando novos resultados de investigação biomédica (Ackerman *et al.*, 2010).

## **Educação sustentável: uma semente para o futuro**

O direito a um meio ambiente equilibrado está previsto no artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a defesa e a preservação do ecossistema para uma vida sadia, hoje e no futuro, é um dever do Poder Público e da sociedade. De acordo com a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 a Educação Ambiental (EA), instituída pela Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) é um componente essencial no processo educativo, com articulação em caráter formal e não formal. Em se tratando da EA na escola, instituições públicas e privadas têm a incumbência de abordar a prática educativa, de forma contínua, na educação básica composta pela educação infantil, ensinos fundamental e médio e na educação superior, educação especial, educação profissional e educação de jovens e adultos.

Com foco na educação, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) formaram o Órgão Gestor da Política Nacional de Educação Ambiental (OG). De acordo com MEC (2007), a educação ambiental tem um compromisso com mudanças de valores, comportamentos, sentimentos e atitudes e cabe a ela, contribuir na formação de uma sociedade sustentável.

A comunidade escolar, formada por professores, estudantes, funcionários, direção, pais e amigos precisa se sentir pertencente, e responsável por sua preservação. Com base no propósito de formação e pertencimento, as propostas curriculares que abordam o tema meio ambiente nas etapas da educação básica estão em Brasil (2022). As propostas constam no documento norteador do ensino em âmbito nacional, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) com a implementação dos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs).

Considerando que em cada fase há que se desenvolver competências e habilidades para o desenvolvimento cognitivo e socialização, observamos na educação infantil, momento em que a criança se separa da família e se depara com um modelo de socialização estruturada, quando é incitada a atuar de forma ativa na resolução de problemas relacionando-o ao meio ambiente. Já maior, no ensino fundamental, o estudante deve participar de momentos de consolidação e ampliação do que foi visto anteriormente, para desenvolver a autonomia referente à relação do sujeito com ele mesmo, com a natureza, história, tecnologia e ambiente. No Ensino Médio, o discente deve ser o protagonista, agindo no planejamento de atividades básicas que levem a criar, desenvolver e adotar estratégias sustentáveis (Cano *et al.*, 2017).

A informação sobre o que acontece no Brasil e no mundo precisa chegar à população, ao mesmo tempo em que a sociedade deve entender que enquanto participe do processo, sofre com as ações que causam impactos ambientais, ao mesmo tempo que enquanto personagem principal, podem atuar na recuperação, preservação e proteção do meio ambiente. Os esforços para um mundo sustentável estão acontecendo e a população não pode estar aquém deste movimento. O Decreto nº 11.367 de 1º de janeiro de 2023, instituiu a Comissão Intermunicipal Permanente de Prevenção e Controle do Desmatamento que estabelece o Plano de Ação para a Preservação e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), que tem como meta zerar o desmatamento até 2030 e a sociedade precisa ter sua parcela em mais esta ação.

É importante reconhecer a relevância dos tratamentos médicos na preservação da saúde da população, estimular a reflexão/ação para melhoria na qualidade de vida, além de considerar os riscos aos profissionais, à comunidade e ao meio ambiente, causados pelo descarte inadequado de resíduos dos serviços de saúde. É sabido que nos serviços de saúde são desenvolvidos programas de orientação e treinamento para o uso e descarte correto de material, além de buscar sensibilizar e promover uma cultura de responsabilidade ambiental, a absorção do aprendizado só é garantida quando ela é incorporada no seu fazer diário, para isso ela deve ser internalizada a ponto de se tornar parte do seu cotidiano. Partindo desta

premissa, as crianças e os jovens, durante sua formação básica escolar, poderiam ser mais estimulados a refletir sobre os problemas decorrentes do descarte de resíduos no meio ambiente. A inclusão da educação ambiental em documentos, como as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e na BNCC, mostra a importância que a conscientização ambiental ocupa na formação das futuras gerações.

As DCN indicam a importância do desenvolvimento da consciência ambiental nos estudantes, que passam a perceber a necessidade de preservar o meio ambiente e agir de forma a permitir o desenvolvimento sustentável, enfrentando os desafios ambientais com responsabilidade e consciência crítica. A BNCC, discutida em audiências públicas no Conselho Nacional de Educação (CNE), a partir de 2017, vem com a intenção de padronizar e normatizar o conhecimento desenvolvido nas unidades escolares, pensando no que deve ser comum a todos em sua formação básica, indica a importância de se promover a compreensão dos estudantes da necessidade de se agir para a conservação ambiental, buscando um desenvolvimento sustentável e que permita a manutenção de uma qualidade de vida, lançando mão de ações educativas que estimulem a reflexão crítica e a adoção de práticas sistemáticas. A intenção é promover ações que levem os estudantes, desde a mais tenra idade, a refletirem sobre sua responsabilidade na conservação do ambiente, inculcando neles hábitos que se corretamente mobilizados em um processo intencional de aprendizagem, serão incorporados em seu fazer e os levará naturalmente a evitar maus hábitos e descarte de resíduos (Silva; Loureiro, 2020).

A Constituição Federal, promulgada em 1988, estabelece no artigo 225 que “Todos têm direito ao meio ambiente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1988). Assim, estimular nos estudantes a consciência ambiental, levando-os a refletir sobre sua própria prática e comportamentos em relação ao meio ambiente, bem como conduzi-los ao engajamento em ações concretas de preservação ambiental, coadunam com esta proposta.

## Considerações finais

Buscamos contextualizar à luz dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) os problemas atuais dos serviços de saúde na construção de um sistema resiliente que permita ações integradas de vigilância sanitária, atenção à saúde e mudanças climáticas. Tem-se muito que avançar para o uso eficiente dos recursos, adoção de políticas e práticas de desenvolvimento sustentável que minimizem o impacto ambiental, a promoção do acesso equitativo em saúde, assegurando de forma síncrona a qualidade e a segurança dos serviços de saúde à sociedade e ao trabalhador.

O gerenciamento de resíduos é um desafio complexo que exige uma abordagem integrada e multidisciplinar. Ao adotar estratégias inovadoras e sustentáveis, podemos não apenas minimizar os impactos negativos dos resíduos no meio ambiente e na saúde humana, mas também transformar esses desafios em oportunidades para promover um futuro mais limpo, saudável e sustentável para as gerações presentes e futuras.

Uma das grandes preocupações, quando falamos em assistência à saúde, é a questão da segurança do paciente. Muitas medidas e protocolos foram criados para normatizar processos e rotinas, com a finalidade de minimizar os riscos de um evento adverso em procedimentos relacionados à prática médica (ONA, 2024a, b).

Uma forma concreta dos serviços de saúde avançarem em direção à sustentabilidade, mantendo ou melhorando ao mesmo tempo a segurança dos pacientes, é criar e facilitar a formação de “Equipes Verdes”, compostas por membros com diferentes experiências, dessa forma possibilitaria trabalhar com uma equipe multidisciplinar desde o início permitindo contribuições de diversas perspectivas.

A transformação digital em curso no setor de saúde do Brasil é um passo revolucionário em direção a um futuro onde os cuidados médicos não só superam as barreiras físicas e econômicas, mas também se alinham com uma visão de saúde integral e personalizada. As tecnologias emergentes, abrangendo desde prontuários eletrônicos até dispositivos vestíveis, estão redefinindo os paradigmas de cuidado, evidenciando o compromisso com uma medicina mais eficaz, acessível e adaptada às necessidades únicas de cada paciente.

Podemos entender que os conceitos básicos são desenvolvidos ao longo da vida escolar dos educandos, o que deveria promover o aumento da conscientização e por consequência, a tomada de decisão e de ações com o objetivo de viabilizar cada vez mais atitudes sustentáveis em todos os campos de atuação. Afinal, o respeito ao ambiente e à coletividade são conceitos e valores que na vida adulta deveriam fazer parte do cotidiano e se desenvolver com o aprimoramento de técnicas cada vez mais atuais, reprodutíveis e assertivas.

Essa conscientização, cada vez mais urgente e necessária, precisa estar pautada em conhecimentos éticos, políticos, científicos e culturais e, portanto, precisam ser discutidos em todos os níveis da educação formal e não formal, assumindo, desta forma, a noção de letramento científico para desenvolver a capacidade de compreender, interpretar e atuar no mundo atual causando transformações baseadas em evidências científicas que caracterizem o pleno exercício da cidadania.

## REFERÊNCIAS

ACKERMAN, M. J.; FILART, R.; BURGESS, L. P.; LEE, I.; POROPATICH, R. K. Developing next-generation telehealth tools and technologies: patients, systems, and data perspectives. **Telemedicine Journal and E-health**, v. 16, n. 1, p. 93-95, 2010.

ALVES, T. C. **Manual de equipamento de proteção individual**. 2013. Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1148444?locale=pt\\_BR](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1148444?locale=pt_BR)

ASSUNÇÃO, A. Á.; FRANÇA, E. B. Years of life lost by CNCND attributed to occupational hazards in Brazil: GBD 2016 study. **Revista de Saúde Pública**, v. 16, n. 54, p. 28, 2020.

BATISTA, J.; RODRIGUES, S. C.; LORDANI, T. V. A.; ANDOLHE, R. Caracterização de vítimas de acidentes laborais atendidas em unidade de pronto atendimento da região sul/Brasil. **Revista de Enfermagem da UFSM**, p. 540-551, 2015.

BERTELLI, C.; MARTINS, B. R.; REUTER, C. P.; KRUG, S. B. F. Acidentes com material biológico: fatores associados ao não uso de equipamentos de proteção individual no Sul do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 3, p. 789-801, 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, 1988.

BRASIL. Lei nº 8.080/90, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1990.

BRASIL. Ministério da Educação. Caderno Meio Ambiente. **Educação ambiental: educação para o consumo**. Curadoria Maria Luciana da Silva Nóbrega. Brasília, DF: Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação, 2022. Livro eletrônico.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021**. Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria nº 485, de 11 de novembro de 2005**. Brasília, v. 142, n. 219, p. 80-94, 2005.

CANO, I.; TENYI, A.; VELA, E.; MIRALLES, F.; ROCA, J. Perspectives on Big Data applications of health information. **Current Opinion in Systems Biology**, v. 3, p. 36-42, 2017.

CHAGAS, A. M. de R.; SALIM, C. A.; SERVO, L. M. S. **Saúde e segurança no trabalho no Brasil**: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores. 2011. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-992041>

CHUNG, J. W.; MELTZER, D. O. Estimate of the carbon footprint of the US Health Care Sector. **The Journal of the American Medical Association**, v. 302, n. 18, 2009.

COSTA M. P. Quais são os 3 Pilares da Sustentabilidade. **Bee-Circular**, 2021. Disponível em: <https://www.beecircular.org/post/pilares-da-sustentabilidade>

DAI, R.; LIU, S.; LI, Q.; WU, H.; WU, L.; J. I. C. A systematic review and meta-analysis of indoor bioaerosols in hospitals: The influence of heating, ventilation, and air conditioning. **PLOS ONE**, v. 16, n. 12:e0259996, 2021.

ERIKSEN, J.; GUSTAFSSON, L. L.; ATEVA, K.; BASTHOLM-RAHMNER, P. *et al.* High adherence to the “Wise List” treatment recommendations in Stockholm: a 15-year retrospective review of a multifaceted approach promoting rational use of medicines. **BMJ Open**, v. 7, n. 4, p. e014345-5, 2017.

FRANCIS, D.; COHEN, G.; BHATT, J.; BRASK, C.; DEVNANI, M.; SURGENOR, G. How healthcare can help heal communities and the planet. **The BMJ**, v. 17, n. 12398, 2019.

FURUKAWA, P. de O.; CUNHA, I. C. K. O.; PEDREIRA, M. da L. G. Avaliação de ações ecologicamente sustentáveis no processo de medicação. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 69, p. 23-29, 2016.

GALVÃO, D. M.; CEZAR-VAZ, M. R.; XAVIER, D. M.; PENHA, J. G. M.; LOURENÇÃO, L. G. Indicadores de sustentabilidade hospitalar e redução de impactos socioambientais: uma revisão de escopo. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 57:e20220364, 2023.

GOMEZ, C. M.; VASCONCELLOS, L. C. F.; DE MACHADO, J. M. H. Saúde do trabalhador: aspectos históricos, avanços e desafios no Sistema Único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 6, p. 1963-70, 2018.

KUBICKI, M. A.; MCGAIN, F.; O'SHEA, C. J.; BATES, S. Auditing an intensive care unit recycling program. **Critical Care and Resuscitation**, v. 17, n. 2, p. 135-140, 2015.

LE MOS, A.; BITENCOURT, E. "Move and Be Healthy!": performative sensibility and body experiences mediated by wearable devices in Brazil. **The Internet and Health in Brazil**, v. 25, p. 415-434, 2018.

MALIK, A.; LENZEN, M.; MCALISTER, S.; MCGAIN, F. The carbon footprint of Australian health care. **The Lancet Planetary Health**, v. 2, n. 1:e27-35, 2018.

MATHIAS, R. V. Management of solid waste from health services according to the National Solid Waste Policy: a study conducted in the South of the Brazil. **Gestão & Produção**, v. 28, n. 4, 2021.

MCGAIN, F.; ALGIE, C. M.; O'TOOLE, J.; LIM, T. F.; MOHEBBI, M.; STORY, D. A.; LEDER, K. The microbiological and sustainability effects of washing anaesthesia breathing circuits less frequently. **Anaesthesia**, v. 69, p. 337-42, 2014.

MOURA-NETO, J. A.; BARRACLOUGH, K.; AGAR, J. W. M. A call-to-action for sustainability in dialysis in Brazil. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 41, n. 4, p. 560-563, 2019.

ONA. **Acreditação e Selo de Qualificação ONA**: metodologias e etapas. Fundação Vanzolini, 15 abr. 2024. Internet. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/noticias/acreditacao-e-selo-ona-metodologias-e-etapas/>

ONA. **No princípio**. 2024a. Internet. Disponível em: <https://www.ona.org.br/20anos/no-principio/>

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. As Nações Unidas no Brasil [Internet]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015**. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Nova Iorque: ONU, 2015. Internet. Disponível em: <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>. Acesso em: 8 mar. 2024.

OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Agenda para as Américas sobre Saúde, Meio Ambiente e Mudança Climática 2021-2030**. Internet. Washington (DC): OPAS; 2021. Disponível em: [https://iris.paho.org/handle/10665.2/45796https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55385/OPAS-CDECE210004\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/handle/10665.2/45796https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55385/OPAS-CDECE210004_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 8 mar. 2024.

PINTO, J. M. Tendência na incidência de acidentes e doenças de trabalho no Brasil: aplicação do filtro Hodrick- Prescott. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 19, n. 42:e10, 2017.

PISTERS, P.; BIEN, B.; DANKNER, S.; RUBINSTEIN, E.; SHERIFF, F. Supporting hospital renewal through strategic environmental sustainability programs. **Healthcare Management Forum**, v. 30, n. 2, p. 79-83, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0840470416674481>. PubMed PMID: 28929882

ROCHA, S. P.; BEZERRA, A. F.; COSTA, V. S.; FACCIOLI, G. G.; SANTOS, S. L. Indicadores para avaliação multidimensional da sustentabilidade do setor hospitalar que presta serviços públicos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 5, n. 1, p. 17-30, 2020.

RUSHTON, L. The Global burden of occupational disease. **Current Environmental Health Reports**, v. 21, n. 4, p. 340-348, 2017.

SANABRIA, A.; KOWALSKI, L. P.; NIXON, I. J.; SHAHA, A.; DE BREE, R. MĂKITIE, A. A.; RINALDO, A.; FERLITO, A. Considerations for environmentally sustainable head and neck surgical oncology practice. **American Journal of Otolaryngology**, v. 41, n. 6:102719, 2020. DOI: 10.1016/j.amjoto. 2020.102719

SCOTT, P. J.; CURLEY, P. J.; WILLIAMS, P. B.; LINEHAN, I. P.; SHAHA, S. H. Measuring the operational impact of digitized hospital records: a mixed methods study. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 10, n. 1, 2016.

SILVA, S. do N.; LOUREIRO, C. F. B. As vozes de professores-pesquisadores do campo da educação ambiental sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação Infantil ao Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, v. 26, n. e20004.

THOMPSON, J.; ALLEN, M. Going green in healthcare. With its energy-saving initiatives, Gundersen Health System has become energy independent. **HealthExec**, v. 30, n. 62, p. 64-65, 2015.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Climate Change**. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>

ZHAO, C.; DUAN, H.; XUDONG, L. An integration approach of healthcare information system. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMEDICAL ENGINEERING AND INFORMATICS*, 2008. **Anais [...]**. [S. l.], 2008.

## CAPÍTULO 5

# POLÍTICAS ANTIGORDOFOBIA: conexões entre interseccionalidade e saúde única no combate ao preconceito

*Agnes de Sousa Arruda*

---

### **Introdução**

O entendimento de que a gordofobia é um preconceito de consequências nocivas, algumas delas irreversíveis, ainda que tardiamente, tem se estabelecido. Reconhecer a existência e os malefícios sociais causados às pessoas gordas por simplesmente existirem inclui o entendimento também de ela pode levar a quadros de exclusão social, estigmatização, preconceito no ambiente de trabalho, exposição a relações abusivas, bem como à dificuldade de acesso a serviços de saúde adequados e até mesmo violência física e psicológica. Não raro a gordofobia também leva à morte. Seja por agravamento de condições de saúde que pessoas gordas sofrem a partir da violência que enfrentam ao buscar qualquer tipo de tratamento, o que se vê em casos de gordofobia médica, seja pela consequência de transtornos alimentares, como a anorexia e a bulimia, seja pelo suicídio.

Esses fatos estão narrados em uma série de histórias em primeira pessoa que reuni durante quase uma década dedicada aos estudos da gordofobia em suas intersecções de raça, classe e gênero a partir de representações midiáticas do preconceito e de como ele aparece e se desenvolve nos processos de comunicação (Arruda, 2020; 2022). Desse modo, entendendo a gordofobia como um preconceito institucionalizado, tamanha sua capilaridade, penetração e influência na vida das pessoas, busca-se por alternativas antigordofobia que deem conta de dirimir o preconceito em sociedade. Para isso, o conceito de saúde única, que prevê uma abordagem “[...] global multisetorial, transdisciplinar, transcultural, integrada e unificadora” (Ministério, 2024), pode ser uma chave para pensarmos, no campo das políticas públicas,

soluções para esse preconceito que ainda é socialmente aceito, continuamente praticado e amplamente estimulado.

Isso porque, os estudos que se dedicam à compreensão da gordofobia em sociedade identificam que o preconceito chegou aos patamares contemporâneos justamente a partir de uma combinação de fatores que incluem questões relacionadas ao Capital atrelado ao Estado e tendo como meios de instrumentalização o Patriarcado e a Mídia (Arruda, 2023). Nesse sentido, a complexidade das intersecções entre a gordofobia e uma ampla gama de questões sociais revela que as ações de reversão desse quadro, para acontecer, não passa apenas pelo trabalho das ativistas do feminismo antigordofóbico que desde os anos 1970 encabeçam as principais iniciativas de transformação no que diz respeito tanto à dignidade da pessoa gorda quanto à revelar que o grau nocivo da gordofobia tem impacto em toda a sociedade (Robinson, 2014; Arruda; Jimenez-Jimenez; Silva, 2021). Estamos exaustas.

Diante de um problema social como se revela a gordofobia, cabe também ao Estado a implementação de políticas públicas para a sua resolução. No entanto, conforme mencionado, é o próprio Estado que, ao não garantir acesso igual aos seus bens e serviços para as pessoas gordas, torna-se cúmplice, fortalecedor e disseminador do preconceito. Dessa forma, e considerando caráter ativista sempre presente na pesquisa gorda (Arruda; Jimenez-Jimenez, 2021), o que se pretende é identificar possíveis brechas que permitam hackear o sistema no sentido de conduzir o Estado a pôr em prática o processo de tomada de decisões, a alocação de recursos e a implementação de ações, conhecido como política pública (Lasswell, 1936), no combate à gordofobia. Nesse sentido, as histórias da gordofobia narradas pelas próprias pessoas gordas se tornaram uma importante ferramenta na identificação, decodificação e análise do preconceito, bem como na proposição e realização de ações antigordofobia nas mais diversas áreas. No âmbito das políticas públicas, é possível que na riqueza dessas narrativas estejam justamente espaços de intervenção do Estado na implementação de um ciclo antigordofóbico de políticas públicas antigordofóbicas.

Como qualquer problema de natureza complexa, a universalização das propostas de resolução não se constitui como um caminho a ser perseguido. Também porque interferem na

pauta da gordofobia outros elementos que apresentam o preconceito como um problema social de ordem interseccional. É a conclusão que se pode tirar a partir de Hill e Birge (2021, p. 45), que identificam os seis os pilares da interseccionalidade como sendo “[...] a desigualdade social, as relações de poder interseccionais, o contexto social, a relacionalidade, a justiça social e a complexidade”, todos eles associados à violência gordofóbica nos anteriormente trabalhos citados. De acordo com as autoras, questões interseccionais implicam que

[...] em determinada sociedade, em determinado período, as relações de poder que envolvem raça, classe e gênero, por exemplo, não se manifestam como entidades distintas e mutuamente excludentes. De fato, essas categorias se sobrepõem e funcionam de maneira unificada. Além disso, apesar de geralmente invisíveis, essas relações interseccionais de poder afetam todos os aspectos do convívio social (Hill; Birge, 2021, p. 16).

No que diz respeito à gordofobia, raça, classe e gênero se sobrepõem na dinâmica do preconceito (Arruda, 2021), e a partir do recorte interseccional se identificam nas mulheres mais pobres e racializadas as principais vítimas da violência. Nesse sentido, é a partir das histórias das mulheres que ousaram escancarar suas vidas como forma de se posicionarem contra a gordofobia, que podemos entendê-la como um preconceito que tanto se manifesta quanto se fortalece a partir das estruturas que criam, mantêm e promovem as desigualdades sociais, a violência de gênero e o racismo. Com isso, apresenta-se a seguir um compilado desenvolvido a partir dos dados e dos resultados anteriores obtidos e produzidos no âmbito das investigações já conduzidas e em andamento sobre a gordofobia e suas relações que apontam desigualdades sociais, raciais e de gênero, identificando no decorrer da escrita possíveis brechas de atuação do Estado em políticas públicas antigordofóbicas.

A metodologia deste estudo envolve uma abordagem qualitativa, centrada na análise de narrativas pessoais e na revisão crítica da literatura existente sobre gordofobia e suas interseções com raça, classe e gênero. A pesquisa se baseia em dados empíricos coletados a partir de histórias narradas por pessoas gordas, bem como em trabalhos acadêmicos e artigos que abordam

a gordofobia em diversos contextos sociais, a exemplo dos já mencionados e recorrendo a outros que ainda aparecerão ao longo do texto. Entende-se que a análise qualitativa permite uma compreensão aprofundada das experiências das pessoas gordas em relação à gordofobia, destacando os desafios enfrentados, as formas de discriminação vivenciadas e as estratégias de resistência adotadas. Essa abordagem permite uma investigação detalhada das complexas interações entre gordofobia, raça, classe e gênero, fornecendo *insights* valiosos para a formulação de políticas públicas antigordofóbicas. Com a revisão crítica da literatura existente, pretende-se situar o estudo dentro do contexto teórico e conceitual atual e identificar lacunas de conhecimento que podem orientar futuras pesquisas e intervenções políticas.

Acredita-se que essa abordagem metodológica permite uma análise contextualizada e interdisciplinar do fenômeno da gordofobia, contribuindo para o avanço do conhecimento e a promoção da justiça social para pessoas gordas.

## **Desigualdade social**

A relação entre a fome causada pela desigualdade social e a gordofobia pode não ser imediatamente evidente, mas ela reside na ideia de que ser uma pessoa gorda é uma escolha individual, e que para ser magra “basta fechar a boca” (Arruda, 2022, p. 49-51). A ironia que carrega tal conceito, evidencia-se quando observamos que são as mulheres mais pobres e pretas as consideradas com seus Índices de Massa Corpórea (IMC) mais altos, indicando o que na medicina se considera como o quadro de obesidade (Ferreira; Magalhães, 2005). De acordo com o 2º Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da covid-19 no Brasil (Pessan, 2022), mais de 30 milhões de pessoas no Brasil enfrentam a escassez de alimentos, uma situação que vai além da simples sensação de fome entre as refeições. Essas pessoas não têm acesso suficiente ao necessário para colocar em seus pratos, conforme aponta o estudo conduzido pela Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional.

Um aspecto que chama à atenção nesta pesquisa, é a prevalência da insegurança alimentar entre as mulheres. Segundo

o relatório, em seis de cada dez lares chefiados por mulheres, a falta de comida é uma realidade. Esta situação é ainda mais acentuada em lares onde a mulher é a principal provedora, com a taxa de insegurança alimentar subindo de 11,2% para 19,3%. A desigualdade salarial entre os gêneros é apontada como uma das principais causas para essa disparidade. Entre as causas para que isso aconteça está o difícil acesso a uma alimentação de qualidade, que nos permite identificar que a construção social da magreza como ideal estético é, na verdade, um privilégio de classe. Isso porque pessoas de classes sociais mais baixas enfrentam dificuldades no acesso a recursos relacionados à saúde e ao bem-estar, como alimentos saudáveis, espaços para atividades físicas e serviços médicos de qualidade. Nesse sentido, a ideia de que “só é gorda quem quer” se calca na mesma lógica meritocrática que, no senso comum, leva à ideia de que só é pobre quem quer, sendo que o Brasil é o segundo pior país em mobilidade social do mundo de acordo com estudo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2018). Corrobora com o discurso meritocrático da gordofobia o fato de que tanto as causas, quanto as consequências do preconceito, são vistas como falhas individuais das pessoas gordas, e não a práticas articuladas do sistema, conforme vem sendo demonstrado em argumento neste texto.

Nesse contexto, em uma sociedade que associa a magreza ao sucesso, conforme aponta Sanches (2018), cria-se uma pressão adicional sobre as pessoas de classes sociais mais baixas para se conformarem a esses padrões estéticos a fim de buscar oportunidades econômicas e sociais. Aqueles que não se encaixam nesses padrões podem enfrentar discriminação no local de trabalho e ter acesso limitado a oportunidades de emprego e promoção, conforme revelado em áudios vazados de uma recrutadora que procurava atendentes para uma rede de farmácias (Arruda, 2021b). Sem trabalho, sem dinheiro, sem dignidade, as pessoas gordas são colocadas apartadas da sociedade capitalista, que ainda lucra com a indústria da dieta e do emagrecimento na promoção de produtos e serviços que prometem a obtenção de corpos considerados. Essa indústria explora justamente as inseguranças das pessoas em relação ao seu peso e imagem corporal, visando especialmente aqueles que não têm os recursos financeiros para acessar programas

de emagrecimento caros e ineficazes. Cabe dizer que o Brasil é um dos principais mercados mundiais de produtos de beleza e estética, com cerca de 30% do salário das mulheres destinado a esse mercado, conforme publicado pela Forbes (Weber, 2020), o que nos encaminha ao próximo tópico da discussão, a intersecção de gênero, conforme veremos a seguir.

## **Uma questão de gênero**

Não à toa, são as mulheres que encabeçam a luta antigordofóbica desde os anos 1970 (Arruda; Jimenez-Jimenez; Silva, 2021). No esforço de manter as mulheres sob controle, a vigilância e punição relacionadas aos seus corpos são uma realidade antiga. Federici (2017) analisa de maneira esclarecedora essa linha do tempo na cultura ocidental. Apesar de alguns avanços em certas áreas, essa prática persiste e até se intensifica, inclusive sendo promovida pelo feminismo liberal, que erroneamente considera a subjugação ao capital como emancipação. Essa opressão se manifesta em diversos aspectos da vida das mulheres, desde questões sexuais e reprodutivas até comportamentais, modos de vestir e padrões de beleza. Desse modo, considerando que a gordofobia é um preconceito que se dá a partir da imagem que um corpo representa em sociedade (Arruda, 2020), é possível afirmar que a camada estética, apesar de não ser é a única, é uma das mais relevantes no que diz respeito à prevalência do preconceito que, para as mulheres, torna-se ainda mais opressor.

Com o gancho do tópico anterior, lembramos que, há anos, o Brasil é o líder mundial no mercado estético e também no de cirurgias plásticas; o índice agora passa a atingir as adolescentes, segundo dados da própria Sociedade Brasileira de Cirurgias Plásticas, a SBC, tendo seu público essencialmente feminino (Borges, 2019). São também as mulheres que se sentem mais insatisfeitas com seus corpos e que sofrem de distúrbios de distorção de imagem e alimentares (Ambulim, 2021), aplicando tempo, dinheiro e energia sem limite para modificar sua aparência ao gosto da sociedade.

Unhas esmaltadas, pelos arrancados, seios siliconados, lábios preenchidos, cílios alongados, cabelos quimicamente tratados, corpos magros. Nesse conceito de feminino, há uma

performance; performance de feminilidade, estrategicamente criada e difundida como mais uma forma de controle social da mulher a partir de seu corpo; uma evolução daquilo que Federici (2017) nos coloca acerca do que pontua como “acumulação primitiva” em nossa sociedade, a partir do controle reprodutivo e da divisão sexual do trabalho desde a Idade Média. Séculos depois, nos tempos contemporâneos, a coerção continua sendo física e ideológica, que para Wolf (2020), trata-se de uma

[...] remanescente das antigas ideologias do feminino que ainda tem o poder de controlar aquelas mulheres que a onda do feminismo teria tornado relativamente incontroláveis. Ela se fortaleceu para assumir a coerção social que os mitos da maternidade, domesticidade, castidade e passividade já não conseguem impor. [...] Em consequência de suas pressões, a modelo jovem esquelética tomou o lugar da feliz dona de casa como parâmetro da feminilidade bem-sucedida” (Wolf, 2020, p. 27).

Trata-se de um padrão que descarta as mulheres em suas individualidades, que na cultura masculina não passam de beldades; beleza-sem-inteligência ou inteligência-sem-beleza, e só quem tem o poder de cancelar o que é belo é o patriarcado.

Muitas mulheres não acreditam que são lindas enquanto não conquistarem a chancela oficial de aprovação que os corpos masculinos possuem em nossa cultura simplesmente pelo fato de a Bíblia afirmar que eles são à imagem do Pai. Essa chancela precisa ser adquirida ou conquistada de uma autoridade masculina, um dublê do Deus Pai; um cirurgião, um fotógrafo ou um jurado (Wolf, 2020, p. 140).

Nesse sentido, cria-se uma necessidade constante de aperfeiçoamento do corpo feminino aos olhos dos homens em ritos de beleza nos quais “[...] as mulheres expurgam de si mesmas a nódoa de seu sexo” (Wolf, 2020, p. 140-141).

Os corpos que são representados midiaticamente são vendidos como imagens idealizadas, que são arranjadas socialmente. Essas “imagens participam, sofrem e modificam essa estrutura da qual são parte, testemunhando as mudanças dentro do próprio processo social” (Anchieta, 2019, p. 20), ou reforçando determinados processos. No foco dessa performance está a gordura

corporal, ou melhor, a incessante busca por sua total ausência; associada à alimentação, tal processo se caracteriza, em um primeiro momento, pela repressão do apetite oral feminino.

A cultura moderna reprime o apetite oral da mulher da mesma forma que a cultura vitoriana, através dos médicos, reprimia o apetite sexual feminino [...]. Quando a atividade sexual feminina perdeu seus valiosos castigos, os Ritos (da beleza) tomaram o lugar do medo, da culpa e da vergonha que as mulheres sabiam que deveriam sempre acompanhar o prazer.

[...] Todo o cenário do desejo, da tentação, da capitulação, do pavor que “apareça”, dos esforços desesperados de eliminar as “provas” do corpo e em última análise de ódio a si mesma [...] embora os homens tenham apetite e engordem, o apetite oral da mulher é a concretização social da vergonha (Wolf, 2020, p. 145).

Assim, fez-se com que a gordura da mulher seja uma preocupação da comunidade, colocando-a em um estado constante de vigilância; desse modo, sempre que há uma conformação por parte das mulheres em relação aos padrões, ao que passam a ser atingidos, a meta almejada muda e se torna mais distante; corpos cada vez menores, à beira de não existirem mais. Isso porque a “[...] cultura do consumo recebe melhor apoio de mercados compostos de clones sexuais, homens que desejam objetos e mulheres que desejam ser objetos, enquanto o objeto desejado é sempre mutante, descartável e determinado pelo mercado” (Wolf, 2020, p. 211).

Dessa forma, como maneira de controle das mulheres a partir de seu peso, “[...] a gordura é tratada como uma imundície feminina descartável; matéria virtualmente cancerosa, uma infiltração inerte ou traiçoeira de repulsivo dejetivo volumoso no corpo” (Wolf, 2020, p. 278-279). Tal comportamento reclassifica uma feminilidade perfeitamente saudável como grotesca: menstruação, masturbação, gravidez e peso, são todos elementos do feminino que passaram a ser combatidos. “A reclassificação de mulheres saudáveis e bonitas como doentes e feias está ocorrendo sem nenhum empecilho” (Wolf, 2020, p. 323). Nesse sentido, quando a fome e a inanição passam a ser vistas como sinônimo de saúde e beleza, no entanto, outros aspectos da

feminilidade, além da gordura, também desaparecem. O corpo reduz ao mínimo sua produção de estrogênio, como forma de poupar energias. A mulher deixa de ovular, de menstruar, e a beleza magra, esquelética, que a coloca em um lugar de vulnerabilidade e sedação, passa a ser celebrada, em um cenário no qual “Tudo o que for profunda e essencialmente feminino [...] está sendo reclassificado como feio; e a feiura, como doença. [...] Como pode um ‘ideal’ ser feminino se ele é definido por quanto de uma característica feminina não aparece no corpo da mulher [...]?” (Wolf, 2020, p. 335).

Desse modo, uma gama de procedimentos é direcionada especificamente ao público feminino, e a ausência desses procedimentos muitas vezes as desvaloriza, tornando-as menos dignas dos papéis de gênero atribuídos a elas. Na indústria da moda, por exemplo, as peças são produzidas em larga escala e moldadas a partir de formas padronizadas, pressupondo que os corpos devem se adequar às roupas e não o contrário. Isso evidencia a instrumentalização da mídia para nos fazer acreditar que desejamos determinados produtos e precisamos nos conformar a eles, reforçando a ideia de que apenas os corpos magros são aceitos e valorizados nas representações midiáticas. Os corpos gordos são marginalizados e excluídos desse padrão de beleza e sucesso.

Nesse contexto, a mídia desempenha um papel crucial, pois sua sobrevivência depende da comercialização de espaços publicitários. Para manter os anúncios e garantir resultados, são utilizadas estratégias persuasivas, como o “poder suave”, que molda nossos pensamentos por meio de mensagens subliminares. Esta é toda a premissa da tese transformada em livro **O peso e a mídia** (Arruda, 2021), que explora, através de narrativas pessoais, os entroncamentos entre gordofobia, gênero e meios hegemônicos de comunicação.

## **Saúde é direito, gordofobia é preconceito**

“Muitas vezes, aqueles que ainda não refletiram profundamente sobre o assunto costumam questionar: ‘Mas a obesidade não é uma doença?’ Entretanto, é importante compreender que todos, independentemente do tamanho corporal, têm o direito fundamental ao acesso à saúde, como garantido pela Constituição. No

entanto, ao categorizar o peso como uma comorbidade, também se perpetua uma série de preconceitos em relação às pessoas gordas.

Esses preconceitos incluem rotular as pessoas gordas como preguiçosas, descuidadas, sujas e carentes de força de vontade, estereótipos que, associados aos valores morais vigentes, conferem não apenas um julgamento estético, mas também ético aos corpos. Assim, o corpo magro é muitas vezes considerado bonito e correto, enquanto o corpo gordo é visto como feio e errado.

Uma vez que o corpo gordo é rotulado como errado, ele também é desqualificado. Como resultado, passa a ser alvo de vigilância e punição, como se sua mera existência fosse uma transgressão. Essa punição assume diversas formas, desde relacionamentos interpessoais até políticas públicas de Estado, que frequentemente negligenciam a diversidade corporal ao prover infraestrutura e serviços de saúde.

É relevante observar que a própria comunidade médica tem questionado a ideia de que apenas o peso determina a saúde de alguém. Em países como o Canadá, onde o sistema de saúde é reconhecido mundialmente, os protocolos relacionados à obesidade têm sido revistos, como destacado em um guia publicado no *Canadian Medical Association Journal* (Wahrton *et al.*, 2020). Isso inclui o reconhecimento do fenômeno da gordofobia médica, no qual pessoas gordas são negligenciadas ou estigmatizadas, levando-as a evitar o acesso aos serviços de saúde e, conseqüentemente, agravando suas condições de saúde, independentemente do peso.

Além disso, estudos têm mostrado que o estigma associado à obesidade pode causar mais danos à saúde mental do que as próprias condições de saúde frequentemente associadas à obesidade, como diabetes e hipertensão. A gordofobia, portanto, vai além de uma questão estética, resultando em discriminação sistemática e exclusão social das pessoas gordas. Essa discriminação pode levar ao desenvolvimento de transtornos alimentares, como bulimia, anorexia e compulsão alimentar, muitas vezes desencadeados por dietas restritivas. Além disso, também pode resultar em dependência de substâncias, distúrbios de imagem corporal e outros problemas de saúde mental. Diante desse contexto, é evidente que a gordofobia tem impactos significativos na vida das pessoas gordas, afetando sua saúde física e emocional, bem como sua integração social. É fundamental

desafiar os estereótipos e preconceitos relacionados ao peso, reconhecendo que todas as pessoas merecem respeito, dignidade e acesso igualitário aos cuidados de saúde, independentemente de sua aparência física.

Isso se manifesta, por exemplo, nos estereótipos da gordofobia (Arruda; Miklos, 2020), que nos forçam a compensações para sermos socialmente aceitos: a gorda engraçada, a gorda inteligente, a gorda sexy, a gorda saudável, e assim por diante. A despatologização das pessoas gordas quanto das pessoas trans deveria ser uma causa de todos. O discurso da medicalização atende aos interesses dos poderosos e, cedo ou tarde, afetará aqueles que agora desfrutam de privilégios. Especialmente em uma sociedade onde adoecer não é permitido, a culpa pelo adoecimento, quando se é uma pessoa gorda, recai sobre a própria pessoa, sem questionar a gordofobia.

Nesse sentido, a gordofobia pode resultar em discriminação no acesso aos serviços de saúde. Isso pode incluir relatos de pessoas gordas que envolvem tanto as barreiras no próprio atendimento médico, que inclui a falta de equipamentos adequados, estigma por parte dos profissionais de saúde e dificuldades em receber diagnósticos precisos e tratamentos eficazes, bem como a negligência na prestação de serviços, incluindo a falta de pesquisa e investimento em tratamentos específicos para pessoas gordas e a recusa em oferecer certos procedimentos médicos com base no peso do paciente, assim como o já mencionado impacto na saúde mental das pessoas gordas, incluindo problemas como baixa autoestima, ansiedade e depressão, que podem afetar sua capacidade de buscar e acessar cuidados de saúde adequados.

## **Políticas públicas antigordofobia**

Torna-se evidente que as políticas públicas de combate à gordofobia são essenciais para promover a igualdade, a inclusão e o respeito à diversidade corporal na sociedade. Elas devem abordar diversas dimensões interseccionais, considerando raça, classe e gênero, para enfrentar as desigualdades estruturais que perpetuam o preconceito contra pessoas gordas. Nesse contexto, entende-se as políticas públicas como ações ou programas desenvolvidos pelo Estado para lidar com questões específicas da

sociedade, visando alcançar determinados objetivos e promover o bem-estar social. Essas políticas são elaboradas, implementadas e avaliadas pelo governo em resposta a demandas sociais, problemas identificados ou necessidades da população (Lassell, 1936). Cabe ainda ressaltar o papel do Estado na distribuição de benefícios e custos para diferentes grupos da sociedade por meio das políticas públicas, considerando que as políticas refletem as preferências e interesses dos grupos de pressão e influenciam a distribuição de poder na sociedade (Lowi, 1964).

Uma vez que a gordofobia se apresenta a partir das interseccionalidades, uma política que se proponha a combatê-la precisa, tal qual recomenda o Ministério da Saúde no que diz respeito à saúde única, mobilizar “[...] vários setores, disciplinas e comunidades, em diferentes níveis da sociedade para trabalhar em conjunto, promover o bem-estar e enfrentar ameaças à saúde e aos ecossistemas” (Ministério, 2024). Desse modo, são pilares para o desenvolvimento dessas políticas a “[...] integração, organização, coordenação, comunicação, complementação, cooperação e colaboração multisetorial e transdisciplinar; trabalhando nos níveis local, regional, nacional e global” (Ministério, 2024). Essa abordagem combina com o visto anteriormente a respeito das interseccionalidades, que de acordo com Hill e Birge (2021) questões relacionadas à desigualdade e ao contexto social, relações de poder e justiça são fundamentais de serem consideradas ao se falar sobre minorias e dissidências.

Nesse contexto, há áreas de intersecção identificadas a partir do exposto que podem ser melhor desenvolvidas em estudos posteriores, conforme segue:

- **Educação e conscientização:** Desenvolvimento de campanhas educativas e programas de conscientização sobre gordofobia em escolas, universidades e espaços públicos. Essas iniciativas podem promover a compreensão da diversidade corporal, combater estereótipos prejudiciais e promover a aceitação e o respeito por corpos de diferentes tamanhos.
- **Legislação antidiscriminatória:** Implementação de leis e políticas que proíbam a discriminação com base no peso corporal em locais de trabalho, escolas, servi-

ços de saúde e espaços públicos. Isso inclui medidas para garantir a igualdade de oportunidades de emprego, acesso adequado a serviços de saúde e proteção contra o assédio e discriminação no ambiente social.

- **Acesso igualitário à saúde:** Promoção de políticas de saúde pública que reconheçam a diversidade de corpos e abordem a saúde de forma holística, sem focar exclusivamente no peso corporal como indicador de saúde. Isso envolve a capacitação de profissionais de saúde para lidar de forma sensível e livre de preconceitos com pacientes de todos os tamanhos, além de garantir o acesso igualitário a serviços de saúde, incluindo cuidados de saúde mental.
- **Promoção de ambientes inclusivos:** Incentivo à criação de espaços públicos e privados que sejam inclusivos e acolhedores para pessoas de todos os tamanhos. Isso inclui a implementação de políticas de acessibilidade em locais de trabalho, transporte público, instalações esportivas e espaços de lazer, além de promover a representatividade de corpos diversos na mídia, publicidade e indústria da moda.
- **Promoção da diversidade corporal:** Incentivar a representatividade de corpos diversos na mídia, publicidade, moda e entretenimento, para combater estereótipos e padrões de beleza irreais.
- **Fomento à pesquisa e desenvolvimento:** Investimento em pesquisas sobre gordofobia e suas interseções com raça, classe e gênero, a fim de embasar políticas públicas baseadas em evidências e promover a conscientização sobre os impactos do preconceito no bem-estar e na saúde das pessoas gordas.
- **Formação profissional:** Oferecer capacitação e treinamento para profissionais de saúde, educação, assistência social e outros setores para lidar de forma adequada e respeitosa com questões relacionadas à gordofobia.

Essas são apenas algumas possíveis áreas de atuação do poder público na implementação de políticas públicas antigordofobia. É essencial que essas políticas sejam desenvolvidas de forma participativa, envolvendo pessoas gordas, ativistas,

profissionais de saúde, pesquisadores e representantes da sociedade civil, para garantir que atendam efetivamente às necessidades e demandas da comunidade. Além disso, é importante monitorar e avaliar regularmente o impacto dessas políticas para garantir que contribuam para a redução da gordofobia e a promoção da igualdade de direitos para todas as pessoas, independentemente de seu tamanho corporal.

## **Considerações finais**

Diante da complexidade e da persistência da gordofobia como um problema social interseccional, é fundamental reconhecer a urgência e a necessidade de ações concretas para combater esse preconceito e promover a inclusão e o respeito à diversidade corporal. As políticas públicas antigordofobia apresentadas neste trabalho podem representar um passo importante na direção de construir uma sociedade mais justa, igualitária e livre de discriminação. É crucial que essas políticas sejam implementadas de forma abrangente e integrada, considerando as diferentes dimensões da gordofobia e suas interseções com raça, classe e gênero. Além disso, é essencial garantir a participação ativa das pessoas gordas, bem como de ativistas, pesquisadores e profissionais de diversas áreas, no processo de desenvolvimento, implementação e avaliação dessas políticas. Ao promover a conscientização, combater a discriminação, garantir o acesso igualitário à saúde, criar ambientes inclusivos e investir em pesquisa e desenvolvimento, as políticas públicas antigordofobia podem contribuir significativamente para a promoção do bem-estar, da saúde mental e da dignidade das pessoas gordas.

## REFERÊNCIAS

AMBULIM. **Programa de Transtornos Alimentares do Instituto de Psiquiatria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo**. Disponível em: <http://ambulim.org.br>

ANCHIETA, I. **Imagens da mulher no Ocidente Moderno 3: Stars de Hollywood**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2019.

ARRUDA, A. de S. Gordas merecem ganhar menos? **AzMina**, 27 out. 2021. Disponível em: <https://azmina.com.br/colunas/gordas-merecem-ganhar-menos%ef%bf%bc/>

ARRUDA, A. de S.; JIMENEZ-JIMENEZ, M. L. Pesquisa gorda: pandemia e autoenografia na gordosfera. **Mais que Amelias**, v. 1, p. 50-68, 2020. Disponível em: <https://rstmaisqueamelias.wixsite.com/maisqueamelias/2021>

ARRUDA, A. de S.; JIMENEZ-JIMENEZ, M. L.; SILVA, M. J. Feminismo gordo: epistemologias, saúde e mídia. **Caos**, v. 1, n. 28, 2022. Dossiê Fat Studies. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/caos/article/view/61954>

ARRUDA, A. de S.; MIKLOS, J. O peso e a mídia: estereótipos da gordofobia. **Libero**, v. 23, p. 111-126, 2020. Disponível em: <https://seer.casperlibero.edu.br/index.php/libero/article/view/1116>

ARRUDA, A. de S. **O peso e a mídia: as faces da gordofobia**. São Paulo: Alameda, 2020.

ARRUDA, A. de S. **Pequeno Dicionário Antigordofóbico: gorda não é palavrão**. Votorantim: Catarse, 2022.

ARRUDA, A. de S. Questão de gênero: a gordofobia é igual para homens e mulheres. **AzMina**, 27 set. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3U7raXW>

ARRUDA, A. de S. Ter o corpo padrão é um privilégio de classe. **AzMina**, 27 jun. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3VSWTgT>

BORGES, H. Brasil lidera o ranking de cirurgia plástica entre adolescentes. **Época**, 2019. Disponível em: <https://globo.bo/2NFttSY>

COLLINS, P. H.; BIRGE, S. **Interseccionalidade**. São Paulo: Boitempo, 2021.

FEDERICI, S. **Calibã e a bruxa**: mulheres, corpo e acumulação primitiva. São Paulo: Elefante, 2017.

FERREIRA, V. A.; MAGALHÃES, R. Obesidade e pobreza: o aparente paradoxo. Um estudo com mulheres da Favela da Rocinha, Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 21, n. 6, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/BCLJ77qLRmdkDT39qLhC93p/#>

LASSWELL, H. D. **Política**: quem ganha, quem perde, por quê? Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1936.

LOWI, T. J. **American business, public policy, case studies, and political theory**. Nova York: W. W. Norton & Company, 1964.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Saúde única**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://bit.ly/44aw1LH>

OECD – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Um elevador social quebrado?** Como promover a mobilidade social. 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/brazil/social-mobililty-2018-BRA-PT.pdf>

PENSSAN. II Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da covid-19 no Brasil [livro eletrônico]. II VIGISAN: RELATÓRIO FINAL, 2022. São Paulo, SP. **Anais** [...]. São Paulo, SP: Fundação Friedrich Ebert: Rede Penssan, 2022.

ROBINSON, K. M. R. **The Fat Acceptance Movement**: contesting fatness as Illness, 1969-1998. 2014. 331 p. Tese (Doctor of Philosophy) – University of Wisconsin-Madison, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/4asAnjA>

ROMANO, V. **La formación de la mentalidad sumissa**. Madrid: Ediciones Endymion, 1998.

RUBINO, F.; PUHL, R. M.; CUMMINGS, D. *et al.* Joint international consensus statement for ending stigma of obesity. **Nature Medicine**, v. 26, p. 485-497, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3iCTI6f>

SANCHES, R. D. **Corpus Alienum**: efeitos do discurso das novas dietas, corpo-projeto e mídia. 2018. Tese (Doutorado em Psicologia: Processos Culturais e Subjetivação) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

WEBER, M. Brasil é o quarto maior mercado de beleza e cuidados pessoais do mundo. **Forbes**, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3U24cl9>

WHARTON, S. *et al.* Obesity in adults: a clinical practical guideline. **Canadian Medical Association Journal**, v. 192, p. 875-891.

WOLF, N. **O mito da beleza**: como imagens de beleza são usadas contra as mulheres. 10. ed. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 2020.

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

# CAPÍTULO 6

## DESMATAMENTO E AQUECIMENTO GLOBAL: rotas para doenças infecciosas humanas?

*Daniela Leite Jabes  
Renata Jimenez de Almeida Scabbia*

---

### **Introdução**

As atividades antropogênicas são amplamente reconhecidas como fatores de destaque nas modificações ambientais que ocorrem nos ecossistemas florestais naturais, frequentemente desencadeando repercussões adversas tanto na biodiversidade quanto na saúde pública (Pongsiri *et al.*, 2007; Pongsiri *et al.*, 2009; Alroy, 2017).

Os ecossistemas florestais têm enfrentado taxas de transformação sem precedentes, como resultado de diversos distúrbios vinculados às mudanças globais. Esses distúrbios englobam desde atividades como o desmatamento e a fragmentação de habitats, até eventos climáticos extremos, como secas severas e incêndios florestais, além da propagação de organismos invasores, como pragas e patógenos exóticos (Ramsfield *et al.*, 2016).

Os distúrbios florestais são caracterizados como variações ambientais e eventos disruptivos que afetam a saúde e/ou estrutura da floresta, e/ou modificam os recursos ou o ambiente físico em qualquer escala espacial ou temporal (FAO, 2005). Distúrbios desencadeados por agentes como incêndios, infestações de insetos, doenças e condições climáticas extremas exercem influências significativas nos ecossistemas florestais (Van Lierop *et al.*, 2015).

Os distúrbios florestais decorrentes da alteração do uso da terra e das mudanças climáticas estão intrinsecamente interligados, podendo se potencializar mutuamente (Dale *et al.*, 2001). Cochrane e Laurence (2008) detalham como o desmatamento recente, resultante da modificação do uso da terra na Amazônia,

pode desencadear uma série de consequências, incluindo o aumento da susceptibilidade das florestas à ignição, a expansão da área queimada e incêndios de maior magnitude. A mudança climática pode acarretar impactos abrangentes e prejudiciais na distribuição e gravidade de surtos de insetos e doenças florestais.

É importante ressaltar que a doença infecciosa surge como resultado da interação entre um patógeno virulento, um hospedeiro suscetível e um ambiente propício, formando o chamado «triângulo da doença» (Agrios, 2005). Nas florestas naturais, as árvores exibem uma diversidade em termos de idade e composição de espécies, e o impacto dos patógenos adaptados a um hospedeiro específico ou estágio de vida é controlado pela disponibilidade de recursos (Burgess; Wingfield, 2002). Em geral, os ecossistemas naturais mantêm um equilíbrio com seus patógenos endêmicos, e surtos de doenças graves são raros (Burdon; Thrall, 2009).

No entanto, as atividades humanas têm desestabilizado o equilíbrio natural entre as árvores e os patógenos coevoluídos, diminuindo assim a resiliência do ecossistema. Estas atividades incluem o desmatamento e a fragmentação da terra, que resultam em uma maior exposição das bordas às flutuações climáticas e a outros estressores, como o aumento do escoamento de água ou a aplicação de pesticidas na agricultura. Além disso, a exploração madeireira, seja por meio de corte seletivo ou de desmatamento total, modifica a estrutura etária e a composição de espécies, afetando assim a disponibilidade de hospedeiros suscetíveis. Essa interação complexa entre a resiliência natural do ecossistema e o aumento dos estressores pode ocasionar surtos epidêmicos de doenças por patógenos nativos, comparáveis em impacto aos observados com patógenos invasores. Além dos efeitos diretos das atividades humanas, os impactos da mudança climática antropogênica estão cada vez mais perceptíveis nos sistemas florestais, o que contribui ainda mais para o surgimento de doenças causadas por patógenos nativos (Burgess *et al.*, 2022).

A pesquisa sobre doenças infecciosas emergentes tem origem nos campos médico e veterinário, mas também se estende ao estudo de patógenos que afetam plantas (Anderson *et al.*, 2004). Três barreiras principais restringem o surgimento de doenças infecciosas emergentes, a saber, barreiras geográficas, ambientais e evolutivas (PAAP, 2022). A transgressão de

qualquer uma dessas barreiras pode resultar no desenvolvimento da doença.

No contexto de patógenos exóticos invasores, a globalização (através do comércio, que facilita o deslocamento acidental de patógenos florestais para hospedeiros ingênuos adequados) possibilita que tais patógenos superem as barreiras geográficas (Bonnamour, 2021). Se isso propiciar oportunidades para os microrganismos encontrarem hospedeiros sem resistência coevolutiva, as barreiras evolutivas de compatibilidade podem ser rompidas (Burgess *et al.*, 2022).

Os impactos das mudanças climáticas sobre as doenças infecciosas são comumente considerados como uma preocupação futura, que se agravará à medida que as mudanças climáticas se intensificarem. Embora essa visão seja válida, os efeitos das mudanças climáticas sobre as infecções humanas já representam um problema crítico, como evidenciado por surtos recentes de doenças, e esses problemas estão intimamente ligados à atual crise ambiental global (Ellwanger; Chies, 2022).

A utilização extensiva de combustíveis fósseis e as emissões resultantes de gases de efeito estufa (GEE) desempenham um papel central nas mudanças climáticas. Além disso, o desmatamento das florestas tropicais, como a Amazônia, contribui significativamente para essas mudanças climáticas devido à liberação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. A Floresta Amazônica abrange territórios de nove países sul-americanos: Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela e Brasil, sendo este último o país que detém a maior parte da floresta. Nos últimos anos, tem sido observado um aumento significativo no desmatamento e nas mudanças associadas no uso da terra, como a expansão da pecuária, plantações de culturas comerciais e atividades de mineração, na região da Amazônia, resultando em uma crescente degradação ambiental na área (Ellwanger; Chies, 2022).

O desmatamento na região amazônica reúne uma série de elementos que facilitam o surgimento de novos patógenos zoonóticos e a propagação de doenças transmitidas por vetores nos países amazônicos, impactando os Povos Indígenas e outras comunidades. Isso ocorre devido à intensa atividade humana em uma área de rica biodiversidade e complexidades sociais. Além disso, a perda de serviços ecossistêmicos, como

resultado da degradação da Amazônia, incluindo a diminuição das reservas de carbono e a perturbação do ciclo da água, já causou alterações no clima regional. É importante destacar que o desmatamento e a perturbação do ciclo da água também afetam diretamente os chamados “rios voadores” da Amazônia, um fenômeno imprescindível para regular os padrões de chuva em uma área geograficamente ampla. Ademais, tal perturbação contribui para as mudanças climáticas globais e, conseqüentemente, os impactos das mudanças climáticas sobre doenças infecciosas emergentes já são visíveis em diversas regiões do mundo (Ellwanger; Chies, 2022).

Por exemplo, a emergência da *Candida auris* como um patógeno humano pode ser parcialmente atribuída às mudanças climáticas. Este fungo é naturalmente encontrado em ambientes selvagens, especialmente em solos de ecossistemas com níveis específicos de salinidade, como as zonas úmidas. As temperaturas médias mais elevadas resultantes das mudanças climáticas antropogênicas, como o aquecimento global, podem ter exercido uma pressão seletiva sobre *C. auris*, favorecendo cepas adaptadas à salinidade e a temperaturas mais elevadas – condições semelhantes às encontradas no corpo humano. Isso cria um ambiente propício para o estabelecimento de *C. auris* como um patógeno humano (Ellwanger; Chies, 2022).

Sob uma ótica mais abrangente, o fenômeno do aquecimento global pode facilitar o surgimento de agentes patogênicos com maior capacidade de ultrapassar a “zona de restrição térmica” do corpo humano. Embora a “hipótese da emergência do aquecimento global” seja desafiadora de ser comprovada, outras forças motrizes para o surgimento de *C. auris* na população humana foram sugeridas. Contudo, a hipótese do surgimento devido ao aquecimento global é biologicamente plausível e não descarta a possibilidade de que outros fatores tenham atuado em conjunto durante a emergência de *C. auris* (Ellwanger; Chies, 2022).

## **Explorando as Conexões entre *Candida auris* e Mudanças Climáticas: Impactos Emergentes da Saúde Global**

Por mais de uma década, profissionais médicos e microbiologistas em todo o mundo têm enfrentado um desafio significativo:

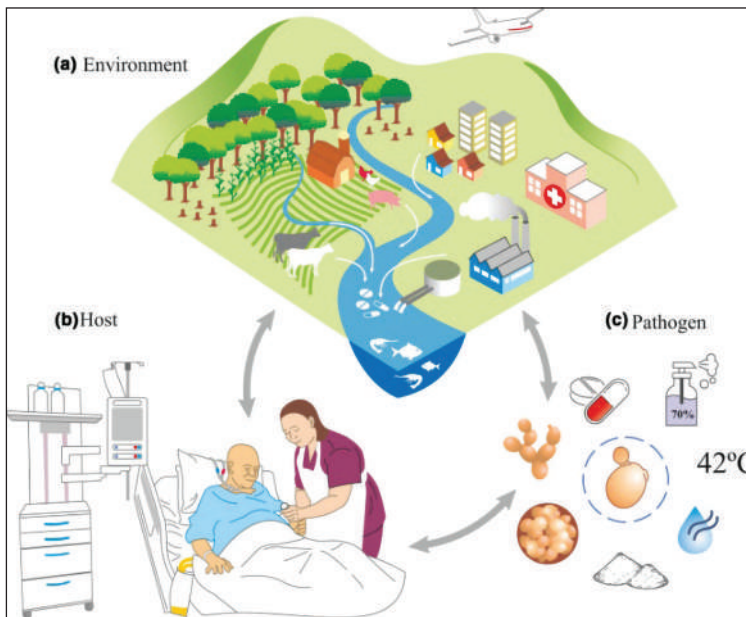
*Candida auris*, um fungo multirresistente encontrado em ambientes hospitalares. Este patógeno demonstrou uma notável capacidade de sobreviver em condições adversas, resistindo a desinfetantes agressivos, desidratação e alta salinidade. Sua capacidade de colonizar rapidamente, tanto ambientes inanimados quanto pacientes suscetíveis, resultou em infecções invasivas de alto impacto. Ademais, a identificação precisa de *C. auris* frequentemente é complicada por erros associados às técnicas convencionais de microbiologia (Chakrabarti; Sood, 2021).

O sequenciamento completo do genoma revelou a presença de quatro clados distintos de *C. auris* e possivelmente um quinto, que estão circulando globalmente. A rápida disseminação desses clados em diferentes partes do mundo em um curto período de tempo ainda não foi totalmente explicada. Sugere-se que fatores complexos relacionados à interação entre hospedeiro, patógeno e ambiente têm evoluído ao longo de trajetórias desfavoráveis, especialmente em regiões onde *C. auris* teve origem. Embora a genômica comparativa tenha identificado vários mecanismos de resistência em *C. auris* semelhantes aos observados em outras espécies de *Candida*, ainda existem lacunas em nossa compreensão sobre como essa resistência de alto nível se desenvolve tão rapidamente nesta levedura (Chakrabarti; Sood, 2021).

Várias teorias foram propostas para explicar o surgimento e disseminação de *C. auris* (Figura 1). Uma delas sugere que os avanços recentes no diagnóstico molecular de fungos facilitaram a identificação do *C. auris*, que provavelmente não havia sido detectado até recentemente devido à dependência de métodos fenotípicos convencionais usados em todo o mundo. No entanto, uma reanálise de 20.788 isolados de *Candida* spp. coletados pelos pesquisadores do Programa Sentry de Vigilância de Resistência (Sentry Antimicrobial Surveillance Program), entre 1997 e 2016, encontrou apenas seis isolados de *C. auris* identificados incorretamente em sua coleção, todos isolados entre 2009 e 2016 (Pfaller *et al.*, 2019). Outra hipótese propõe que o surgimento de *C. auris* pode estar ligado à pressão de seleção causada pelo uso generalizado de fungicidas agrícolas, similar ao observado com o surgimento de *Aspergillus fumigatus* resistente aos azóis. Embora o impacto da pressão de seleção proposta por esta hipótese possa explicar em parte a emergência de *C. auris*, os dados indicam que os *hotspots* globais de alto uso de

fungicidas e a emergência de *C. auris* não coincidem, sugerindo a possibilidade de outros fatores envolvidos (Meis *et al.*, 2016). Uma terceira hipótese sugere que a *C. auris* desenvolveu tolerância térmica devido ao aumento do aquecimento global do planeta, permitindo-lhe atravessar a zona de restrição térmica humana. Esta teoria propõe que *C. auris* primeiro se adaptou a um hospedeiro intermediário aviário e se espalhou para habitações humanas rurais. Posteriormente, ele se disseminou ainda mais pelo ambiente urbano de saúde, facilitado pela migração humana (Casadevall; Kontoyiannis; Robert, 2019).

**Figura 1 – Potenciais fatores hospedeiro-patógeno-ambientais que impulsionam o surgimento e disseminação de *C. auris***



(a) A degradação ambiental resultante do desmatamento, expansão da utilização dos solos, agricultura industrial, aquicultura, viagens humanas e alterações climáticas provavelmente perturbou e ampliou o nicho ambiental de *C. auris*, aproximando-o dos seres humanos. Um aumento exponencial no uso de antimicrobianos na medicina, agricultura, pecuária e indústria (setas brancas) também provavelmente induziu *C. auris* a adquirir múltiplos mecanismos de resistência.

(b) Pacientes gravemente enfermos, expostos a múltiplos procedimentos invasivos e antimicrobianos de amplo espectro, estão aumentando em nossos hospitais e são suscetíveis a *C. auris*. Dentro dos hospitais, *C. auris* contamina e persiste em superfícies inanimadas e equipamentos médicos, causando propagação horizontal e surtos.

(c) Como patógeno, *C. auris* apresenta alto nível de resistência a antifúngicos e desinfetantes hospitalares, tolera temperaturas de até 42 °C, resiste à dessecação, prospera em ambientes com alto teor de sal, como pele e suor humanos, forma biofilmes robustos e adota formas agregativas resistentes ao azóis. Essas propriedades tornam *C. auris* um patógeno nosocomial resistente.

Fonte: Chakrabartie Sood (2021).

Embora a termotolerância de *C. auris* possa oferecer alguma explicação para sua evolução, até o momento a levedura ainda não foi isolada de nenhum hospedeiro aviário (Cafarchia *et al.*, 2019). Além disso, não há evidências de transmissão de *C. auris* da zona rural para a cidade e amplificação ambiental em áreas rurais. Até o momento, tem havido poucas evidências de transmissão comunitária de *C. auris*, exceto por um relato de seu isolamento em piscinas na Holanda (Cafarchia *et al.*, 2019) e um caso de pielonefrite por *C. auris* em um paciente sem hospitalização recente nos EUA (Anwar *et al.*, 2020).

Mesmo após uma década desde seu surgimento, clados específicos de *C. auris* continuam a prevalecer nas partes do mundo onde se originaram. Em contraste, outras regiões como os EUA e o Reino Unido detectaram vários clados circulando nesses países (Chow *et al.*, 2018; Chow *et al.*, 2020). Acredita-se que a migração humana global tenha contribuído para a introdução de vários clados nessas regiões recentes. No entanto, a migração humana por si só não consegue explicar por que uma mistura semelhante de múltiplos clados não foi observada nas regiões onde *C. auris* surgiu originalmente. Vários estudos também têm tentado explicar os mecanismos de resistência antifúngica do *C. auris* e embora tenham identificado vários mecanismos de resistência semelhantes aos observados em outras espécies de *Cândida*, os cientistas ainda não conseguem explicar completamente os níveis extremamente elevados de resistência frequentemente observados em isolados de *C. auris* (Kean; Ramage, 2019).

## **Padrões macroecológicos de infecções humanas derivadas de florestas**

A macroecologia de doenças infecciosas investiga padrões de relações em larga escala entre patógenos e hospedeiros, incluindo humanos, e seus vetores ou reservatórios (Han; Kramer; Drake, 2016). No entanto, esses estudos ainda são escassos, em parte devido às dificuldades de coleta de dados em grande escala e ao longo prazo, além do foco frequente da medicina e das ciências veterinárias em processos locais de pequena escala (STEPHENS *et al.*, 2016). Por exemplo, dois estudos destacaram a associação entre surtos da doença do vírus ebola na

África Central e Ocidental e focos de perturbação causados pelo desmatamento, sugerindo que isso pode explicar as mudanças nas comunidades de espécies locais – potencialmente incluindo reservatórios de agentes patogênicos – aumentando, assim, o risco de novas infecções nas comunidades humanas próximas às margens da floresta. Certamente, esse padrão não teria sido identificado em uma escala menor (Ezenwa *et al.*, 2015; Rulli *et al.*, 2017; Guégan *et al.*, 2020).

A perda e fragmentação florestal causadas pelas atividades humanas são importantes impulsionadores da erosão da biodiversidade em todo o mundo, especialmente nas regiões tropicais, onde se concentra a maior parte da diversidade biológica do planeta. Um dos principais efeitos da perturbação florestal é a modificação das interações biológicas, incluindo as relações entre hospedeiros e patógenos. Em escalas locais, prevê-se uma redução na diversidade de patógenos devido à perda de hospedeiros em áreas desmatadas. No entanto, a perda e fragmentação florestal também podem aumentar as infecções por patógenos da vida selvagem, devido à maior exposição resultante das visitas humanas a esses locais para extração de recursos minerais, coleta de recursos naturais (caça, produtos lenhosos e não lenhosos), invasão e estabelecimento de novos assentamentos (Hosseini *et al.*, 2017).

## **Riscos emergentes de doenças infecciosas: microbiologia, desmatamento e conversão florestal**

Localmente, as fases iniciais da perturbação ambiental exercem influência significativa na organização das comunidades de espécies e nas interações bióticas. Mudanças na distribuição dos recursos naturais, simplificação dos nichos ecológicos e variações microclimáticas podem promover a expansão de espécies generalistas e adaptativas, ao passo que diminuem ou eliminam espécies especializadas e menos resilientes. Embora os mecanismos que impulsionam a diversidade na escala da metacomunidade ainda não sejam totalmente compreendidos, a distribuição de espécies hospedeiras nas bordas entre florestas centrais e paisagens matrizes pode facilitar ou dificultar os contatos entre espécies e a dispersão de patógenos. Além disso, essas modificações afetam as cadeias

tróficas e, por conseguinte, todos os sistemas de transmissão de doenças (Guégan *et al.*, 2020).

Em comunidades com baixa diversidade, os vetores têm maior prevalência de patógenos, pois se alimentam mais frequentemente em reservatórios primários. Por outro lado, em comunidades com alta biodiversidade, os vetores se alimentam de uma variedade mais ampla de hospedeiros, alguns dos quais são reservatórios de patógenos menos eficazes, resultando em menor prevalência de patógenos na comunidade ecológica. Diante desse cenário, a perda de biodiversidade pode aumentar o risco de propagação de patógenos (Guégan *et al.*, 2020).

O efeito de diluição propõe diferentes mecanismos para vincular a alta riqueza de espécies e a redução do risco de doenças infecciosas: menor frequência de encontros entre hospedeiros competentes e patógenos, maior recuperação do hospedeiro após infecção, maior mortalidade de hospedeiros infectados e diminuição da densidade de hospedeiros suscetíveis (Roberts; Heesterbeek, 2018). Apesar do suporte evidencial em escalas espaciais pequenas, o efeito de diluição tem sido objeto de intenso debate, e em escalas espaciais amplas, uma maior biodiversidade pode, pelo contrário, amplificar o risco de doenças (Wood *et al.*, 2014).

A fragmentação do ecossistema e os efeitos de borda representam conexões mais imediatas e, provavelmente, subestudadas entre as perturbações do habitat e o risco de doenças. Juntamente com os contatos mais frequentes entre humanos e hospedeiros e/ou vetores, bem como as modificações nas condições bioclimáticas, o aumento das áreas de contato também pode resultar em um aumento no número de casos e promover a introdução de um agente patogênico nas populações humanas circundantes. Especialmente no caso de infecções com baixa transmissibilidade entre humanos, mais casos primários e uma maior frequência de contato com um reservatório suspeito ou hospedeiro intermediário podem ter consequências significativas na gravidade do surto resultante, como observado para os vírus Nipah e o Ebola. Ambos os vírus representam desafios significativos para a saúde pública devido à sua capacidade de causar surtos graves e mortais. O controle e a prevenção dessas infecções geralmente envolvem medidas de saúde pública, como detecção precoce, isolamento de casos, rastreamento de

contatos e educação pública sobre práticas de higiene e prevenção (Guégan *et al.*, 2020).

A fragmentação das florestas e as bordas associadas podem favorecer a introdução de cepas humanas em hospedeiros selvagens. Na Guiana Francesa, por exemplo, a toxoplasmose é causada por cepas amazônicas de *Toxoplasma gondii*, associadas a ciclos florestais que circulam em felídeos selvagens e apresentam uma diversidade genética muito maior do que as cepas de habitats urbanos e antropizados, que são hospedadas por gatos domésticos. A análise de DNA de microssatélites revela diferenças na estrutura genética entre cepas urbanas e florestais, além de introgressão de cepas urbanas em cepas florestais em áreas de borda florestal e hibridização de cepas. Esses rearranjos genéticos podem ter consequências para a saúde humana e efeitos desconhecidos na vida selvagem (Carme *et al.*, 2009; Mercier *et al.*, 2011).

Além disso, espécies sinantrópicas – que se adaptaram a viver próximas ou em associação com ambientes humanos, como roedores, gambás e morcegos e habitam zonas de transição entre florestas, pastagens e áreas urbanas – desempenham um papel relevante na transmissão de microrganismos patogênicos, associadas a artrópodes hematófagos, como mosquitos e carrapatos, que podem transmitir patógenos aos humanos (Guégan *et al.*, 2020).

Nesse sentido, os atuais níveis de intervenção humana nas florestas podem promover mudanças na ecologia dos hospedeiros, vetores e patógenos, facilitando a disseminação de doenças zoonóticas e sapronóticas. Por exemplo, no Panamá, a bactéria *Borrelia*, causadora de febre recorrente, está associada a uma ampla diversidade de hospedeiros mamíferos, incluindo gambás, macacos, tatus, cavalos e bezerros, em ambientes habitados por humanos (Bermudez *et al.*, 2009).

À medida que os seres humanos diminuem a biodiversidade através do desmatamento de florestas e da construção de mais infraestruturas, aumentam o risco de pandemias de doenças como a covid-19: embora algumas espécies estejam em vias de extinção, aquelas que tendem a sobreviver e prosperar – ratos e morcegos, por exemplo – têm maior probabilidade de hospedar agentes patogênicos potencialmente perigosos passem para os humanos (Carlson *et al.*, 2023).

## **As alterações climáticas aumentam o risco de transmissão viral entre espécies**

Pelo menos 10.000 espécies de vírus têm a capacidade de infectar humanos, mas a grande maioria circula silenciosamente em mamíferos selvagens. No entanto, as mudanças climáticas e no uso da terra criarão oportunidades de compartilhamento viral entre espécies de vida selvagem anteriormente isoladas geograficamente. Isso pode facilitar as repercussões zoonóticas – uma ligação mecanicista entre as mudanças ambientais globais e o surgimento de doenças (Carlson *et al.*, 2019; Carlson *et al.*, 2022).

Carlson e colaboradores (2022) conduziram simulações para identificar possíveis pontos críticos de compartilhamento viral futuro. Eles empregaram um modelo filogeográfico da rede mamífero-vírus e projetaram mudanças na distribuição geográfica de 3.139 espécies de mamíferos até o ano de 2070. Os resultados indicaram que as espécies tenderão a se agrupar em novas combinações em regiões de altitudes elevadas, em pontos críticos de biodiversidade e em áreas com alta densidade populacional humana na Ásia e na África. Essa reconfiguração potencial pode resultar em transmissão entre espécies de seus vírus associados, estimada em cerca de 4.000 vezes.

Segundo os mesmos autores, os morcegos, devido à sua capacidade única de dispersão, são responsáveis pela maior parte do compartilhamento de novos vírus e provavelmente compartilharão vírus ao longo de caminhos evolutivos que facilitarão o surgimento futuro em humanos. Além disso, os pesquisadores descobriram que essa transição ecológica pode já estar em andamento. Destaca-se, portanto, a urgente necessidade de integrar a vigilância viral e os esforços de descoberta com pesquisas de biodiversidade, especialmente nas regiões tropicais, que abrigam o maior número de zoonoses e estão experimentando um aquecimento rápido. Essas ações são fundamentais para acompanhar as alterações na distribuição das espécies e prever potenciais surtos de doenças emergentes (Carlson *et al.*, 2022).

### **Quanto menos vegetação, mais dengue?**

Pesquisadores conduziram estudos investigando a relação entre a perda de vegetação nativa no Cerrado Brasileiro e a

incidência de dengue. Exploraram aspectos como o aumento da degradação vegetal, padrões regionais de casos da doença e desmatamento, além de projeções futuras. Utilizando métodos estatísticos, como o Modelo Linear Generalizado de *Poisson* (GLM-*Poisson*), análise de *cluster* e modelos autoregressivos, analisaram dados de 2001 a 2019. Os resultados revelaram um aumento significativo na perda de vegetação em todos os estados, com exceção do Piauí, enquanto os casos de dengue aumentaram em Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso. Projeções para 2030 apontam para uma tendência preocupante, com Minas Gerais prevendo cerca de 4 mil casos de dengue por 100 mil habitantes, São Paulo 750 casos por 100 mil habitantes e Mato Grosso 500 casos por 100 mil habitantes (da Silva *et al.*, 2022).

O bioma do Cerrado é responsável por uma grande parte da produção agrícola do Brasil e concentra uma vasta população. Ao longo de décadas, este bioma tem sofrido com a perda de vegetação e diversos serviços ecossistêmicos. O desmatamento no Cerrado afeta o meio ambiente e as populações residentes de várias maneiras. Este estudo constata uma relação entre o desmatamento e um aumento nos casos de dengue. No entanto, este estudo mostra previsões preocupantes para os casos de dengue em Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso. Para reduzir a incidência de casos de dengue no Cerrado, o Brasil precisará implementar políticas públicas de saúde, ambientais e sociais, exigindo um esforço conjunto de todas as esferas da sociedade (da Silva *et al.*, 2022).

## **Calor em ação: mudanças climáticas e febre amarela**

A febre amarela é uma doença viral endêmica encontrada em áreas tropicais e subtropicais da América do Sul e da África. Na África, manifesta-se em três ciclos de transmissão: silvestre, intermediário e urbano, enquanto na América do Sul apenas os ciclos silvestre e urbano estão presentes. Ambos os ciclos são causados pelo vírus amarelo, pertencente à família *Flaviviridae* e ao gênero *Flavivirus* (Reiter, 2001).

As diferenças entre os ciclos silvestre e urbano residem no mosquito vetor, no hospedeiro vertebrado e no ambiente de transmissão. Enquanto o ciclo silvestre ocorre em áreas de mata, envolvendo mosquitos dos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes*, e primatas não humanos como *Alouatta*, *Callithrix*, *Ateles* e

*Cebus*, o ciclo urbano se desenvolve em ambientes urbanizados, com a participação do mosquito *Aedes aegypti* como vetor e do ser humano como hospedeiro vertebrado (Tabachnick, 2016).

Embora uma vacina eficaz contra a febre amarela tenha sido desenvolvida em 1937, o último caso urbano registrado ocorreu em 1942, na cidade de Sena Madureira, no Acre. No entanto, epizootias em primatas não humanos e casos humanos de febre amarela silvestre são reportados anualmente, principalmente nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde a doença é considerada endêmica. Novos registros começaram a ocorrer em 2017 em áreas de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Rio de Janeiro, todos relacionados à forma silvestre (Reiter, 2001).

As mudanças climáticas podem afetar a dinâmica das doenças transmitidas por vetores, alterando o ciclo de vida e a distribuição global do vetor, bem como o desenvolvimento do vírus no interior do mosquito. Por exemplo, o tempo de desenvolvimento dos mosquitos vetores pode ser influenciado pela temperatura. Estudos mostraram que um aumento de apenas 2°C na temperatura pode reduzir significativamente o tempo de desenvolvimento dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Além disso, o período de incubação do vírus da dengue também pode ser afetado pela temperatura (Reiter, 2001).

As mudanças climáticas podem afetar a distribuição dos mosquitos vetores. Estudos mostram que o aumento da temperatura pode expandir a área de distribuição do *Aedes aegypti* para novas regiões. Essas mudanças na distribuição dos vetores podem aumentar o risco de transmissão de doenças como a febre amarela em áreas anteriormente não afetadas. Portanto, as mudanças climáticas podem desempenhar um papel importante na disseminação e intensificação de doenças transmitidas por vetores, como a febre amarela.

## **Desafios climáticos e ambientais: impactos locais do aquecimento global e desmatamento**

Um estudo publicado pela revista Nature em 2017 estima que 30% da população mundial já vive exposta a combinações de calor e umidade que excedem os níveis seguros para o corpo humano durante pelo menos 20 dias por ano. Até 2100, em um cenário climático de 2°C de aquecimento, quase metade da

população global será exposta a condições climáticas potencialmente fatais por mais de 20 dias por ano (Mora *et al.*, 2017).

Esses impactos serão particularmente severos nos trópicos, onde muitas comunidades viverão em condições inseguras durante meses ao longo do ano. Uma vez que as temperaturas diárias já estão mais altas e sofrendo menos variações nas áreas próximas à Linha do Equador, não é preciso um aumento muito maior para exceder as condições de temperatura e umidade confortáveis para o corpo humano. E, considerando que uma parcela desproporcional de países de renda baixa ou baixa a média, incluindo aqueles com mais pessoas vivendo na extrema pobreza, estão concentrados no entorno do Equador, o aquecimento global deve impactar de forma desproporcional as populações de baixa renda. Importante observar que essas estimativas ainda não consideram os efeitos locais adicionais que o desmatamento exerce no aquecimento.

Em todas as latitudes, dos trópicos à zona boreal, as florestas ajudam a estabilizar o clima local reduzindo as temperaturas extremas e mantendo os padrões de chuva. O desmatamento tropical oferece riscos especialmente graves para o bem-estar humano porque as florestas tropicais fornecem benefícios de resfriamento local para regiões que já tendem a ser afetadas pelo calor extremo.

A maioria dos países, como signatários do Acordo de Paris, elaborou planos nacionais delineando suas estratégias para limitar as emissões de gases de efeito estufa e adaptar-se às mudanças climáticas. Estes planos, conhecidos como «Contribuições Nacionalmente Determinadas» (NDCs), devem ser revisados a cada cinco anos, no entanto, poucos, ou até mesmo nenhum deles, consideraram os efeitos do aquecimento local induzido pelo desmatamento.

No Brasil, por exemplo, a última atualização da NDC foi realizada em março de 2022. Embora o documento aborde o impacto do aumento da temperatura global na produtividade e nos empregos do setor agrícola, não há menção aos impactos do aumento das temperaturas locais, associadas ao desmatamento, na economia e no bem-estar dos brasileiros. Considerando o desejo declarado na NDC brasileira de reduzir as vulnerabilidades da saúde pública, é imprescindível que a próxima atualização inclua os benefícios de resfriamento local proporcionados pelas florestas tropicais (Unterstell; Martins, 2022).

Além disso, é essencial incluir os riscos do aquecimento local induzido pelo desmatamento em políticas, práticas e regulações setoriais. Agências públicas de saúde, reguladores de segurança do trabalho e ministérios da Agricultura podem desempenhar um papel fundamental na proteção dos trabalhadores em regiões tropicais contra os perigos do aquecimento causado pelo desmatamento.

Por fim, é necessário informar sobre os riscos locais e nacionais do desmatamento. Muitos formuladores de políticas têm uma compreensão limitada dos impactos climáticos do desmatamento, concentrando-se apenas nas emissões de gases de efeito estufa e sua contribuição para o aquecimento global gradual. É fundamental conscientizar esses atores sobre os impactos imediatos do desmatamento nas temperaturas locais e na saúde pública, incentivando a colaboração entre diferentes agências e grupos de interesse para promover o bem-estar das pessoas e a proteção das florestas.

## **Considerações finais**

A projeção futura das alterações climáticas, desflorestamento e doenças infecciosas é uma tarefa prospectiva. No entanto, em consonância com o princípio de precaução, amplamente valorizado na esfera da saúde pública, é fundamental abordar essa questão e adotar medidas preventivas pertinentes, ao invés de apenas lidar com as potenciais repercussões adversas caso essas projeções se concretizem. Ademais, os estudos apresentam diversas evidências que sugerem uma correlação entre o aumento dos eventos de aquecimento global e diminuição das florestas com o aumento da incidência de doenças infecciosas humanas.

Os cenários de riscos relacionados à saúde, decorrentes das mudanças climáticas, desastres e emergências em saúde pública, estão se tornando mais dinâmicos e complexos. Isso demanda inovação na pesquisa e tecnologia para lidar com novos problemas ou abordar desafios conhecidos que se apresentam de maneiras diferentes. As pesquisas devem priorizar o fornecimento de subsídios aos serviços de saúde para lidar não apenas com novos fatores de risco presentes nos cenários atuais, agravados pelas condições de vulnerabilidade, mas também com cenários prospectivos. Este enfoque visa não apenas à resolução imediata de problemas, mas também à preparação para desafios futuros.

## REFERÊNCIAS

ALROY, J. Effects of habitat disturbance on tropical forest biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, p. 6059, 2017.

ANDERSON, P. K.; CUNNINGHAM, A. A.; PATEL, N. G.; MORALES, F. J.; EPSTEIN, P. R.; DASZAK, P. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, p. 535-44, 2004.

ANWAR, S.; GLASER, A.; ACHARYA, S.; YOUSAF, F. *Candida auris* an impending threat: a case report from home. **American Journal of Infection Control**, v. 48, p. 1407-1408, 2020.

BONNAMOUR, A.; GIPPET, J. M. W.; BERTELSMEIER, C. Insect and plant invasions follow two waves of globalization. **Ecology Letters**, v. 24, n. 11, p. 2418-2426, 2021.

BURDON, J. J.; THRALL, P. H. Coevolution of plants and their pathogens in natural habitats. **Science**, v. 324, p. 755-756, 2009.

BURGESS, T. I.; OLIVA, J.; SAPSFORD, S. J.; SAKALIDIS, M. L.; BALOCCHI, F. PAAP, T. Anthropogenic disturbances and the emergence of native diseases: a threat to forest health. **Current Forestry Reports**, v. 8, p. 111-123, 2022.

BURGESS, T. I.; WINGFIELD, M. J. Impact of fungi in natural forest ecosystems; a focus on Eucalyptus. In: SIVASITHAMPARAM, K.; DIXON, K. W.; BARRETT, R. L. (ed.). **Microorganisms in plant conservation and biodiversity**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 285-306.

CAFARCHIA, C.; IATTA, R.; DANESI, P.; CAMARDA, A.; CAPELLI, G. Yeasts isolated from cloacal swabs, feces, and eggs of laying hens. **Medical Mycology**, v. 57, p. 340-345, 2019.

CARLSON, C. J.; ALBERY, G. F.; MEROW, C.; CARLSON, C. J.; Gregory F. ALBERY, G. F.; MEROW, C.; TRISOS, C. H.; ZIPFEL, C. M.; ESKEW, E. A.; OLIVAL, K. J.; ROSS, N.; BANSAL, S. Climate change increases cross-species viral transmission risk. **Nature**, v. 607, p. 555-562, 2022.

CARLSON, C. J.; ZIPFEL, C. M.; GARNIER, R.; BANSAL, S. Global estimates of mammalian viral biodiversity accounting for host sharing. **Nature Ecology Evolution**, v. 3, p. 1070-1075, 2019.

CASADEVALL, A.; KONTOYIANNIS, D. P.; ROBERT, V. On the emergence of *Candida auris*: climate change, azoles, swamps and birds. **mBio**, v. 10, 2019.

CHAKRABARTI, A.; SOOD, P. On the emergence, spread and resistance of *Candida auris*: host, pathogen and environmental tipping points. **Journal of Medical Microbiology**, v. 70, n. 3, 2021.

CHOW, N. A.; GADE, L.; TSAY, S. V.; FORSBERG, K.; GREENKO, J. A. Multiple introductions and subsequent transmission of multidrug-resistant *Candida auris* in the USA: a molecular epidemiological survey. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 18, p. 1377-1384, 2018.

CHOW, N. A.; MUNOZ, J. F.; GADE, L.; BERKOW, E. L.; LI, X. Tracing the evolutionary history and global expansion of *Candida auris* using population genomic analyses. **mBio**, v. 11, 2020.

DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A. A.; HYATT, A. D. Emerging infectious diseases of wildlife-- threats to biodiversity and human health. **Science**, v. 287, p. 443-449, 2000.

ELLWANGER, J. H.; BOGO Chies, J. A. **Candida auris emergence as a consequence of climate change**: impacts on americas and the need to contain greenhouse gas emissions. [S. l.], 2022. DOI: 10.1016/j.lana. 2022.100250.

EZENWA, V. O.; PRIEUR-RICHARD, A. H.; ROCHE, B.; BAILLY, X.; BECQUART, P.; GARCÍA-PEÑA, G. E.; HOSSEINI, P. R.; KEE-SING, F.; RIZZOLI, A.; SUZÁN, G.; VIGNUZZI, M.; VITTECOQ, M. 12 James N. MILLS, J. M.; GUÉGAN, J. Interdisciplinarity and infectious diseases: an Ebola case study. **PLoS Pathology**, v. 11, 2015.

FAO. **State of the World's Forests 2005**. Rome, 2005. Disponível em: [www.fao.org/docrep/007/y5574e/y5574e00.htm](http://www.fao.org/docrep/007/y5574e/y5574e00.htm)

GALATI, E. A. B.; LIMA-CAMARA, T. N.; NATAL, D.; CHIARAVAL-LOTI-NETO, F. Mudanças climáticas e saúde urbana. **Revista USP**, v. 107, p. 79-90, 2015.

GUÉGAN, J. F.; AYOUBA, A.; CAPPELLE, J.; DE THOISY, B. Forests and emerging infectious diseases: unleashing the beast within. **Environmental Research Letters**, v. 15, 2020.

HOSSEINI, P. R.; MILLS, J. N.; PRIEUR-RICHARD, A.N.; EZENWA, V. O.; BAILLY, X.; RIZZOLI, A.; SUZÁN, G.; VITTECOQ, M.; GARCÍA-PEÑA, G.E.; DASZAK, P.; GUÉGAN, J.; ROCHE, B. Does the impact of biodiversity differ between emerging and endemic pathogens? The need to separate the concepts of hazard and risk. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 372, p. 20160129, 2017.

KEAN, R.; RAMAGE, G. Combined antifungal resistance and biofilm tolerance: the global threat of *Candida auris*. **mSphere**, v. 4, 2019.

MERCIER, A.; AJZENBERG, D.; DEVILLARD, S.; DEMAR, M. P.; de THOISY, B.; BONNABAU, H.; COLLINET, F.; BOUKHARI, R.; BLANCHET, D.; SIMON, S.; CARME, B.; DARDÉ, M. L. Human impact on genetic diversity of *Toxoplasma gondii*: example of the anthropized environment from French Guiana. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 11, 1378-1387, 2011.

MORA, C.; MORA, C.; DOUSSET, B.; CALDWELL, I. R.; POWELL, F. E.; Rollan C. GERONIMO, R. C.; BIELECKI, C.

R.; COUNSELL, C. W. W.; DIETRICH, B. S.; JOHNSTON, E. T.; LOUIS, L. V.; LUCAS, M. P.; MCKENZIE, M. M.; SHEA, A. G.; TSENG, H.; GIAMBELLUCA, T. W.; LEON, L. R.; HAWKINS, E.; TRAUERNICHT, C. Global risk of deadly heat. **Nature Climate Change**, v. 7, p. 501-506, 2017.

PAAP, T.; WINGFIELD, M. J.; BURGESS, T. I.; WILSON, J. R. U.; RICHARDSON, D. M.; SANTINI, A. Invasion frameworks: a forest pathogen perspective. **Current Forest Reports**, v. 8, p. 74-89, 2022.

PFALLER, M. A.; DIEKEMA, D. J.; TURNIDGE, J. D.; CASTANHEIRA, M.; JONES, R. N. Twenty years of the sentry antifungal surveillance program: results for *Candida* species from 1997-2016. **Open Forum Infectious Diseases**, v. 6, 2019.

PONGSIRI, M. J.; ROMAN, J. Examining the links between biodiversity and human health: an interdisciplinary research initiative at the U.S. Environmental Protection Agency. **EcoHealth**, v. 4, p. 82-85, 2007.

PONGSIRI, M.; ROMAN, J.; EZENWA, V. O.; GOLDBERG, T. L.; KOREN, H. S.; NEWBOLD, S. C.; OSTFELD, R. S.; PATTANAYAK, S. K.; SALKELD, D. J. Biodiversity loss affects global disease ecology. **Bioscience**, v. 59, p. 945-954, 2009.

RAMSFIELD, T. D.; BENTZ, B. J.; FACCOLI, M.; JACTEL, H.; BROCKERHOFF, E. G. Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. **Forestry**, v. 89, p. 245-252, 2016.

ROBERTS, M. G.; HEESTERBEEK, J. A. P. Quantifying the dilution effect for models in ecological epidemiology. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 15, 20170791, 2018.

RULLI, M. C.; SANTINI, M.; HAYMAN, D. T. S.; D'ODORICO, P. The nexus between forest fragmentation in Africa and Ebola virus disease outbreaks. **Scientific Reports**, v. 7, p. 41613, 2017.

STEPHENS, P. R.; ALTIZER, S.; SMITH, K. F. A.; AGUIRRE, A.; BROWN, J. H.; BUDISCHAK, S. A.; BYERS, J. A.; DALLAS, T. A.; DAVIES, T. J.; DRAKE, J. M.; EZENWA, V. O.; FARRELL, M. J.; GITTLEMAN, J. L.; HAN, B. A.; HUANG, S. HUTCHINSON, R. A.; JOHNSON, P.; NUNN, C. L.; ONSTAD, D.; PARK, A.; VAZQUEZ-PROKOPEC, G. M.; SCHMIDT, J. P.; POULIN, R. The macroecology of infectious diseases: a new perspective on global-scale drivers of pathogen distributions and impacts. **Ecology Letters**, v. 19, p. 1159-71, 2016.

TABACHNICK, W. J. Climate change and mosquito-borne disease. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, p. 141-61, 2001.

TABACHNICK, W. J. Climate change and the arboviruses: lessons from the evolution of the dengue and yellow fever viruses. **Annual Review of Virology**, v. 3, p. 125-145, 2016.

UNTERSTELL, N.; MARTINS, F. NDC do Brasil: **Avaliação da atualização submetida à UNFCCC em 2022**. Nota Técnica. Rio de Janeiro, Brasil: Talanoa, 2022. Disponível em: [www.institutotalanoa.org/documentos](http://www.institutotalanoa.org/documentos)

VAN LIEROP, P.; LINDQUIST, E.; SATHYAPALA, S.; FRANCESCHINI, G. Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events. **Forest Ecology and Management**, v. 352, p. 78-88, 2015.

# CAPÍTULO 7

## POLÍTICA PÚBLICA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL: Projeto Educadores Ambientais Locais

*Carla Gracioto Panzeri*

---

### **Introdução**

*Por não se tratar de uma disciplina, a educação ambiental permite inovações metodológicas na direção do educere – tirar de dentro – por ser necessariamente motivada pela paixão, pela delícia do conhecimento e da prática voltados para a dimensão complexa da manutenção da vida (Sorrentino, 2005, p. 294).*

O projeto Educadores Ambientais Locais (EAL) foi elaborado para promover a participação cidadã nos processos voltados ao meio ambiente, mediante a formação de agentes populares com ênfase no contexto local.

A iniciativa parte da concepção de educação ambiental apresentada na Lei nº 9.795/99, expressa como sendo “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (Brasil, 1999). O projeto EAL assume também o conceito de educação ambiental não formal apresentada na referida lei, como sendo “[...] ações educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente” (Brasil, 1999).

Vale destacar que, em âmbito federal, a inserção dos temas ambientais em espaços formais e não formais de ensino ocorreram inicialmente na Lei nº 6.938 (Brasil, 1981) que institui a Política Nacional de Meio Ambiente; na Constituição Federal (Brasil, 1988); e especialmente na Lei nº 9.795 (Brasil, 1999)

que implantou a Política Nacional de Educação Ambiental e o Programa Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 2018).

Em termos municipais, em Mogi das Cruzes, o projeto EAL constituiu-se em política pública de educação ambiental, sendo o projeto desenvolvido pela Secretaria de Meio Ambiente e Proteção Animal de Mogi das Cruzes (SMAPA), após sua aprovação pelo Conselho Mogiano de Meio Ambiente (Comoma) e publicação em 12 de agosto de 2021, por meio de Resolução.

Enquanto isso, colocando em pauta políticas públicas, há várias definições que podem ser mais ou menos próximas, contudo há componentes comuns, dentre os quais Saravia (2006, *apud* Raymundo *et al.*, 2022, p. 27-28) destaca: i) institucional: a política pública é elaborada por autoridade formal; ii) decisório: a política é uma sequência de deliberações para responder a problemas e necessidades; iii) comportamental: implica em ação ou inação; d) causal: as políticas públicas são os produtos de ações que têm efeitos no sistema político e social.

Para Sorrentino (2005, p. 290), as políticas públicas são representadas pela estruturação de ação do Estado para solucionar problemas ou atender à demanda da sociedade. Nesse sentido, ao abordar especificamente as políticas públicas de educação ambiental, o autor afirma que essas “têm por finalidade abrir espaços que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos seres humanos e de todas as espécies e sistemas naturais com os quais compartilhamos o planeta ao longo dos tempos” (Sorrentino, 2005, p. 288).

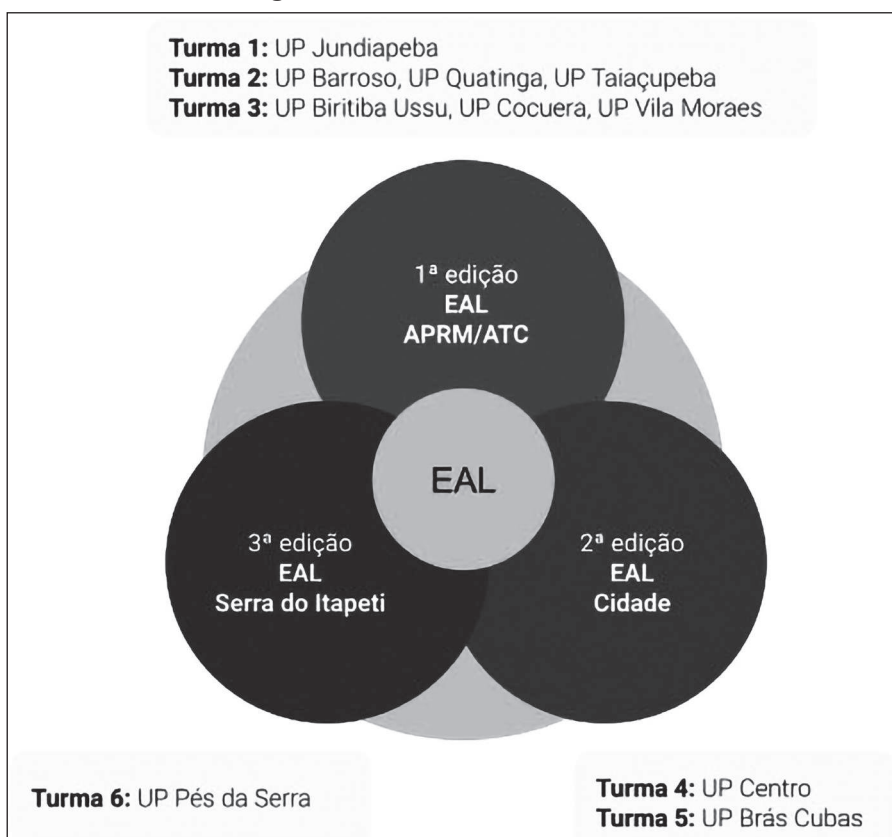
O EAL foi concebido mediante a demanda por formação em educação ambiental para a população em geral, de modo a informar sobre os aspectos ambientais dos ecossistemas que compõem o território mogiano, bem como fortalecer o engajamento em ações a favor da conservação e do bem viver.

Os processos dialógicos enquanto cerne da formação foram fundamentais na construção da compreensão do contexto local, que se dá pela interação entre os participantes, pela socialização das visões individuais, permeadas pelas contribuições teóricas e das vivências práticas de educação ambiental.

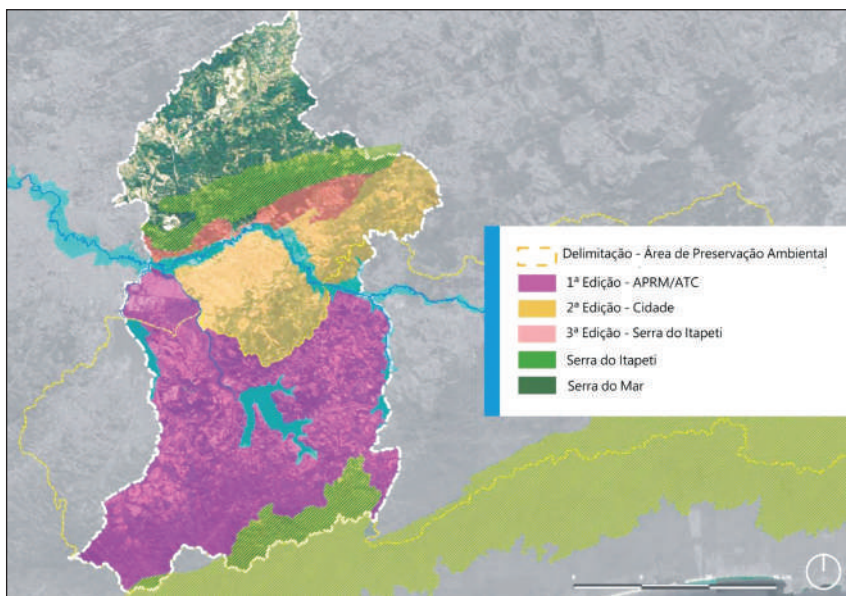
## O Projeto de Formação de Educadores Ambientais Locais (EAL)

O projeto foi desenvolvido no período de setembro de 2021 a dezembro de 2022, estruturado em três edições, organizadas em turmas, de acordo com as unidades de paisagem, a saber: i) 1ª edição: EAL Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais/Alto Tietê Cabeceiras (APRM/ATC); ii) 2ª edição: EAL Cidade; iii) 3ª edição: EAL Serra do Itapeti (Figuras 1 e 2).

**Figura 1 – Edições e turmas do EAL**



**Figura 2 – Área de abrangência das edições do EAL**



Fonte: Mogi das Cruzes (2022).

Ao longo das edições, a estrutura e a dinâmica do projeto passaram por alterações em função de aspectos referentes à unidade de paisagem<sup>1</sup>, da avaliação dos participantes e dos recursos disponíveis. De modo geral, considera-se o EAL carrega os seguintes atributos:

- Vivo: construído e reconstruído a cada turma;
- Contextualizado: formatado para ser espaço de estudo e reconhecimento da realidade ambiental do município e região;
- Popular: apresenta público diverso em termos de níveis e tipos de formação;
- Teórico-prático: composto por contribuições teóricas e atividades práticas;
- Participativo: utiliza metodologias participativas e dialógicas.

<sup>1</sup> Unidades de paisagem “[...] é definida como um trecho que apresenta uma homogeneidade de configuração, caracterizada pela disposição e dimensão similares dos quatro elementos da paisagem: suporte físico, estrutura, padrão de drenagem, cobertura vegetal e mancha urbana” (Projeto Orla, 2002 *apud* Vieira, 2012).

Raymundo e Branco (2022, p. 29) apontam que as políticas públicas de educação ambiental ocupam papel estratégico para o enfrentamento dos desafios relacionados ao Antropoceno – nova era geológica caracterizada pelos impactos gerados pela humanidade – mediante o desenvolvimento de processos educativos reflexivos e críticos. Neste contexto, a proposta do EAL está ancorada no reconhecimento das potencialidades e fragilidades do território, bem como na identificação dos problemas socioambientais e temas de interesse da comunidade. Para tanto, optou-se por abordagens metodológicas que auxiliem na construção coletiva da compreensão do espaço-tempo vivenciado.

### **Educadores ambientais locais APRM/ATC**

A primeira edição do EAL foi construída em torno das unidades de paisagem que fazem parte da Área de Proteção e Recuperação de Mananciais do Alto Tietê Cabeceiras (APRM/ATC) e mobilizou um total de três turmas, realizadas nos seguintes locais: Jundiapéba, Taiapuêba e Cocuera. Dessa forma, foi elaborada com o objetivo geral de promover, junto à população dessa área, espaços-tempos para a construção participativa de solução à problemática socioambiental local mediante: i) sensibilização frente à temática; ii) reconhecimento do território e; iii) planejamento de ações orientadas pelo paradigma da sustentabilidade.

A APRM/ATC foi escolhida como área prioritária, por ser um território com acentuado recursos hídricos e legalmente protegido, que sofre intenso processo de ocupação irregular. A proposta dessa edição foi orientada pelo Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental que indica a necessidade de “[...] inserir os efetivos agentes locais na identificação dos problemas que caracterizam a APRM-ATC e na proposição de soluções factíveis, num processo participativo e coletivo de disseminação de informações” (IPT, 2014).

Nesse sentido, o EAL enquanto política pública adere à corrente da educação ambiental crítica, por apresentar em sua proposta a formação por meio do exercício ativo da cidadania, por meio de ações coletivas e organizadas em prol da sustentabilidade.

A formação foi estruturada em 15 horas para atividades presenciais (cinco encontros) e 8 horas para acompanhamento das

ações desenvolvidas nas comunidades, totalizando 23 horas/aula. Foram realizadas contribuições teóricas, caminhadas diagnósticas, história oral, mapeamento socioambiental participativo, estudos do meio, oficina de futuro e agenda ambiental local. Nessa edição, 66 participantes receberam certificado.

### **Educadores ambientais locais cidade**

Foi a segunda edição do EAL, constituída por duas turmas, realizadas na região central do município, as quais aglutinam a maioria dos bairros da área urbana. Foi elaborada com o objetivo de promover a construção participativa de alternativas para a problemática do saneamento básico mediante a sensibilização frente à temática e o planejamento de ações orientadas pelo paradigma da sustentabilidade. Devido ao fato de ser direcionada às unidades de paisagem da área urbana do município, definiu-se como temas geradores os resíduos sólidos e as questões referentes à produção e consumo.

A estrutura formativa foi organizada em uma etapa inicial constituída por seis módulos teóricos (18 horas) e quatro atividades práticas (12 horas), totalizando 30 horas/aula. As metodologias utilizadas foram contribuições teóricas, exercícios de habilidade social, visitas técnicas e vivências de práticas de educação ambiental junto à comunidade do bairro Novo Horizonte (opcional). Foram 60 participantes certificados.

Dentre os temas abordados destaca-se: educação ambiental com ênfase em recursos hídricos e saneamento, sustentabilidade urbana, saneamento básico, abordagem dos 5R's, economia circular e coleta seletiva.

### **Educadores ambientais Serra do Itapeti**

A terceira edição do EAL foi constituída por uma turma, realizada no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (PNMFAM) e apresentou os seguintes objetivos: i) esclarecer a respeito da importância das Unidades de Conservação e Áreas Protegidas, em especial sobre o PNMFAM; ii) sensibilizar a população sobre suas responsabilidades na conservação da biodiversidade; iii) promover a compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas relações, envolvendo aspectos ecológicos,

legais, sociais, culturais, científicos e éticos; iv) informar sobre o papel do monitor ambiental em Unidades de Conservação.

A formação foi realizada no PNMFAM, organizada em quatro módulos com quatro horas de duração e o quinto módulo com oito horas, totalizando 24 horas/aula. Os módulos foram integrados por contribuições teóricas e vivências de educação ambiental, tais como trilha sensorial, trilha interpretativa, exercício de ciência cidadã, entre outras. Cada módulo foi norteado por um tema: educação ambiental, unidades de conservação, biodiversidade, aspectos históricos e culturais. Foram 21 participantes certificados no total.

A Serra do Itapeti foi escolhida como foco da terceira edição do EAL, dada sua relevância para o município, em termos ecológico, climático, histórico, cultural e estético. Caracterizada como serra isolada que atravessa transversalmente no sentido leste-oeste toda a área do município, constituindo-se em divisor de relevos. A área abarca um dos últimos remanescentes de Floresta Atlântica da região metropolitana de São Paulo, com elevada biodiversidade, inclusive espécies ameaçadas de extinção (Raymundo, 2012; Morini *et al.*, 2012).

Em termos de Unidades de Conservação, localizam-se na Serra, além do PNMFAM, a Reserva Particular do Patrimônio Natural Botujuru e a Estação Ecológica Itapeti. Além disso, constitui-se em Área de Proteção Ambiental Serra do Itapeti.

## **Resultados, reflexões e apontamento**

Ao longo do projeto, até o momento, foram realizadas seis turmas, totalizando 147 participantes certificados, ou seja, aqueles que cumpriram 80% da carga horária da formação. Em termos de área, estima-se que as edições do EAL percorreram aproximadamente 76% do território mogiano.

Sorrentino (2005) nos lembra que a transformação social urgente preconizada pela educação ambiental se refere ao enfrentamento da desigualdade social, da apropriação funcionalista da natureza e da humanidade por determinados grupos da sociedade.

Considerando-se o objetivo do EAL, em termos de formação de cidadão críticos e participativos, destacamos que ao longo das edições os cursistas foram envolvidos em práticas de educação

ambiental coordenadas pela SMAPA, enquanto vivência e parte de seu processo formativo, contudo, após o término da formação alguns grupos continuaram participando das atividades. A seguir, destacamos algumas dessas ações:

- Ação Recicla Jundiapéba: palestras em unidades escolares de Jundiapéba com orientações sobre manejo de resíduos sólidos e segregação na fonte e atividade prática de coleta seletiva. Em 2022 e 2023, participaram dessa ação 3.306 estudantes e seus familiares, sendo coletado aproximadamente 450 kg de resíduos separados e destinados de forma adequada. Escolas participantes: CEMPRES Oswaldo Regino Ornellas (658 estudantes), E.E. Paulo Ferrari Massaro (1.120 estudantes), E.M Wanda de Almeida Trandafilov (299 estudantes), E.M Astréa Barral Nébias (671 estudantes) e E.E. Maria Isabel dos Santos Melo (558 estudantes). Essa iniciativa foi elaborada pela Turma 1, na atividade realizada no último dia de curso e teve continuidade após o término da formação.
- Atividades de EA oferecidas pela Secretaria de Meio Ambiente e Proteção Animal, desenvolvidas em parceria com egressos do EAL em 2024: Eco-Yoga – vivência de yoga realizada aos domingos no Parque Centenário da Imigração Japonesa e orientação acerca de temas ambientais diversos, com dicas práticas; Passarinhada – observação de aves por estação do ano, realizada em parques e áreas verdes e também em área particular específica; EA no Parque Leon Feffer – voltada para observação do Rio Tietê e análise da qualidade da água).
- Participação efetiva de egressos do EAL em Conselho de Meio Ambiente e Comissão Intermunicipal de Educação Ambiental, bem como em consultas públicas e processos participativos organizados pela Prefeitura de Mogi das Cruzes (Participa Mogi, Oficinas temáticas, Plano de Bairro do Novo Horizonte, Conselho Mogiano de Meio Ambiente, entre outros).

A proposta EAL assume como cerne a formação do cidadão informado, sensibilizado e engajado em ações em prol da

conservação da vida. Lembrando que a esta é multidimensional, composta por aspectos ambientais, sociais e econômicos, culturais, políticos, entre outros. Destacamos, também, que o diálogo enquanto princípio metodológico dessa formação não é unidirecional, por isso mesmo, nem sempre é feito de concordâncias, sendo permeado por conflitos e enfrentamentos. Contudo, esse diálogo é sempre norteado para a construção de entendimento coletivo da realidade ambiental local, especialmente da biodiversidade e da identificação do papel de cada cidadão e dos coletivos nesse contexto.

O reconhecimento desses esforços se materializou em uma premiação, na qual o EAL foi considerado um dos cinco melhores projetos de EA não formal do Brasil e recebeu menção honrosa na Conferência Internacional de Educação Ambiental, realizada no Rio Grande Sul. O evento aconteceu em junho de 2023 e premiou os projetos finalistas com o troféu Nana Mininni Medina, referência na área.

Para celebrar essa premiação, o projeto foi retomado em 2024 e terá quatro turmas. O objetivo geral da 4ª edição do EAL é contribuir para a formação da população mogiana para o entendimento e enfrentamento das mudanças climáticas, mediante: a) compreensão das mudanças climáticas de modo a favorecer decisões e atitudes cidadãs frente às situações da vida cotidiana; b) identificação de impactos negativos da emergência climática no contexto local/regional; c) construção de forma participativa propostas de intervenção para o enfrentamento das mudanças climáticas em Mogi das Cruzes.

## **Agradecimentos**

Aos apoiadores e colaboradores técnicos do Projeto de Formação de Educadores Ambientais Locais (EAL): Secretaria Municipal de Educação, Coordenadoria de Comunicação, Serviço Municipal de Águas e Esgoto de Mogi das Cruzes, Ecofuturo Parque das Neblinas, Universidade de Mogi das Cruzes, Associação Ambiental de Taiapuêba, Associação de Agricultores de Cocuera, Fundação Florestal, Kimberly-Clark, Instituto Itaquareia.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 6938. Política Nacional de Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm) Acesso em: 5 de mar. 2024.

BRASIL. Lei nº. 9795. Política Nacional de Educação Ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm) Acesso em: 24 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Educação. **Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA**. 5. ed. Brasília: MMA: MEC, 2018. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/portaleducacaoambiental/2020/01/programanacionaldeea\\_pronea5aed\\_2019.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/portaleducacaoambiental/2020/01/programanacionaldeea_pronea5aed_2019.pdf). Acesso em: 5 mar. 2024.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Plano de Desenvolvimento Regional dos Mananciais do Subcomitê Alto Tietê-Cabeceiras. Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental – PDPA**. Relatório Final. São Paulo, 2014. v. 2. Parte A.

MOGI DAS CRUZES. Secretaria de Meio Ambiente e Proteção Animal. **Projeto de Formação de Educadores Ambientais Locais**. Mogi das Cruzes, SP, 2022. Apresentação em power point.

MORINI, M. S. C.; MIRANDA, V. F. (org.) **Serra do Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos**. Bauru, SP: Canal 6, 2012. 400 p. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/bfbff90c-a1a7-40b6-a6fd-b7ebac48e1bf>. Acesso em: 20 out. 2023.

PROJETO ORLA. **Fundamentos para gestão integrada**. Brasília: MMA/SQA; Brasília: MPU/SPU, 2002.

RAYMUNDO, M. H. A.; BRANCO, E. A. A multidimensionalidade das políticas públicas de educação ambiental. *In: Avaliação de Políticas Públicas de Educação Ambiental: interfaces entre o Sistema MonitoraEA e a experiência do Ibama*, 2022. p. 26-39.

RAYMUNDO, M. H. A. **Educação ambiental na Serra do Itapety, Mogi das Cruzes/SP**: Construindo uma Agenda 21 local. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP, 2012.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, P.; FERRARO JUNIOR, L. A. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 285-299, maio/ago. 2005.

VIEIRA, M. DE SÁ. **Entre as serras**: Sistema de espaços livres públicos, uma reflexão para Suzano. 2012. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

# CAPÍTULO 8

## EXPERIÊNCIAS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL: o papel de uma organização da sociedade civil

*Cíntia Mara Santos Siqueira  
Fernanda de Moraes A. Scalabrino  
Juliane Maria da Silva Ferreira  
Maria de Fátima de Oliveira*

---

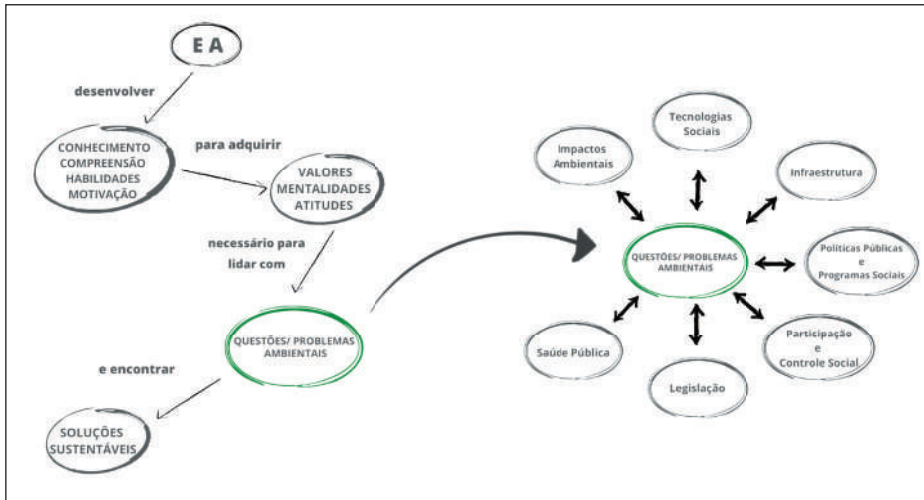
### **Contextualização**

Neste capítulo, apresentamos as experiências do Instituto Suinã (IS) em ações de educação ambiental que envolvem nossa parceria com diferentes instituições. Fundado em 2014, o Suinã é uma Organização da Sociedade Civil (OSC) que atua majoritariamente nas regiões do Vale Paraíba e Alto Tietê, no estado de São Paulo, com sede em Guararema e base de apoio em Jacareí. Nosso objetivo social é a defesa e conservação da socio-biodiversidade por meio da educação, pesquisa e sensibilização a fim de contribuir na transição para uma sociedade mais justa e sustentável. A partir desse objetivo traçamos três principais linhas de atuação: Fortalecimento e Mobilização Social, Educação Socioambiental, Conservação e Manejo da Biodiversidade.

Nossas ações e projetos buscam despertar a responsabilidade individual e coletiva que resulte na necessária e urgente transformação social, uma vez que visa articular conhecimentos teóricos e práticos em prol de todos os elementos que interagem nos diferentes territórios.

Como percurso metodológico (Figura 1), nossa equipe de Educação Ambiental tem como base os conceitos preconizados por Dias (2004) e Piccolli *et al.* (2016). As etapas são planejadas e trabalhadas no entendimento e busca de soluções ou potencialização de questões socioambientais integradas nos projetos desenvolvidos pelo Instituto Suinã.

**Figura 1 – Percurso da abordagem de educação ambiental realizada pelo Instituto Suinã**



Fonte: Adaptado de Dias (2004) e Piccolli *et al.* (2016).

Como direcionadores nos inspiramos na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e no Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global. Estes documentos foram criados na ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – RIO-92. Além disso, nos pautamos também nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre os quais nossas linhas de atuação são aderentes às metas relacionadas aos seguintes ODS: 4 – Educação de Qualidade, 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, 13 – Combate às alterações climáticas, 15 – Vida sobre a Terra, 17 – Parceria em prol das metas.

Estes direcionadores sustentam que a manutenção dos processos ecossistêmicos, essenciais à vida no planeta, só é possível por meio de um amplo conjunto de ações sinérgicas, que passam pela sensibilização e mobilização social em um processo permanente de construção de sociedades sustentáveis e equitativas que integrem os saberes e valorizem, desde pequenas ações articuladas no território, até as desejadas mudanças que priorizem a resolução de problemas e culminem em políticas públicas estruturantes.

Nesse contexto traremos a seguir, as experiências vivenciadas nos diferentes territórios onde atuamos.

## Sementes lançadas

### *Participação em colegiados e outros espaços populares de tomadas de decisão*

Olhar para o território, reconhecê-lo e identificar as oportunidades de contribuir e aprender junto às relações que se estabelecem nesses espaços participativos, nos traz a responsabilidade de representar uma parcela da comunidade que não alcança esses lugares. Cada vez que nós nos propomos a compor um colegiado, encaramos isso como exercício de um direito e um dever de participação, em que conseguimos somar com os saberes da nossa área de atuação junto aos saberes de outros segmentos da sociedade em prol da manutenção do ambiente natural.

Na dinâmica destes espaços populares, procuramos contribuir de forma que nossas vivências e formações propiciem uma participação mais efetiva, como por exemplo, as abordagens que versam sobre a educação participativa e influenciadora e questões relacionadas à conservação e manejo da biodiversidade. Nesta dinâmica, colaboramos com o colegiado no entendimento das potencialidades e necessidades do território, bem como nas análises de intervenções locais e regionais entendendo de que maneira estas vão influenciar as pessoas, a vida silvestre e os processos ecossistêmicos. Com isto, buscamos subsidiar a construção de sugestões ou deliberações a serem definidas pelo grupo, focando sempre, em ampliar as discussões e estudos que possam culminar na elaboração de políticas públicas ambientais.

Neste contexto, associamos este processo ao momento da sementeira, quando as ideias e intenções são lançadas na esperança de colher ações, decisões e parcerias que caminhem na mesma direção, considerando sempre a melhoria da qualidade ambiental do território.

## O que está germinando?

### *Projetos e ações iniciadas em parceria nos territórios de atuação*

As ações no território nunca são, e não devem ser solitárias. À medida que os assuntos ganham visibilidade e avançam no sentido de impactar de forma positiva ou negativa as áreas

naturais, as conexões e interações são fundamentais. Estabelecer parcerias e acordos entre diferentes instituições e nos diferentes setores que atuam na governança territorial é fundamental para união de conhecimento, ideias e esforços na construção daquilo que almejamos: uma sociedade mais justa e sustentável.

Algumas ações que estão caminhando a partir de parcerias e participações em colegiados e grupos de trabalho, nas quais o Instituto Suinã tem muita honra em participar, são:

- Participação na elaboração do Plano de Manejo para Unidade de Conservação Municipal – Refúgio de Vida Silvestre Bicudinho-do-brejo-paulista em Guararema – SP;
- Desenvolvimento do Projeto Árvores Raras na Paisagem: Educação Ambiental e Mobilização Social com proprietários rurais e comunidade escolar de Guararema – SP para o plantio e conservação de espécies arbóreas;
- Participação na criação de uma Unidade de Conservação Municipal no município de Salesópolis – SP
- Elaboração de um projeto de Educação Ambiental – Espaços Educadores Sustentáveis em escolas de Santa Branca – SP;
- Diagnóstico socioambiental e restauração de áreas de preservação permanente na sub-bacia do Córrego Quatro Ribeiras em Jacareí – SP;
- Participação na elaboração do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) do Itapeti, em Mogi das Cruzes – SP;
- Elaboração dos Planos Municipais da Mata Atlântica para os municípios de Guararema, Jacareí, Santa Branca, Salesópolis e Capão Bonito – SP;
- Parceria com a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAIE) de São José dos Campos para implantação de projeto de Educação Ambiental;
- Participação na articulação do Plano Diretor de Restauração da Bacia do Rio Paraíba do Sul, porção paulista;
- Parceria para elaboração do Plano de trabalho visando o Saneamento Rural da Bacia do Rio Paraíba do Sul, porção paulista.

Iniciativas como essas, reforçam a importância de como a atuação das Organizações da Sociedade Civil têm um papel fundamental, tanto na articulação quanto no desenvolvimento de programas e projetos em educação ambiental. Ações estas que não devem ser apenas um fim, uma ação pontual e fragmentada, mas sim, um meio para incidir na elaboração ou atualização das políticas públicas (OCA, 2016).

## Os frutos que colhemos

### *Experiências trocadas, relações criadas e aprendizados*

A Educação Ambiental (EA) em seus mais diversos caminhos vêm ganhando relevância a partir da necessidade de novas formas de relação com o meio e entre os seres vivos. Para isso, formaram-se diversas maneiras de conceber e de praticar a ação educativa. Dentre as inúmeras correntes de EA que existem, nos identificamos com as proposições advindas principalmente das correntes sistêmica, prática e crítica<sup>1</sup>.

A corrente sistêmica procura um entendimento sobre a relação entre elementos biofísicos e os elementos sociais de uma situação ambiental buscando compreender e analisar as problemáticas e propondo soluções mais desejáveis ao meio ambiente. Já a corrente prática propõe a mudança por meio da ação e reflexão, convidando as pessoas a aprenderem durante o processo e a serem protagonistas de suas transformações.

A corrente crítica social converge em alguns objetivos e estratégias da corrente crítica, incorporando um viés mais questionador e político em que se pretende relacionar a problemática explorada com a realidade local. Essa pluralidade de práticas educativas está longe de ser um fator limitante, e sim uma forma de identificar a que melhor se adequa a cada contexto de intervenção, e escolher aquelas que saberão inspirar nossa própria prática (Sauvé, 2005). E é a partir dessas inspirações que apresentamos neste capítulo os projetos que deram seus frutos.

1 Lucie Sauvé traz em seu artigo “Uma cartografia das correntes em educação ambiental” um panorama sobre quinze correntes de educação ambiental descrevendo sobre cada uma a concepção dominante do meio ambiente; a intenção central da educação ambiental; os enfoques privilegiados e exemplos de estratégias ou de modelos que ilustram a corrente.

## Práticas Sustentáveis: a escola como espaço educador para além da sala de aula

Quando o Instituto Suinã foi convidado a planejar e executar um projeto de Educação Ambiental em escolas, tínhamos em mente que queríamos desenvolver um trabalho duradouro, com significado e que superasse as ações pontuais e descontextualizadas. O projeto Práticas Sustentáveis nasceu dessa vontade, em 2016, atendendo apenas uma escola e com o prazo de um ano para sua conclusão. De lá para cá, foram cinco anos, oito escolas e cinco municípios atendidos.

Tendo como referência o Programa **Vamos Cuidar do Brasil com Escolas Sustentáveis**, lançado em 2012 pelo Governo Federal por meio do Ministério da Educação, e partindo da premissa de contribuir para a transformação da escola em um Espaço Educador Sustentável (EES)<sup>2</sup>, o principal objetivo do projeto foi contribuir para que a escola se tornasse uma incubadora de mudanças a partir das três dimensões inter-relacionadas: o espaço físico, a gestão e o currículo. E que, por meio deles, promovesse o diálogo, a participação, a coletividade, a cooperação, e permitissem que as edificações tivessem melhores condições de aprendizagem e de convívio social, incentivando a cidadania ambiental, a responsabilidade e o engajamento individual e coletivo na transformação local e global (Brasil, 2012).

Para o planejamento desses espaços utilizamos da permacultura – ciência prática utilizada para planejar espaços sustentáveis inspirados em padrões e relações naturais (Holmgren, 2013) – e de tecnologias sociais – alternativas tecnológicas que visam solucionar algum tipo de demanda da sociedade (Rodrigues; Barbieri, 2008) – para a criação e desenvolvimento de pequenos sistemas produtivos organicamente integrados nas escolas onde esses projetos foram realizados.

Esse envolvimento e participação impulsiona a busca individual e coletiva de alternativas para a redução de impactos ambientais. Como, por exemplo, a utilização da composteira

2 De acordo com Trajber e Sato (2010), os Espaços Educadores Sustentáveis (EES) são aqueles que têm a intencionalidade pedagógica de se constituir em referências concretas de sustentabilidade socioambiental. Isto é, são espaços que mantêm uma relação equilibrada com o meio ambiente; compensam seus impactos com o desenvolvimento de tecnologias apropriadas, permitindo assim qualidade de vida para as gerações presentes e futuras.

para reduzir o volume de resíduos orgânicos que antes eram destinados para o aterro sanitário. A partir do momento em que a composteira foi iniciada, passaram a produzir adubo que foi utilizado para nutrir as verduras e legumes da horta. Outro exemplo, foi a instalação de uma cisterna com capacidade para armazenar 2.000 litros de água da chuva que otimiza a irrigação dos canteiros da horta e jardins.

O desenvolvimento do projeto consistiu em unir a teoria e a prática, ou seja, uma vez que os elementos foram implementados, o desafio foi utilizá-los como ferramentas ecopedagógicas. Para isso ocorrer, foi necessária a sensibilização da comunidade escolar como um todo, principalmente as educadoras e educadores, afinal a proposta era adotar metodologias diferenciadas no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, as formações e encontros ecopedagógicos foram contínuos ao longo do projeto para que houvesse uma construção conjunta de atividades e adaptações dos conteúdos pedagógicos para além da sala de aula. Ainda como parte metodológica, o processo avaliativo se deu tanto em relação às abordagens adotadas pela equipe técnica, quanto à autoavaliação das pessoas envolvidas, por meio de uma autorreflexão e auto-observação, levando-as a trazer a transformação que ocorre nos espaços externos para a transformação que ocorre dentro de cada participante.

Com isso, não faltaram resultados significativos como: uma professora que tinha aversão a terra e passou a plantar com seus alunos, uma diretora que implantou horta, compostagem e captação de água da chuva em seu sítio, outra professora que realizou uma pós-graduação em Educação Ambiental por se identificar pela abordagem. Sem contar na relação das(os) estudantes com o novo espaço de aprendizagem em meio aos canteiros produtivos, sombra das árvores e puderam se acalmar, brincar e interagir com o meio. Ainda, uma estudante com baixo rendimento no sistema tradicional de avaliação, acabou demonstrando um excelente raciocínio matemático, durante uma feira organizada na escola, ao calcular o troco por meio de uma brincadeira e surpreendeu as educadoras!

Tais acontecimentos demonstram como o aprendizado vivencial nas escolas precisa ser fortalecido, as educadoras precisam ser amparadas e as edificações adaptadas pois, quando há suporte, podem resultar em novos hábitos que dialogam

com a conservação dos recursos naturais, bem-estar social e uma comunidade de aprendizagem fortalecida.

**Figura 2 – Estudantes do 2º ano de uma escola municipal aprendendo sobre os seres vivos e não vivos, em Jacareí-SP**



### *Quintais Produtivos Urbanos: Engajamento comunitário e troca de saberes*

O Projeto Quintais Produtivos foi idealizado a partir do Projeto Práticas Sustentáveis que ocorreu no distrito de São Silvestre, na cidade de Jacareí, São Paulo. O projeto nasceu de uma demanda da comunidade escolar, sendo principalmente as mães e pais de estudantes, que solicitaram que as ações transpassassem os muros da escola e se multiplicassem pela comunidade.

O projeto fomentou a organização de uma rede de produtores urbanos agroecológicos e contribuiu com ações locais em prol da resiliência urbana, assim como com o aumento quali e quantitativo do emprego da vegetação nos quintais, juntamente com a melhoria das relações humanas entre si e com o meio. Este projeto foi nossa primeira experiência com ações de agricultura urbana e se tornou um importante aliado no fomento à criação de espaços de biodiversidade e tecnologia de baixo custo além dos vínculos que se criaram a partir dos encontros nos quintais.

O primeiro passo, anterior à implantação, foi realizar um diagnóstico que contou com o levantamento de quintais com potencial produtivo, seus proprietários, demandas, possíveis

parceiros, possibilidades e limitações através de um questionário elaborado conforme Dantas e Cavalcante (2006) que afirmam que a pesquisa quantitativa é adequada para apurar opiniões concretas dos entrevistados, pois ela utiliza instrumentos bem estruturados para identificar possíveis oportunidades.

O início do projeto foi marcado por um encontro de construção do planejamento participativo que, segundo Viezzer (1992), é realmente uma estratégia política de transformação da sociedade. A equipe técnica propôs reflexões para que, junto com os participantes, visualizassem como as atividades iriam acontecer.

A partir dessas reflexões o grupo foi se tornando mais sólido e inclusivo, incentivando a recepção de novos integrantes no grupo, que chegavam por meio de convites ou buscavam o grupo por interesse próprio.

Parcerias com a escola municipal, Núcleo de Educação Ambiental de uma empresa do setor florestal, localizada na comunidade, outras empresas locais, Fundação Cultural, projetos sociais locais e subprefeitura, permitiram a troca de aprendizagens, doações de materiais, insumos e revitalização de espaços públicos em formato de mutirões.

Ao longo do projeto, foram oferecidas visitas técnicas nos quintais dos envolvidos e ministradas oficinas temáticas fundamentadas nos arquétipos de trimembração da antroposofia, com conteúdos relacionados à permacultura, paisagismo produtivo, alfabetização ecológica, tecnologias sociais e acupuntura urbana, oportunizando aos participantes serem agentes multiplicadores. O grupo compartilhava um objetivo comum a partir do cuidado com a segurança alimentar, solo, vegetação, recursos hídricos, ar, resíduos, saneamento, fauna, interação com a sociobiodiversidade e vitalidade comunitária, contribuindo com um olhar mais cuidadoso e respeitoso com o meio onde vivem.

Todo projeto foi fundamentado nas legislações vigentes no âmbito nacional, estadual e municipal e contemplando as (ODS) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: 2. Fome zero e agricultura sustentável; 4. Educação de qualidade; 6. Água potável e saneamento básico; 11. Cidades e Comunidades Sustentáveis; 12. Consumo e produção sustentável e 17. Parcerias e meios de implantação (ONU, 2015).

Um aspecto relevante das ações da criação do grupo, foi a constante troca de mudas, sementes e plantios de espécies.

Somando os olhares e percepções, produtores urbanos se uniram para oferecer suas contribuições e conhecimentos em prol da melhoria contínua de cada quintal. Foram implantadas tecnologias sociais que trouxeram soluções para pontos limitantes nos quintais dos participantes. Dentro das tecnologias sociais estão: horta, compostagem, minhocários, captação de água de chuva, tratamento de águas cinzas e pintura com tinta de terra. Além do consumo, os produtores urbanos tiveram a oportunidade de comercializar os excedentes produzidos, incrementando a renda familiar. Outra ação conjunta foi o desenvolvimento de uma logomarca para o projeto, que fortaleceu ainda mais a coesão e engajamento entre os participantes, além de contribuir muito com a identificação e divulgação do grupo.

Os resultados quantitativos foram significativos, mas o diferencial do projeto está nos resultados qualitativos, onde a equipe pôde acompanhar as mudanças positivas em cada quintal trabalhado e em cada integrante como, por exemplo, o retorno de um participante à Escola de Jovens e Adultos (EJA), melhoria da relação no ambiente familiar e relatos de benefício à saúde por outros participantes.

**Figura 3 – Feira com produtos agroecológicos produzidos nos quintais e vendidos no festival do bairro, em Jacareí-SP.**



## *Resíduos – responsabilidade compartilhada: Repensando os resíduos e transformando comunidades*

O descarte inadequado de resíduos é um problema recorrente não só na maioria dos municípios brasileiros, mas em grande parte das localidades no mundo. A questão é crítica e traz vários incômodos para os diferentes segmentos da sociedade, desde questões relacionadas aos impactos ambientais causados, como também situações graves que impactam diretamente a saúde pública.

Ao propormos essa temática, nossos projetos dialogam diretamente com a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na qual se prioriza a reutilização, reciclagem e recuperação de materiais, envolvendo também atividades relacionadas à sustentabilidade e sensibilização ambiental conforme propõe a Lei nº 9.795/99, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, na qual cita que a educação ambiental é essencial e deve estar presente, de forma articulada, em todos os níveis do processo educativo, em caráter formal e não formal.

A intenção é entender como é realizada a gestão dos resíduos e, a partir deste ponto, inicia-se um mapeamento dos principais agentes envolvidos no processo que estejam presentes no município como: lideranças locais, iniciativas existentes, gestão municipal de resíduos e empresas, a fim de divulgar e incentivar a integração de ações efetivas para resolução do problema comum. De acordo com Ferraro Júnior (2007),

Com o mapeamento torna-se possível orientar melhor o uso de recursos externos para fortalecer os recursos já disponíveis e valorizar os indivíduos e organizações que fazem ou podem fazer parte do caminho para construção da sustentabilidade da região.

Nessa perspectiva, planejar e realizar uma atividade de educação ambiental adequada às particularidades de cada grupo e seus contextos socioambientais promove a conectividade com instituições educadoras diversas e o fortalecimento do próprio processo, possibilitando sua continuidade (Alves *et al.*, 2010).

Desta forma e a partir desses entendimentos e interações, realizamos uma sensibilização e mobilização com a comunidade,

ao redor do ponto de descarte de resíduos, e então conectamos a eles os outros agentes envolvidos. Nestas ações, ampliamos esforços nas unidades escolares com abordagem específica aos educadores e educadoras e conseqüentemente aos estudantes. Nós nos articulamos com as diferentes esferas, reunindo após o mapeamento, informações consistentes e pertinentes à problemática existente. Tais informações foram sistematizadas, criando fluxogramas que ilustram a origem dos resíduos e sua destinação, quais serviços são disponibilizados e oferecidos pelo poder público e privado, e qual estratégia vem sendo adotada para envolver a comunidade e fazer com que o processo aconteça.

Ao longo do desenvolvimento das atividades, buscamos os mecanismos legais existentes, recursos e fundos disponíveis para que haja sinergia entre todos envolvidos na gestão compartilhada dos resíduos sólidos, uma vez que estes agentes compartilham do mesmo território e dos mesmos desafios. Então, atuar de forma conjunta é a única opção!

Trazemos como exemplo a iniciativa realizada no município de Caçapava – SP onde a articulação local foi fortalecida por meio da participação da associação de moradores do bairro, que mobilizou as famílias, pessoas dos comércios e entidades locais para participarem dos encontros presenciais. Houve parceria com a paróquia local, que cedeu o espaço para as reuniões acontecerem. As atividades na escola ganharam visibilidade, uma vez que as crianças e algumas educadoras eram moradoras do bairro e possuíam uma relação afetiva e pertencimento com o local.

Foi crucial o trabalho conjunto com as secretarias municipais de educação e planejamento, obras e meio ambiente bem como o apoio financeiro de empresas locais. Dos resultados obtidos ainda podemos mensurar: retirada de 200 toneladas de resíduos do local equivalente a 20 caminhões; plantio de árvores e flores no local onde antes era o ponto de descarte inadequado; criação de um grupo ativo de monitoramento da área pelos moradores do entorno; moção de congratulações na Câmara Municipal ao projeto.

## Considerações finais

*Nem tudo são flores....*

Ao longo desses anos foram muitos aprendizados, parcerias e resultados significativos. No entanto, a caminhada nem sempre é tranquila. Houve momentos em que as rotas planejadas tiveram que ser alteradas, parcerias que tinham agendas próprias e que não compactuavam com o propósito inicial, recursos que não chegaram ou que foram insuficientes diante da proposta e, por fim, a pandemia...que seccionou os projetos que envolviam as ações conjuntas e presenciais. Como nossa atuação é baseada em vivências, tivemos que reformular projetos, nos reinventar e criar um formato de trabalho mais adequado.

*Seguimos polinizando*

Acreditamos que uma sociedade sustentável pressupõe uma sociedade mais participativa em diálogos horizontais, com justiça ambiental, inclusão social e democracia real. A transição para novos padrões de produção, consumo e mudança de comportamento é, portanto, uma necessidade para eliminar a exclusão social, diminuir os impactos ambientais e ainda valorizar os múltiplos saberes.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Vamos cuidar do Brasil com escolas sustentáveis**: educando-nos para pensar e agir em tempos de mudanças socioambientais globais. Elaboração de texto: Tereza Moreira. Brasília: A Secretaria, 2012.

BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. Brasília/DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Órgão Gestor da Política Nacional de Educação Ambiental.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília, DF: European Commission, 1996.

DANTAS, M.; CAVALCANTE, V. **Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Quantitativa**. 2006. Trabalho Biblioteconomia (Curso de Ciência da Informação) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/14344653/Pesquisa-qualitativa-e-quantitativa>. Acesso em: 3 ago. 2021.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental**: princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 2004. p. 98-100.

FERRARO JUNIOR, L. A. MAPPEA – Mínima Aproximação Prévia para elaboração de Programas de Educação Ambiental. In: MAPEAMENTOS, Diagnósticos e Intervenções Participativos no Socioambiente. Brasília, 2007. v. 15. Série Documentos Técnicos.

OCA. Laboratório de Educação e Política Ambiental-ESALQ-USP. O “Método Oca” de Educação Ambiental: Fundamentos e Estrutura Incremental. **Dossiê Temático Fundamentos da Educação Ambiental**, v. 21, n. 1, 2016. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4127640/mod\\_resource/content/2/m%C3%A9todo%20Oca.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4127640/mod_resource/content/2/m%C3%A9todo%20Oca.pdf). Acesso em: 3 ago. 2021.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 3 ago. 2021.

ONU. **Convenção sobre a Diversidade Biológica – CBD**. 1992. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/convencao-sobre-diversidade-biologica>. Acesso em: 3 ago. 2021.

PICOLI, A. S. *et al.* A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água. **Ciência & Saúde Coletiva [on-line]**, v. 21, n. 3, p. 797-808, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.26852015>. ISSN1678-4561. Acesso em: 25 ago. 2021.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (org.) **Educação ambiental: pesquisas e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2005. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4586522/mod\\_resource/content/1/sauve%20correntes%20EA.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4586522/mod_resource/content/1/sauve%20correntes%20EA.pdf). Acesso em: 3 ago. 2023.

VIEZZER, M. (org.) **Tratado de educação ambiental para sociedades sustentáveis e responsabilidade global**. Rio de Janeiro: Grupo de trabalho das Ongs Rio-92, 1992. 8 p.

VIEZZER, M. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série): introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

## CAPÍTULO 9

# A AGENDA AMBIENTAL INTERNACIONAL E A EVOLUÇÃO DO REGIME DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

*Augusto Leal Rinaldi  
Laerte Apolinário Júnior*

---

### **Introdução**

A agenda ambiental internacional emerge a partir de trabalhos interdisciplinares que integram pesquisas de variadas áreas do conhecimento, que vão das Relações Internacionais à Geografia, Economia, Direito e Biologia. Essa característica interdisciplinar torna difícil definir com clareza as fronteiras desse amplo e diverso campo de estudo. Nas Relações Internacionais, em particular, os debates globais datam dos anos 1970, desenvolvendo-se desse momento em diante com idas e vindas. Desde então, a temática ambiental ganha espaço como uma subárea de estudos acadêmicos, na medida em que os pesquisadores passam a se debruçar de modo mais sistemático na investigação de tópicos cruciais tais como chuva ácida, erosão da camada de ozônio, mudança climática, perda de biodiversidade, desflorestamento, lixo oceânico, resíduos plásticos dentre outros temas.

Dado que os efeitos dos problemas ambientais normalmente não respeitam fronteiras nacionais, conseqüentemente colocam claros desafios à cooperação entre os países. Tais desafios têm levado a um crescimento da produção da literatura especializada sobre o papel das negociações internacionais, dos regimes internacionais, das organizações intergovernamentais e da governança global, de maneira geral, nessa temática (Cass, 2014). Os potenciais – e catastróficos – efeitos econômicos, sociais, ambientais e políticos do agravamento da problemática ambiental, tais como secas mais fortes e prolongadas, ondas de calor mais intensas, inundações, furacões etc., já estão ocorrendo com maior frequência tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Logo, a resolução – ou enfrentamento – das

questões ambientais requerem algum grau de concertação global, embora ações locais e regionais ainda permaneçam um aspecto central das respostas a muitos dos problemas que hoje enfrentamos nesta seara.

A governança global do meio ambiente envolve múltiplas relações entre Estados, organizações intergovernamentais e atores não governamentais. O uso do termo “governança” implica que a regulação e o controle internacional sobre determinado tópico precisam ser exercidos na ausência de um governo central – situação denominada “anárquica” –, entregando alguns tipos de serviços que, de outro modo, seriam entregues por governos nacionais (Weiss, 2013). Um exemplo disso seria a redução da emissão de gases de efeito estufa para diminuir o ritmo e a intensidade de aquecimento médio do planeta. A mudança climática não é um problema “normal” da política internacional, pois ameaça seriamente as condições de vida na Terra, a sustentabilidade dos ecossistemas naturais, da agricultura, cidades, regiões costeiras, saúde urbana e desafia os padrões existentes de uso de energia para a economia produtiva e de consumo (Vogler, 2020). Logo, não basta que apenas um país esteja disposto a responder ao desafio, é preciso mobilizar outros atores estatais e não estatais a comporem esses esforços.

Os problemas ambientais sugerem que qualquer ação individual é incapaz de impedir ou reduzir os seus efeitos transnacionais. A governança das questões relacionadas ao meio ambiente é, portanto, multifacetada e descentralizada. Embora a Organização das Nações Unidas (ONU) desempenhe papel fundamental em muitas das instituições que abordam esta problemática, ela pode ser considerada mais uma facilitadora do que patrocinadora dos esforços de mitigação. A rigor, questões ambientais regionais e globais têm sido abordadas por instituições criadas especificamente para lidar com os problemas na medida em que vão surgindo. Essa escolha, como sublinha De Sombre (2014), acabou levando à proliferação de instrumentos institucionais com possibilidades de duplicação de esforços ou até contradição entre eles, mas ao mesmo tempo permitiu que fossem criados de maneira rápida para focar nas questões emergentes – tal como mostraremos adiante.

Até a década de 1970, havia duas preocupações centrais em relação ao meio ambiente: conservação dos recursos naturais e

danos causados pela poluição. Houve, também, tentativas (em grande parte malsucedidas) de regular a exploração dos recursos marítimos fora da jurisdição dos países, sendo o estabelecimento da Convenção Internacional Baleeira em 1946 um dos poucos resultados concretos nesse sentido. No período pós-Segunda Guerra Mundial, a recuperação econômica dos países da Europa Ocidental e da América do Norte trouxe consigo o aumento no uso de combustíveis fósseis e da poluição atmosférica, levando a acordos internacionais nos anos 1950 e 1960 que cobriam tópicos tais como chuva ácida e despejos de petróleo no mar.

Em uma ação política decisiva, a Assembleia Geral da ONU concordou em estabelecer a Conferência sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, visando chamar a atenção de governos e da opinião pública internacional para a importância e urgência da questão ambiental. Esta Conferência levou à criação do Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (PNUMA) e a muitos governos nacionais criaram pastas ministeriais voltadas ao tema ambiental. No entanto, estava claro para alguns países, em particular os em desenvolvimento, que as questões ambientais não poderiam estar apartadas das discussões sobre desenvolvimento econômico, ajuda externa e reestruturação das relações econômicas internacionais. Tais pontos forneceram a base política para a elaboração de comissões específicas para a discussão do assunto. Em 1987, a Comissão Brundtland formulou, pela primeira vez, o conceito de “desenvolvimento sustentável”, consagrado posteriormente no início da década de 1990 e reformulado no início dos anos 2000<sup>1</sup>.

Em paralelo ao visível aumento da degradação ambiental e dos avanços científicos nos estudos envolvendo essa problemática, a política internacional ambiental foi acompanhando os ciclos de atenção no mundo desenvolvido e em desenvolvimento. A sociedade civil nestes países tem desempenhado um importante papel a partir da formação de Organizações Não Governamentais (ONGs) e, movimentos ambientais nacionais e

1 A definição original de desenvolvimento sustentável é a seguinte: “Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (Brundtland Commission, 1987, p. 43). Em 2002, no Encontro Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, o conceito foi ligeiramente alterado e ganhou a seguinte conotação: “to ensure a balance between economic development, social development and environmental protection as interdependent and mutually reinforcing components of sustainable development” (Unga, 2002, p. 5).

transnacionais, e da elaboração de campanhas de conscientização acerca da premência da defesa e preservação ambiental e da adoção de modelos econômicos e de consumo sustentáveis. Hoje, além do aquecimento global, a questão dos plásticos e lixos nos oceanos tem estado no centro da agenda de debate global.

A cooperação internacional na área de mudança climática, em particular, tem tido importante progresso nas últimas décadas, que vai desde a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC, na sigla em inglês) em 1992 até a assinatura do Acordo de Paris de 2015, passando pelo Protocolo de Kyoto de 1997 e do Acordo de Copenhague de 2009. Contudo, a despeito do amplo interesse da comunidade internacional em defesa da contenção das alterações climáticas, a cooperação entre os países é, frequentemente, prejudicada em função dos desafios que envolvem a coordenação de esforços entre múltiplos atores (Frieden *et al.*, 2019). Esse processo de concertação tem envolvido Estados e atores não estatais, com intermediação e diálogo com fundações, instituições internacionais e redes transnacionais de ativistas pelo meio ambiente. Esta abordagem multifacetada tem se tornado cada vez mais relevante – porém igualmente desafiadora – na medida em que os esforços intergovernamentais tradicionais encontram dificuldades para avançar no sentido esperado.

A mudança climática é um problema ambiental difícil de enfrentar porque i) afeta a todos os países, porém de forma diferenciada; ii) é causada sobretudo pela queima de combustíveis fósseis, que é a principal fonte energética utilizada hoje; iii) até pouco tempo, o segundo maior emissor de gases de efeito estufa em termos absolutos – i.e. os Estados Unidos – estava indisposto a assumir responsabilidades no devido enfrentamento da questão; e iv) os custos de curto e médio-prazos para realizar a transição energética em direção a uma economia limpa e sustentável tendem a se chocar com as demandas eleitorais de curto prazo, sobretudo em democracias mais consolidadas (Frieden *et al.*, 2019).

No entanto, atualmente, parece haver espaço e disposição de atores estatais e não estatais para o enfrentamento destas questões. Alguns marcos importantes nesse sentido são a assinatura do Acordo de Paris, o comprometimento do governo

chinês em avançar com megainvestimentos em energia limpa e renovável (Liu *et al.*, 2018). Por fim, tem havido certo consenso a respeito da importância da concertação entre países, organismos internacionais e atores não estatais para atuarem em conjunto no combate ao aquecimento global e às mudanças climáticas.

Esse capítulo visa analisar a evolução das discussões ambientais internacionais, com ênfase na evolução do regime das mudanças climáticas, a partir da discussão de seus principais marcos históricos e desafios contemporâneos. Primeiro, começamos explorando o desenvolvimento da agenda ambiental internacional com o foco voltado para a questão climática e o papel das instituições internacionais em tentar criar um arcabouço institucional por meio do qual os países possam cooperar na abordagem desses problemas. Em seguida, tecemos alguns comentários a respeito do Acordo de Paris de modo a ilustrar os avanços e as adversidades que têm surgido para a efetiva cooperação internacional nesta temática. Na seção final, concluímos reforçando os principais pontos levantados e apresentamos alguns desafios que se avizinham no futuro.

## **Evolução do regime ambiental internacional e a questão das mudanças climáticas**

Na agenda política internacional, a preocupação com a questão climática é relativamente recente. Os debates globais acerca deste tema ganharam contornos mais claros na década de 1970, sobretudo com a realização da Conferência de Estocolmo<sup>2</sup>. A partir de então, as problemáticas ambientais – em particular poluição do ar, despejos de petróleo nos oceanos e destruição da camada de ozônio –, largamente negligenciadas nas discussões multilaterais, passaram a ganhar destaque nas negociações internacionais.

O desenvolvimento de um regime internacional específico para lidar com as mudanças climáticas tem sua origem no final da década de 1980 e início da década de 1990 a partir do aumento da preocupação de cientistas e políticos com as

2 Intitulada Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, esta foi a primeira reunião de chefes de Estado organizada pela ONU para tratar desta temática. Foi realizada entre os dias 5 e 16 de junho de 1972, na Suécia.

questões ambientais, em especial, após a constatação da existência de um “buraco na camada de ozônio”, o que nos exporia diretamente aos raios ultravioletas. Em paralelo, a publicação do relatório da Comissão Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum” (Brundtland Commission, 1987), reforçou esta constatação e aumentou ainda mais a necessidade de os países tomarem ciência da magnitude do problema e elaborarem formas efetivas de enfrentá-lo. Dentre os primeiros – e um dos mais importantes – esforços nesse sentido, tem-se a organização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992.

Nesse contexto, para fins didáticos e analíticos, o desenvolvimento de um regime voltado à questão das mudanças climáticas pode ser dividido em quatro fases: o período fundacional, marcado pelo aumento da preocupação global com a temática ambiental e início das negociações de um acordo internacional sobre o tema, compreendendo a década de 1970 até o início dos anos 1990; o período de estabelecimento da Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas, que vai de sua negociação no início dos anos 1990 à sua entrada em vigor em meados da mesma década; o período de adoção e vigência do Protocolo de Kyoto, que vai de 1997 ao encerramento de seu segundo mandato de vigência em 2020; e, por fim, o período de adoção do Acordo de Paris, adotado em 2015 e vigorando desde 2020.

## **O período fundacional**

Embora a teoria do aquecimento global tenha sido apresentada há mais de um século pelo químico sueco Svante Arrhenius (1896), até o final dos anos 1980 as mudanças climáticas não surgiram como uma questão política de destaque no plano internacional. Em 1979, os esforços dos organizadores da Primeira Conferência Mundial do Clima para atrair a participação de formuladores de políticas foram malsucedidos. Mesmo em 1985, quando um grande *workshop* sobre o problema das mudanças climáticas foi realizado em Villach, na Áustria, os representantes do governo dos Estados Unidos participaram sem instruções específicas de sua capital sobre como se posicionarem nessas discussões (Bodansky, 2001; Viola, 2002).

Os debates sobre este tema ocorreram inicialmente na arena científica à medida que aumentava a compreensão do problema do efeito estufa. Durante as décadas de 1970 e 1980, as melhorias na capacidade de computação permitiram aos cientistas desenvolver modelos mais sofisticados que aumentaram a confiança nas previsões acerca do fenômeno do aquecimento global. Um relatório de 1979 da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, conhecido como Relatório Charney, concluiu que se o CO<sub>2</sub> na atmosfera continuasse a aumentar, não haveria razões para duvidar de que mudanças climáticas ocorreriam de forma significativa. Os impactos, contudo, estavam ainda pouco claros, mas os cientistas já apontavam para os riscos associados ao meio ambiente e às pessoas (Nierenberg *et al.*, 2010).

Apesar desses avanços, é duvidoso que o aprimoramento do conhecimento científico tenha sido suficiente para estimular uma ação política concertada dos países no plano internacional. A evolução dos estudos foi importante ao trazer à tona a necessidade de direcionar a atenção à problemática ambiental, dado que o meio ambiente se tornaria um dos principais desafios a serem enfrentados pelos países no futuro. Porém, dois fatores adicionais atuaram como catalisadores diretos para a ação governamental nesse sentido. Primeiro, o papel das comunidades epistêmicas que atuaram como *knowledge brokers* no sentido de chamar a atenção da opinião pública internacional para esta questão. Um pequeno grupo de cientistas orientados para a pauta ambiental trabalhou intensamente para promover este tópico na agenda internacional<sup>3</sup>. Em segundo lugar, como observado acima, a segunda metade da década de 1980 foi marcada pela preocupação com as questões ambientais globais em geral, incluindo o esgotamento da camada de ozônio, desmatamento, perda de diversidade biológica, poluição dos oceanos e comércio internacional de resíduos perigosos. Assim, a discussão sobre as mudanças climáticas passa a ganhar espaço na agenda global no esteio dessas discussões (Bodansky, 2001; Barros-Platiau, 2011).

Até o final dos anos 1980, a questão da mudança climática havia sido dominada essencialmente por atores não

3 Com destaque para o sueco Bert Bolin, posteriormente presidente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), além de outros cientistas que ajudaram a “traduzir” e divulgar o conhecimento científico emergente sobre o efeito estufa por meio de *workshops*, conferências e artigos em revistas não especializadas (Bodansky, 2001).

governamentais, em especial cientistas e pesquisadores. Embora alguns fossem funcionários públicos, suas atuações não refletiam as posições oficiais de seus respectivos países. Contudo, em 1988, a ONU reuniu um conjunto de especialistas e estudiosos em um Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, na sigla em inglês) para analisar e avaliar os efeitos da mudança climática sobre o planeta nas suas várias dimensões. Durante toda esta década, o IPCC forneceu importantes subsídios científicos para a condução das negociações que culminaram no estabelecimento de uma convenção específica para lidar com a problemática ambiental<sup>4</sup>, assim como assumiu papel de referência na formação da opinião pública internacional sobre o tema da mudança climática (Viola, 2002).

Até o começo dos anos 1990, os governos interessados nas mudanças climáticas haviam sido principalmente os dos países desenvolvidos. A maior parte da pesquisa científica nesta temática havia sido conduzida por ministros e grupos políticos ambientais ativos destes países. No entanto, na reunião de Noordwijk de 1989<sup>5</sup> surgiu uma divisão entre eles. De um lado, a maioria dos países europeus, Canadá, Austrália e Nova Zelândia apoiaram a adoção da abordagem que havia sido utilizada para lidar com os problemas de chuva ácida e da destruição da camada de ozônio, isto é, estabelecer limitações quantitativas sobre os níveis nacionais de emissão de gases de efeito estufa a partir de metas e cronogramas rigidamente definidos. Do outro, os Estados Unidos – apoiados pelo Japão e pela ex-União Soviética – questionavam tais metas e cronogramas alegando que eram muito rígidas e, caso não levassem em consideração as

4 Até a publicação deste livro, o IPCC publicou seis relatórios acerca das mudanças climáticas e seus impactos sobre a vida no planeta (1990, 1995, 2001, 2007, 2014 e 2021). Em 2021, o IPCC lançou seu mais recente relatório destacando pontos importantes, dentre eles o fato de que os cientistas mostram que a temperatura do planeta aumentou mais rapidamente desde 1970 do que em qualquer outro meio século nos últimos dois mil anos. Porém, reafirmam expectativas anteriores de que, para reverter essa tendência, é preciso cortar pela metade a emissão global de CO<sub>2</sub> até 2030 e que todos os países precisam chegar a um “zero líquido” de emissões até 2050. Além disso, países comprometidos com a causa ambiental precisarão ser mais ambiciosos em termos de reduzir tanto as emissões quanto o tempo proposto para alcançar o “zero líquido”. China, Índia e Estados Unidos estão entre eles, enquanto outras economias emergentes como o Brasil e a Indonésia continuam a demandar transferências de recursos e tecnologia para auxiliar o processo (IPCC, 2021).

5 A Conferência Ministerial sobre Poluição Atmosférica e Mudança Climática foi a primeira grande conferência internacional sobre o clima, realizada entre 6 e 7 de novembro de 1989 em Noordwijk, Holanda. Dentre os participantes estavam presentes Ministros do Meio Ambiente de 68 países. O objetivo da conferência era criar um acordo vinculativo sobre as emissões de CO<sub>2</sub>.

diferentes circunstâncias nacionais, seriam meramente simbólicas. Os Estados Unidos argumentavam que a ênfase deveria ser colocada nas pesquisas científicas e no desenvolvimento de estratégias nacionais ao invés de compromissos internacionais vinculantes. Essas diferenças se aprofundaram na Conferência de Bergen de 1990<sup>6</sup> e na Segunda Conferência Internacional sobre o Clima<sup>7</sup>. Os norte-americanos continuaram a bloquear a adoção de metas e cronogramas insistindo em uma postura de maior flexibilidade e de adoção de abordagens nacionais para o trato da questão climática (Bodansky, 2001).

Em contrapartida, os países em desenvolvimento demonstraram maior unidade nesse momento, especialmente em relação à demanda para que os países desenvolvidos fornecessem assistência financeira e transferência de tecnologia para que conseguissem lidar com os desafios que estavam por vir. No entanto, com o tempo as diferenças entre eles também foram se tornando mais claras. Em uma ponta, os pequenos Estados insulares em desenvolvimento, temendo a inundação pelo aumento do nível do mar, passaram a apoiar enfaticamente o estabelecimento de metas e cronogramas para o trato da questão. Esses países passaram a se organizar na Aliança dos Pequenos Estados Insulares, na Segunda Conferência Internacional sobre o Clima, desempenhando papel importante nas negociações climáticas. No outro polo, os Estados produtores e exportadores de petróleo questionavam a ciência por trás da tese

6 A Conferência de Bergen sobre Desenvolvimento Sustentável, de maio de 1990, contou com a participação dos Ministros do Meio Ambiente de 34 países e do Comissário para o Meio Ambiente da Comunidade Europeia. Organizada pela Noruega e copatrocinada pela Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa, a Conferência organizou uma série de reuniões regionais realizadas antes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de junho de 1992. Os participantes discutiram uma variedade de assuntos ambientais, mas o tópico central foi a mudança climática. Seguindo o exemplo do tema da Conferência de desenvolvimento sustentável, os Ministros enfatizaram a necessidade de os países industrializados limitarem suas emissões de gases de efeito estufa (Unep, 1993).

7 A Segunda Conferência Mundial do Clima foi realizada em Genebra entre 29 de outubro e 7 de novembro de 1990. A declaração final foi adotada pelos participantes nas sessões científicas e técnicas com base nas apresentações na conferência, nas deliberações dos grupos de trabalho dos participantes organizados para abordar vários assuntos específicos e nas discussões plenárias envolvendo todos participantes. As sessões científicas e técnicas envolveram 747 participantes de 116 países. A Conferência discutiu os resultados da primeira década de trabalho no âmbito do Programa Mundial do Clima, o Primeiro Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (agosto de 1990) e o desenvolvimento do Programa Internacional Geosfera-Biosfera e outros programas globais relevantes. Em particular, a Conferência considerou o papel, as prioridades e a estrutura do programa para o desenvolvimento futuro do Programa Mundial do Clima (SWCC, 1990).

das mudanças climáticas e defendiam uma abordagem mais flexível sobre a temática. No espectro intermediário, os grandes países em processo de industrialização, como Brasil, Índia e China, insistiam que as medidas de combate às mudanças climáticas não deveriam infringir a soberania e limitar o direito de desenvolvimento, mesmo que isso implicasse em degradação ambiental. Esses países argumentavam que como o Norte Global havia sido, historicamente, o maior responsável pela criação e agravamento do problema, também deveria ser o principal responsável por resolvê-lo (Hochstetler, 2013).

### **A Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre mudanças climáticas**

Embora o Direito Internacional Ambiental tenha se consolidado nas últimas décadas, quando a questão da mudança climática surgiu no final da década de 1980, a legislação internacional sobre esta temática ainda era incipiente. As únicas convenções existentes sobre poluição do ar, por exemplo, tratavam da poluição transfronteiriça na Europa e do esgotamento da camada de ozônio. Embora o Direito Internacional contivesse princípios gerais relevantes para a poluição atmosférica, não apresentava a especificidade necessária para lidar efetivamente com a mudança climática (DeSombre, 2014).

Inicialmente, dois modelos alternativos foram considerados: um acordo amplo sobre a “lei da atmosfera”, a ser modelado com base na Convenção das Nações Unidas sobre o Mar de 1982, que reconhecia a interdependência dos problemas atmosféricos e os abordaria de maneira abrangente; e uma convenção mais específica sobre mudança climática, modelada com base na Convenção de Ozônio de Viena. Apesar do apoio inicial de alguns países à primeira, a segunda abordagem acabou prevalecendo (Zaelke; Cameron, 1990).

O tempo total para o processo de elaboração do tratado formal, desde o início das negociações até a entrada em vigor da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (UNFCCC), foi de pouco mais de três anos. O processo começou em dezembro de 1990, quando a Assembleia Geral da ONU estabeleceu o Comitê Intergovernamental de Negociação para uma Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas,

para negociar uma convenção contendo compromissos específicos a tempo de assinatura em junho de 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNFCCC, 1992). Entre fevereiro de 1991 e maio de 1992, o Comitê Intergovernamental de Negociação realizou cinco sessões, adotando, enfim, o UNFCCC em 9 de maio de 1992, que entrou em vigor dois anos depois após a sua ratificação por cinquenta países.

A Convenção-Quadro estabeleceu que os países passariam a se reunir de forma periódica em cúpulas interestatais, conhecidas como Conferências das Partes (COPs), para considerar ações e revisões dos compromissos existentes, sempre auxiliados por grupos subsidiários de pesquisadores e redes de ativistas. Como mencionado, a linha de base inicial para a negociação foi o modelo de “acordo-quadro” usado na década anterior para abordar o problema da chuva ácida e da camada de ozônio<sup>8</sup> (Lang, 1991). Ambas as convenções são amplamente processuais e estabelecem apenas obrigações gerais, tais como cooperar em pesquisas científicas e trocar informações, por exemplo. Sua principal contribuição foi estabelecer uma estrutura legal e institucional para o desenvolvimento de trabalhos futuros por meio de reuniões regulares entre as partes para a possível adoção de protocolos mais substantivos e específicos para enfrentar as problemáticas ambientais (Bodansky, 2001). Em termos substantivos, destaca-se a adoção do princípio das “responsabilidades comuns, porém diferenciadas”, determinando diferentes responsabilidades para as partes na abordagem da questão das mudanças climáticas de acordo com as possibilidades econômicas e sociais dos países membros (UNFCCC, 1992). Assim, esse princípio marca a divisão fundamental nesse regime entre compromissos e responsabilidades diferenciados para países desenvolvidos e em desenvolvimento.

O ponto central nesse contexto, era se uma instituição com estas características seria suficiente para o trato da questão e, se não, que provisões adicionais deveriam ser incluídas. Os principais aspectos de litígio se referiam a temáticas como: i) metas e cronogramas, ii) assistência financeira e transferência de tecnologia aos países em desenvolvimento, iii) instituições

8 A Convenção de 1979, sobre Poluição Atmosférica Transfronteiriça de Longo Alcance e a Convenção de Viena de 1985 para a Proteção de Camada de Ozônio.

e mecanismos de implementação das políticas e iv) protocolos acordados<sup>9</sup> (UNFCCC, 1992).

A UNFCCC entrou em vigor em março de 1994 e, um ano depois, a COP 1 se reuniu em Berlim. Entre seus resultados mais importantes, destaca-se o compromisso dos países em estabelecer um comitê *ad hoc* para negociar um instrumento legal até 1997 contendo compromissos adicionais mais específicos para os países industrializados para o período pós-2000, conhecido como Grupo *Ad Hoc* sobre o Mandato de Berlim, e que o secretariado permanente da UNFCCC ficaria em Bonn, na Alemanha (Conference of the parties, 1995).

As negociações continuaram por dois anos e culminaram na assinatura do Protocolo de Kyoto, que foi o primeiro tratado internacional juridicamente vinculante sobre a questão das mudanças climáticas, contendo metas e prazos bem definidos. Naquele momento, as partes chegaram a um acordo apesar da resistência de alguns países, com destaque para os Estados Unidos, que questionaram a necessidade de compromissos juridicamente vinculativos tanto em relação a metas e cronogramas quanto em relação a políticas e medidas específicas a serem adotadas para a resolução do problema das mudanças climáticas.

## **O Protocolo de Kyoto (1997–2020)**

O Protocolo de Kyoto, negociado na COP 3 (1997), no Japão, foi criado para regulamentar, de forma legalmente vinculante, as metas de redução de gases estufa ao nível global. O instrumento entrou em vigor em 2005 e seu período de vigência original foi estabelecido para os anos de 2008 a 2012. O acordo dividiu os países em dois grupos distintos: países do Anexo-I – países desenvolvidos e do antigo bloco socialista –, com obrigações juridicamente vinculantes, e países fora do Anexo-I, – países em desenvolvimento – sem as mesmas obrigações legais. Assim, nota-se como este instrumento jurídico

9 Temas que levavam a intensas disputas e a claras clivagens entre os países como mencionado. Em geral, os países europeus, com apoio das pequenas ilhas, se posicionando de forma favorável à adoção de metas e cronogramas, e instituições e mecanismos de implementação dos acordos, e os Estado Unidos, junto com outros países desenvolvidos, além dos produtores de petróleo, se opondo a tais medidas. E de outro lado, os países em desenvolvimento apoiando tais medidas contanto que se aplicassem apenas aos países desenvolvidos e demandando assistência financeira e transferência de tecnologias para lidarem com o problema.

confirmou o princípio das “responsabilidades comuns, porém diferenciadas” ao reservar aos países não destacados no Anexo-I o direito de alcançarem o desenvolvimento sustentável sem necessariamente adotarem as metas compulsórias de redução de emissões de gases de efeito estufa vinculantes aos países desenvolvidos (United Nations, 1998).

No texto final, o Protocolo estabeleceu para os membros do Anexo-I a obrigatoriedade de reduzirem suas emissões em pelo menos 5% até 2012 em relação às suas emissões de 1990. No entanto, ele também criou vários “mecanismos de flexibilidade”, incluindo o “Comércio de Emissões”<sup>10</sup> e a “Implementação Conjunta”<sup>11</sup> entre países industrializados, bem como um “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo”<sup>12</sup> para projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento, mas desde que fossem complementares, e não substitutos, às ações domésticas (United Nations, 1998).

Negociado em 1997, o Protocolo foi aberto para assinaturas em dezembro daquele ano e entrou em vigor em março de 1999, após a ratificação por 55 países signatários. Os Estados Unidos, contudo, um dos maiores emissores globais de gases poluentes, não o ratificaram. A ausência norte-americana representou um golpe severo ao Protocolo de Kyoto. Segundo Viola (2002), o Senado estadunidense se posicionou de modo que somente ratificaria o instrumento se houvesse compromissos para todos os países – e não apenas para os do Anexo-I –, o que inviabilizaria a sua permanência dada a resistência dos países em desenvolvimento de assumir compromissos de redução de emissão naquele momento.

O primeiro mandato do Protocolo de Kyoto (2008-2012) foi marcado pela tentativa dos países desenvolvidos de incorporar os países em desenvolvimento – em particular as economias emergentes – aos compromissos de redução, ao passo que estes insistiam na defesa do princípio das “responsabilidades comuns, porém diferenciadas”. Esta clivagem foi um dos principais obstáculos para a negociação de um acordo pós-Kyoto.

10 Prática realizada entre países listados no Anexo-I que consiste na compra e venda de “direito” de emitir gases de efeito estufa. Grosso modo, funciona da seguinte maneira: um país que tenha diminuído suas emissões acima de sua meta possa transferir o excesso de suas reduções para outro país que não tenha alcançado tal condição (United Nations, 1998).

11 Implantação de projetos de redução de emissões de gases estufa entre países do Anexo-I (*ibid.*).

12 Realizados em países que não têm metas de reduções de emissões de gases estufa (*ibid.*).

Neste contexto, o Brasil – junto com a China – teve uma posição de liderança dentre as economias em desenvolvimento, tornando-se uma figura importante nas negociações climáticas internacionais. Conforme pontua Viola (2002), o posicionamento brasileiro se apoiava na ideia de que a responsabilidade pela redução das emissões deveria recair majoritariamente sobre os países desenvolvidos, opondo-se, com isso, a assumir compromissos relativos à redução de suas emissões. O fundamento para esta posição residia no argumento de que as emissões de carbono deveriam ser calculadas a partir da acumulação de emissão ocorrida desde o final do século XVIII, e não apenas a partir do ano base de 1990. Ainda que tenha conseguido apoio de boa parte dos países em desenvolvimento, os desenvolvidos criaram fortes resistências a aceitá-la, o que afetou profundamente o desenvolvimento posterior das negociações.

O primeiro encontro das partes do Protocolo de Kyoto ocorreu em 2005 durante a COP 11, quando começaram também as discussões para a elaboração do instrumento que deveria substituir o Protocolo a partir de 2012. Em Bali, na COP 13, foi acordado o “Mapa do Caminho de Bali”, com orientações para o desenvolvimento do tratado futuro que deveria ser alcançado na COP 15, em Copenhague. Na época, a China se posicionou junto ao G77, com quem ressaltou o interesse do grupo de países em desenvolvimento em avançar os debates sobre transferência de tecnologia, *capacity-building* e financiamento por parte dos países desenvolvidos<sup>13</sup> (Moreira; Ribeiro, 2016).

Os efeitos da crise financeira de 2008, no entanto, estabeleceram um cenário difícil para o avanço do regime. A COP 15, realizada em Copenhague em 2009, sob a qual estavam depositadas amplas expectativas de conclusão do acordo pós-Kyoto, acabou ficando marcada pelo seu fracasso (Barros-Platiau, 2011). O contexto das negociações em Copenhague incentivou Brasil, África do Sul, Índia e China a formarem o grupo BASIC, e desde então seus ministros de meio ambiente passaram a se encontrar em reuniões ministeriais trimestrais para coordenar a participação do grupo nas negociações climáticas internacionais (Rinaldi; Martuscelli, 2016).

13 Estes três elementos costumam estar presentes nos discursos das economias em desenvolvimento em praticamente todos os foros internacionais de meio ambiente.

A COP 15 teve um papel eminentemente simbólico, marcando a ascensão das potências emergentes e da erosão da liderança ocidental no campo das negociações climáticas. Além de o único acordo concreto ter sido viabilizado por meio da participação do BASIC e dos EUA, e um papel secundário da União Europeia, os países emergentes deixaram claro que não iriam assumir responsabilidades que pudessem comprometer as suas metas de desenvolvimento socioeconômico (Xiaoyu, 2012).

No entanto, apesar da longevidade dessas posições tradicionais, mudanças notáveis começaram a ser vistas nos posicionamentos de Brasil, África do Sul, Índia e China relacionados ao clima nos anos seguintes. No Fórum das Grandes Economias em L'Aquila, Itália, em julho de 2009, os líderes das 17 principais nações desenvolvidas e em desenvolvimento, incluindo as do BASIC, aceitaram a visão científica de que o aumento da temperatura média global não deveria exceder 2°C e concordaram em identificar uma meta global para reduzir substancialmente as emissões globais até 2050. Embora esta tenha sido apenas uma declaração política, não legalmente vinculativa, a decisão dos líderes de potências emergentes de estabelecer esse teto em relação ao aquecimento do planeta sugeria uma maior disposição, em comparação com o passado, de aceitar a possibilidade de limitar no futuro suas emissões nacionais (Hurrell; Sengupta, 2012).

No próprio Acordo de Copenhague, no qual o BASIC desempenhou papel fundamental na negociação, foi acordado que os países em desenvolvimento, além de registrarem todas as suas promessas de mitigação em uma lista internacional, também forneceriam relatórios mais rigorosos e transparentes de suas emissões domésticas e de seus esforços de redução, incluindo comunicações nacionais mais frequentes e detalhadas. Em troca, os países desenvolvidos se comprometeram a mobilizar US\$100 bilhões de financiamento climático anual para os países em desenvolvimento por meio de uma grande variedade de fontes até 2020 (Hochstetler, 2012).

Em outras palavras, o que o Acordo de Copenhague e o subsequente Acordo de Cancun de 2010 renderam essencialmente para os países em desenvolvimento foi inverter a arquitetura “diferenciada” de cima para baixo baseada em metas e cronogramas, característico da UNFCCC e do Protocolo de Kyoto,

substituindo-o por um sistema mais ascendente e “indiferenciado”. Tal formato exigiu que os países em desenvolvimento, especialmente as potências emergentes, fossem tratados da mesma forma que os países desenvolvidos no que diz respeito à mitigação do clima e às obrigações de apresentação de relatórios de políticas e ações implementadas (Hurrell; Sengupta, 2012).

O desaparecimento da lógica de diferenciação entre os países do Norte e do Sul se consolidou na Conferência de Durban de 2011, ainda que os países desenvolvidos tenham concordado com a prorrogação do Protocolo de Kyoto por um segundo período até 2020 (Conference of the Parties, 2011). Em Durban, “a nova Plataforma de Durban para Ação Avançada” não fez diferenciação entre nações desenvolvidas e em desenvolvimento. Em vez disso, iniciou o processo para o desenvolvimento de um novo instrumento jurídico para ser acordado até 2015, que deveria ser aplicável a todas as partes, entrando em vigor a partir de 2020. Ao contrário de acordos anteriores, que reafirmavam explicitamente a norma da UNFCCC de “responsabilidades comuns, porém diferenciadas”, o texto da “Plataforma de Durban” não faz qualquer referência a esse princípio, até então, fundamental do regime climático internacional (Conference of the Parties, 2011).

## **O Acordo de Paris (2015)**

As negociações que levaram ao Acordo de Paris, assinado em 2015 na COP 21, tiveram como principal êxito a adoção de um modelo que priorizava a assunção de compromissos e o estabelecimento de metas de redução da emissão de gases do efeito estufa definidas voluntariamente pelos próprios países. Uma abordagem, portanto, descentralizada – ou “de baixo para cima”. Os maiores emissores de gases de efeito estufa que, no passado, haviam travado as negociações, agora se dispuseram a apoiar o novo acordo por conta de seu afastamento do modelo de regulações impostas de “cima para baixo” e pouco sensíveis às condições domésticas de cada país (Falkner, 2016).

Na capital francesa, os países se comprometeram a manter o aquecimento médio do planeta em até 2°C até 2099, com aspirações de chegar em até 1.5°C. O Acordo de Paris também incluiu um objetivo de alcançar um “equilíbrio de emissões”

no futuro, sugerindo com isso que a emissão de gases de efeito estufa precisaria chegar a um “zero líquido” entre 2050 e 2100<sup>14</sup> (Paris Agreement, 2015). Em contraste com o Protocolo de Kyoto, Paris envia um importante sinal aos mercados globais de que as décadas futuras serão marcadas por profundas mudanças na infraestrutura econômica, produtiva e urbana dos países.

Visando alcançar as reduções de emissão de gases poluentes no longo-prazo, os países se comprometeram a contribuir com metas definidas por eles mesmos. Esse princípio, nomeado de “contribuições nacionalmente determinadas” (CNDs), conta com a ambição nacional de cada país de se prestar à mitigação do aquecimento global. As CNDs são submetidas e revisadas a cada cinco anos e os países signatários esperam que todas as partes se disponham, a cada revisão, a avançar ainda mais nas suas ambições. Importante destacar que, segundo estudo publicado pelo *Climate Action Tracker*, as contribuições prometidas em Paris são insuficientes para impedir o aquecimento médio da terra além dos 2°C estipulados. A projeção é que, mantidas as promessas, o planeta aqueça em torno de 2,7°C<sup>15</sup>. É preciso, portanto, mais empenho.

De acordo com estudiosos, o principal mecanismo para aumentar o grau de ambição dos países no regime climático internacional é a periódica revisão do progresso feito em direção à meta estabelecida no Acordo de Paris (Horowitz, 2016; Streck *et al.*, 2016; Voigt; Ferreira, 2016). O resultado dessas revisões é informar às partes acerca das políticas e progressos feitos, além de estimular os países a atualizarem e aumentarem suas contribuições na medida em que avançam com seus números. Ao estabelecer um sistema obrigatório de reportar, periodicamente, a implementação das CNDs, este mecanismo torna a transparência um instrumento regulatório crucial para construir confiança entre os países e lhes permitir rever seus próprios compromissos.

Outro aspecto a ser destacado tem a ver com a inclusão de grande parte da comunidade de países nos esforços de mitigação do aquecimento global. Desde 2016, ano em que entrou em vigor, 195 países assinaram o Acordo de Paris e 147 já o ratificaram. Essa inclusão representa um avanço nas negociações que, até esse momento, haviam sido marcadas por uma clara

14 Para mais informações, consultar: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

15 Para mais informações, consultar: <https://climateactiontracker.org/global/temperatures/>.

cisão Norte-Sul acerca de como interpretar o princípio de “responsabilidades comuns, porém diferenciadas” estabelecido pelo UNFCCC. Os países, agora, podem levar em conta suas circunstâncias econômicas, políticas e sociais particulares para definir suas metas. Desse modo, em teoria, economias emergentes cujas emissões acompanhem o crescimento econômico não podem mais se esconder atrás do rótulo de “em desenvolvimento” para não aumentarem a promessa de contribuir mais, já que estão apresentando maiores taxas de crescimento. Além disso, os países reconhecem que será crucial o apoio internacional aos esforços de adaptação a um novo modelo econômico-produtivo mais sustentável, reforçando, assim, a importância do financiamento e ajuda técnica aos países em desenvolvimento (Falkner, 2016).

O artigo seis do Acordo, por exemplo, estabelece o mercado de carbono como uma forma complementar para atingir as metas acordadas e promover a cooperação entre países. Por ser um mecanismo complementar, o mercado não pode ser utilizado para cumprir 100% das metas. Ele é um mecanismo auxiliar às políticas de transição energética implementadas. A precificação do carbono visa incentivar o desenvolvimento de tecnologias que reduzam a emissão de carbono. Atualmente, os tipos mais comuns de precificação se dão por meio do sistema tributário e do comércio de emissões – conhecido como “*cap and trade*” (Paris Agreement, 2015).

Uma das razões centrais para o amplo apoio dos países ao Acordo de Paris é a estrutura legal habilmente elaborada em que as palavras e expressões utilizadas são relativamente vagas – abrindo margem para diferentes interpretações – e pouco explícitas em termos de compromissos juridicamente vinculantes. Há muitas expressões que denotam recomendações ou intenções, tais como “as partes *devem* (*should*, em inglês)” ou “o apoio internacional *poderia* (*shall*, em inglês)” (Paris Agreement, 2015, p. 4). Portanto, uma vez em vigor, as partes somente serão obrigadas legalmente a submeter as CNDs e reportá-las a cada cinco anos, porém o não cumprimento com estes planos não constitui, em si mesmo, uma violação da lei internacional. E mesmo que as partes não cumpram com a apresentação das CNDs, não há nenhum mecanismo retaliatório nesse sentido.

Cabe mencionar que, em 2017, os esforços multilaterais para avançar com as propostas negociadas em Paris sofreram

um forte baque pela decisão unilateral de Donald Trump (2016-2020) de retirar os Estados Unidos do Acordo – o que se consumou em 2019. Ao explicitar de forma clara e eloquente sua visão de “*America First*” que em tese coloca os interesses nacionais norte-americanos acima de qualquer iniciativa internacional ou composição multilateral, o ex-Presidente cumpriu uma de suas promessas de campanha e deu início à retirada de seu país em um dos movimentos diplomáticos de maior impacto de sua gestão (Pavone, 2018). Contudo, após a eleição de Joe Biden em 2020, os EUA novamente retornam ao Acordo e sinalizam maior disposição para diálogo e comprometimento no enfrentamento das mudanças climáticas (Laborde, 2021).

O Acordo de Paris exprime uma importante reversão da tendência das negociações climáticas patrocinadas pela ONU. Como visto, nas duas décadas após a assinatura e entrada em vigor do Protocolo de Kyoto, houve pouco avanço no sentido de se criar um instrumento por meio do qual os países se comprometessem a reduzir suas emissões e a verificar a implementação de políticas e ações práticas nesse sentido. A COP 21, assim, representa uma mudança crucial nessa trajetória truncada ao conseguir extrair dos países compromissos e metas definidas, tornando possível com isso avaliar com maior acuidade as contribuições nacionais para o enfrentamento da problemática ambiental.

A realização da Conferência reconhece, na sua essência, a primazia da política nacional no encaminhamento das soluções para as mudanças climáticas e permite aos países estabelecerem seus próprios graus de ambição para a mitigação do problema. Ao reconhecer que ninguém (leia-se, as grandes potências) pode ser forçado a drásticos cortes de emissão de gases estufa, a solução encontrada foi buscar enredar os países de modo que suas promessas integrem um sistema de prestação de contas sujeito a revisões transparentes e periódicas. Enquanto Paris estabeleceu uma abordagem mais realista para a cooperação climática internacional, ainda não está claro se, de fato, será suficiente para descarbonizar a economia global. O passado das políticas climáticas internacionais sugere que os governos têm certa tendência a expressarem grandes aspirações, mas de evitarem a adoção de medidas mais duras. Para que o Acordo de Paris seja efetivo, a nova lógica de “promessa, revisão e adequação” precisará mobilizar a opinião pública internacional e

criar expectativas positivas para políticas climáticas mais substantivas (Falkner, 2016).

Para muitos estudiosos, Paris foi um evento marcante, mas não “consertará” o planeta. A diplomacia climática internacional finalmente se deu conta da magnitude do problema do aquecimento global e parece estar disposta a assumir esforços políticos de longo-prazo para encaminhar a economia dos países para uma direção mais verde e sustentável. O Acordo fornece uma abordagem pragmática nesse sentido, porém é apenas o início da jornada.

## **Considerações finais**

Questões ambientais impõem sérios desafios à natureza, à vida humana e à economia global. Não é de surpreender, pois, que haja interpretações divergentes entre países e atores interessados acerca de como abordar esta problemática e encaminhar soluções aos problemas que têm emergido. Como visto ao longo do capítulo, embora a evolução da agenda ambiental e das mudanças climáticas tenha atravessado momentos de maior ou menor preocupação, avanços têm sido alcançados. A construção de regimes e instituições internacionais específicas voltadas às questões ambientais ilustra isso, além de que, recentemente, os países decidiram contribuir com metas específicas de redução da emissão de gases poluentes de modo a frear o aquecimento global. Houve, portanto, esforços de concertação política que se consagraram em acordos, tratados e compromissos firmados.

Contudo, ainda persistem dificuldades para uma efetiva cooperação internacional na área ambiental. Em primeiro lugar, é importante reconhecer que a despeito do interesse compartilhado acerca da necessidade e importância da preservação ambiental, as interações entre países e pessoas envolvem problemas de ação coletiva de difícil resolução. Há uma tendência de que os atores “peguem carona” nos esforços de terceiros de modo a não arcar com os custos da redução das emissões, ao mesmo tempo em que se beneficiam das políticas adotadas pelos demais. Em segundo lugar, múltiplos atores têm interesses conflitantes e posições divergentes acerca de quem deve arcar com os custos das políticas de mitigação do problema. Historicamente, os países ricos defendem responsabilidades

universais, ao passo que os em desenvolvimento argumentam que os custos devem recair majoritariamente sobre os países desenvolvidos. Em outras palavras, o modo como as políticas ambientais distribuem os custos afeta as condições efetivas de cooperação nesta seara. Em terceiro lugar, as instituições internacionais facilitam a cooperação ao aumentar a disponibilidade de informações e monitorar o cumprimento das regras. Redes transnacionais de *advocacy* e ONGs desempenham papel importante nesse sentido. Quanto mais claro e mais fácil de verificar a adoção dos compromissos, maiores são as chances de os Estados cooperarem com sucesso (Frieden *et al.*, 2019).

A política ambiental internacional relaciona dois aspectos fundamentais. Primeiro, a complexa relação entre conhecimento científico e as ações dos governos na criação de mecanismos institucionais e políticos visando mitigar os problemas ambientais. Outro aspecto é a conexão entre meio ambiente e desenvolvimento econômico, que se expressa de modo claro na mudança dos significados do conceito de desenvolvimento sustentável ao longo do tempo. O reconhecimento destas relações, em paralelo ao processo de centralização da temática ambiental nas relações internacionais, tem sido uma precondição fundamental para uma ação internacional coordenada em sintonia às necessidades globais de preservação ambiental e descarbonização do planeta.

Questões ambientais normalmente dividem os países. As externalidades dos problemas produzem ganhadores e perdedores não somente dentro dos países, mas entre eles. Nesse caso, o custo da degradação ambiental é pago não somente pelo país poluente, mas também pelos vizinhos e/ou pelos demais. Essa situação cria uma questão difícil que aponta para quem ganha com o relaxamento dos padrões ambientais e, mais importante, que país (ou países) deveria pagar pela construção de um mundo mais verde e sustentável.

Cabe destacar, por fim, que continuaremos a enfrentar muitos desafios ambientais no futuro, incluindo a perda de biodiversidade e os múltiplos impactos sociais, econômicos e humanos decorrentes da poluição da atmosfera. Porém, as lições das últimas cinco décadas podem nos dar esperança de que países, pessoas, atores não governamentais e instituições internacionais, têm condições de criar espaços e mecanismos sólidos para o devido enfrentamento da questão ambiental de modo geral, e climática em particular.

## REFERÊNCIAS

BARROS-PLATIAU, A. F. O Brasil na governança das grandes questões ambientais contemporâneas. **Texto para Discussão IPEA**, v. 1618, p. 7-59, 2011.

BODANSKY, D. The History of the global climate change regime. *In*: LUTERBACHER, U.; SPRINZ, D. F. (ed.). **International Relations and Global Climate Change**. Cambridge. London: The MIT Press, 2001. p. 23-40.

BRUNDTLAND COMMISSION. **Report of the World Commission on Environment and Development**. New York: UN World Commission on Environment and Development, 4 ago. 1987. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2023.

CASS, L. R. The discipline of global environmental politics: a short history. *In*: HARRIS, P. G. (ed.). **Routledge Handbook of Global Environmental Politics**. London: Routledge, 2014. p. 56-86.

CONFERENCE OF THE PARTIES. **Conference of the Parties**. First Session, 7 abr. 1995. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/cop1/07a01.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2023

CONFERENCE OF THE PARTIES. **Conference of the Parties**. Seventeenth session, 13 set. 2011. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/durban-climate-change-conference-november-2011/cop-17/cop-17-documents>. Acesso em: 3 ago. 2023

DESOMBRE, E. R. Global Environmental Governance. *In*: WEISS, T. G.; WILKINSON, R. (ed.). **International Organization and Global Governance**. London and New York: Routledge, 2014. p. 580-592.

FALKNER, R. The Paris Agreement and the new logic of international climate politics. **International Affairs**, v. 92, n. 5, p. 1107-1125, 2016.

FRIEDEN, J. A.; LAKE, D. A.; SCHULTZ, K. A. **World Politics**. 4th. ed. New York. London: W. W. Norton & Company, 2019.

HOCHSTETLER, K. A. The G-77, BASIC, and global climate governance: a new era in multilateral environmental negotiations. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 55, p. 53-69, 2012.

HOCHSTETLER, K. South-south trade and the environment: A Brazilian case study. **Global Environmental Politics**, v. 13, n. 1, p. 30-48, 2013.

HOROWITZ, C. A. Paris agreement. **International Legal Materials**, v. 55, n. 4, p. 740-755, 2016.

HURRELL, A.; SENGUPTA, S. Emerging powers, North-South relations and global climate politics. **International Affairs**, v. 88, n. 3, p. 463-484, 2012.

IPCC, I. P. O. F. C. C. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. [S. l.]: IPCC, 7 ago. 2021. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.ipcc.ch%2Freport%2Far6%2Fwg1%2Fdownloads%2Freport%2FIPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf&clen=253889746&chunk=true](https://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.ipcc.ch%2Freport%2Far6%2Fwg1%2Fdownloads%2Freport%2FIPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf&clen=253889746&chunk=true). Acesso em: 15 ago. 2021.

KYOTO PROTOCOL. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**, 10 dez. 1997. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/2409>. Acesso em: 3 ago. 2023

LABORDE, A. Biden pretende recuperar a liderança climática para os EUA com um ambicioso plano de redução de emissões. **El País**, 22 abr. 2021.

LANG, W. Is the Ozone Depletion Regime a Model for an Emerging Regime on Global Warming. **UCLA Journal of Environmental Law and Policy**, v. 9, p. 161, 1991.

LIU, Q. *et al.* China's energy revolution strategy into 2030. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 128, p. 78-89, 2018.

MOREIRA, H. M.; RIBEIRO, W. C. A China na ordem ambiental internacional das mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 30, p. 213-234, ago. 2016.

NIERENBERG, N.; TSCHINKEL, W. R.; TSCHINKEL, V. J. Early Climate Change Consensus at the National Academy: The Origins and Making of Changing Climate. **Historical Studies in the Natural Sciences**, v. 40, n. 3, p. 318-349, 1º ago. 2010.

PARIS AGREEMENT. **The Paris Agreement**, 12 dez. 2015. Disponível em: [https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf). Acesso em: 3 ago. 2023

PAVONE, I. R. The Paris Agreement and the Trump administration: Road to nowhere? **Journal of International Studies**, v. 11, n. 1, p. 34-49, 2018.

RINALDI, Augusto Leal; MARTUSCELLI, Patricia Nabuco. The BRICS on climate change global governance. **Meridiano 47-Journal of Global Studies**, v. 17, 2016, p. 1-10.

STRECK, C.; KEENLYSIDE, P.; VON UNGER, M. The Paris Agreement: a new beginning. **Journal for European Environmental & Planning Law**, v. 13, n. 1, p. 3-29, 2016.

SWCC. **Second World Climate Conference**, 1990. Disponível em: [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=6227](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=6227). Acesso em: 11 ago. 2023

UNEP. **The Bergen Conference and its proposals for addressing climate change**. 1993. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/ccsites/senegal/fact/fs220.htm>

UNFCCC. **United Nations Framework Convention on Climate Change**. 21 abr. 1992. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2023

UNGA, U. N. G. A. **Environment and sustainable development: implementation of Agenda 21 and the Programme for the Further Implementation of Agenda 21**. 12 dez. 2002. Disponível em: [file:///Users/apple/Downloads/A\\_57\\_532\\_Add-1-EN.pdf](file:///Users/apple/Downloads/A_57_532_Add-1-EN.pdf). Acesso em: 3 ago. 2023

UNITED NATIONS. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on climate change**, 1998. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023

VIOLA, E. O regime internacional de mudança climática e o Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 17, n. 50, p. 25-46, 2002.

VOGLER, J. Environmental issues. *In*: BAYLIS, J.; SMITH, S.; OWENS, P. (ed.). **The Globalization of World Politics**. 8th. ed. Oxford: Oxford University Press, 2020.

VOIGT, C.; FERREIRA, F. Differentiation in the Paris agreement. **Climate Law**, v. 6, n. 1-2, p. 58-74, 2016.

WEISS, T. G. **Global Governance: Why? What? Whither?** Malden: Polity Press, 2013.

XIAOYU, P. Socialisation as a two-way process: emerging powers and the diffusion of international norms. **The Chinese Journal of International Politics**, v. 5, n. 4, p. 341-367, 2012.

ZAELKE, D.; CAMERON, J. Global warming and climate change – an overview of the international legal process. **American University Journal of International Law and Policy**, v. 5, p. 249, 1990.

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

## CAPÍTULO 10

# CONSERVAÇÃO DOS RIOS URBANOS DAS SUB-BACIAS DO ALTO E MÉDIO RIO TIETÊ SOB A PERSPECTIVA DA ICTIOFAUNA

*Alexandre Wagner Silva Hilsdorf  
Welber Senteio Smith*

---

### **Rio Tietê: suas características e história**

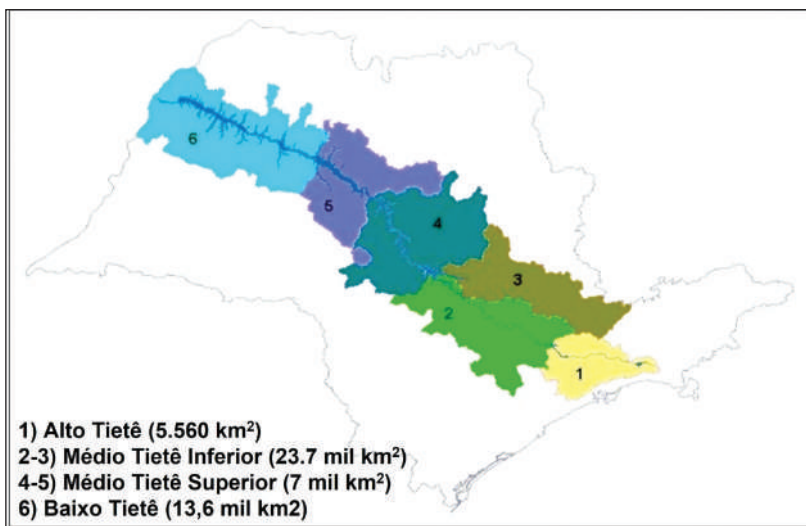
O rio Tietê é um curso d'água que tem uma trajetória peculiar em relação tanto a suas características hídricas e geomorfológicas, como a sua inserção no desenvolvimento do estado de São Paulo. Ao contrário da maioria dos rios, o rio Tietê percorre seu curso por 1.150 km de leste a oeste dentro de Estado de São Paulo, com sua foz não desaguando no oceano, mas sim em outro grande rio, o Rio Paraná. Desde 1570, as crônicas do Padre José Anchieta já indicavam a presença de colonizadores nas margens do Tietê. No ano de 1747, o Vigário Francisco Campos realizou o que foi considerado o primeiro senso e relatou a presença de habitações na região (Zanirato, 2011).

A origem do nome pelo qual conhecemos hoje o rio Tietê é cercada de controvérsias. O rio era conhecido inicialmente como rio Anhembi, que na língua tupi guarani significava rio das Anhumas, uma ave típica da região. Em 1748, os bandeirantes que desbravavam o sertão Paulista, navegando pelo Rio Tietê, começaram a chamá-lo de Tietê, pois essa era a forma com que os tupis assim o chamavam, que tem seu significado da junção de “TY” que quer dizer “rio” e “ETE” que significa “verdadeiro”, pois como o tietê era um rio de várzeas que extrapolava seu leito, para os tupis o Tietê era o rio verdadeiro aquele que está no leito. Foi com esse nome que o rio aparece descrito pela primeira vez no mapa de Jean-Baptiste Bourguignon D’Anville em 1748 (<http://www.davidrumsey.com/maps73.html>) (Oliveira, 2014).

## A origem e divisões hidrológicas

O rio Tietê tem sua origem na conexão pretérita com a nascente do Rio Paraíba do Sul. Essa hipótese foi proposta em 1894 por Ihering, que sugeriu que no passado o rio Paraíba do Sul teria sido um afluente do Rio Tietê. A separação das drenagens do Paraíba do Sul e do Tietê ocorreu por modificações geológicas há cinco milhões de anos em um processo conhecido como captura fluvial de bacias (King, 1956, AB`Saber, 1957, Lima, 1998, Riccomini *et al.*, 2010).

O regime hidrográfico do rio Tietê é dividido em quatro trechos, a saber: **(i)** Alto Tietê: compreende o trecho de sua nascente na cidade de Salesópolis até a cidade de Pirapora do Bom Jesus, com aproximadamente 250 km de extensão e 350 m de desnível. Este trecho é onde o Tietê é um rio predominantemente urbano, pois atravessa várias cidades incluindo a cidade de São Paulo, com seu leito retificado e seu curso represado por duas barragens, **(ii)** Médio Tietê Superior: de Pirapora do Bom Jesus até a cidade de Laras, percorrendo neste trecho 260 quilômetros de extensão e 218 m de desnível, **(iii)** Médio Tietê Inferior: este trecho se encontra quase todo canalizado por uma série de barragens para na sua totalidade geração de energia. Preteritamente, este trecho era caracterizado por muitas corredeiras oriundas de diversos travessões basálticos. Neste trecho, encontra-se o seu principal afluente, o rio Piracicaba, **(iv)** Baixo Tietê: é um trecho do Tietê que drena uma área extensa de cerca de 14 mil km<sup>2</sup>, com duas quedas d'água de importância histórica, Salto de Avanhandava (no km 210) Salto de Itapura hoje inundadas pela barragem de Jupia (Figura 1). Os barramentos do rio Tietê já iniciam em seu trecho de cabeceiras até a cidade de São Paulo com a presença de barragens de pequeno e grande porte para controle de enchentes e armazenamento de água. A partir de seu trecho médio e baixo o fluxo de água do rio Tietê é interrompido por uma série de oito barragens construídas a partir da década de 1970 para geração de energia (Sima, 2019)

**Figura 1 – Sub-bacias hidrográficas do rio Tietê e suas características e impactos**

Fonte: Adaptado de SMITH (2006).

## Os rios urbanos

*Escrever a história sem a importância da água é deixar de fora uma grande parte da história. A experiência humana não tem sido tão seca quanto isso.*  
 (Prof. Donald Worster – Rivers of Empire, 1985)

A formação da paisagem ao longo da história geológica foi e tem sido em certo grau moldado pelo fluxo de água doce que forma as bacias hidrográficas. Os rios, riachos e córregos são parte essencial na formação dos ecossistemas sejam eles no seio de uma cidade ou em ambientes naturais. A história de nossa espécie na terra não pode ser contada sem o impacto dos cursos d'água sobre o desenvolvimento das civilizações (Baptista; Cardoso, 2013). A presença do *Homo sapiens sapiens* desde o seu momento de caçador coletor até o estabelecimento da agricultura é demonstrado por fósseis de homínídeos ancestrais achados ao longo do rio Awash na Etiópia, bem como em sítios arqueológicos dos primeiros assentamentos na região oriente em regiões próximas a rios entre 9 e 10 mil anos (Harari, 2021).

Com a primeira revolução agrícola emergiu também as primeiras civilizações localizadas ao longo de rios como o Eufrates (Iraque), Tigris (Turquia), Nilo (Egito), Sarasvati (Índia), Tiber (Itália) e *Yellow* (China) entre outros. Desta forma, as primeiras aglomerações urbanas surgem próximas a rios, pois a água é o insumo básico para produção de alimentos e mais tarde sendo a força motriz para as indústrias durante a revolução industrial na Inglaterra (Feldens, 2018). De acordo com Mumford (2010), com exceção das sociedades que se desenvolveram próximas ao litoral “todos os grandes momentos históricos e culturais prosperaram pelo movimento dos homens, instituições e descobertas ao longo do curso natural de um grande rio”. A vida presente nos rios, representada por sua vida aquática, também é parte da formação de muitos povos que se serviram dessa vida como fonte de alimentos e como parte de construções culturais desses povos. Por exemplo, um antigo mito Irlandês, “O salmão do conhecimento” (*The salmon of knowledge*), descreve um salmão com poderes de possuir todo o conhecimento do mundo e que a primeira pessoa que o provasse adquiriria todo esse conhecimento (Akenhead *et al.*, 2021). O rio é, sem dúvida, um elemento determinante da paisagem urbana, que moldou num primeiro momento a organização das cidades, mas que, com o avanço da engenharia, acabou sendo moldado (Smith *et al.*, 2019).

Muitas das grandes capitais do mundo têm como alguns de seus ícones, rios que as atravessam e que sofrem igualmente por seu passado e presente deterioração. De acordo com Walsh *et al.* (2005) os impactos ambientais surgiram ao longo das urbanizações, principalmente no século 20, e a transformação das paisagens terrestres sem controle ou consciência de sua preservação, desencadearam fortes mudanças nos rios, afetando as suas condições originais e gerando profundas modificações nas comunidades biológicas, incluindo os peixes. Esses autores definiram esses rios afetados como aqueles que apresentam a “Síndrome dos Rios Urbanos”, o que também é salientado por Richardson e Soloviev (2021), que afirmam que essa síndrome é devido à contínua degradação que esses ecossistemas vêm sofrendo ao longo do tempo. Outra importante contribuição para o entendimento do papel dos rios urbanos

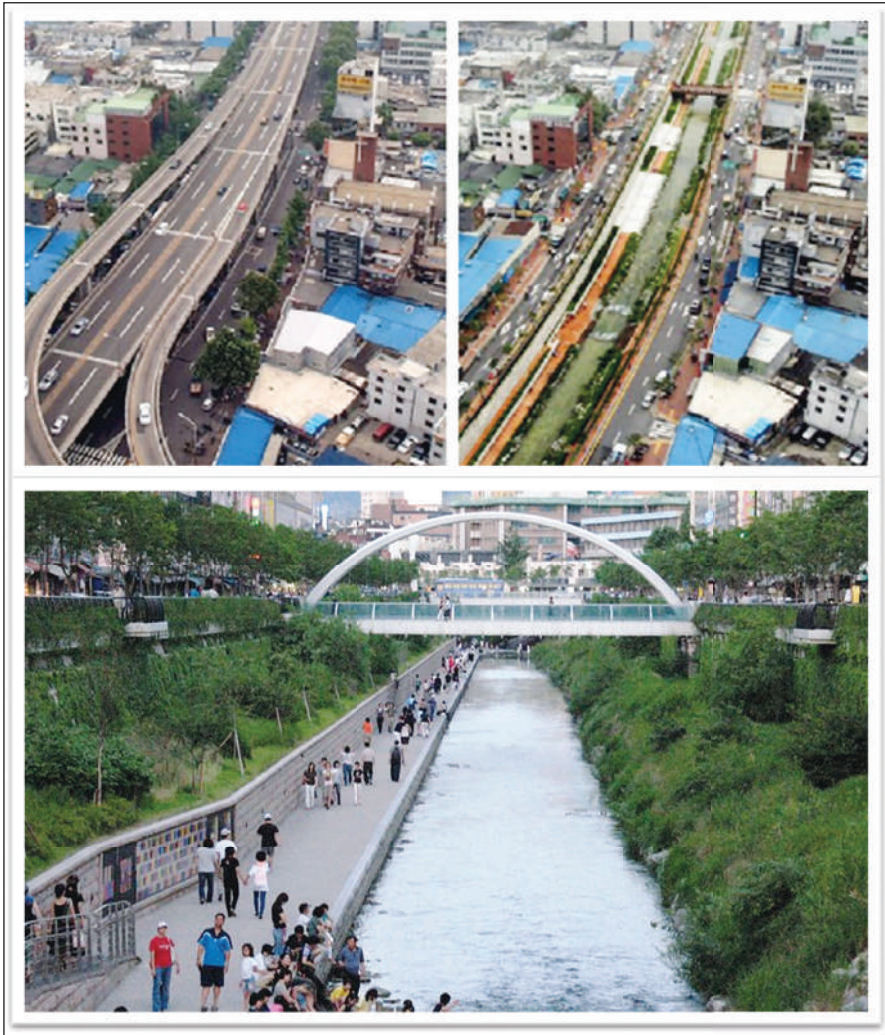
foi feita por Francis (2014), nesse trabalho o autor categoriza os rios urbanos com ecossistemas novos ou híbridos, pois ao longo do tempo foram submetidos a substanciais mudanças bióticas e abióticas que não os permitem voltarem a sua condição silvestre de outrora.

A crescente expansão das atividades antrópicas e o processo de urbanização afetam diretamente os rios, com inúmeros impactos, como o lançamento de esgotos, assoreamento, barramentos e canalizações, que causam profundas alterações em suas características e na sua biota (Smith *et al.*, 2014; Soinski *et al.*, 2022). Grande parte da degradação dos rios traz ameaças à biodiversidade (Palmer *et al.*, 2007) e têm despertado interesse e reconhecimento sobre a importância de recuperá-los e restaurá-los (Cardoso; Baptista, 2011). Estratégias conservacionistas que objetivam a restauração de rios passaram a ocupar um papel de relevância científica e social nas últimas décadas (Mokany *et al.*, 2014).

Esse quadro requer ações na direção da reconstituição desses ecossistemas de forma a estarem inseridos na realidade desses centros urbanos. Richardson e Soloviev (2021) fornecem como exemplo de recuperação, o rio Tamisa que atravessa a cidade de Londres. O salmão, espécie abundante até meados de século 19, foi considerado extinto por volta do ano de 1830 no rio Tâmisia em Londres. Essa situação foi desencadeada pelos processos comumente encontrados em rios urbanos, o uso do rio como meio de descarte de toda carga de poluentes provenientes do processo de urbanização. Projetos de recolonização do salmão em prática pelas autoridades inglesas têm sido possíveis pela restauração das condições mínimas de suporte de vida nas águas do Tamisa (Griffiths *et al.*, 2011).

Outros exemplos podem ser apontados como é o caso do rio Cheonggyecheon em Seul que teve inúmeras atividades restaurativas realizadas como a remoção de estruturas de concreto, implantação de usinas de tratamento de efluentes e execução de projetos paisagísticos (Oliveira; Engel, 2011) (Figura 2), tornando o rio de novo parte integrante do ecossistema urbano (Garcias; Afonso, 2013). Além desses, o rio Mapocho no México e o rio Sena na França são outros exemplos a serem seguidos (Garcias; Afonso, 2013; Oliveira, 2014).

**Figura 2 – Rio Cheonggyecheon (Seul) que teve seu leito canalizado em 1970 e após o processo da implantação de atividades restaurativas, mostrando a interação com a população**



Fonte: Disponível em: <http://solucoesparacidades.com.br/saneamento/coreia-despoluir-para-apreciar/>. Acesso em: 15 jul. 2022.

Assim como em outros países, no Brasil os rios urbanos são parte integrante da paisagem (Gandara, 2017). Nessas regiões, a malha hídrica antes presente, hoje são canalizadas restando a céu aberto os cursos d'água de maior porte. Na cidade de São Paulo, a rede fluvial presente com tributários de diversas ordens de grandeza, que tinham como destino o rio Tietê, foi

fundamental para a fundação da Vila de São Paulo de Piratininga. Hoje, a grande maioria dessa rede fluvial na grande São Paulo está canalizada e coberta por ruas e avenidas (Gouveia, 2016).

Desde os primórdios da cidade os rios e ribeirões desempenharam um papel fundamental para o desenvolvimento da cidade. Nesse sentido basta lembrar que a escolha do sítio original para a fundação da cidade obedeceu a este critério, ou seja, a preferência recaiu numa colina onde, de um lado, estava o Tamanduateí e, de outro, o Ribeirão Anhangabaú. E os cursos d'água eram importantes por dois motivos principais: forneciam alimentos através da pesca e, ao mesmo tempo, encaminhavam para longe a sujeira (lixo e esgoto) produzida pelos moradores. Infelizmente, este segundo uso prevaleceu, o que redundou em consequências desastrosas (PMSP/SMC/DPH, 2006, s.p.).

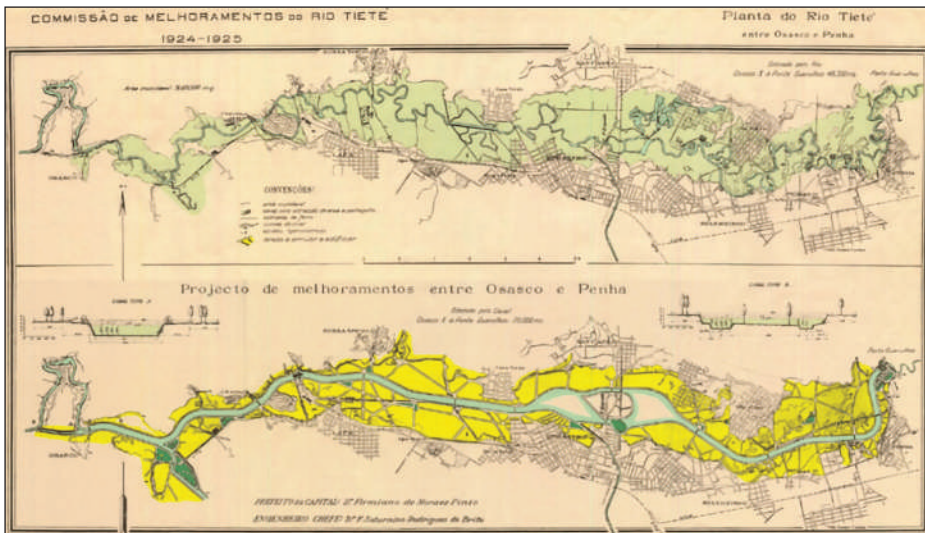
Os espaços da região do planalto paulista antes ocupado por populações indígenas e alguns poucos colonizadores conviviam em relativo equilíbrio com o regime natural dos rios que inter-cruzavam a cidade de São Paulo. O rio Tietê e alguns de seus grandes tributários na região urbana de São Paulo, tais como rio Tamanduateí, Ribeirão Anhangabaú, Ribeirão Pacaembu e o rio Pinheiros entre outros são rios típicos de meandros, isto é, rios com curvas sinuosas que resulta em um fluxo de água mais lento formando áreas de erosão e áreas de várzea (Peixoto, 2007). O crescimento da cidade com o aumento da população e ocupação dos espaços urbanos tornou incompatível a convivência com o regime natural dos rios que acarretava as inundações frequentes nas regiões em torno dos cursos d'água. Os rios da cidade de São Paulo e sua trajetória de degradação até ser considerado um rio morto sem conexão com a paisagem urbana se inicia com a necessidade de se adaptar o rio Tietê às necessidades de uma metrópole que se avistava com a correção dos regimes de fluxo de água pela retificação e canalização desses corpos hídricos. Desde a segunda metade do século 19, as várzeas naturais dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí tornaram-se restrições para a expansão urbana que se avizinhava.

A metrópole é a triste materialização dessa realidade. Este texto aborda questões relacionadas à retificação do Rio Tietê e seus afluentes sob a ótica dos interesses privados, de um lado, e da destruição da natureza de outro. O Rio Tietê, que na origem da cidade tem papel determinante, foi tratado ao

longo do século XX como um obstáculo para a urbanização. Sua várzea sofreu intervenções drásticas e o rio foi encurtado para quase metade do comprimento original ao longo do seu curso no município de São Paulo (Pessoa, 2019).

A ideia de retificar o rio Tietê remonta do ano de 1866 com o objetivo de higienizar a cidade, pois as regiões de várzea eram entendidas como áreas insalubres devido ao lixo que se acumulava com as enchentes e o odor fétido que traziam doenças aos moradores da região (Jorge, 2012). O Tamanduateí foi o primeiro a ser retificado em 1841. Após adiamentos, por razões diversas, em 1940 o projeto de retificação do Tietê se tornou realidade com o projeto encomendado para o engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito e o rio antes com seus meandros e lagoas é modificado adquirindo a conformação que hoje presenciamos (Jorge, 2017) (Figura 3).

**Figura 3 – Projeto de retificação do rio Tietê**



Fonte: Nunes (2004, p. 90).

De certa forma, a história de degradação do Rio Tietê e afluentes em seu trecho paulistano é uma trajetória aliada a um processo de ocupação desenfreada do espaço urbano. Janes Jorge em seu projeto de doutorado depois publicado no livro “Tietê – O rio que a cidade perdeu 1890-1940 (2017)” relata como este processo de não pertencimento do rio em relação à população que o

envolve, que tinha uma relação de sobrevivência com ele, deixou de existir para torná-lo um ente morto na paisagem urbana.

Cabe destacar o rio Sorocaba, principal afluente da margem esquerda do rio Tietê no início do médio Tietê como um exemplo a ser seguido. O rio Sorocaba foi referência para os tropeiros; foi usado como barreira para cobrança de impostos e assistiu ao desenvolvimento de uma grande região, sendo aos poucos sufocado pela expansão urbana e a poluição (Smith, 2003). Desde os primórdios, todas as necessidades dos moradores de Sorocaba e dos municípios lindeiros, passaram a ser satisfeitas pelo rio como, por exemplo, abastecimento, agricultura e indústrias. Até o final da década de 40, havia passeios de barco pelo rio, a partir de onde, hoje, é a ponte de Pinheiros. Desde o ano 2000, vem passando por um amplo processo de despoluição, constituído por diversas ações como a coleta, afastamento e tratamento do esgoto produzido na cidade de Sorocaba, que contribui com a maior carga da bacia desse rio (Smith, 2003). Foram construídos 28 km de interceptores de esgoto, implantados ao longo das duas margens do rio, além de estações elevatórias de esgoto e estações de tratamento (Figura 4).

**Figura 4 – Imagem do rio Sorocaba e do Parque das Águas**



Fonte: SAAE – Sorocaba (2015).

## A história do Rio Tietê contado por seus peixes

A vida de um rio é representada por seus organismos que ocupam os diversos nichos ecológicos desde a vida bentônica associada ao leito do rio a toda ‘coluna d’água ocupada pelos peixes. “O termo São Paulo de Piratininga como era conhecido o núcleo jesuíta, remete aos peixes que ficavam presos nos trechos de várzea e não retornando a calha do rio secariam – pirá-tinga” que na língua dos nativos significava “peixes seco”. Assim, a ictiofauna presente no rio Tietê e afluentes na região urbana do Alto Tietê eram um componente fundamental da vida dos primeiros colonos. Apesar dos poucos registros em relação às espécies que habitavam o rio Tietê em São Paulo, esse deve ter sido um rio piscoso, pois os relatos de José de Anchieta apontavam para isso.

Em que mezes é o verão e o inverno: mas o frio se acalma com o ardor do sol, o calor com a viração, e com as chuvas. As chuvas são abundantes, na costa do mar em qualquer época do anno, mas unicamente pelos meados da primavera e do verão; então os peixes, que por causa das inundações se espalham pelos campos para desovar, são apanhados, em grande quantidade (Anchieta, 1900).

Assim a pesca era uma fonte contínua de sustento de populações que começavam a colonizar a cidade de São Paulo. Nas palavras do Intendente Municipal Cesário Ramalho da Silva em 1893, em relatório apresentado à Câmara Municipal de São Paulo, os peixes eram “abundantíssimos” (Jorge, 2017, p. 88). Contudo, a fauna de peixes da bacia do Alto Tietê em tempos pretéritos é apenas conhecida por evidências anedóticas de relatos de moradores e dos poucos ictiólogos que viveram no início do século XX. Os relatos da pesca no rio Tietê e afluentes no início do século XX descrevem por nomes comuns espécies pescadas e comercializadas na região, tais como traíra, bagre, lambari, muçum, curimbatá e tabaranas, peixes que são citados nesses relatos, mas sem o rigor científico para nos dar a certeza das espécies que ocorriam ou eram pescadas. Uma descrição mais científica da ictiofauna do Alto Tietê foi feita por Eigenmann e Norris (1900) que descreveu as espécies *Imparfinis piperatus* e *Nannoglanis bifasciatus*, ambos bagres de pequeno porte, coletados nas proximidades da cidade de São Paulo. Outros trabalhos publicados sobre descrição de espécies

de ocorrência na região do Alto Tietê se seguiram na primeira metade do século 20 (Haseman; Eigenmann 1911; Eigenmann, 1911, 1917; Ellis, 1911; Nichols, 1919; Von Ihering, 1905, 1907, 1942; Travassos, 1947; Géry, 1966). Na década de 1980, Langeani (1989) abordou com metodologias da sistemática uma revisão mais completa de peixes da região, identificando 42 espécies distribuídas em 11 famílias para todo Alto rio Tietê. Infelizmente, muitos desses exemplares coletados na primeira metade do século 20 foram depositados em coleções ictiológicas em outros países. Uma consulta aos arquivos da coleção de peixes do Museu de Zoologia da USP mostrou que poucos são os registros de espécies coletadas na bacia do Alto Tietê e depositadas no museu. Registros na coleção mostram exemplares de pequenos cascudos como *Hisonotus depressicauda* e *Pseudotocinclus intermedius* coletados em 1896 e de piau listrado *Leporinus octofasciatus* coletado em 1906. Os demais registros datam a partir da década de 1960, sendo aqueles na bacia urbana do Tietê advindos dos reservatórios da represa Billings.

Uma espécie se destaca na história conturbada do rio Tietê em São Paulo. Esta espécie é conhecida como tabarana. Cientificamente nomeada por *Salminus hilarii* é parente de outra espécie muito conhecida, o grande dourado *Salminus brasiliensis*. Esse é o motivo da tabarana ser também conhecida como “dourado branco”. A tabarana é uma espécie de hábito carnívoro e é considerada uma espécie indicadora de integridade ambiental, pois exige para seu ciclo de vida ambiente aquáticos com disponibilidade de oxigênio, cadeia alimentar com outros peixes para sua alimentação e trechos livres de barramentos para a sua desova (Villares-Júnior; Goitein, 2015; Portella *et al.*, 2021). As fêmeas crescem mais que os machos e são encontradas na natureza com no máximo 42 cm e 2,5 kg e os machos podem atingir 30 cm com 1,5 a 2 kg de peso (Takahashi, 2006). Os machos são facilmente identificados por espículas presentes na nadadeira anal que ao ser tocada nota-se uma aspereza ausente nas fêmeas. As tabaranas habitam ambientes lóticos em rios de menor ordem e são consideradas peixes de migração reprodutiva de baixa distância (Agostinho *et al.*, 2003). Populações de tabaranas ocorrem em rios de diversas bacias na América do Sul como Alto Paraná, São Francisco, Tocantins, Alto Amazonas e Alto Orinoco (Lima *et al.* 2007) (Figura 5).

**Figura 5 – Exemplar de tabarana (*S. hilarii*) capturado no rio Tietê próximo a barragem de Ponte Nova**



Fonte: Foto Alexandre Hilsdorf.

Na bacia do Alto Tietê, a tabarana parece ter sido um peixe de destaque durante a colonização e ocupação do planalto paulista. Esta espécie não é citada diretamente pelos relatos do Padre José de Anchieta, mas sua importância para a pesca na região já começa a ser reportada em documentos do início do século 20. Rodolpho von Ihering (1883-1939), importante ictiologista paulista destaca em vários trechos de seu livro de 1929 “Da vida dos Peixes. Ensaio e Scenas da Pescaria” a presença da tabarana no trecho em risco do trecho urbano do Rio Tietê

Nos arredores da capital, a pescaria de anzol é apenas um passatempo, pois certamente não pretende auferir lucro quando se leva ao mercado algumas cambadas de lambaris, trahiras, bagrinhos e, quando muito algumas tabaranas – pois é só isto o que nos dá o Tietê, no seu curso superior. Muito mais rendosa é, sem dúvida, a pescaria no mesmo rio, logo abaixo da barragem de Parnahyha, onde as águas já são mais puras. Teriam sido sempre assim pobres os cursos de água da Piratininga? Sem dúvida que não. Ainda há vinte anos atrás alcançamos boas piracemas na baixada entre Ypiranga e Villa Prudente, e assistimos à partilha de centenas de boas tabaranas, colhidas em uma noite por vários pescadores, que haviam armado o pary (Ihering, 1929, p. 17).

Da Tabarana (*Salminus hilarii*) tivemos ocasião de conhecer a desova há cousa de 15 annos, no Ypiranga....Após vários dias de chuvas prolongadas, as varzeas do rio Tamanduatehy, entre as estações de Ypiranga e São Caetano estavam alagadas; certa noite, alguns moradores da região, que annualmente aproveitavam a piracema, cercaram os peixes, que haviam sahido do rio para os campos alagados. Esbarrando contra as redes e tapumes, não podiam as tabaranas voltar para o leito do rio e assim a pescaria rendeu algumas centenas de kilos de peixe. Seja dito de passagem que, ainda mezes depois, pudemos comer dessas tabaranas, que, passadas na gordura e bem acondicionadas se conservaram optimamente e com excellente sabor (Ihering, 1929, p. 75-6).

Na década de 1940, a tabarana deveria ainda ser um peixe considerado nobre para as populações que ainda pescavam no Tietê, pois foi citado no poema “Meditação sobre o Tietê”, último poema escrito por Mario de Andrade, que neste descrevia as transformações do Tietê usando-o como símbolo a um modelo de humanidade e aos eventos da modernidade que tanto o angustiava. Em um trecho desse poema Mario de Andrade, sem muita precisão taxonômica cita a tabarana em meio a licenças poéticas sobre criaturas que habitavam o Tietê.

*Olha os peixes, demagogo incivil! Repete os carcomidos peixes!  
São eles que empurram as águas e as fazem servir de alimento  
Às areias gordas da margem. Olha o peixe dourado sonoro,  
Esse é um presidente, mantém faixa de crachá no peito,  
Acirculado de tubarões que escondendo na fuça rotunda  
O perrepismo dos dentes, se revezam na rota solene  
Languidamente presidenciais. Ei-vem o tubarão-martelo  
E o lambari-spitfire. Ei-vem o boto-ministro.  
Ei-vem o peixe-boi com as mil mamicas imprudentes,  
Perturbado pelos golfinhos saltitantes e as tabaranas  
Em zás-trás dos guapos Pêdêcê e Guaporés.  
Eis o peixe-baleia entre os peixes muçuns lineares,  
E os bagres do lodo oliva e bilhões de peixins japoneses;  
Mas és asnático o peixe-baleia e vai logo encalhar na margem,  
Pois quis engolir a própria margem, confundido pela facheada,  
Peixes aos mil e mil, como se diz, brincabrincando.*

Estes relatos demonstram que a tabarana era um peixe de grande significado. Esta espécie era um dos maiores peixes dentre as espécies que habitavam os rios da bacia do Alto Tietê

podendo alcançar 45 cm. Sendo um peixe de piracema, isto é, que necessita migração rio acima para completar sua desova, cardumes de tabarana adentravam grandes tributários do Tietê como o rio Pinheiros e o Tamanduateí para desovar promovendo a manutenção de novas gerações que provavelmente ocupavam toda bacia desde sua nascente (Jorge, 2006). Tributários importantes, como é o caso do rio Sorocaba apresentam populações de tabarana ainda nos dias de hoje.

## Uma tragédia anunciada

Os impactos sobre a ictiofauna no rio Tietê e seus afluentes na cidade de São Paulo remontam dos pós-descobrimento do Brasil quando em 1591, a câmara da então província de São Paulo de Piratininga estabelecia a proibição da pesca no rio Tamanduateí com o uso do “tingui” ou “timbó” (*Mascagnia rigida*) que é uma planta tóxica usada por indígenas para pesca. Devido à ação ictiotóxica, quando usada no corpo d’água atingi indiscriminadamente todas as espécies de peixes de interesse para pesca e outras. Desta forma, já em 1598, o poder local estendia a proibição do uso de timbó a “ribeiros e rios caudais existentes dentro da vila” para impedir mortalidade excessiva das espécies de peixes e proteger moradores pelo acúmulo de peixes mortos não capturados para consumo ou venda (Jorge, 2006).

De certa forma, as primeiras políticas públicas de proteção da ictiofauna têm seu início não com os impactos de perda de integridade ambiental dos mananciais fluviais da região, e sim pelo impacto direto sobre as comunidades de peixes com um tipo de pesca predatória. A proposição de legislações municipais para proibir a pesca predatória por mecanismos físicos (dinamite) e químico (timbó) tem continuidade em 1892 com consequências de multa a prisão.

Com o adensamento populacional da cidade de São Paulo, seguiu-se falta de tratamento de esgoto, fazendo do rio Tietê o destino dos resíduos produzidos pelas pessoas, a gradual perda de matas ciliares que aliada a retificação dos rios da região desencadearam o processo de desaparecimento das comunidades de peixes presentes em toda a bacia. Novamente Rodolfo von Ihering já na década de 1920 apontava mortandade de peixes junto à represa de Parnaíba, sugerindo que a morte tenha sido causada por algum agente microbiano. O comportamento

dos peixes descrito por Ihering e confirmado pelo Dr. Genesio Pacheco, chefe na ocasião da secção de bacteriologia do Instituto Biológico de S. Paulo, indica que o quadro apresentado se devia a redução do oxigênio dissolvido na água na região descrita.

Impossível avaliar em algarismos, sequer aproximadamente, a quantidade de peixes que estão atacados do mal. Devem ser centenas de milhares. Também num curto trecho do rio Tietê, represa acima, constatamos que a panzootia se estende. Não sabemos aonde termina. No afluyente do Tietê, o rio Pinheiros, em Butantan, já não havia notícia de peixes atacados. Os peixes mantêm-se *à flor da água, geralmente em posição oblíqua. de modo a ficar com a ponta do focinho quasi a emergir. Sempre estão agglomerados em cardumes, que abrangem de meio a dois metros quadrados de superfície, havendo em cada grupo cerca de 50 a 200 peixinhos da mesma espécie. Assim vimos os lambarys (Astyanax) e os mandys (Pimelodella), Corumbatás, tabaranas, bagres, foram apanhados isoladamente. Trahira vimos só uma, morta. O guarú (Phal. caudomaculatus), foi apanhado em cardumes, porém, em condição normal, não atacado* (Ihering, 1920, p. 24-25).

Souza (2018) relata dentro do ponto de vista histórico e arqueológico o desaparecimento gradual da atividade de pesca na região da cidade de São Paulo ao longo de sua história. O autor descreve os registros na imprensa os impactos ambientais da urbanização, ao que ele chamou de “modernidade cruel” que causou a cessação da vida nos rios e como consequência o fim da pesca.

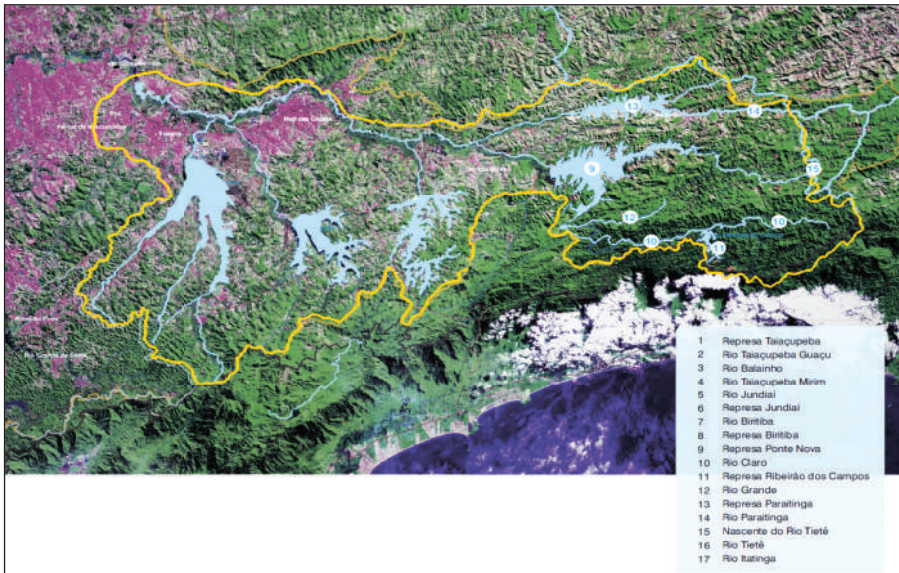
## **O refúgio das tabaranas e outros peixes**

Com a continua degradação do rio Tietê ao longo do trecho urbano desde a cidade de Mogi das Cruzes até São Paulo, onde as comunidades de peixes nativos foram levadas a quase total extinção, aparentemente as comunidades de peixes que viviam ao longo de todo trecho do Rio Tietê e tributários se refugiaram em sua região de cabeceiras. A bacia das cabeceiras do Alto Tietê cobre uma área de cerca de 1.900 km<sup>2</sup>, área abarca os municípios de Salesópolis, Biritiba-Mirim, Mogi das Cruzes, Suzano, Ferraz de Vasconcelos e Poá (Figura 6). Essa região também sofreu os efeitos dos impactos antrópicos gerados pelas necessidades humanas advindas da intensa urbanização da região. Um desses primeiros impactos foi a formação do sistema

produtor do Alto Tietê, projetado a partir de 1957 pela “Comissão Coordenadora dos Planos Gerais de Abastecimento de Água” (Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo, 1957).

O sistema produtor das cabeceiras do Alto Tietê é formado por um sistema interligado pelas barragens de Ponte Nova (Rio Tietê e Rio Claro), Barragem de Paraitinga (Rio Paraitinga), Barragem Biritiba (Rio Biritiba), Barragem Jundiá (Rio Jundiá, Rio Grande e Rio Doce), Barragem Taiaçupeba (Rio Taiaçupeba Mirim, Rio Balainho e Rio Taiaçupeba-Açu), Barragem Itatinga (Rio Itatinga) e Barragem Itapanhaú (Rio Itapanhaú). Além disso, há na região o sistema rio Claro onde se localiza a barragem do Ribeirão do Campo inaugurada em 1932 e que barra a o rio Claro um dos grandes tributários do Rio Tietê e que hoje deságua no reservatório de Ponte Nova. Esse sistema armazena e trata água para região metropolitana de São Paulo.

**Figura 6 – Mapa da região das cabeceiras do Alto Tietê com os principais rios e reservatórios**



Fonte: Marceniuk e Hilsdorf (2010).

As intervenções nos regimes hídricos dos rios das cabeceiras do Alto Tietê, juntamente com as indústrias ainda existentes ao longo do rio, a atividade agrícola e a poluição difusa dos aglomerados urbanos levaram o rio Tietê nesse trecho a uma miríade de ambientes com diversos níveis de integridade biótica. Assim,

como na história do rio Tietê no trecho do planalto paulista, a manutenção da saúde do rio representada pela presença das comunidades de peixes não esteve no rol de atenção das políticas públicas dos governantes dos municípios da região. Contudo, as ações de conservação da ictiofauna geradas pelo passivo ambiental representado pela construção de barragens revelaram a condição de resiliência de diversas espécies de peixes que de certa forma podem representar o passado ictiico dos rios da região.

A barragem de Ponte Nova é a primeira grande barragem presente no rio Tietê. Inaugurada em 1972 teve como finalidade inicial o controle das enchentes do rio Tietê (Araujo, 1980). Hoje, a água armazenada no reservatório de Ponte Nova contribui para o Sistema alto Tietê para abastecimento da região metropolitana de São Paulo (Daee, 2022). Na esteira da legislação vigente na época, a construção de barreiras que levam à interrupção natural do ciclo reprodutivo de peixes tinha que seguir o regramento estabelecido pelo Decreto-Lei nº 794 de 19/10/1938 que estipulava: “os represamentos dos rios, ribeirões e córregos devem ter, como complemento obrigatório, obras que permitam a conservação da fauna fluvial, seja facilitando a passagem de peixes, seja instalando estações de piscicultura”. Essa lei federal seguiu a legislação existente no Estado de São Paulo (Lei nº 2.250, 28/12/1927), que em um dos seus incisos determinava que “Os proprietários das instalações mencionadas neste artigo (represas) são obrigados a executar as obras de proteção ao peixe que forem ordenadas pela Diretoria de Indústria Animal”.

O uso de estações de piscicultura para ações de repovoamento como meio para mitigar os impactos da construção de barragens foi seguido pelas empresas envolvidas na implantação e gerenciamento das barragens seja para geração de energia como para abastecimento. Assim, essas ações seguiram a regulamentação do Art. 36 do Decreto-Lei nº 221/67 de 28/02/1967, e a publicação da Portaria nº 46/Sudepe (27/01/1971), na qual ficou definido que o proprietário ou concessionária de represas em cursos d'água, além de outras disposições legais, é obrigado a tomar medidas de proteção a fauna e determinar o melhor mecanismo de proteção a ictiofauna” (Hilsdorf; Caneppele, 2021; Caneppele *et al.*, 2018). Como obrigação legal da referida portaria da SUDEPE, com a construção da barragem de Ponte Nova, seguiu-se a construção da estação de piscicultura de Ponte Nova ao final da década de 1970.

A estação de piscicultura de Ponte Nova foi concebida para mitigar os impactos das espécies residentes na sub-bacia das cabeceiras do rio Tietê por meio de estudos e atividades de repovoamento de espécies nativas da região. Após um período de inatividade, a Estação foi reinaugurada com as demandas ambientais da construção das barragens do Biritiba-Mirim e do Paraitinga que completou o sistema de abastecimento do alto Tietê (Figura 7).

**Figura 7 – (A) Reservatório de Ponte Nova, (B) Barragem de Ponte Nova, (C) Vista aérea da Estação de Piscicultura de Ponte Nova, (D) Piscicultura de Ponte Nova, (E) Reprodutores de tabarana, (F) Desova induzida, (G) e (H) Laboratório de reprodução da piscicultura de Ponte Nova**



Fonte: Fotos de Alexandre Hilsdorf.

Em 2003, com a parceria entre o Departamento de Águas e Energia Elétrica do governo do Estado de São Paulo (DAEE), a Fundação de Amparo ao Ensino e a Pesquisa (FAEP) e a Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) as atividades de pesquisa e conservação da ictiofauna nativa dos rios das cabeceiras do Tietê foram retomadas com a reinauguração da Estação de Piscicultura de Ponte Nova (2002/22/00062.0 – autos nº 48.713-DAEE) para o cumprimento das exigências nº 31 do licenciamento ambiental do sistema produtor alto Tietê – SPAT.

Em seguida, a partir do ano de 2004, o passivo ambiental da instalação das barragens passou para a responsabilidade da SABESP como “exigências de caráter contínuo para a operação das referidas represas, conforme licenças de operação nº 154 e 173, emitidas respectivamente em 2004 para Paraitinga e em 2005 para Biritiba-Mirim, bem como exigência da licença de instalação nº 567, emitida em 2008 para o reservatório de Taiapuêba” como descrito em ofício no. 1523/15 de 19 de outubro de 2015 emitido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CESTEB) que em resposta ao Ministério Público do Estado de São Paulo – Grupo de Atuação Especial de Defesa do Meio Ambiente (Núcleo Cabeceiras) passou a responsabilidade das atividades de conservação da ictiofauna dos corpos d’água que compõem a sub-bacia das cabeceiras do Alto Tietê para a SABESP que utiliza o sistema produtor do Alto Tietê para o abastecimento de parte da região metropolitana de São Paulo.

A parceria técnico-científica firmada pela FAEP/UMC e a SABESP, por meio do projeto “Programa de Manejo e Conservação da Fauna e Flora da Área de Inundação do Reservatório de Taiapuêba – Subprograma de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna” (LO nº 2508 – Processo SMA nº 13.532/1995)”, permitiu a continuidade dos trabalhos de pesquisas e ações, iniciadas pelo DAEE no início dos anos 2000, com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre os peixes que ainda habitam a região para com isso planejar ações de conservação dessa ictiofauna. Devido aos anos de trabalho e de estudos advindos dessa parceria foi possível gerar conhecimentos sobre as comunidades de peixes da região, aspectos de sua biologia e conservação.

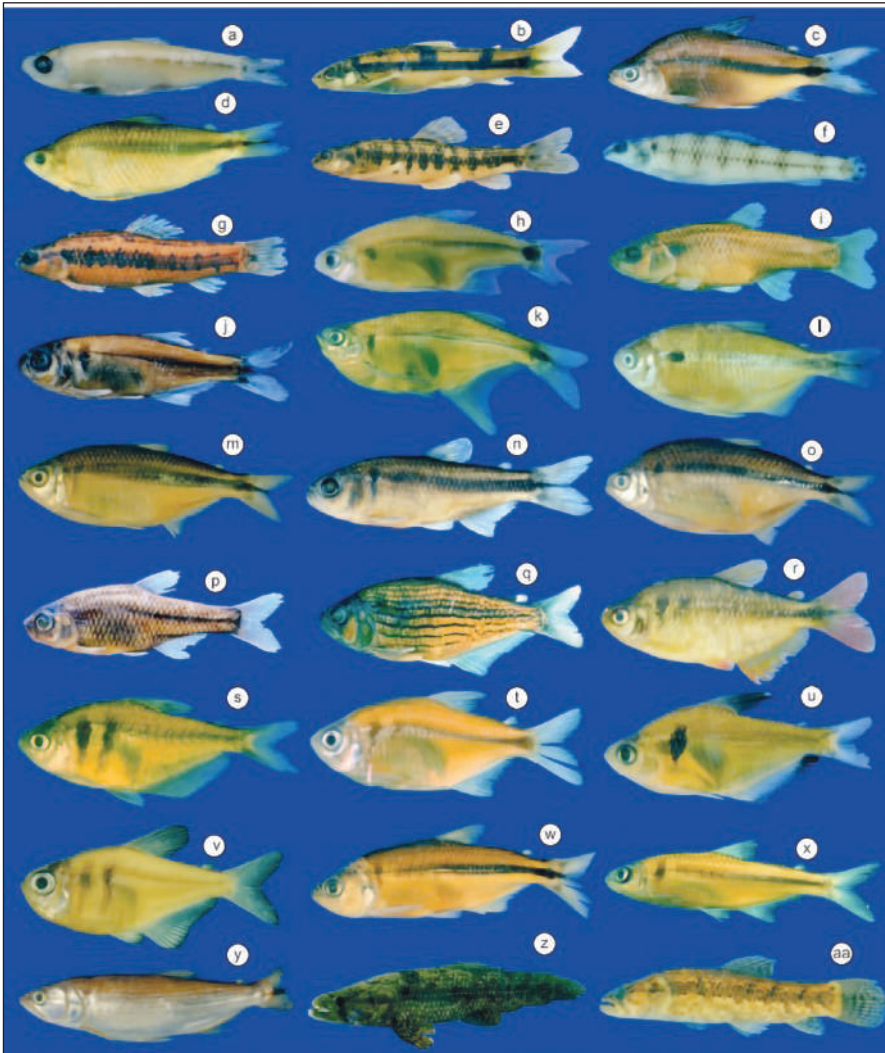
## Os peixes das cabeceiras do Rio Tietê

A ictiofauna presente nas cabeceiras do rio Tietê começou a ser estudada após a construção das barragens na região. Giamas *et al.* (2004) investigaram a composição da ictiofauna presente no reservatório de Ponte Nova e comparou-a com levantamento semelhante realizado em 1975. Os resultados que 24 espécies foram coletadas entre novembro de 2000 e outubro de 2001, sendo essas pertencentes 5 ordens, 11 famílias e 19 gêneros. Em ambos os estudos foram identificadas três espécies exóticas (*Coptodon rendalli* – tilápia preta, *Oreochromis niloticus* – tilápia nilótica e *Micropterus salmoides* – Black bass) e três não nativas (*Hoplias lacerdae* - trairão, *Platanichthys platana* – sardinha e *Hoplosternum littorale* – caborja). De acordo como os autores, algumas espécies foram capturadas apenas no período de 1975 (lambari, *Astyanax paranae*; lambari, *Pseudocorynopoma heterandria*; sagüiru, *Steindachnerina insculpta*; cadela, *Oligosarcus* sp.; tilápia preta, *Coptodon rendalli*; cascudo, *Hypostomus* sp.; bagre, *Rhamdia quelen*; mandi, *Pimelodella meeki*, tuvira, *Eigenmannia virescens*), e outras, apenas no período 2000/2001 (tuvira, *Gymnotus carapo*; trairão, *Hoplias lacerdae*; tamboatá, *Hoplosternum littorale*; black-bass, *Micropterus salmoides*; cadela, *Oligosarcus paranensis*; sardinha, *Platanichthys platana* e o bagre, *Rhamdia quelen*). O espaço de tempo entre os levantamentos mostrou a mudança na composição da ictiofauna no reservatório e a presença da introdução intencional ou não de espécies exóticas e alóctones.

O primeiro estudo realizado nos trechos livre de rios na região foi conduzido por Silva *et al.* (2006) que identificaram 28 espécies de cinco ordens, nove famílias e 20 gêneros, sendo uma destas espécies *Glandulocauda melanogenys* como endêmica das cabeceiras do Tietê. A esse estudo, seguiu-se um levantamento mais amplo que resultou em um livro (Marceniuk; Hilsdorf, 2011) e que registrou a composição da ictiofauna da região de cabeceiras do Tietê. Também, os resultados também foram publicados para o público especializado (Marceunik *et al.*, 2011) e em revista de divulgação científica (Marceniuk; Hilsdorf, 2010). Esse levantamento possibilitou a revisão das espécies encontradas na região. Como destaca os autores: “Dentre as espécies encontradas na região, oito são endêmicas (14,3%), 13 são encontradas nas cabeceiras do rio Tietê e drenagens litorâneas da região sudeste do Brasil (23,2%), dez ocorrem em todo Alto rio Paraná (17,9%), cinco são encontradas no Alto rio Paraná e drenagens litorâneas da região sudeste do Brasil (8,9%), enquanto 13 espécies mostram uma ampla distribuição na América do Sul (23,2%), das quais parte ainda precisa ter a identidade confirmada. A diversidade de espécies é acrescida de pelo menos cinco espécies novas pertencentes aos gêneros *Cyphocharax*, *Characidium*, *Astyanax*, *Pareiorhina* e *Australoheros* e quatro novos registros são feitos para *Characidium* cf. *zebra*, *Scleromyxax barbatus*, *Crenicicla britskii* e *Synbranchus* cf. *marmoratus*.

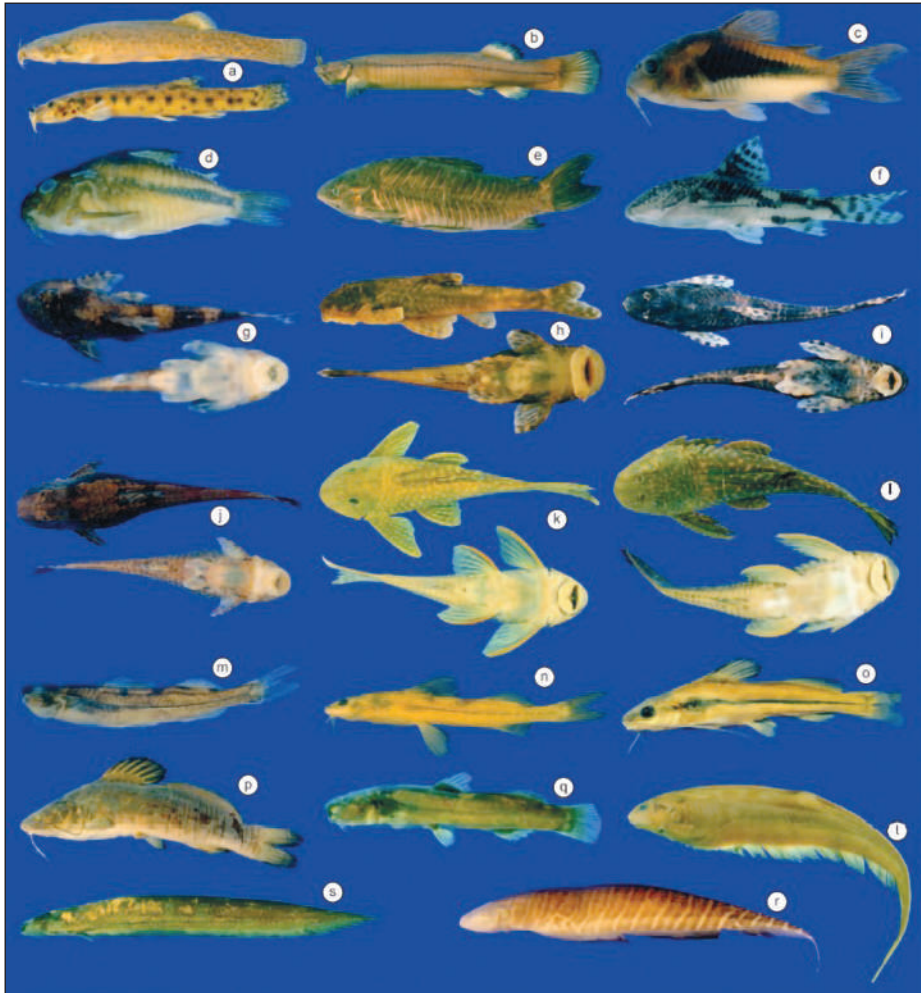
Pelo menos sete espécies introduzidas estão estabelecidas na região, enquanto outras dez espécies são relacionadas em listas de espécies ameaçadas”. Nesse estudo, a tabarana é novamente encontrada em rios da região (Figuras 8, 9 e 10).

**Figura 8 – Espécies de peixes com ocorrência pretérita e presente nas cabeceiras do rio Tietê. Clupeiformes: a) *Platanichthys platana*, Characiformes: b) *Apareiodon piracicabae*, c) *Cyphocharax modestus*, d) *Cyphocharax* sp., e) *Characidium oiticicai*, f) *Characidium* cf. *zebra*, g) *Characidium* sp., h) *Serrapinnus notomelas*, i) *Spintherobolus papilliferus*, j) *Glandulocauda melanopleura*, k) *Pseudocorynopoma heterandria*, l) *Astyanax lacustris*, m) *Psalidodon fasciatus*, n) *Psalidodon paranae*, o) *Astyanax* sp., p) *Coptobrycon bilineatus*, q) *Hollandichthys multifasciatus*, r) *Psalidodon anisitsi*, s) *Hyphessobrycon bifasciatus*, t) *Hyphessobrycon duragenys*, u) *Hyphessobrycon eques*, v) *Hyphessobrycon flammeus*, w) *Oligosarcus pintoii*, x) *Piabina anhemi*, y) *Salminus hilarii*, z) *Hoplias intermedius*, (aa) *Hoplias* cf. *malabaricus***



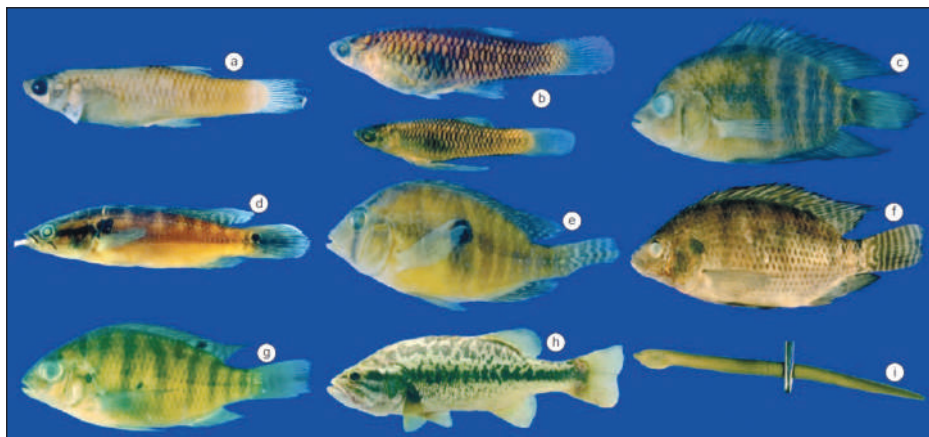
Fonte: Marcemuiuk *et al.*, (2011, revisado).

**Figura 9 – Espécies de peixes com ocorrência pretérita e presente nas cabeceiras do rio Tietê. Siluriformes: a) *Trichomycterus iheringi*, jovem e adulto, b) *Trichomycterus paolence*, c) *Corydoras aeneus*, d) *Corydoras nattereri* e) *Hoplosternum cf. littorale*, f) *Scleromystax barbatus*, g) *Neoplecostomus paranensis*, h) *Pareiorhina* sp., em vista lateral e vista ventral, i) *Hisonotus depressicauda*, j) *Pseudotocinclus tietensis*, k) *Hypostomus ancistroides* l) *Hypostomus variipictus*, m) *Cetopsorhamdia iheringi*, n) *Imparfinis piperatus*, o) *Pimelodella meeki*, p) *Rhamdia cf. quelen*, q) *Taunayia bifasciata*, Gymnotiformes: r) *Gymnotus sylvius*, s) *Gymnotus pantherinus*, t) *Eigenmannia cf. virescens***



Fonte: Marcemuiuk *et al.* (2011, revisado).

**Figura 10 – Espécies de peixes com ocorrência pretérita e presente nas cabeceiras do rio Tietê. Cyprinodontiformes: a) *Phalloceros harpagos*, b) *Phalloceros reisi*, fêmea e macho, Perciformes: c) *Australoheros* sp (*Australoheros tavaresi*), d) *Crenicichla britskii*, e) *Geophagus iporangensis*, f) *Oreochromis niloticus*, g) *Coptodon rendalli*, h) *Micropterus salmoides*, Synbranchiformes: i) *Synbranchus* cf. *marmoratus***



Fonte: Marcemuiuk *et al.* (2011, revisado).

A importância de associar as ações de conservação determinadas pelo passivo ambiental causado pelas perturbações antrópicas com a geração de conhecimento foi fundamental durante todos o período desde a retomada das atividades da piscicultura de Ponte Nova. Nestes 20 anos de atividades, além dos estudos anteriormente citados, outras investigações, abordando diversos aspectos da ictiofauna e do ambiente fluvial na região foram publicados (Esteves *et al.*, 2008, Silva *et al.*, 2010, Pansonato-Alves *et al.*, 2013, Esteves *et al.*, 2015, Rodrigues-Filho *et al.*, 2017). Um capítulo aparte neste percurso, foi a redescoberta da tabarana na região. Essa espécie reconhecidamente importante na história do rio Tietê durante a fundação e urbanização da cidade de São Paulo até meados dos anos 1950 é redescoberta habitando um trecho de 38 km que corre da saída da represa de Ponte Nova até a entrada da cidade de Mogi das Cruzes e nesse trecho realizando seu ciclo reprodutivo. A presença da tabarana em um trecho do rio Tietê revela a resiliência desta espécie, talvez descendentes das populações de tabarana que viviam livremente no trecho paulistano do rio Tietê. A inclusão da tabarana no rol de espécies a serem estudadas para inclusão nos programas de repovoamento foi um passo decisivo para

ampliar os conhecimentos biológicos dessa espécie. Trabalhos sobre a reprodução da tabarana foram realizados (Honji, *et al.*, 2011; Araújo e tal., 2020) para balizar a reprodução em cativeiro da espécie. A corroboração de que a população residente no rio Tietê em seu trecho de cabeceira é uma população geneticamente distinta das outras populações e, com isso, represente geneticamente as populações que viviam na bacia do Alto Tietê como um todo foi demonstrado por Silva *et al.* (2015) que usando marcadores moleculares do DNA nuclear e mitocondrial encontrou níveis de diferencial populacional de moderada a alta, o que indica uma interrupção do fluxo gênico e isolamento reprodutivo da população ainda residente nas cabeceiras do rio Tietê.

## **As políticas públicas voltadas para conservação da ictiofauna**

Seguindo a proposta inicial para mitigação dos impactos causados sobre a ictiofauna na região de cabeceiras do Tietê, a retomada das atividades da Estação de Piscicultura de Ponte Nova ensejou a retomada dos programas de repovoamento de espécies nativas em rios e córregos da região. O programa elegeu inicialmente quatro espécies para formação de um banco de germoplasma e desenvolvimento de técnicas de reprodução em cativeiro para produção de alevinos para os programas de repovoamento. São elas: lambari de rabo vermelho peva (*Psalidodon fasciatus*), o cara-topete (*Geophagus iporangensis*) e a tabarana (*Salminus hilarii*). A quarta espécie foi escolhida por sua presença pretérita na bacia do Alto Tietê. O curimatã de lagoa ou grumatã é uma espécie listada como vulnerável (VU) no estado Espírito Santo (Vieira; Gasparini, 2007), em São Paulo (Bressan *et al.*, 2009) e na atual classificação nacional da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção, descrita na portaria MMA (Ministério do Meio Ambiente) no. 148, de 7 de junho de 2022 que altera os anexos da portaria n° 443, de 17 de dezembro de 2014, da portaria n° 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria n° 445, de 17 de dezembro de 2014 (MMA, 2022).

As informações biológicas sobre a espécie *P. vimbooides* são escassas, ao contrário de sua espécie congênérica, *P. lineatus*, que se destaca por ser uma das espécies nativas mais bem estudadas com relação a sua reprodução, enquanto para

*P. vimboides* pouco se sabe sobre a sua biologia reprodutiva (Honji *et al.*, 2017). A espécie em questão tem sua ocorrência descrita nos rios Mogi-Guaçu, Sorocaba, Piracicaba, bacia do Paraíba do Sul e Alto Paraná (Castro; Vari, 2004). O registro da localidade tipo da espécie (aqui no caso um sintipo, isto é, um dos espécimes citados na descrição quando um espécime em particular não foi designado como holótipo) foi registrada no rio “Ypanema” na bacia do Rio Sorocaba, que é um tributário do Rio Tietê, no início do chamado médio Tietê. Esses exemplares estão depositados no Museu de História Natural de Viena (*Naturhistorisches Museum Wien*), coletados no final do século XIX e início do século XX, sob o registro NMW 79464-79466.

Após uma consulta ao curador da coleção de peixes do Museu de Zoologia da USP (MZUSP), Dr. Osvaldo Takeshi Oyakawa, nos foi informado que na coleção do Museu de Zoologia há um único registro histórico da espécie no rio Paraíba do Sul relatando coleta de 3 exemplares, em 1911, na região de Taubaté (Polaz *et al.*, 2011). Contudo, também há o relato da coleta de exemplar de *P. vimboides*, no ano de 1973 no rio Tamanduateí (coordenadas: Latitude: -23.550000000; Longitude: -46.6333333330), cujo voucher de depósito no MZUSP é o de número 21.460. Outro relato importante feito pelo ictiólogo, Rodolpho Von Ihering, o livro “Da vida dos Peixes. Ensaio e Scenas da Pescaria” (1929) registra a presença de “corumbatás” no Rio Pinheiros próximo ao Butantã, sem descrever exatamente a espécie, esse corimbatá, poderia ter sido o *P. vimboides*.

Em uma pesquisa avaliando a diversidade da ictiofauna do Alto do Rio Paraná, Langeani *et al.* (2007), também registraram a ocorrência da espécie, cujo voucher é MZUSP20669, com aproximadamente 32,9 cm de comprimento, sendo considerada autóctone e nativa do local. Em outro estudo: “Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil”, também foi relatada a ocorrência de *P. vimboides* na bacia do Alto Paraná e na Paraíba do Sul (Oyakawa; Menezes, 2011).

“Apesar da espécie *P. vimboides* (Figura 11) não ser ainda classificada como “Em perigo” ou Criticamente em Perigo”, os relatos de captura dessa espécie são cada vez mais escassos em seus locais de ocorrência (Marques *et al.*, 2013; Smith *et al.*, 2013). No caso da bacia do Alto Tietê, incluindo a região da Bacia do Rio Sorocaba, a rara presença da espécie leva a crer a quase extinção da espécie na região. Sendo assim, sua

inclusão no programa do repovoamento de peixes nas cabeceiras do Alto Tietê foi aprovada, segundo o parecer técnico da CETESB (#110/19/IE de 21/02/2019). A colonização dessa espécie e o possível estabelecimento de populações autossustentáveis permitirá uma melhor reciclagem dos nutrientes nos reservatórios e rios da região, por ser uma espécie detritívora (alimenta-se de restos orgânicos nos sedimentos do fundo dos rios).

**Figura 11 – *Prochilodus vimboides* (a) Bacia do Rio Imbé, bacia do Paraíba do Sul (Foto: Guilherme Souza – Projeto Piabanha) (b) Rio Ipanema, bacia do rio Sorocaba**

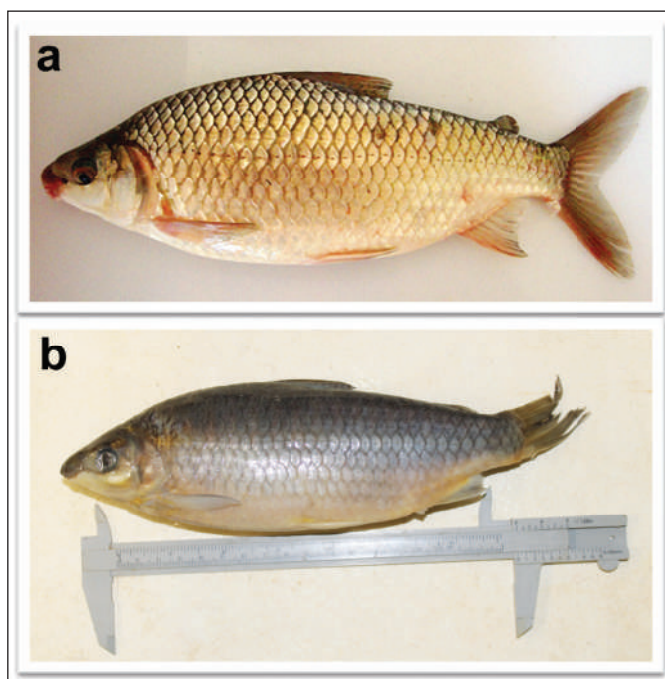


Foto: Prof. Dr. Welber Senteio Smith.

Nesses 20 anos de funcionamento, as ações de conservação ambiental não se resumiram na produção e soltura peixe. Programas de educação ambiental foram associados às solturas de peixes com o objetivo de estabelecer políticas públicas de conscientização da preservação dos rios. Esses programas consistem na participação de estudantes desde o Ensino Fundamental até o 2º grau em palestras e a soltura propriamente dita. A vivência desses estudantes com os peixes e o ato de soltar os peixes traz uma mensagem que a preservação dos rios e da

vida que nele existe depende de ações diárias. E isso pode ser construído desde a infância (Figura 12).

**Figura 12 – Ações de repovoamento com estudantes da região das cabeceiras do Alto Tietê**



## **O que as gerações futuras esperarão de nossa geração**

A história de destruição do rio Tietê e conseqüentemente de sua vida em seu trecho urbano ainda é uma realidade presente. O divórcio que se instalou entre a população e o rio é perceptível na forma como vemos e sentimos o rio Tietê. Para as gerações atuais, o rio Tietê e seus afluentes que cortam a cidade de São Paulo, muitos deles hoje canalizados, são apenas trechos de água, porque não dizer esgoto, que fazem parte da paisagem de nossa cidade. Contudo, esses rios foram outrora corpos de água com vida pulsante e repleto de peixes que neles habitavam. Nas últimas décadas, do rio Tietê tem sido alvo de debates sobre a perspectivas de sua plena recuperação. O sonho de cada um de nós que vivemos na cidade de São Paulo é que este rio se torne uma paisagem integrada e simbólica, como é o caso dos rios Tâmsa em Londres, Sena em Paris e o Rio Tibre em Roma. Exemplo de como projetos de governança relacionada a recuperação de rios urbanos podem funcionar é o exemplo do rio Cheonggyecheon em Seul e em rios da cidade de Incheon na Coreia do Sul (Lee; Choi, 2012, Lee; Jung, 2016).

Apesar de rios urbanos como o Tietê, Pinheiros e Tamanduatéi, que ainda correm a céu aberto na cidade de São Paulo, terem perdidos as condições básicas para manutenção de vida, os exemplos de políticas públicas, como na Coreia do Sul, voltadas para projetos para reabilitar o ambiente aquático para

manutenção biológica das comunidades de peixes são uma possibilidade real (Cunha *et al.*, 2011, Sendzimir; Schmutz, 2018; Porto *et al.*, 2019). A despoluição, controle da poluição difusa vindo das ruas, diminuição da descarga de esgoto são algumas condições básicas para manutenção de vida nos rios. Aliado a programas de repovoamento (Friedrich, 2018; Griffiths *et al.*, 2011), pode-se estabelecer novas comunidades de peixes que mesmo em um ambiente urbanos poderá ser mantido em condições de qualidade de água adequadas e livre de espécies exóticas como o bagre africano (*Clarias gariepinus*), uma espécie extremamente resistente a condições de baixo oxigênio, poluição e um ictiófago voraz cuja presença tem sido registrado pela imprensa no rio Tietê desde as cabeceiras até o seu trecho na cidade de São Paulo (G1, 2011). Ao que tudo indica esta parece ser a única espécie nadando nas águas poluídas do rio Tietê.

A restauração do Tietê urbano deve ter um símbolo que represente sua história. Esse símbolo presente na poesia do Mario de Andrade e relatado pelo ictiólogo Rodolfo von Ihering nas águas do rio Tietê é a tabarana. Construir uma relação de amor e afeto com o Tietê deve ser um objetivo de todos nós para que tenhamos orgulho de sua presença na paisagem de São Paulo. Políticas públicas de recuperação e integração dos rios e córregos urbanos deve ser prioritário no rol das ações governamentais (Silva-Sanchez; Jacobi, 2012). A busca por um rio Tietê vivo significa ver cardumes de tabaranas novamente nadando em suas águas, passando pela Ponte das Bandeiras e encontrando outros cardumes no médio Tietê.

## **Agradecimentos**

Os autores deste capítulo agradecem às suas instituições: Universidade de Mogi das Cruzes, Fundação de Apoio ao Ensino e Pesquisa, Universidade Paulista, Vice-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, e Programa de Patologia Ambiental e Experimental, pelo suporte na condução das pesquisas sobre a conservação de peixes e dos rios da região. Agradecem também aos órgãos de fomento, como a FAPESP, CNPq, CAPES, SABESP e DAEE, pelo apoio no financiamento das pesquisas, nas bolsas de estudos dos alunos e nos programas de repovoamento de peixes na bacia do Alto Tietê. AWSH é beneficiário de uma bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq (309570/2021-2).

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. O problema das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e do Tietê. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 26, p. 38-49, 1957.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I.; JÚLIO JR., H. F. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (ed.). **Migratory Fishes of South America: biology, fisheries, and conservation status**. Victoria, World Fisheries Trust, The World Bank and The International Development Research Centre, 2003. p. 19-89.

AKENHEAD, S. A.; BATTEN, G.; BIRD, T.; DOAN, N.; IRVINE, J. R.; KOROL, O.; NESSMAN, C.; O'BLÉNIS, P. The Salmon of Knowledge. North Pacific Anadromous. **Fish Commission Technical Report**, v. 17, p. 130-134, 2021.

ANCHIETA, J. **Cartas inéditas**: Carta fazendo a descrição das inúmeras coisas naturais, que se encontram na província de São Vicente hoje São Paulo seguida de outras cartas inéditas escritas da Bahia. São Paulo: Typ. da Casa Eclectica, Instituto Histórico e Geographico de São Paulo, 1900. 69 p. Disponível em: <https://digital.bbm.usp.br/handle/bbm/4683>. Acesso em: 26 mar. 2022.

ARAÚJO, B. C.; MELLO, P. H.; MOREIRA, R. G.; HILSDORF, A. W. S.; MARQUES, V. H.; HONJI, R. M. Spawning induction and embryonic development of *Salminus hilarii* (Characiformes: Characidae). **Zygote**, v. 28, n. 5, p. 377-387, 2020.

ARAÚJO, L. T. S. **Alimentação dos peixes da represa de Ponte Nova, Alto Tietê**. 1980. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

BAPTISTA, M. B.; CARDOSO, A. S. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 20, n. 2, p. 124-153, 2013.

BRESSAN, P. M.; KIERULFF, M. C. M.; SUGIEDA, A. M. **Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo**. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2009.

CANEPPELE, D.; HILSDORF, A. W. S.; POLAZ, C. N. M.; SOUZA, G. Estratégias para a conservação de peixes ameaçados de extinção na bacia do rio Paraíba do Sul. *In*: BERRIEL, T. C. S.; CARAMASCHI, E. P., POLAZ, C. N. M. (org.). **Monitoramento da fauna aquática – funções ecossistêmicas do domínio das ilhas fluviais do rio Paraíba do Sul**. Itaocara: Projeto Piabanha, 2018. p. 180-212.

CARDOSO, A. S.; BAPTISTA, M. B. Metodologia para avaliação de alternativas de intervenção em cursos de água em áreas urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 1, p. 129-139, 2011.

CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. Detritivores of the South American Family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study. **Smithsonian Contributions to Zoology**, v. 622, p. 1-189, 2004.

CUNHA, D. G.; GRULL, D.; DAMATO, M.; BLUM, J. R.; EIGER, S.; LUTTI, J. E.; MANCUSO, P. Contiguous urban rivers should not be necessarily submitted to the same management plan: the case of Tietê and Pinheiros Rivers (São Paulo-Brazil). ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2011. São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, SP, 2011. v. 83. p. 1465-1480.

DAE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS DE SÃO PAULO. **Programa de Obras para os anos de 1957-1958, Revista DAE**. São Paulo, SP, 1957. n. 29. p. 108.

DAE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS DE SÃO PAULO. **Sistema Produtor do Alto Tietê**. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/site/sistema-produtor-alto-tiete/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

EIGENMANN, C. H. New characins in the collection of the Carnegie Museum. **Annals of Carnegie Museum**, v. 8, n. 3, p. 164-181, 1911.

EIGENMANN, C. H. *Pimelodella* and *Typhlobagrus*. **Memoirs of the Carnegie Museum**, v. 7, n. 4, p. 229-258, 1917.

EIGENMANN, C. H.; NORRIS, A. A. Sobre alguns peixes de São Paulo, Brasil. **Revista do Museu Paulista**, v. 4, p. 349-362, 1900.

ELLIS, M. D. On the species of *Hasemanina*, *Hyphessobrycon* and *Hemigrammus* collected by J.D. Haseman for the Carnegie Museum. **Annals of Carnegie Museum**, v. 8, n. 2, p. 148-163, 1911.

ESTEVES, K. E.; LÔBO, A. V. P.; FARIA, M. D. R. Trophic structure of a fish community along environmental gradients of a subtropical river (Paraitinga River, Upper Tietê River Basin, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 598, n. 1, p. 373-387, 2008.

ESTEVES, K. E.; LÔBO, A. V. P.; HILSDORF, A. W. S. Abiotic features of a river from the Upper Tietê River Basin (SP, Brazil) along an environmental gradient. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 2, p. 228-237, 2015.

FELDENS, L. **O homem, a agricultura e a história**. Lajeado, Ed. Univates, 2018.

FERRAZ, D. **Tietê: imagens que o Brasil não vê**. Suzano: Gráfica Melhoramentos, 2000.

FRANCIS, R. A. Urban rivers: novel ecosystems, new challenges. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 1, n. 1, p. 19-29, 2014.

FRIEDRICH, T. Danube sturgeons: past and future. In: SCHMUTZ, S.; SENDZIMIR, J. (ed.). **Riverine ecosystem management: science for governing towards a sustainable future**. Springer, Cham, 2018. p. 507-518.

G1/SP. **Bagre é encontrado nadando na Marginal Tietê após temporal.** Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/01/bagre-e-encontrado-nadando-na-marginal-tiete-apos-temporal.html>. Acesso em: 26 jul. 2023.

GANDARA, G. S. **Rios: território das águas às margens das cidades.** O caso dos rios de Uruaçu – GO. Confins, 2017. Disponível em: <http://confins.revues.org/12066>. Acesso em: 26 jul. 2023.

GARCIAS, C. M.; AFONSO, J. A. C. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013.

GÉRY, J. A review of certain Tetragonopterinae (Characoidei), with the description of two new genera. **Ichthyologica**, v. 37, p. 211-236, 1966.

GIAMAS, M.; CAMPOS, E. C.; CAMARA, J. J. C.; VERMUIIM-JUNIOR, H.; BARBIERI, G. A ictiofauna da Represa de Ponte Nova, Salesópolis (São Paulo) Bacia do Alto Tietê. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, n. 1, p. 25-34, 2018.

GOUVEIA, I. C. M. C. A cidade de São Paulo e seus rios: uma história repleta de paradoxos. **Revista Franco-Brasileira de Geografia (Confins)**, v. 27, 2016. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/10884>. Acesso em: 26 jul. 2023.

GRIFFITHS, A. M.; ELLIS, J. S.; CLIFTON-DEY, D.; MACHADO-SCHIAFFINO, G.; BRIGHT, D.; GARCIA-VAZQUEZ, E.; STEVENS, J. R. Restoration versus recolonisation: The origin of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) currently in the River Thames. **Biological Conservation**, v. 144, n. 11, p. 2733-2738, 2011.

HARARI, Y. N. **Sapiens – uma breve história da humanidade.** Porto Alegre, RS: L & PM., 2015.

HASEMAN, J. D.; EIGENMANN, C. H. A brief report upon the expedition of the Carnegie Museum to central South America. Together with a list of localities at which Mr. Haseman collected. **Annals of Carnegie Museum**, v. 7, p. 315-328, 1911.

HILSDORF, A. W. S.; CANEPPELE, D. Recursos genéticos e Repovoamento de peixes: dois lados da mesma moeda. **Revista de Recursos Genéticos – RG News**, v. 7, n. 1, p. 17-43, 2021.

HONJI, R. M.; MELLO, P. H.; ARAÚJO, B. C.; RODRIGUES-FILHO, J. A.; HILSDORF, A. W.; MOREIRA, R. G. Influence of spawning procedure on gametes fertilization success in *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850 (Teleostei: Characidae): implications for the conservation of this species. **Neotropical Ichthyology**, v. 9, p. 363-370, 2011.

HONJI, R. M.; TOLUSSI, C. E.; CANEPPELE, D.; POLAZ, C. N. M.; HILSDORF, A. W. S.; MOREIRA, R. G. Biodiversidade e conservação da ictiofauna ameaçada de extinção da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista da Biologia**, v. 17, p. 18-30, 2017.

JORGE, J. A pesca na cidade de São Paulo, 1890-1940. **Histórica**: revista *on-line* do arquivo público do Estado de São Paulo, v. 14, p. 1-7, 2006.

JORGE, J. Rios e saúde na cidade de São Paulo, 1890-1940. **História e Perspectivas**, Uberlândia, v. 47, p. 103-124, 2012.

JORGE, J. **Tietê, o rio que a cidade perdeu**: o Tietê em São Paulo 1890-1940. 2006. São Paulo, SP: Alameda Casa Editorial, 2006.

KING, L. C. A. Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

LANGEANI, F. **Ictiofauna do alto curso do rio Tiete (SP)**: taxonomia. 1989. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

LANGEANI, F.; CASTRO, R. M. C.; OYAKAWA, O. T.; SHIBATTA, O. A.; PAVANELLI, C. S.; CASATTI, L. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 181-197, 2007.

LEE, M.; JUNG, I. Assessment of an urban stream restoration project by cost-benefit analysis: The case of Cheonggyecheon stream in Seoul, South Korea. **Journal of Civil Engineering**, v. 20, n. 1, p. 152-162, 2016.

LEE, S.; CHOI, G. W. Governance in a river restoration project in South Korea: The case of Incheon. **Water Resources Management**, v. 26, n 5, 1165-1182, 2012.

LIMA, F. C. T.; BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; LUCENA, M C.; TOLEDO-PIZA, A. S.; A. ZANATA. Família Characidae: Gêneros *incertae sedis*. In: BUCKUP, P. A. N. A.; MENEZES; GHAZZI, M. S. (ed.). **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007, p. 44-62. Série Livros 23.

LIMA, R. S. **Ictiofauna do alto curso do rio Paraíba do Sul**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MARCENIUK, A. P.; HILSDORF, A. W. S. As Cabeceiras de um rio que ainda não morreu. **Scientific American**, v. 8, p. 50-53, 2010.

MARCENIUK, A. P.; HILSDORF, A. W. S.; LANGEANI, F. A. ictiofauna de cabeceiras do rio Tietê, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 217-236, 2011.

MARQUES, B. S.; BELEI, F.; SAMPAIO, W. M. S. Ictiofauna do baixo rio Manhuaçu (Bacia do médio rio Doce). **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, v. 4, n. 32-41, 2013.

MMA. Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148, de 7 de junho de 2022. **Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção**. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P\\_mma\\_148\\_2022\\_altera\\_anexos\\_P\\_mma\\_443\\_444\\_445\\_2014\\_atualiza\\_especies\\_ameacadas\\_extincao.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf). Acesso em: 26 mar. 2022.

MOKANY, K.; WESTCOTT, D. A.; PRASAD, S.; FORD, A. J.; METCALFE, D. J. Identifying Priority Areas for Conservation and Management in Diverse Tropical Forests. **PLoS ONE**, v. 9, n. 2, p. e89084, 2014.

MUMFORD, L. **Technics and civilization**. University of Chicago Press, 2010.

NICHOLS, J. T. Um novo gênero de cascudo da família Loricariidae. **Revista do Museu Paulista**, v. 11, p. 10, 1919.

NUNES, M. B. **A configuração espacial da várzea do Rio Tietê: a região da Água Branca e as áreas públicas municipais**. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

OLIVEIRA, A. B. K. O rio Tietê: o processo histórico e sua importância para São Paulo. *In: I SIMPÓSIO MINEIRO DE GEOGRAFIA*, 2014. Alfenas. **Anais** [...]. Alfenas, 2014. p. 271-285.

OLIVEIRA, F. Q. S. **Operação urbana consorciada Tietê II: do plano urbano ao projeto urbano**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. L. A. Restauração ecológica em destaque: um retrato dos últimos vinte e oito anos de publicações na área. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 303-315, 2011.

OYAKAWA, O. T.; MENEZES, N. A. Checklist of freshwater fishes from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1a, p. 19-32, 2011.

PALMER, M. River restoration in the Twenty-First Century: data and experiential knowledge to inform future efforts. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 3, p. 472-481, 2007.

PANSONATO-ALVES, J. C.; HILSDORF, A. W. S.; UTSUNOMIA, R.; SILVA, D. M. Z. A.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F. Chromosomal Mapping of Repetitive DNA and Cytochrome C Oxidase I

Sequence Analysis Reveal Differentiation among Sympatric Samples of *Astyanax fasciatus* (Characiformes, Characidae). **Cytogenetic and Genome Research**, v. 141, n. 2-3, p. 133-142, 2013.

PEIXOTO, N. B. O rio, a inundação e a cidade: a várzea do Tietê como situação crítica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 91, p. 157-170, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010340142017000300157&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142017000300157&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 25 mar. 2022.

PESSOA, D. F. O processo de retificação do rio tietê e suas implicações na cidade de São Paulo, Brasil. **Paisagem e Ambiente: Ensaio**, São Paulo, v. 30, n. 44, p. e158617, 2019.

PMSP/Secretaria Municipal de Cultura/DPH. **Informativo do Arquivo Histórico Municipal Washington Luís**, n. 5, 2006. Disponível em: <http://www.arquiamigos.org.br/info/info05/index.html>. Acesso em: 25 mar. 2022.

PORTELLA, A. C.; ARSENTALES, A. D.; CAVALLARI, D. E.; SMITH, W. S. Efeito da sazonalidade na reprodução de peixes Characiformes em um rio Neotropical. **Iheringia, Série Zoológica**, v. 111: e2021012, 2021.

PORTO, M.; ALENCAR, J.; THEODORO, H. D. (org.). **Revitalização de rios urbanos no Brasil**. Belo Horizonte: Editora D'Plácido, 2019. 210 p.

RICCOMINI, C.; GROHMANN, C. H.; SANT'ANNA, L. G.; HIRUMA, S. T. A captura das cabeceiras do Rio Tietê pelo Rio Paraíba do Sul. In: MODENESI-GAUTTIERI, M. C.; BARTORELLI, A.; MANTESSO-NETO, V.; CARNEIRO, C. D. R.; LISBOA, M. B. A. L. (org.). **A obra de Aziz Nacib Ab'Saber**. São Paulo: Becca, 2010. p. 157-169.

RICHARDSON, M.; SOLOVIEV, M. The Urban River Syndrome: Achieving Sustainability Against a Backdrop of Accelerating Change. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 12, p. 6406, 2021.

RODRIGUES-FILHO, J. A.; HONJI, R. M.; MELLO, P. H.; BORELLA, M. I.; HILSDORF, A. W.; MOREIRA, R. G. Reproductive biology of *Pseudotocinclus tietensis* (Siluriformes: Loricariidae: Hypoptopomatinae), a threatened fish species. **International Journal of Aquatic Biology**, v. 5, n. 3, p. 218-227, 2017.

SENDZIMIR, J.; SCHMUTZ, S. Challenges in riverine ecosystem management. In: SCHMUTZ, S.; SENDZIMIR, J. (ed.). **Riverine ecosystem management: science for governing towards a sustainable future**. Springer, Cham., 2018. p. 1-16.

SILVA, C. C.; MATTA, S. L. S.; HILSDORF, A. W.; LANGEANI, F.; MARCENIUK, A. P. Color pattern variation in *Trichomycterus iheringi* (Eigenmann, 1917) (Siluriformes: Trichomycteridae) from rio Itatinga and rio Claro, São Paulo, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, p. 49-56, 2010.

SILVA, F. S. D.; MANNA-DE-DEUS, J. R.; HILSDORF, A. W. S. The upper reached ichthyofauna of the Tietê River, São Paulo, Brazil: aspects of their diversity and conservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, n. 11, p. 3569-3577, 2006.

SILVA, J. V. D.; HALLERMAN, E. M.; ORFÃO, L. H.; HILSDORF, A. W. S. Genetic structuring of *Salminus hilarii* Valenciennes, 1850 (Teleostei: Characiformes) in the rio Paraná basin as revealed by microsatellite and mitochondrial DNA markers. **Neotropical Ichthyology**, v. 13, p. 547-556, 2015.

SILVA-SANCHEZ, S. S.; JACOBI, P. Políticas de Recuperação de Rios Urbanos na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 14, n. 2, p. 119-132, 2012.

SIMA. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente e Casa Militar do Gabinete do Governador. **Barragens no Estado de São Paulo: relatório do grupo de trabalho**. 2019. Disponível em: <http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/2019/07/barragens-noestadodespaulo2019.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SMITH, W. S. A pesca no rio Tietê. **Ciência Hoje**, v. 38, n. 223, p. 20-27, 2006.

SMITH, W. S. **Os peixes do rio Sorocaba**: a história de uma bacia hidrográfica. Sorocaba, SP: EditoraTCM – Comunicação, 2003. p. 162.

SMITH, W. S.; BIAGIONI, R. C.; HALCSIK, L. Fish fauna of floresta nacional de Ipanema, São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 175-181, 2013.

SMITH, W. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O. Environmental gradient in reservoirs of the medium and low Tietê River: limnological differences through the habitat sequence. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 26, n. 1, p. 73-88, 2014.

SMITH W. S.; SILVA F. L.; BIAGIONI R. C. River dredging: when the public power ignores the causes, biodiversity and Science. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, p. 1-20, 2019.

SOINSKI, T. A.; GATO, C. S.; MATSUMOTO, A. A.; BRAZÃO, M. L.; SMITH, W. S. Dredging on water bodies and margin interventions: effects on fish migration. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 48: e682, 2022.

SOUZA, R. D. A. The Fishermen's Disappearance: An Archaeology of Cruel Modernity in São Paulo City. In: SOUZA, M.; COSTA, D. (ed.). **Historical Archaeology and Environment**. Springer Cham, 2018. p. 129-154.

TAKAHASHI, E. L. H. **Ciclo reprodutivo da tabarana, *Salminus hilarii* (Valenciennes, 1849) (Characidae, Salmininae) na região do baixo rio Sorocaba, SP**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2006.

TRAVASSOS, H. Contribuição ao estudo da família Characidae Gill, 1893. V – Redescritção do genótipo de *Characidium* Reinhardt, 1866, com uma análise da literatura e descrição de

*Characidium lagosantensis* n. sp (Actinopterygii – Ostariophysii).  
**Summa Brasiliensis Biologia**, v. 1, n. 14, p. 1-59.

VIEIRA, F.; GASPARINI, J. L. Os peixes ameaçados de extinção no estado do Espírito Santo. p. 87-104. In: PASSAMANI, M.; MENDES, S. L. (org.). **Espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo**. Vitória, 2007.

VILLARES JÚNIOR, G. A.; GOITEIN, R. Variations of *Salminus hilarii* diet (Ostariophysii, Characidae): seasonal and ontogenetic effects. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 574-580, 2017.

VON IHERING, R. **Da vida dos peixes. Ensaio e Scenas da Pescaria**. São Paulo: Comp. Melhoramentos de São Paulo, 1929.

VON IHERING, R. Descriptions of four new Loricariidae of the genus *Plecostomus* from Brazil. **The Annals and Magazine of Natural History**, v. 7, n. 15, p. 558-581, 1905.

VON IHERING, R. Diversas espécies novas de peixes nemathognathas do Brazil. Notas preliminares. **Revista do Museu Paulista**, v. 1, n. 1, p. 13-39, 1907.

VON IHERING, R. Piscicultura. Os peixes no seu ambiente natural. O que ocorre nas águas do Tietê. **Caça e Pesca**, v. 14, p. 42-44, 1942.

WALSH, C. J.; ROY, A. H.; FEMINELLA, J. W.; COTTINGHAM, P. D.; GROFFMAN, P. M.; MORGAN, R. P. The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, p. 706-723, 2005.

ZANIRATO, S. H. História da ocupação e das intervenções na várzea do Rio Tietê. **Revista Crítica Histórica**, v. 2, n. 4, 2011.

## CAPÍTULO 11

# COMUNIDADES DE FORMIGAS: contribuição para a biodiversidade de um corredor ecológico em áreas de Mata Atlântica

*Gisely da Silva Freitas*

*Fabício Severo Magalhães*

*Nathalia Sampaio da Silva*

*Samara Santos*

*Débora Cristina de Oliveira Gonçalves*

*Victor Hideki Nagatani*

*Otávio Guilherme Morais da Silva*

*Maria Santina de Castro Morini*

---

### **Introdução**

A Mata Atlântica originalmente cobria mais de 1,3 milhões de km<sup>2</sup>, correspondendo a aproximadamente 15% do território nacional, abrangendo 17 Estados brasileiros e 16 capitais (MMA 2021). Esse bioma é um dos *hotspots* mundiais, pois apresenta uma das maiores biodiversidades do planeta e níveis elevados de endemismo (Rezende *et al.*, 2018) e, ao mesmo tempo, um dos mais fragmentados (Primack; Rodrigues, 2001). A soma de todos os fragmentos de floresta nativa acima de 3 ha representa apenas 12,5% da floresta original, tornando-se um dos biomas brasileiros mais ameaçados (Bolzan; Gutierrez, 2019).

A fragmentação florestal é a separação não natural de locais em áreas isoladas espacialmente que resultam em inúmeros efeitos biológicos e físicos, sobretudo da criação de bordas, que reduz ainda mais o habitat para as espécies da biota original (Korman, 2003). Diante da preocupação em preservar a biodiversidade ameaçada, instituiu-se as Unidades de Conservação (UCs), que são compostas por 12 categorias, que atendem objetivos específicos quanto à forma de proteção. As UCs são regidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC – Lei n° 9.985/2000) (Brasil, 2000), que por sua vez

tem como principais metas proteger o patrimônio biológico e conservar espécies *in situ*, habitats e ecossistemas, mantendo a variabilidade das espécies (Medeiros *et al.*, 2001; Brasil, 2000) e manter assim a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais (Mercadante, 2001; Mercadante, 2007). Na Mata Atlântica brasileira, as Unidades de Conservação têm como desafio proporcionar estudos de biodiversidade das espécies vegetais e animais, principalmente inventários biológicos de invertebrados (Pontes, 2015; Pinto *et al.*, 2017). Porém, apenas a criação de UCs de forma isolada não é suficiente para manter as espécies viáveis geneticamente. A alternativa para atenuar os efeitos do isolamento das espécies é a criação de corredores ecológicos para proporcionar o trânsito da fauna silvestre entre as UCs e áreas naturais (Brito, 2012).

Os corredores ecológicos são definidos como faixas de habitats ou vegetação nativa com utilidade para conectar fragmentos isolados, formando um mosaico com diferentes paisagens. O principal objetivo do corredor, do ponto de vista biológico, é manter ou recuperar a conectividade da paisagem, reduzir acidentes e morte dos animais e favorecer o fluxo gênico entre as populações (Brasil, 2021). A criação de um corredor ecológico depende de diversos fatores, como a saúde ambiental dos fragmentos a serem conectados, que está relacionada às características abióticas presentes (p. ex.: o tamanho dos fragmentos, estágio sucessional e densidade vegetal) (Santos *et al.*, 2018), além das espécies presentes nos fragmentos a serem conectados (Freitas; Garay, 2021).

Um dos métodos para verificar e monitorar alterações na estrutura e dinâmica do ecossistema é utilizar táxons que exercem o papel de bioindicadores (Santos *et al.*, 2006). Organismos bioindicadores são espécies que, pela abundância, riqueza e produtividade, conseguem refletir o estado biótico ou abiótico de um ambiente, além de demonstrar o impacto da mudança ambiental em um habitat, comunidade ou ecossistema; e pelo baixo custo das coletas, permitem que o monitoramento seja efetuado continuamente e em diversas regiões (McGeoch, 1998; Gerlach *et al.*, 2013). As formigas são frequentemente usadas como indicadores ambientais, pois apresentam uma ampla distribuição geográfica, fácil amostragem, identificação relativamente acessível, alta abundância e diversidade de espécies, além de

serem muito sensíveis as transformações do habitat (Triyogo *et al.*, 2020). Além disso, as formigas desempenham importantes funções nos processos ecossistêmicos, especialmente na ciclagem de nutrientes, no controle populacional de outros invertebrados, na dispersão de sementes e polinização (Bennett *et al.*, 2009).

No Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica em Mogi das Cruzes (SP) (SVMA, 2020), o corredor ecológico municipal foi criado utilizando métricas da paisagem. Com a intensa fragmentação florestal, o sensoriamento remoto tem sido utilizado como uma alternativa para o estudo em escala global, diminuindo os levantamentos de campo e viabilizando a criação de corredores ecológicos baseado em métricas de área, densidade, tamanho, forma, proximidade, área central e bordas (Cunha *et al.*, 2014). Com uma área de 8.216,4 ha, o corredor ecológico municipal foi criado com o objetivo de conter os efeitos da fragmentação da Serra do Itapeti e da Serra do Mar em Mogi das Cruzes e proporcionar a ligação entre a vegetação nativa da região Norte ao Sul do município, possibilitando a dispersão de sementes, o aumento e a manutenção da cobertura vegetal e o deslocamento da fauna (SVMA, 2020). A zona de amortecimento do corredor municipal possui um raio de 3 km que contorna todo o corredor ecológico e tem o propósito de mitigar os impactos negativos sobre o local (Brasil, 2021).

## **Relação entre biodiversidade e Saúde Única**

A saúde e o bem-estar da população humana está intrinsecamente ligados à integridade dos ecossistemas (Marselle *et al.*, 2021; Chaplin-Kramer *et al.*, 2023). Com o aumento das atividades antropogênicas sobre os habitats naturais, os ecossistemas estão sofrendo crescente destruição e fragmentação (Grantham *et al.*, 2020), associados à poluição do solo (Morita *et al.*, 2021), dos cursos d'água (Morin-Crini *et al.*, 2022), e à intensificação da emissão de gases na atmosfera; todos estes fatores resultam no aumento da temperatura global (Zandalinas *et al.*, 2021; IPCC, 2021).

Estas alterações no meio natural causam a diminuição da biodiversidade, bem como dos serviços ecossistêmicos (Wang *et al.*, 2019; Bowler *et al.*, 2020). Sem estes serviços, o ecossistema entra em desequilíbrio, influenciando negativamente

muitas espécies (Díaz *et al.*, 2019). Como exemplo, tem-se as formigas que desempenham múltiplos papéis nos ecossistemas, sendo inclusive denominadas de engenheiras de ecossistemas (Folgarait, 1998), pois atuam na formação de galerias, ninhos, câmaras, que modificam as propriedades físicas dos solos onde vivem e a disponibilidade de recursos para outros organismos. Se as formigas desaparecessem de um determinado local ocasionaria um impacto devastador em diversos processos biológicos e ecológicos que, por sua vez, afetariam diversos serviços ecossistêmicos. Mudanças em todos os componentes da paisagem, incluindo plantas e outros animais, surgiriam desencadeando uma série de repercussões negativas para a biodiversidade e a saúde do ecossistema como um todo (Maron *et al.*, 2017; Hasan *et al.*, 2020).

Quando ocorre desequilíbrio no ambiente, várias espécies tendem a deixar seus habitats naturais (Seebens *et al.*, 2018). Desta forma, muitas delas acabam se tornando exóticas e/ou invasoras e exercem um impacto significativo sobre os domínios biogeográficos. Neste sentido, influenciam diversos aspectos da dinâmica e estabilidade dos ecossistemas nativos, pois afetam a riqueza e abundância de espécies nativas, modificando o comportamento e a diversidade filogenética entre as comunidades; além de alterar o funcionamento dos ecossistemas, desencadeando desequilíbrios ecológicos que se propagam por diversos ambientes de forma contínua, sem interrupções (Pyšek *et al.*, 2020). Neste processo, as espécies ficam cada vez mais próxima do ser humano, o que pode desencadear alto risco de transmissão zoonótica e aumento do risco de doenças emergentes (Allen *et al.*, 2017; Keesing; Ostfeld, 2021). Isso ocorre pois há um aumento no contato entre a vida selvagem, espécie reservatório (por ex.: morcegos, roedores, primatas), as pessoas e os seus agentes patogênicos. Cerca de 70% das doenças emergentes (por exemplo, Ebola, Zika e Febre Amarela), e quase todas as pandemias conhecidas (por exemplo, HIV/AIDS e covid-19) são zoonoses (IPBES, 2020). Esse contato ainda possibilita que novos agentes patogênicos sejam transmitidos para os humanos (Cunningham *et al.*, 2012), como ocorreu na pandemia mais recente da doença coronavírus (covid-19) (Petrosillo *et al.*, 2020). Deste modo, a conservação da biodiversidade precisa ser

prioridade para garantir saúde e o bem-estar das populações humanas presentes e futuras.

Neste capítulo, nosso objetivo foi apresentar uma listagem, bem como as guildas das espécies de formigas presentes na região do corredor ecológico municipal, com o intuito de contribuir para a sua implementação e para o conhecimento de sua biodiversidade. Assim, listamos as espécies de formigas coletadas ao longo de 15 anos em locais que hoje fazem parte do corredor ecológico do município de Mogi das Cruzes e de sua zona de amortecimento.

## **Procedimentos adotados**

As publicações utilizadas são provenientes do banco de dados “*ATLANTIC ANTS: a data set of ants in Atlantic Forests of South America*” (Silva *et al.*, 2022). Foram selecionadas: (1) publicações (artigos, monografias, dissertações e teses) vinculadas à coleção de formigas “Silvia Sayuri Suguituru”, do Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê, Universidade de Mogi das Cruzes, grupo que desenvolve pesquisas sobre a diversidade de formigas há mais de 20 anos na região do Alto Tietê e tem no seu acervo mais de 243 espécies/morfoespécies (Souza-Campana *et al.*, 2020); (2) desenvolvidas na Serra do Itapeti, que é composta por Floresta Ombrófila Densa (Colombo; Joly, 2010); e (3) com coordenadas geográficas. Para publicações decorrentes da mesma coleta com dados sobrepostos, contabilizamos a espécie por ponto amostral uma única vez.

As 15 publicações selecionadas foram realizadas entre 2003 e 2018, ou seja, antes da aprovação do corredor ecológico. As formigas foram coletadas com oito técnicas diferentes (Tabela 1). As áreas amostradas estão no município de Mogi das Cruzes-SP, Brasil, e abrangem: (1) três UCs no corredor ecológico e na sua zona de amortecimento (Tabela 2); (2) uma UC fora dessa área (Estação Ecológica de Itapeti) – essa UC é uma área de proteção ambiental importante para o município (Quadro 1); e (3) três áreas não protegidas legalmente (Fazenda Rodeio, Reserva Kimberly-Clark e Fazenda Santo Alberto), localizadas na Serra do Itapeti, especificamente na região Norte do corredor ecológico municipal (Figura 1).

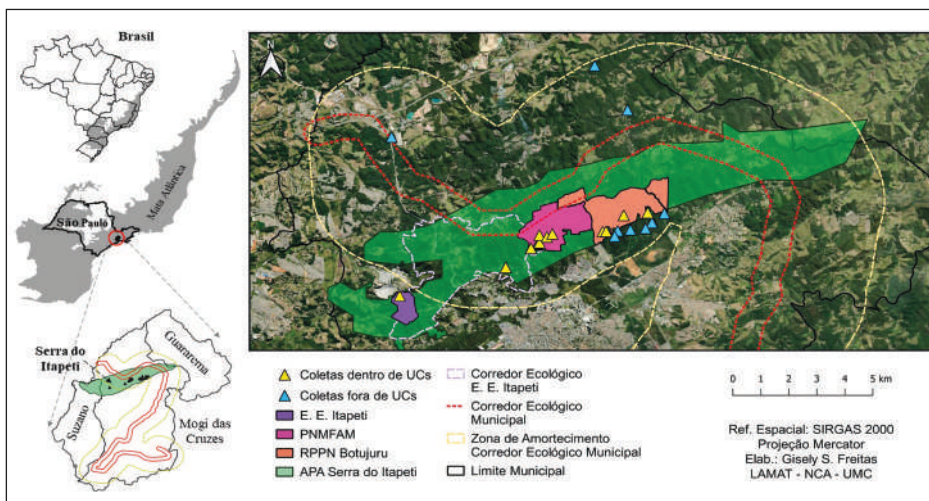
**Tabela 1 – Coletas de formigas realizadas entre os anos 2003 e 2018, em áreas que pertencem ao corredor ecológico e sua zona de amortecimento**

Autor	Tipo de Publicação	Técnicas de Coleta	Esforço Amostral
Fernandes <i>et al.</i> , 2014. Riqueza e biologia de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em galhos dispersos na Serapilheira de áreas urbanas de floresta Atlântica.	Dissertação	Coleta de galhos	80.640 m <sup>2</sup> serapilheira
Magalhães <i>et al.</i> , 2022. Natural regeneration in Atlantic Forest Fragments: using ants (Hymenoptera: Formicidae) for monitoring a conservation unit.	Artigo	Extrator de Winkler	24 m <sup>2</sup> serapilheira
Martello <i>et al.</i> 2018. Homogenization and impoverishment of taxonomic and functional diversity of ants in <i>Eucalyptus</i> plantations	Artigo	Funil de Berlese	75 m <sup>2</sup> serapilheira
Morini <i>et al.</i> , 2003. Non-specific interaction between ants (Hymenoptera; Formicidae) and fruits of <i>Syagrus romanzoffiana</i> in an area of the Brazilian Atlantic Forest.	Artigo	Coleta Manual, Extrator de Winkler e Iscas	480 árvores, 50 m <sup>2</sup> serapilheira, 150 iscas
Morini <i>et al.</i> , 2004. Observations on the <i>Acanthostichus quadratus</i> (Hymenoptera: Formicidae: Cerapachyinae) visiting underground bait and fruits of the <i>Syagrus romanzoffiana</i> in an area of the Atlantic Forest, Brazil.	Artigo	Armadilhas Subterrâneas	600 armadilhas
Morini <i>et al.</i> , 2004. The ant (Hymenoptera: Formicidae) community in two species of the Euphorbiaceae, <i>Alchornea sidifolia</i> and <i>Croton floribundus</i> , in an area of the Atlantic Forest of Brazil.	Artigo	Coleta Manual	120 árvores
Morini <i>et al.</i> , 2006. Ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in Magnoliophyta Native to the Atlantic Forest.	Artigo	Coleta Manual	120 árvores
Morini, 2018. Aspectos bioecológicos e genéticos de <i>Solenopsis</i> spp. no mosaico de paisagens do Alto Tietê Cabeceiras (SP).	Dissertação	Coleta de Ninho	86 ninhos
Nakano, 2010. Caracterização morfológica, morfométrica e molecular de espécies de <i>Myrmelachista</i> Roger, 1863 (Formicidae: Formicinae) do Alto Tietê.	Dissertação	Coleta Manual	156 árvores
Santos, 2022. Comunidades de formigas para estudos de supressão de eucalipto.	Iniciação Científica	Extrator de Winkler	30 m <sup>2</sup> serapilheira
Silva, 2014. Formigas em áreas verdes urbanas localizadas na mata ciliar do rio Tietê, no município de Mogi das Cruzes (SP).	Iniciação Científica	Coleta Manual, Extrator de Winkler e Pitfall	80 m <sup>2</sup> serapilheira; 400 armadilhas; 32 horas
Souza <i>et al.</i> , 2012. Diversity of epigeal ants (Hymenoptera: Formicidae) in urban areas of Alto Tietê.	Artigo	Pitfall	560 armadilhas
Souza-Campana <i>et al.</i> , 2017. Twigs in the leaf litter as ant habitats in different vegetation habitats in southeastern Brazil.	Artigo	Coleta de galhos	864 m <sup>2</sup> área percorrida
Suguituru <i>et al.</i> , 2013. Diversidade e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em remanescentes de Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, SP.	Artigo	Extrator de Winkler	50 m <sup>2</sup> serapilheira
Wazema, 2018. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como bioindicadoras na Reserva da Kimberly-Clark.	Iniciação Científica	Extrator de Winkler	10 m <sup>2</sup> serapilheira

**Tabela 2 – Características das Unidades de Conservação que fazem parte do corredor ecológico e da zona de amortecimento do município de Mogi das Cruzes, São Paulo**

Área	Localização	Características
Reserva Particular de Patrimônio Natural Botujuru (RPPN Botujuru)	-23.475619, -46.167014	É uma RPPN pertencente a empresa SPLF Investimentos e Participações. Em 2014, pela Resolução nº 78 foi definido como uma UC de uso sustentável com uma área de 445,2 ha.
Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello – Chiquinho Veríssimo (PNMFAM)	-23.484366, -46.193078	Em 2008, pela Lei Municipal nº 6.220, foi definido uma UC de proteção integral com uma área de 333,7 ha.
Área de Proteção Ambiental Serra do Itapeti (APA Serra do Itapeti)	-23.487955, -46.204742	Em 2018, pelo Decreto Estadual nº 63.871 foi reconhecida como UC de uso sustentável com uma área de 5.138,94 ha.

**Figura 1 – Corredor ecológico municipal localizado na Serra do Itapeti, município de Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil**



As espécies tiveram seus nomes científicos revisados e atualizados quando necessário, de acordo com a nomenclatura vigente, disponível no “*An Online Catalog of the Ants of the World*” (Bolton, 2023). As formigas foram classificadas em guildas de acordo com Brandão *et al.* (2009). As guildas são uma ferramenta importante para descrever uma comunidade, permitindo verificar a qualidade do ambiente (Silva *et al.*, 2015). Foram classificadas em guildas apenas as espécies de nossa lista, que constavam também na publicação de Brandão *et al.* (2009).

**Figura 2 – Estação Ecológica de Itapeti**



A Estação Ecológica do Itapeti foi criada em 1987, pelo Decreto Estadual nº 26.890. É uma UC de proteção integral, com 89,4 ha e possui um corredor ecológico próprio com aproximadamente 12,717 km². Esse corredor conecta a Estação Ecológica do Itapeti ao Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello.

## **Status atual de conhecimento das espécies de formigas**

Os trabalhos analisados mostram que as coletas foram realizadas apenas na região Norte do corredor ecológico municipal, especificamente na zona de amortecimento. No total foi registrado 10 subfamílias, 59 gêneros, 220 espécies e morfoespécies (Anexo 1). Cerca de 68% das coletas foram realizadas no interior de UCs, desse total, 61% foram no PNMFAM. As outras coletas foram realizadas fora das UCs (32%). Na Estação Ecológica de Itapeti foram coletadas 19 espécies, que também foram registradas em outros locais, como na RPPN Botujuru, Núcleo Agroambiental, PNMFAM, Fazenda Rodeio, Kimberly-Clark e Fazenda Santo Alberto.

Foram registradas 14 espécies com ocorrência exclusiva para o Brasil e três espécies exóticas. Entre as espécies atualmente exclusivas para o nosso país, *Brachymyrmex micromegas* Emery, 1923 é considerada endêmica para a Mata Atlântica, com registros somente para o município de São Paulo. Esta espécie está classificada na categoria de extinção em perigo (EN) devido a fragmentação de sua população ocasionada pela destruição do habitat (ICMBio, 2018). Dentre as espécies exóticas listadas, destaca-se *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1973), popularmente conhecida

como formiga fantasma. Esta espécie apresenta seu centro de origem ainda incerto, sendo o Sudeste Asiático ou a região Indo-Pacífico (Wetterer, 2009) os mais indicados, porém, através do comércio global se espalhou por diversas regiões do planeta e adquiriu o *status* de invasora, com um potencial de construir ninhos em diferentes extratos naturais (solo, madeira em decomposição) e em frestas e rachaduras de residências (Zheng *et al.*, 2018). Espécies exóticas têm vantagem na competição de recursos com espécies nativas por serem generalistas e à ausência de predadores naturais, podendo levar a espécie nativa a extinção. Os efeitos são maiores em áreas que sofrem perturbações antrópicas (Primack; Rodrigues, 2001).

Myrmicinae foi a subfamília mais amostrada, com 24 gêneros e 72 espécies (49%) e 45 morfoespécies, seguida por Formicinae, com 25 espécies (17%) e nove morfoespécies. *Brachymyrmex admotus* Mayr, 1887, *Holcaponera striatula* Mayr, 1884, *Pheidole sarcina* Forel, 1912 e *Pheidole sospes* Forel, 1908 foram encontradas em todos os locais de coleta. Novas espécies oriundas da Mata Atlântica foram encontradas nos levantamentos, como é o caso de *Megalomyrmex* sp.n. e *Octostruma* sp.n, o que reforça a necessidade da preservação de remanescentes naturais para o conhecimento da riqueza de espécies de formigas.

No total, foram classificadas 113 espécies, distribuídas em 10 guildas. As guildas de maior ocorrência foram as de formigas generalistas (33%) e predadoras arborícolas (16%), ambas com hábito de forragear na vegetação. Também foram encontradas espécies pertencentes às guildas de predadoras epigeicas médias (15%) e grandes (9%), predadoras especialistas (8%), predadoras dacetíneas (7%), cultivadoras de fungo (5%), legionárias (4%) e as de predadoras hipogeicas médias (2%) e pequenas (1%) (Figura 3). As espécies encontradas em todos os locais de coleta fazem parte da guilda de formigas generalistas: *B. admotus*, *P. sarcina* e *P. sospes* e predadora epigeica média: *H. striatula*. As espécies generalistas possuem a biologia alimentar muito rica tanto na abrangência de itens alimentares coletados como no conjunto de comportamentos usados em interações intra e interespecíficas. Por possuírem nichos mais amplos, as espécies generalistas são mais amplamente distribuídas (Brandão *et al.*, 2009).

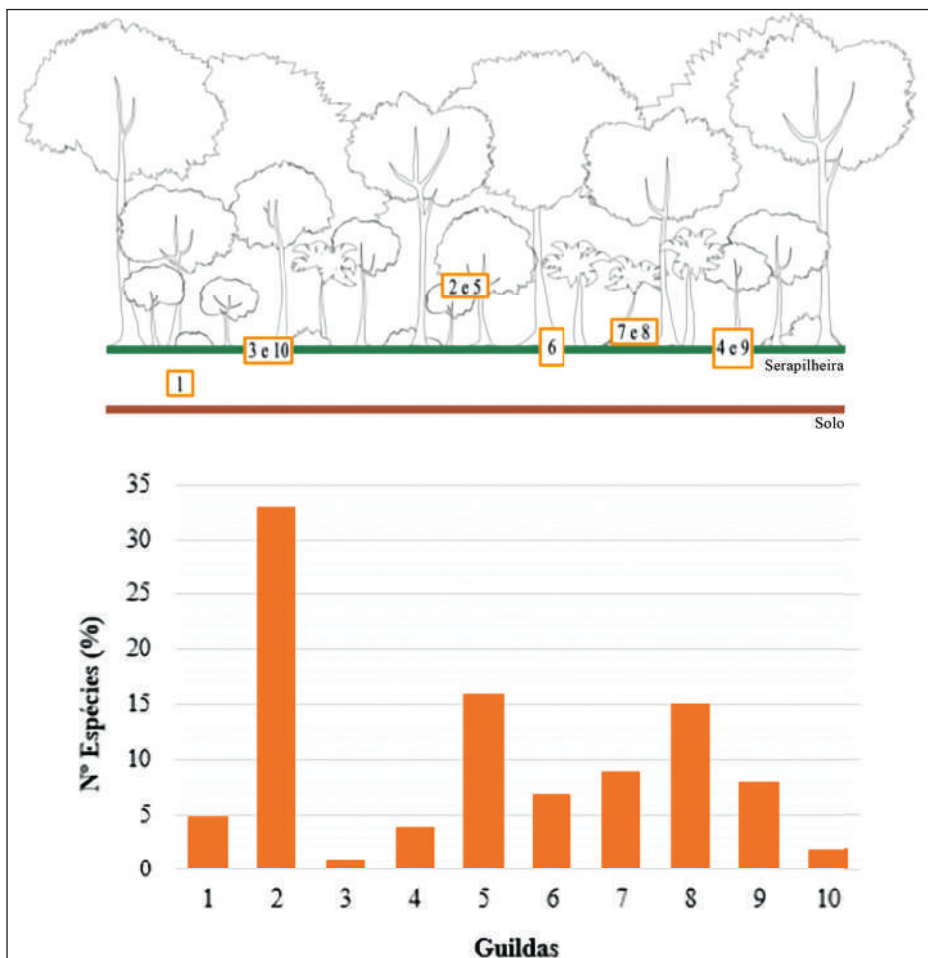
Espécies com hábitos mais especializados também foram registradas, como, por exemplo, *Prionopelta punctulata* Mayr, 1866, *Discothyrea sexarticulata* Borgmeier, 1954, *Fulakora armigera* Mayr, 1887 e *Neocerapachys splendens* (Borgmeier, 1957). Formigas especialistas tendem a serem sensíveis às perturbações ambientais (Majer; Nichols, 1998).

Outro exemplo são as formigas legionárias como é o caso e *Nomamyrmex* Borgmeier, 1936 coletada somente no PNMFAM, e que podem ser predadoras do gênero *Atta* Fabricius, 1804 (Borowiec, 2016). Ou de espécies do gênero *Eciton* Latreille, 1804, caracterizadas pelo seu hábito nômade e pelo comportamento predatório grupal (Brandão *et al.*, 2009). As espécies desse gênero precisam de grandes áreas de forrageamento (Franks; Fletcher, 1983), e são consideradas espécies-chave por regularem as populações de outros artrópodes (Wilkie *et al.*, 2007). Essas espécies possuem grande impacto na fauna, visto que exercem predação massiva (Brady *et al.*, 2014) e ferroadas agressivas. Além disso, por conta de seu hábito nômade, o gênero apresenta uma série de associações com outros invertebrados e vertebrados, sendo relatada na literatura mais de 300 associações como, por exemplo, com besouros, ácaros e, especialmente com aves (Rettenmeyer *et al.*, 2011). A destruição do habitat devido a atividades antrópicas tem um efeito negativo sobre essa guilda, afetando também outras comunidades de artrópodes que dependem das espécies legionárias (Sanabria-Blandón; Achury, 2011).

A implementação do corredor ecológico municipal irá favorecer todos os grupos de formigas, especialmente as especialistas e as legionárias, por serem formigas que necessitam de extensas áreas preservadas. Além disso, um “ambiente rico em biodiversidade, isso é, com muitos indivíduos de espécies diferentes, é capaz de diluir a transmissão de doenças entre eles e também para os humanos. Uma das maneiras de controlar ou reduzir os riscos de surtos de doenças que circulam entre animais e pessoas é, portanto, conservar as espécies em áreas naturais grandes o suficiente para que sejam saudáveis. Áreas pequenas, isoladas e com baixa biodiversidade

não são capazes de manter o ciclo silvestre das doenças restrito a elas” (Fundação Oswaldo Cruz, 2017). Assim, fazer com o que o corredor ecológico municipal seja efetivo, e com diversidade biológica saudável, é uma questão de saúde pública.

**Figura 3 – Classificação em guildas das formigas coletadas no Corredor Ecológico de Mogi das Cruzes. Guildas: 1= Cultivadora de fungo; 2= Generalista; 3= Generalista hipogeica pequena; 4= Legionária; 5= Predadora arborícola; 6= Predadora dacetínea; 7= Predadora epigeica grande; 8= Predadora epigeica média; 9= Predadora especializada; 10= Predadora hipogeica média**



**É bom saber....**

Algumas espécies de formigas são dispersoras de sementes. Uma das espécies que encontramos na Mata Atlântica é *Odontomachus chelifer* Latreille, 1802. Sua dieta é formada principalmente por outros artrópodes e sementes, como de cedro-canjerana (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.). Após se alimentarem da polpa ou arilo que recobre a semente, as formigas impedem o ataque de fungos patogênicos e aumenta a velocidade da germinação (Christianini, 2015; Delabie *et al.*, 2015).

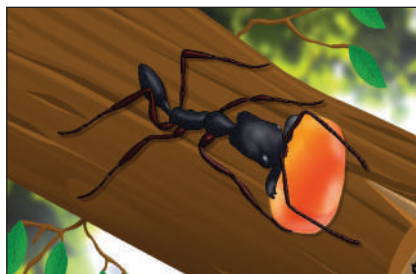


Ilustração por: Nicolli Gomes de Castro



Ilustração por: Nicolli Gomes de Castro

Ao construir seus ninhos no solo, as formigas criam microhabitats que causam mudanças no estado físico de materiais bióticos e abióticos, alterando a disponibilidade de recursos para outros organismos. Ao escavar, as formigas revolvem o solo, aumentando a aeração e a retenção de água, além de transportarem matéria orgânica, que irá nutrir o solo (Almeida; Queiroz, 2015).

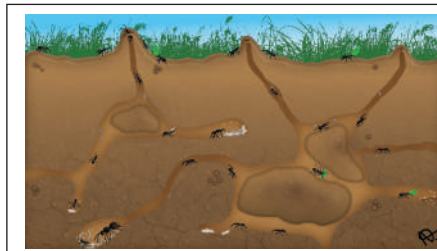


Ilustração por: Nicolli Gomes de Castro

**Agradecimentos**

Ao suporte financeiro oferecido pelos órgãos de Fomento: CAPES, CNPq e Instituto Ecofuturo. À Nicolli Gomes de Castro pelas ilustrações, à Livia Pires do Prado pelas valiosas sugestões e à Universidade de Mogi das Cruzes. Nossos agradecimentos especiais à equipe de trabalho composta por Me. Beatriz da Silva de Souza Francisco, Me. Marcella Carmona Wahl Rontani Migliacci, Me. Nicole Nascimento da Silva, Me. Tiago Henrique Nascimento Dativa Vieira, Dr. Ricardo Sartorello e os gestores públicos municipais, Claudio Rodrigues, Daniel Teixeira de Lima e André Luiz Miragaia Mendes, por não medirem esforços para a incorporação do corredor ecológico no Plano Diretor do município de Mogi das Cruzes no ano de 2020.

## REFERÊNCIAS

AGOSTI, D.; ALONSO, L. E. The all Protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, 2000.

ALLEN, T.; MURRAY, K. A.; ZAMBRANA-TORRELIO, C.; MORSE, S. S.; RONDININI, C.; DI MARCO, M.; BREIT, N.; OLIVAL, K. J.; DASZAK, P. Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. **Nature Communications**, v. 8, n. 1, p. 1124, 2017.

ALMEIDA, F. S.; QUEIROZ, J. M. Formigas poneromorfas como engenheiras de ecossistema: impactos sobre a biologia, estrutura e fertilidade dos solos. *In*: DELABIE, J. H. C.; FEITOSA, R. M.; SERRÃO, JOSÉ E.; MARIANO, C. S. F.; MAJER, J. D. **As formigas poneromorfas do Brasil**. Editus: Ilhéus, 2015.

BENNETT, J. M.; KUTT, A. S.; JOHNSON, C. N.; ROBSON, S. K. A. Ants as indicators for vertebrate fauna at a local scale: an assessment of cross-taxa surrogacy in a disturbed matrix. **Biodiversity Conservation**, New York, v. 18, n. 13, p. 3407-3419, 2009.

BIEBER, A. G. D.; DARRAULT, O. P. G.; RAMOS, C. C.; MELO, K. K.; LEAL, I. Formigas. *In*: PÔRTO, K. C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; TABARELLI, M. **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco**. Brasília, 2005.

BOLTON, B. **An online catalog of the ants of the world**. Disponível em: <http://antcat.org>. Acesso em: 26 jul. 2023.

BOLZAN, M.; GUTIERREZ, C. **Relatório Anual 2019**. [S. l.]: SOS Mata Atlântica, 2019.

BOROWIEC, M. L. Generic revision of the ant subfamily Dorylinae (Hymenoptera, Formicidae). **Zookeys**, v. 608, p. 1-280, 2016.

BOWLER, D. E.; BJORKMAN, A. D.; DORNELAS, M. *et al.* Mapping human pressures on biodiversity across the planet uncovers anthropogenic threat complexes. **People and Nature**, v. 2, n. 2, p. 380-394, 2020.

BRADY, S. G.; FISHER, B. L.; SCHULTZ, T. R.; WARD, P. S. The rise of army ants and their relatives: diversification of specialized predatory doryline ants. **BMC Evolutionary Biology**, v. 14, n. 1, p. 93, 2014.

BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; DELABIE, J. K. C. Formigas (Hymenoptera). *In*: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm). Acesso em: 18 mar. 2021.

BRITO, F. **Corredores Ecológicos**: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2012.

CHAPLIN-KRAMER, R.; NEUGARTEN, R. A.; SHARP, R. P. *et al.* Mapping the planet's critical natural assets. **Nature Ecology & Evolution**, v. 7, n. 1, p. 51-61, 2023.

CHRISTIANINI, A. V. Dispersão de sementes por poneromorfos. *In*: DELABIE, J. H. C.; FEITOSA, R. M.; SERRÃO, JOSÉ E.; MARIANO, C. S. F.; MAJER, J. D. **As formigas poneromorfos do Brasil**. Editus: Ilhéus, 2015.

COLOMBO, A. F.; JOLY, C. A. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, p. 697-708, 2010.

CUNHA, M. I. A.; MASSOLI JUNIOR, E. V.; ALBERNAZ, N. S.; SANTOS, V. S. **Métricas da Paisagem e geotecnologias na avaliação da fragmentação da vegetação na microbacia da**

**casca, no Estado de Mato Grosso.** [S. l.]: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 610-621, 2014.

CUNNINGHAM, A. A.; DOBSON, A. P.; HUDSON, P. J. Disease invasion: impacts on biodiversity and human health. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, n. 1604, p. 2804-2806, 2012.

DELABIE, J. H. C.; FEITOSA, R. M.; SERRÃO, José E. *et al.* **As formigas poneromorfas do Brasil.** Editus: Ilhéus, 2015.

DÍAZ, S.; SETTELE, J.; BRONDÍZIO, E. S.; NGO, H. T. *et al.* Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. **Science**, v. 366, n. 6471, p. eaax3100, 2019.

FOLGARAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 1221-1244, 1998.

FRANKS, N. R.; FLETCHER, C. R. Spatial patterns in army ants foraging and migration: *Ection burchelli* on Barro Colorado Island, Panama. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 12, p. 261-270, 1983.

FREITAS, L. E.; GARAY, I. E. G. Corredores ecológicos como ferramentas de gestão. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 47042-47063, 2021.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Biodiversidade faz bem à saúde:** guia prático. Rio de Janeiro: Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, 2017. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/58960>

GERLACH, J.; SAMWAYS, M.; PRYKE, J. Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. **Insect Conservation**, 2013.

GRANTHAM, H. S.; DUNCAN, A.; EVANS, T. D. *et al.* Anthropogenic modification of forests means only 40% of remaining

forests have high ecosystem integrity. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 5978, 2020.

GUÉNARD, B.; WEISER, M.; GOMEZ, K.; NARULA, N.; ECONOMO, E. P. The Global Ant Biodiversity Informatics (GABI) database: a synthesis of ant species geographic distributions. **Myrmecological News**, v. 24, p. 83-89, 2017.

HASAN, S. S.; ZHEN, L.; MIAH, M. G.; AHAMED, T.; SAMIE, A. Impact of land use change on ecosystem services: A review. **Environmental Development**, v. 34, p. 100527, 2020.

ICMBIO. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: ICMBIO/MMA, 2018. v. invertebrados

IPBES. DASZAK, P.; AMUASI, J.; DAS NEVES, C. G. *et al.* **Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services Workshop Report on Biodiversity and Pandemics**. Germany: IPBES Secretariat, 2020.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editores Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A.; Connors, S. L.; Péan, C.; Berger, S.; Caud, N.; Chen, Y.; Goldfarb, L.; Gomis, M. I.; Huang, M. Cambridge University Press, 2021.

JANICKI, J.; NARULA, N.; ZIEGLER, M.; GUÉNARD, B.; ECONOMO, E. P. Visualizing and interacting with large-volume biodiversity data using client-server web-mapping applications: The design and implementation of antmaps.org. **Ecological Informatics**, v. 32, p. 185-193, 2016.

KEESING, F.; OSTFELD, R. S. Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 17, e2023540118, 2021.

KORMAN, V. **“Proposta de integração das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)”**.

Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003. p. 3.

MAGALHÃES, F. S.; CAMPANA, D. R. D. S.; FREITAS, G. D. S.; ABONIZIO-SANTOS, M. R.; PRADO, L. P. D.; MORINI, M. S. D. C. Natural regeneration in Atlantic Forest fragments: using ants (Hymenoptera: Formicidae) for monitoring a conservation unit. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 62, p. e202262071, 2022.

MAJER, J. D.; NICHOLS, O. G. Long-term recolonization patterns of ants in Western Australian rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 1, p. 161-182, 1998.

MARON, M.; MITCHELL, M. G.; RUNTING, R. K.; RHODES, J. R.; MACE, G. M.; KEITH, D. A.; WATSON, J. E. Towards a threat assessment framework for ecosystem services. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 32, n. 4, p. 240-248, 2017.

MARSELLE, M. R.; HARTIG, T.; COX, D. T. *et al.* Pathways linking biodiversity to human health: A conceptual framework. **Environment International**, v. 150, p. 106420, 2021.

McGEOCH, M. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews**, v. 73, p. 181-201, 1998.

MEDEIROS, R.; YOUNG, C. E. F.; PAVESE, H. B.; ARAÚJO, F. F. S. **Contribuição das unidades de Conservação Brasileiras para a economia Nacional**. Brasília: UNEP-WCMC, 2011.

MERCADANTE, M. **Avanços na implementação do SNUC e desafios para o futuro**. Brasília, DF, 2007.

MERCADANTE, M. Uma década de debate e negociação: a história da elaboração da Lei do SNUC. **Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001. p. 190-231.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**. Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica\\_emdesenvolvimento.html](https://antigo.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento.html). Acesso em: 18 fev. 2024.

MORIN-CRINI, N.; LICHTFOUSE, E.; LIU, G. *et al.* Worldwide cases of water pollution by emerging contaminants: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 20, n. 4, p. 2311-2338, 2022.

MORITA, A. K.; IBELLI-BIANCO, C.; ANACHE, J. A. *et al.* Pollution threat to water and soil quality by dumpsites and non-sanitary landfills in Brazil: A review. **Waste Management**, v. 131, p. 163-176, 2021.

PETROSILLO, N.; VICECONTE, G.; ERGONUL, O.; IPPOLITO, G.; PETERSEN, E. covid-19, SARS and MERS: are they closely related? **Clinical Microbiology and Infection**, v. 26, n. 6, p. 729-734, 2020.

PINTO, L. P.; HIROTA, M.; GUIMARÃES, E.; FONSECA, M.; MARTINEZ, D. I.; TAKAHASHI, C. K. **Unidades de conservação municipais da Mata Atlântica**. São Paulo: SOSMA, 2017. p. 144.

PONTES, J. A. L. **Biodiversidade Carioca-Segredos Revelados**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2015. p. 20-26.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Ed. Planta, 2001.

PYŠEK, P.; HULME, P. E.; SIMBERLOFF, D. *et al.* Scientists' warning on invasive alien species. **Biological Reviews**, v. 95, n. 6, p. 1511-1534, 2020.

RETTENMEYER, C. W.; RETTENMEYER, M. E.; JOSEPH, J.; BERGHOFF, S. M. The largest animal association centered on one species: the army ant *Eciton burchellii* and its more than 300 associates. **Insectes Sociaux**, v. 58, n. 3, p. 281-292, 2011.

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D. *et al.* From hotspot to hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, n. 16, p. 208-214, 2018.

SANABRIA-BLANDÓN, C.; ACHURY, R. Hormigas legionarias (Formicidae: Ecitoninae) en sistemas productivos de Caquetá (Colombia). **Acta Biológica Colombiana**, v. 16, n. 1, p. 219-224, 2011.

SANTOS, J. S.; LEITE, C. C. C.; VIANA, J. C. C. *et al.* Delimitation of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest. **Ecological Indicators**, v. 88, p. 414-424, 2018.

SANTOS, M. S.; LOUZADA, J. N. C.; DIAS, N.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; NASCIMENTO, I. C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia**, v. 96, n. 1, p. 95-101, 2006. Série Zoologia.

SEEBENS, H.; BLACKBURN, T. M.; DYER, E. E. *et al.* Global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 10, p. E2264-E2273, 2018.

SILVA, R. R. *et al.* Atlantic Ants: a data set of ants in Atlantic Forests of South America. **Ecology**, v. 103, n. 2, v. 2, 2022.

SILVA, R. R.; SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F. *et al.* **As formigas poneromorfas do Brasil**. Ilhéus: Editus, 2015.

SOUZA-CAMPANA, D.; WAZEMA, C. T.; MAGALHÃES, F. S. *et al.* Coleção de referência do Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê, São Paulo, Brasil: *status* atual e perspectivas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais**, v. 15, n. 1, p. 317-336, 2020.

SVMA – SECRETARIA VERDE E MEIO AMBIENTE. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica**. Mogi das Cruzes, SP, 2020.

TRIYOGO, A.; WIDYASTUTI, S. M.; SUBRATA, S. A.; BUDI, S. S. Abundance of ants (Hymenoptera: Formicidae) and the functional groups in two different habitats. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 21, n. 5, 2020.

VIEIRA, R. S. **Efeito da fragmentação florestal sobre borboletas (Lepidoptera, HesperIIDae) associadas à formiga-de-correição *Ection burchelli* (Hymenoptera, Formicidae, Ecitoninae)**. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 2004.

WANG, J.; ZHOU, W.; PICKETT, S. T.; YU, W.; LI, W. A multiscale analysis of urbanization effects on ecosystem services supply in an urban megaregion. **Science of the Total Environment**, v. 662, p. 824-833, 2019.

WETTERER, J. K. Worldwide spread of the ghost ant, *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae). **Myrmecological News**, v. 12, p. 23-33, 2009.

WILKIE, K. T. R.; MERL, A. I.; TRANIELLO, J. F. A. Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia. **Naturwissenschaften**, n. 94, p. 725-731, 2007.

ZANDALINAS, S. I.; FRITSCHI, F. B.; MITTLER, R. Global warming, climate change, and environmental pollution: recipe for a multifactorial stress combination disaster. **Trends in Plant Science**, v. 26, n. 6, p. 588-599, 2021.

ZHENG, C.; YANG, F.; ZENG, L.; VARGO, E. L.; XU, Y. Genetic diversity and colony structure of *Tapinoma melanocephalum* on the islands and mainland of South China. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 11, p. 5427-5440, 2018.

# Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização ANEXO 1

## Lista taxonômica de formigas registradas no Corredor Ecológico e na Zona de Amortecimento, localizados no município de Mogi das Cruzes, São Paulo

Subfamílias/ Espécies	APA Serra do Itapeti			Fora de UCs			
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<b>Amblyoponinae</b>							
<i>Fullakora armigera</i> Mayr, 1887	X	-	-	-	-	-	-
<i>Prionopelta punctulata</i> Mayr, 1866	X	-	-	X	-	-	-
<b>Dolichodentinae</b>							
<i>Azteca</i> sp. 1	-	-	-	X	-	-	-
<i>Dolichoderus luederwaldti</i> Santschi, 1921 <sup>1/2</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908	-	-	-	X	-	-	-
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	X	-	-	-	-	-	-
<i>Linepithema iniquum</i> (Mayr, 1870)	X	-	-	X	X	-	-
<i>Linepithema leucomelas</i> (Emery, 1894) <sup>1/2</sup>	X	-	-	X	X	-	-
<i>Linepithema micans</i> (Forel, 1908)	X	-	-	X	-	X	-
<i>Linepithema neotropicum</i> Wild, 2007	X	X	-	X	X	-	-
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793) <sup>3</sup>	X	-	-	X	-	-	-
<b>Dorylinae</b>							
<i>Acanthostichus quadratus</i> Emery, 1895	-	-	-	X	-	-	-
<i>Eciton quadriglume</i> (Haldiday, 1836)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	X	-	-	X	-	-	-
<i>Labidus mars</i> (Forel, 1912)	-	-	-	X	-	-	-

continua...

continuação

Subfamilias/ Espécies	APA Serra do Itapeti				Fora de UCs		
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Labidus praedator</i> (Smith, 1858)	X	-	-	X	-	X	-
<i>Neivamyrmex pilosus</i> (Smith, 1858)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Neocerapachys splendens</i> (Borgmeier, 1957)	X	-	X	X	-	X	-
<i>Nomamyrmex esenbeckii</i> (Westwood, 1842)	-	-	-	X	-	-	-
<b>Ectatomminae</b>							
<i>Acanthoponera mucronata</i> (Roger, 1860)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Alfaria minuta</i> (Emery, 1896)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	-	-	X	-	-	X	-
<i>Gnaptogenys continua</i> (Mayr, 1887)	X	-	-	X	-	-	X
<i>Heteroponera dentinodis</i> (Mayr, 1887)	X	X	-	X	-	-	X
<i>Heteroponera dolo</i> (Roger, 1860)	X	-	-	X	-	-	-
<i>Heteroponera mayri</i> Kempf, 1962	X	-	-	X	-	-	-
<i>Holcoponera striatula</i> (Mayr, 1884)	X	X	X	X	X	X	X
<i>Typhlomymex reichenspergeri</i> (Santschi, 1929)	X	-	-	X	-	-	-
<i>Typhlomymex major</i> Santschi, 1923	X	-	-	X	-	-	-
<b>Formicinae</b>							
<i>Brachymymex admotus</i> Mayr, 1887	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachymymex cordemoyi</i> Forel, 1895	-	-	X	X	X	-	-
<i>Brachymymex feitosai</i> Ortiz & Fernández, 2014 <sup>2</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Brachymymex heeri</i> Forel, 1874	X	-	X	X	X	X	X
<i>Brachymymex micromegas</i> Santschi, 1923 <sup>12</sup>	-	-	-	X	X	-	-
<i>Brachymymex patagonicus</i> Mayr, 1868	X	-	-	X	-	-	-
<i>Brachymymex</i> sp. 6	-	-	-	X	-	-	-
<i>Camponotus alboannulatus</i> Mayr, 1887	X	X	-	X	-	-	X

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Subfamilias/ Espécies	APA Serra do Itapeti				Fora de UCs		
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMIFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Camponotus atriceps</i> (Smith, 1858)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Camponotus blandus</i> (Smith, 1858)	-	-	X	X	-	-	-
<i>Camponotus cillea</i> (Forel, 1912)	X	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	-	-	-	X	-	-	-
<i>Camponotus hedwigae</i> Forel, 1912 <sup>1/2</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Camponotus lespesii</i> Forel, 1886	-	-	-	X	-	-	-
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	-	-	-	X	X	-	-
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	X	-	-	X	X	-	-
<i>Camponotus serex</i> (Smith, 1858)	X	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guérin-Méneville, 1838)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Camponotus textor</i> Forel, 1899	X	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp. 5	-	X	X	X	X	-	-
<i>Camponotus</i> sp. 12	-	-	-	X	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp. 18	-	-	-	X	-	-	-
<i>Myrmelachista arthuri</i> Forel, 1903	X	-	-	X	-	-	-
<i>Myrmelachista catharinae</i> Mayr, 1887	-	X	-	X	-	-	X
<i>Myrmelachista nodigera</i> Mayr, 1887	X	-	-	X	X	-	-
<i>Myrmelachista reticulata</i> Borgmeier, 1928 <sup>1/2</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Myrmelachista ruzskyi</i> Forel, 1903 <sup>1/2</sup>	-	-	-	X	X	-	X
<i>Myrmelachista</i> sp. 4	-	-	-	X	-	-	-
<i>Myrmelachista</i> sp. 7	-	-	-	X	-	-	-
<i>Nylanderia docilis</i> Forel, 1908	X	-	-	-	-	-	-
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	X	-	-	X	-	-	-

continua...

continuação

Subfamilias/ Espécies	APA Serra do Itapeti				Fora de UCs		
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Nylanderia guatemalensis</i> (Forel, 1885)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Nylanderia</i> sp. 1	-	-	-	X	X	-	-
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802) <sup>3</sup>	-	-	-	X	X	-	-
<b>Myrmicinae</b>							
<i>Acanthognathus ocellatus</i> Mayr, 1887	X	X	-	X	-	-	X
<i>Acanthognathus rudis</i> Brown & Kempf, 1969	X	-	-	X	X	-	X
<i>Acromyrmex coronatus</i> Fabricius, 1804	X	-	-	-	-	-	-
<i>Acromyrmex disciger</i> (Mayr, 1887)	-	-	-	X	X	-	-
<i>Acromyrmex niger</i> (Smith, 1858)	X	-	-	X	-	-	-
<i>Apterostigma pilosum</i> Mayr, 1865	X	-	-	X	-	-	X
<i>Apterostigma</i> sp. 1	-	-	-	X	-	-	-
<i>Apterostigma</i> sp. 2	X	-	-	-	-	-	-
<i>Atta sexdens</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	X	-	-	X
<i>Basicores disciger</i> (Mayr, 1887)	X	-	-	X	-	-	-
<i>Carebara</i> sp. 1	X	-	-	X	-	X	X
<i>Cephalotes angustus</i> (Mayr, 1862)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Crematogaster arata</i> Emery, 1906	-	-	-	X	-	-	-
<i>Crematogaster chodati</i> Forel, 1921	-	-	-	X	-	-	-
<i>Crematogaster corticola</i> Mayr, 1887	-	-	-	X	-	-	-
<i>Crematogaster curvispinosa</i> Mayr, 1862	X	-	-	-	-	-	-
<i>Crematogaster rochai</i> Forel, 1903	-	-	-	X	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp. 1	-	-	-	X	-	X	X

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Subfamílias/ Espécies	APA Serra do Itapeti			Fora de UCs			
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMIFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberley-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Crematogaster</i> sp. 5	-	-	-	X	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp. 7	-	-	-	X	X	-	X
<i>Crematogaster</i> sp. 8	-	-	-	X	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp. 18	-	X	X	X	-	-	X
<i>Cyphomyrmex minutus</i> Mayr, 1862	X	-	-	-	-	-	-
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851)	X	-	X	X	X	X	X
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894	-	-	-	X	-	-	-
<i>Hylomyrma balzani</i> (Emery, 1894)	X	-	X	X	X	X	-
<i>Hylomyrma reitteri</i> (Mayr, 1887)	X	-	X	X	X	X	X
<i>Lachnomyrmex plaumanni</i> Borgmeier, 1957	-	-	-	X	-	-	-
<i>Lachnomyrmex victori</i> Feitosa & Brandão, 2008 <sup>1/2</sup>	X	-	-	X	-	-	-
<i>Megalomyrmex goeldii</i> Forel, 1912 <sup>2</sup>	-	-	-	X	-	-	X
<i>Megalomyrmex myops</i> Santschi, 1925 <sup>1/2</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Megalomyrmex pusillus</i> Forel, 1912	-	-	-	X	-	-	-
<i>Megalomyrmex silvestrii</i> Wheeler, 1909	X	-	-	-	-	-	-
<i>Megalomyrmex</i> sp. n.	-	-	-	X	-	-	-
<i>Mycetarotes parallelus</i> (Emery, 1906)	X	X	-	X	-	-	-
<i>Mycetarotes senticosus</i> Kempf, 1960	X	-	-	X	-	-	-
<i>Mycetomoellerius oetikeri</i> Forel, 1908	X	-	-	-	-	-	-
<i>Mycetophylax auritus</i> Mayr, 1887	X	-	-	-	-	-	-
<i>Mycetophylax strigatus</i> (Mayr, 1887)	X	-	-	X	-	X	X
<i>Nesomyrmex echinatoidis</i> (Forel, 1886)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Octostruma balzani</i> Emery, 1894	X	-	-	-	-	-	-
<i>Octostruma itheringi</i> Emery, 1888	X	-	-	-	-	-	-

continua...

continuação

Subfamilias/ Espécies	APA Serra do Itapeti				Fora de UCs		
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Octostruma rugifera</i> (Mayr, 1887)	X	-	X	X	-	-	X
<i>Octostruma peiolata</i> (Mayr, 1887) <sup>12</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Octostruma stenognatha</i> Brown & Kempf, 1960 <sup>12</sup>	X	-	X	X	-	X	X
<i>Octostruma</i> sp. n	X	-	-	X	-	-	-
<i>Oxyeopocus myops</i> Albuquerque & Brandão, 2009 <sup>12</sup>	X	-	X	X	-	X	X
<i>Oxyeopocus rastratus</i> (Mayr, 1887)	X	-	-	X	-	-	-
<i>Oxyeopocus vezenyii</i> (Forel, 1907)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole aberrans</i> Mayr, 1868	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole alpinensis</i> Forel, 1912	X	X	-	X	X	-	X
<i>Pheidole</i> cf. <i>dione</i>	X	-	X	X	-	X	X
<i>Pheidole flavens</i> Roger, 1863	X	X	-	X	-	X	X
<i>Pheidole gertrudae</i> Forel, 1886	X	-	X	X	X	-	X
<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius, 1793) <sup>3</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole obapara</i> Casadei-Ferreira et al., 2020 <sup>12</sup>	X	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole obscurithorax</i> Naves, 1985	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole oxyops</i> Forel, 1908	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole senilis</i> Santischi, 1929 <sup>12</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole brevicornis</i> Mayr, 1887 <sup>12</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole bucculenta</i> Forel, 1908 <sup>12</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole synarmata</i> Wilson, 2003	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole sarcina</i> Forel, 1912	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole sigillata</i> Wilson, 2003	X	X	-	X	-	X	X

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Subfamílias/ Espécies	APA Serra do Itapeti			Fora de UCs			
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Pheidole sospes</i> Forel, 1908	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole subarmata</i> Mayr, 1884	X	-	-	X	X	-	-
<i>Pheidole triconstricta</i> Forel, 1886	X	-	-	X	-	X	-
<i>Pheidole tristis</i> Smith, 1858	X	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 5	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 8	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 10	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 12	X	-	-	X	-	X	-
<i>Pheidole</i> sp. 15	X	-	-	X	-	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 16	X	-	X	X	-	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 17	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 20	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 21	X	-	-	X	-	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 23	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 24	X	-	-	X	-	X	-
<i>Pheidole</i> sp. 25	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 26	-	-	-	X	-	-	X
<i>Pheidole</i> sp. 29	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 30	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 32	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 34	X	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 36	X	-	-	X	X	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 37	X	-	-	X	-	X	-
<i>Pheidole</i> sp. 38	X	-	-	X	-	-	-

continua...

continuação

Subfamílias/ Espécies	APA Serra do Itapeti				Fora de UCs		
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Pheidole</i> sp. 40	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 43	-	X	X	X	-	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 44	-	-	-	X	-	X	-
<i>Procryptocerus hylaeus</i> Kempf, 1951	-	-	-	X	-	-	-
<i>Procryptocerus adlerzi</i> (Mayr, 1887)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Procryptocerus</i> sp. 2	-	-	-	X	X	-	X
<i>Procryptocerus</i> sp. 4	-	-	X	-	X	-	-
<i>Rogeria germaini</i> (Emery, 1894)	X	-	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, 1855)	-	-	-	X	X	-	X
<i>Solenopsis</i> sp. 2	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 3	X	-	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 4	X	-	-	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 5	X	X	-	X	-	X	-
<i>Solenopsis</i> sp. 7	X	-	-	X	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. 8	X	-	-	X	-	X	-
<i>Strumigenys appretiatata</i> (Borgmeier, 1954)	-	-	X	X	-	X	X
<i>Strumigenys cosmostela</i> Kempf, 1975	X	-	-	X	X	-	-
<i>Strumigenys crassicornis</i> Mayr, 1887	X	-	X	X	-	X	X
<i>Strumigenys denticulata</i> Mayr, 1887	X	-	X	X	X	X	X
<i>Strumigenys eggersi</i> Emery, 1890	X	-	-	-	X	X	-
<i>Strumigenys elongata</i> Roger, 1863	X	-	-	X	-	X	X
<i>Strumigenys louisianae</i> Roger, 1863	X	-	-	X	-	X	-
<i>Strumigenys reitceps</i> Kempf, 1969 <sup>12</sup>	-	-	-	X	-	-	-
<i>Strumigenys saliens</i> Mayr, 1887	-	-	-	X	-	-	-

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Subfamílias/ Espécies	APA Serra do Itapeti			Fora de UCs			
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMIFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Strumigenys schmalzi</i> Emery, 1906	X	-	-	X	-	-	-
<i>Strumigenys crassicornis</i> Mayr, 1887	X	-	-	-	-	-	-
<i>Mycetomoellerius</i> sp. 4	-	-	-	X	-	-	-
<i>Mycetomoellerius urichii</i> (Forel, 1893)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Wasmannia affinis</i> Santschi, 1929 <sup>1/2</sup>	X	-	X	X	X	X	X
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Wasmannia signoides</i> (Mayr, 1884)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Wasmannia rochtae</i> Forel, 1908	X	-	-	-	-	-	-
<i>Wasmannia</i> sp. 2	-	-	-	X	-	-	-
<b>Ponerinae</b>							
<i>Anochetus altisquamis</i> Mayr, 1887	X	-	-	X	-	-	-
<i>Anochetus neglectus</i> Emery, 1894	-	-	-	X	-	-	-
<i>Hypoponera forei</i> (Mayr, 1887)	X	-	-	X	-	-	X
<i>Hypoponera distinguenda</i> (Emery, 1890)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Hypoponera opacior</i> (Forel, 1893)	X	-	-	X	X	X	X
<i>Hypoponera</i> sp. 1	-	-	X	X	X	X	X
<i>Hypoponera</i> sp. 2	X	-	-	-	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp. 3	X	-	-	X	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp. 4	X	-	-	-	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp. 5	-	-	-	X	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp. 6	X	-	-	X	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp. 7	-	-	X	X	-	-	X
<i>Hypoponera</i> sp. 9	X	-	-	X	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp. 10	-	-	-	X	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp. 11	-	-	-	X	-	-	-

continua...

continuação

Subfamilias/ Espécies	APA Serra do Itapeti				Fora de UCs		
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Hypoponera</i> sp. 12	-	-	-	X	-	X	X
<i>Hypoponera</i> sp. 14	-	-	-	X	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp. 16	-	-	-	X	-	-	-
<i>Leptogenys crudelis</i> (Smith, 1856)	X	-	-	-	-	-	-
<i>Leptogenys</i> sp. 3	-	-	-	X	-	-	-
<i>Neoponera crenata</i> (Roger, 1861)	X	-	-	X	-	-	-
<i>Neoponera marginata</i> (Roger, 1861)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Neoponera moesta</i> (Mayr, 1870)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Odontomachus affinis</i> Guérin-Ménéville, 1844	X	-	-	X	-	-	X
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	X	-	-	X	-	X	-
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905	X	-	-	X	-	X	X
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	X	-	-	X	-	-	X
<i>Pachycondyla lenis</i> Kempf, 1961 <sup>1/2</sup>	-	-	-	X	-	X	-
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	X	-	-	X	X	-	X
<i>Rasopone ferruginea</i> (Smith, 1858)	X	-	-	-	-	-	-
Proceratiinae							
<i>Discothyrea sexaristulata</i> Borgmeier, 1954	X	-	-	X	-	X	X
Pseudomyrmecinae							
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pseudomyrmex oculatus</i> (Smith, 1855)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pseudomyrmex pallidus</i> (Smith, 1855)	-	-	-	X	-	-	-
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i> (Smith, 1858)	X	X	-	X	X	-	-
<i>Pseudomyrmex schuppi</i> (Forel, 1901)	-	-	-	X	X	-	-

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Subfamílias/ Espécies	APA Serra do Itapeti			Fora de UCs			
	RPPN Botujuru*	E.E. Itapeti**	Núcleo Agroambiental	PNMFAM***	Fazenda Rodeio	Área da Kimberly-Clark	Fazenda Santo Alberto
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3	-	-	-	x	-	-	-
TOTAL POR ÁREA	121	19	30	197	42	52	59
TOTAL DE ESPÉCIES E MORFOESPÉCIES: 220							

\*Reserva Particular Patrimônio Natural Botujuru

\*\*Estação Ecológica de Itapeti

\*\*\*Parque Natural Municipal Francisco Afonso de Mello

<sup>1</sup>Espécies com ocorrência exclusiva para a Mata Atlântica

<sup>2</sup>Espécies com ocorrência exclusiva para o Brasil

<sup>3</sup>Espécies exóticas para o Brasil

Ocorrências verificadas por meio da plataforma AntMaps.org (Guénard *et al.*, 2017; Jamicki *et al.*, 2016).

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

## CAPÍTULO 12

# CONTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES DE ABELHAS PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE UM CORREDOR ECOLÓGICO NA MATA ATLÂNTICA

*Samantha Marx de Castro*

*Franciny Yūko Urushima*

*Cauê Nagatani*

*Guaraci Duran Cordeiro*

*Maria Santina de Castro Morini*

---

### **Introdução**

Atualmente, o mundo enfrenta uma miríade de crises que abrangem os domínios ambiental, econômico e de saúde (Joly; Queiroz, 2020). Essa conjuntura oferece à humanidade a oportunidade de redirecionar seus esforços rumo a um estilo de vida mais sustentável, promovendo a redução da exploração predatória dos recursos naturais e, por conseguinte, protegendo a biodiversidade (Pons *et al.*, 2020; Joly; Queiroz, 2020).

O termo biodiversidade se refere às diferentes formas de vida presentes na natureza, que representam os mais variados processos de evolução no planeta (Franco, 2013). Neste caso, abrangendo microrganismos, plantas, animais e as interações biológicas em todos os níveis dentro das comunidades ecológicas (Alho, 2012). A biodiversidade e os ecossistemas oferecem serviços essenciais que são pilares centrais para toda a vida do planeta, incluindo a vida humana, visto que, propiciam a produção de alimentos, medicamentos, combustíveis, energia, além de meios de subsistência e enriquecimento cultural. Além disso, também contribuem com funções críticas, tais como regulação de pragas e doenças, levando a consequências diretas e indiretas para a nossa saúde e bem-estar (Romanelli *et al.*, 2015).

O Brasil é um dos países com maior biodiversidade, contendo aproximadamente 20% das espécies de plantas e animais do mundo (Andreoli *et al.*, 2014). Diante das inúmeras

intervenções humanas no sistema natural (p. ex., uso de defensivos químicos, fragmentação, desmatamento, expansão das fronteiras agrícolas e áreas urbanas), que ameaçam constantemente a biodiversidade (Scariot *et al.*, 2000; Tabarelli; Gascon, 2005; Brühl; Zaller, 2019), é necessário aumentar os conhecimentos biológicos sobre os organismos e suas relações nos ecossistemas (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2008). Apesar da vasta biodiversidade do Brasil, estamos enfrentando atualmente uma crise de biodiversidade levando à extinção de espécies (Joly; Queiroz, 2020). No entanto, os efeitos dessa crise podem ser atenuados se conseguirmos reduzir a influência dos fatores que têm aumentado constantemente a velocidade com que as espécies desaparecem. Dessa forma, podemos evitar o colapso dos serviços ecossistêmicos essenciais para a sobrevivência da humanidade (IPBES 2019; CBD, 2020).

Quando um habitat contínuo de vegetação nativa é transformado em fragmentos, há a diminuição de recursos e isolamento de espécies em áreas menores (Young *et al.*, 2001; Teixeira *et al.*, 2018). Áreas com concentrações excepcionais de riqueza e grande perda de habitat (ou alto nível de ameaças) são referidas como *hotspots* (Myers *et al.*, 2000; Kong *et al.*, 2021). No Brasil, a Mata Atlântica é uma delas, com grande biodiversidade e muitas espécies endêmicas; no entanto, devido às ações antrópicas, desde há muito tempo, tem-se registrado grande devastação (Marques; Grelle, 2021; Lima, 2023). Dentre as várias tipologias da Mata Atlântica brasileira, a Floresta Ombrófila Densa é a formação mais vigorosa, heterogênea e complexa, caracterizada pela presença de estratos superiores com árvores acima de 25 e 30 m de altura, perenes e densamente arranjadas (Oliveira-Filho; Fontes, 2000; Lingner *et al.*, 2015). O ambiente heterogêneo deste bioma favorece a diversidade de espécies (Myers *et al.*, 2000; Ribeiro *et al.*, 2009; Poletti *et al.*, 2023). Apesar da grande importância biológica e socioeconômica da Mata Atlântica, a área original de 1.290.000 km<sup>2</sup> está reduzida a 12,4% do território inicial, e essa porção está muito fragmentada. Destes remanescentes, 80% estão em áreas privadas (INPE, 2019).

A intensa ocupação antrópica que ocorre historicamente na Mata Atlântica tem como consequência a perda de diversidade de espécies, diminuição da taxa de crescimento populacional, alterações na cadeia trófica e nas interações biológicas, entre outros

(Forero-Medina; Vieira, 2007; Lima, 2023). Diante disso, medidas que diminuam a fragmentação das matas nativas e que criem conexões entre os fragmentos remanescentes são necessárias. A conectividade é essencial para que as populações de animais consigam se locomover entre os elementos da paisagem, interagindo com os demais indivíduos, favorecendo assim a variabilidade genética e o aumento do fluxo gênico (Ribas *et al.*, 2016). Um dos principais elementos da paisagem que favorecem a conectividade dos indivíduos pelos fragmentos remanescentes são os corredores ecológicos (Vieira *et al.*, 2002; Damschen *et al.*, 2006; Araújo; Bastos, 2019). Essas faixas de vegetação nativa é uma das estratégias utilizadas nas redes de fragmentação, obtendo resultados positivos, favorecendo a mobilidade das espécies, o fluxo biológico, bem como demandas socioeconômicas (Saito *et al.*, 2016). A fragmentação de áreas naturais contribui para a redução de espécies de abelhas, afetando diretamente as interações com a vegetação (Morato; Campos, 2000; Saturni *et al.*, 2016; Castro, 2021). Portanto, os corredores ecológicos se mostram como uma alternativa fundamental para conservar a diversidade de abelhas e seus serviços ecossistêmicos na Mata Atlântica.

No Plano Diretor do município de Mogi das Cruzes (SP) está delineado o corredor ecológico municipal, com uma área total de 8.216,4ha. Está localizado no Domínio Atlântico de Floresta Ombrófila Densa e foi criado com o intuito de diminuir os efeitos da fragmentação entre as Serras do Itapeti e do Mar (SVMA, 2020). Como consequência da implantação deste corredor certamente haverá inúmeros benefícios, tais como o aumento da dispersão de sementes entre os fragmentos, cobertura vegetal e deslocamento de fauna. O estabelecimento desta área foi feito por meio de estudo da paisagem, de acordo com os seguintes critérios: tamanho e forma dos fragmentos, proximidade entre eles, área central e bordas (Brito, 2012). Assim, foram indicados os melhores fragmentos, estratégias para integrá-los e restaurar campos sujos com potencial integrativo no município (Prefeitura de Mogi das Cruzes, 2019).

## **Abelhas**

As abelhas podem ser diferenciadas de outros himenópteros (vespas e formigas) pela presença de pelos ramificados que

auxiliam na coleta e transporte de grãos de pólen (Danforth, 2007; Michener, 2007); pelo hábito alimentar, pois obrigatoriamente coletam recursos florais para sobrevivência e para alimentar as larvas. Existem sete famílias de abelhas: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae, Melittidae e Stenotritidae (Engel *et al.*, 2020). Destas, as cinco primeiras ocorrem no Brasil. No mundo há 20.925 espécies de abelhas descritas, porém estima-se que esse número pode ser em torno de 30 mil (Danforth *et al.*, 2019; Engel *et al.*, 2020; Ascher; Pickering 2024). O Brasil, devido a suas proporções continentais e a variedade de ecossistemas naturais, é privilegiado em relação à diversidade de abelhas e abriga cerca de 10% das espécies descritas no mundo (Silveira *et al.*, 2002; Moure *et al.*, 2007).

A maior parte da polinização, que é um serviço ecossistêmico muito importante, é realizada pelas abelhas. Durante a busca nas flores por recursos florais para sua alimentação, como o néctar (fonte energética) e pólen (fonte proteica), as abelhas ficam com os grãos de pólen aderidos em seus corpos e os transferem de uma flor a outra. O grão de pólen ao ser depositado no estigma da flor se funde ao óvulo promovendo a polinização, o que dará origem às sementes e frutos. Assim, a interação entre abelhas e plantas favoreceu estes grupos ao longo do período evolutivo, bem como os seres humanos e demais animais que dependem de seus serviços ecossistêmicos (Malaspina *et al.*, 2008). Apesar de existirem diversos outros animais polinizadores (Breeze *et al.*, 2011), as abelhas são responsáveis pela polinização de cerca de 90% das plantas silvestres em florestas tropicais (Ollerton *et al.*, 2011) e 75% das cultivadas (Klein *et al.*, 2007). Isso corresponde a 35% da produção mundial de alimentos no mundo (Genersch *et al.*, 2010).

A maioria das abelhas possui hábito de vida solitário, ou seja, não forma colônias; a fêmea coleta alimento, defende o ninho, oviposita e morre sem contato com as outras gerações (Batra, 1984; Bertoli *et al.*, 2019; Muniz, 2021). Em contrapartida, existem as abelhas eussociais que compõem 9% das espécies (Ascher; Pickering, 2020). Neste caso, vivem em colônias com a presença de uma única rainha, dezenas de zangões e milhares de operárias; realizam divisão de tarefas, estocam o alimento e possuem sobreposição de gerações (Kerr, 1946; Michener, 2007; Rech *et al.*, 2014). As abelhas eussociais se

concentram na família Apidae. No Brasil, são representadas por *Apis mellifera* (Apini), que é uma abelha exótica, e por abelhas nativas da tribo Meliponini (Kleinert *et al.*, 2009). Apesar de as espécies sociais não serem a maioria, elas são as mais abundantes; uma colônia pode conter até 60 mil abelhas (Michener, 2007; Ramos, 2007).

## **Ameaças à diversidade de abelhas**

Com a atual e constante redução de habitat naturais, as abelhas estão sendo influenciadas negativamente, pois nestes ambientes se encontram os principais recursos para sua sobrevivência, como alimento e sítios para nidificação (Eltz *et al.*, 2003; Antunes *et al.*, 2012; Viana *et al.*, 2012; Faia, *et al.*, 2022). Neste processo, muitas espécies de abelhas não conseguem manter populações viáveis em fragmentos isolados, causando a extinção local e, conseqüente, perda da biodiversidade (Girão *et al.*, 2007; Ferreira *et al.*, 2015; Jaffé *et al.*, 2015; Nery *et al.*, 2018). A conservação de áreas naturais, com a manutenção das populações de abelhas, é fundamental para que ocorra a polinização e, conseqüentemente, a produção de frutos e sementes (Ricketts *et al.*, 2008; Zurbuchen *et al.*, 2010; Klein *et al.*, 2020).

Tendo como norte a conservação da diversidade de abelhas nativas no corredor ecológico do município de Mogi das Cruzes, nosso objetivo foi apresentar uma lista taxonômica das espécies até então conhecidas. Assim, neste capítulo analisamos os trabalhos existentes para locais que fazem parte do corredor ecológico e de sua zona de amortecimento. Adicionalmente, estamos mostrando o atual panorama de espécies que ocorrem na Região do Alto Tietê. Esperamos que os resultados possam contribuir para o conhecimento da riqueza e abundância de espécies de abelhas ao longo do corredor ecológico do município de Mogi das Cruzes, com o intuito de elaborar medidas para a conservação de seus habitats.

## **Procedimentos adotados**

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura de dados sobre a ocorrência de espécies de abelhas no corredor ecológico do município de Mogi das Cruzes e de sua zona de

amortecimento. A informação foi obtida nas seguintes bases de dados: *Web Of Science* (WoS), Scielo, Portal da Capes (Capes) e *Google Acadêmico*; considerando artigos científicos, trabalhos de iniciação científica, capítulos de livros e dissertações de mestrado e teses de doutorado. Na busca dos artigos foram utilizadas as seguintes palavras-chave: em português “Região do Alto Tietê Cabeceiras”, “Cinturão Verde Paulista”, “Mata Atlântica”, “Bacia Hidrográfica do Alto Tietê”, “Corredores Ecológicos” e “abelhas”. Em inglês “*Alto Tietê Cabeceiras Region*”, “*The Paulista Green Belt*”, “*Atlantic Forest*”, “*Alto Tietê Watershed*”, “*Biological Corridors*” e “*bees*”. E com as combinações: “Abelhas da Região do Alto Tietê e Cabeceiras”, “Abelhas da Mata Atlântica”; em inglês: “*Bees of the Alto Tietê Cabeceiras Region*”, “*Bees of the Atlantic Forest*”. Em seguida, foi realizada a análise das bibliografias resgatadas, eliminando, após a leitura do título e resumo, os trabalhos que não apresentam a temática do estudo. Após a pré-seleção, método, resultados, discussão e conclusões foram minuciosamente verificados para certificar a região em que os estudos foram realizados, eliminando todos que não foram na Região do Alto Tietê.

Foram encontrados sete trabalhos realizados na Região do Alto Tietê e relacionados ao corredor ecológico do município de Mogi das Cruzes. A partir deles foi gerado um banco de dados das espécies registradas na região (Tabela 1). Para a elaboração de um mapa contendo a distribuição geográfica das espécies de ocorrência no corredor ecológico foi usado o programa de georreferenciamento *QGIS 2.18.18*, com as imagens de satélite da plataforma *Google Satélite 2020*. Para isso, as coordenadas de cada registro foram inseridas no mapa, sobrepostas no arquivo *shapfile* nos *buffers* de 1 km (corredor ecológico) e 2 km (remanescentes adjacentes). Adicionalmente, geramos uma curva de acumulação com os dados de riqueza de cada artigo publicado, por meio do programa *Past v. 4.01* (Hammer *et al.*, 2001). Para a construção desta curva também foram usados dados obtidos por Urushima (2022) em áreas localizadas em fragmentos que fazem parte do corredor ecológico municipal (zona de amortecimento), sendo eles: (1) Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Botujuru que, além de eucalipto, possui vegetação nativa de Mata Atlântica; e (2) Centro de Referência Socioambiental Mata Atlântica (CRSMA), que possui um fragmento de vegetação

nativa, porém não conservado. As coletas foram realizadas com a utilização da rede entomológica (coleta ativa) e armadilhas de Moericke (*Pantraps*; coleta passiva) (ver Krug; Alves-Dos-Santos, 2008; Receptuti; Souza, 2010).

### **Status atual de conhecimento das espécies de abelhas na Região do Alto Tietê**

Inventários sobre a fauna de abelhas foram realizados em praticamente todos os ecossistemas brasileiros e a Floresta Atlântica é considerada uma das áreas com maior diversidade (Pinheiro-Machado, 2002). Para o estado de São Paulo, Pedro e Camargo (1999) apresentam uma lista com 729 espécies de dados oriundos de inventários e coleções biológicas. Dessa lista, em torno de 400 espécies ocorrem na Mata Atlântica, principalmente de Apidae sociais e solitárias; Halictidae, em especial a tribo Augochlorini e a família Megachilidae. As famílias Colletidae e Andrenidae são menos representadas. Os grupos mais abundantes (número de espécimes) são os Apidae sociais (Meliponini e Apini). No entanto, as solitárias possuem maior número de espécies, mas, geralmente, são pouco representadas ou raras. Apesar deste conhecimento, para o Estado de São Paulo existe uma grande lacuna com relação à amostragem de abelhas e plantas visitadas nas regiões central e oeste (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2011).

Na Região do Alto Tietê foram realizados importantes inventários de espécies de abelhas e estudos ecológicos de interações com plantas. O primeiro trabalho foi realizado por Wilms (1995), na cidade de Salesópolis. Foram coletadas aproximadamente 200 espécies com o uso de rede entomológica e essências. Após 14 anos, trabalhos de Cordeiro (2009), Cordeiro *et al.* (2013 e 2017), Silva *et al.* (2017) e Castro (2021) incrementaram o conhecimento sobre as espécies na região. Nestes levantamentos há grande abundância de *Apis mellifera* e espécies de abelhas sociais da tribo Meliponini, seguindo o mesmo padrão de outros levantamentos do Estado de São Paulo. Assim, há 211 espécies identificadas e 162 morfoespécies descritas para a Região do Alto Tietê pertencentes a cinco famílias: Andreninae, Apidae, Halictidae, Megachilidae e Colletidae. Apidae é a família com maior riqueza

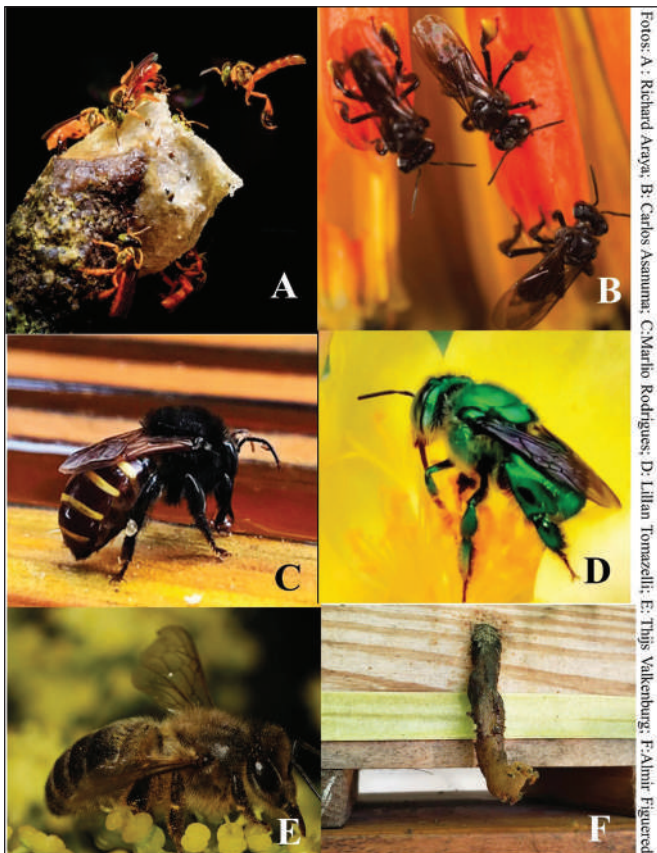
de espécies, com 62%; seguida de Halictidae (29%), Andrenidae (7%), Colletidae (1%) e Megachilidae (1%). Na área do corredor ecológico municipal e remanescentes adjacentes foram registradas 87 espécies/morfoespécies (Tabela 1). Porém, muitas espécies ainda estão pendentes de identificação taxonômica e podem representar espécies novas para a região. Atualmente, há 374 espécies de abelhas para a região do Alto Tietê pertencentes a cinco famílias: Andreninae, Apidae, Halictidae, Megachilidae e Colletidae. Apidae é a família com maior riqueza de espécies, equivalente a 38% cada; seguida de Halictidae (37%), Andrenidae (4%), Colletidae (10%) e Megachilidae (11%) (Tabela 1).

Nas áreas remanescentes adjacentes ao corredor ecológico do município de Mogi das Cruzes, destaca-se pela sua diversidade e abundância a tribo Meliponini (Apidae), que é representada pelas abelhas sociais sem ferrão típicas das regiões tropicais e subtropicais. Os meliponíneos possuem o nome de “abelha sem ferrão”, devido ao atrofiamento desse órgão. Estas abelhas podem ser manejadas em colmeias racionais para a extração de mel e outros produtos; prática conhecida como Meliponicultura. Na Região do Alto Tietê, as abelhas nativas mais conhecidas popularmente são Jataí (*Tetragonisca angustula*), Arapuá (*Trigona spinipes*) e Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) (Figura 1A-C). As abelhas sem ferrão possuem aproximadamente 500 espécies, mas existem estimativas que indicam aproximadamente 100 espécies que ainda não foram descritas (Michener, 2012).

Outro grupo de abelhas que está entre as mais abundantes nas áreas remanescentes adjacentes ao corredor ecológico do município de Mogi das Cruzes são as Euglossini (Figura 1D). Estas abelhas são conhecidas como “abelhas das orquídeas”, pois são as principais polinizadoras deste grupo de plantas. A revisão mais recente da tribo Euglossini, em áreas de Mata Atlântica em todo o Brasil, relatou a ocorrência de 54 espécies (Nemésio, 2009). Neste capítulo, estamos relatando a ocorrência de 14 espécies que corresponde a 26% da riqueza do bioma para esta tribo. Isto indica que os remanescentes de Mata Atlântica da Região do Alto Tietê estão com uma qualidade ambiental adequada para manter essas abelhas, pois são sensíveis à ausência de extensas áreas de florestas para manter suas populações (Brosi, 2009).

*Apis mellifera* (Apini) (Figura 1E) também ocorre em grande abundância na região, assim como ocorre em todos os ecossistemas brasileiros, pois é uma abelha que se adaptou muito bem em todos os ambientes (urbanos, agrícolas e naturais em qualquer estado de preservação) (Minussi; Alves-dos-Santos, 2007). A abundância desta abelha deve ser vista com atenção, pois possuem alta eficiência de forrageamento, acarretando uma alta sobreposição com o nicho alimentar usado pelas abelhas nativas (Menezes *et al.*, 2007). Estudos têm demonstrado que espécies generalistas, como *Apis mellifera*, afetam as espécies nativas menos abundantes (Roubik, 1996; Garibaldi *et al.*, 2021).

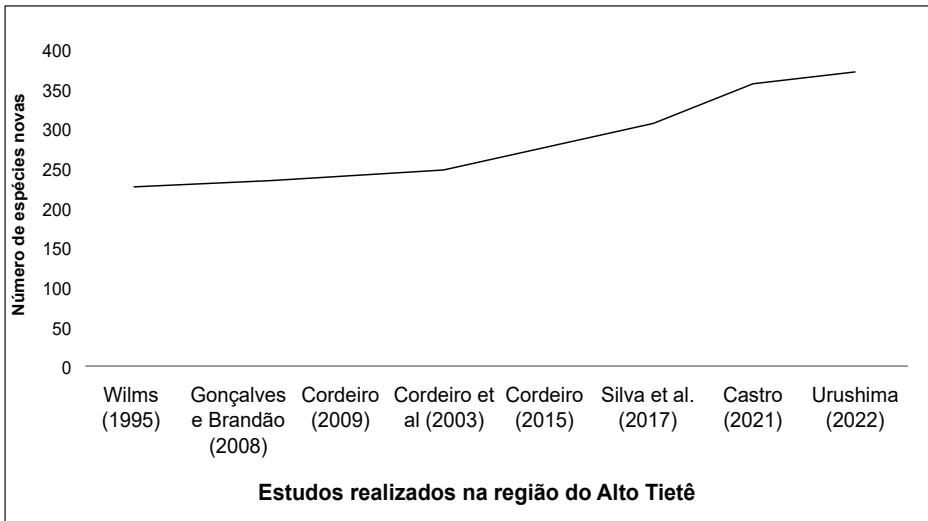
**Figura 1 – Espécies de abelhas que ocorrem no corredor ecológico do município de Mogi das Cruzes e na sua zona de amortecimento. A- *Tetragonisca angustula* (Jataí); B- *Trigona spinipes* (Arapuá); C- *Melipona quadrifasciata* (Mandaçaia); D- *Eufriesea violacea* (Abelha das orquídeas); E- *Apis mellifera* (abelha africanizada); F- ninho racional de *Tetragonisca angustula* (Jataí)**



Fotos: A : Richard Araya; B: Carlos Assunção; C: Mario Rodrigues; D: Lillian Tomazelli; E: Thijs Valkenburg; F: Almir Figuered

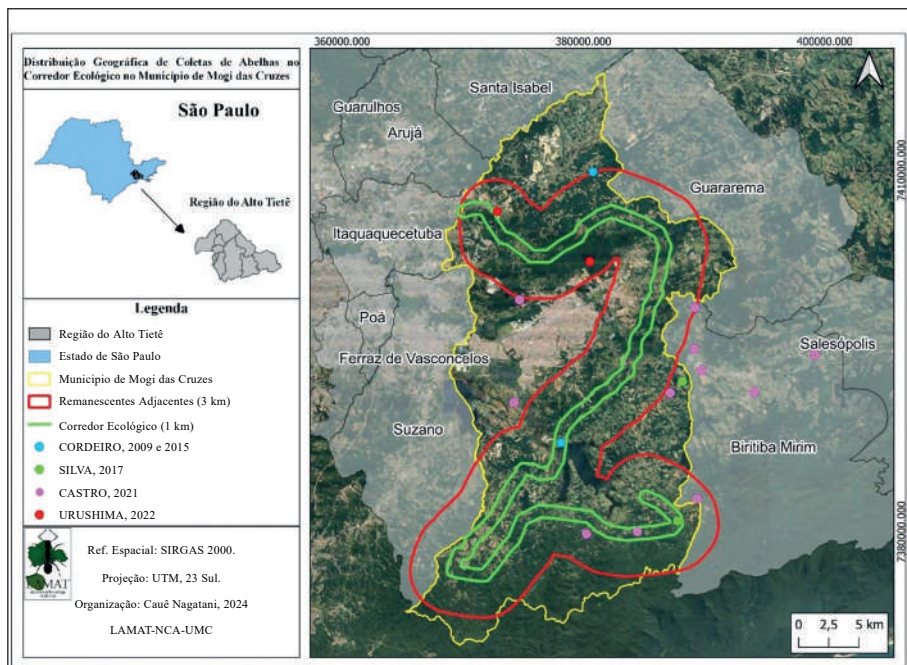
A Região do Alto Tietê tem uma grande diversidade de espécies abelhas, porém é evidente que com maior esforço amostral, ou seja, mais coletas, será possível conhecer mais espécies que ocorrem no corredor ecológico. Isto é demonstrado pelos resultados da curva de rarefação de espécies, visto que esta não alcançou a assíntota e tem tendência de crescimento (Figura 2).

**Figura 2 – Curva de acumulação para as abelhas registradas no corredor ecológico e em fragmentos adjacentes**



Apesar de se ter conhecimento sobre as espécies de abelhas da Região do Alto Tietê (Figura 3), ainda é escasso o conhecimento sobre o *status* de conservação destas no corredor ecológico municipal. A maior ameaça que as espécies podem estar sofrendo é a expansão da urbanização nos limites da área que leva a redução do habitat para forrageamento e nidificação; conseqüentemente, dividindo e reduzindo suas populações aos fragmentos remanescentes. Porém, as Serras do Itapeti e do Mar devem estar suprindo o território de forrageamento. Em uma escala menor, a supressão pontual de plantas que servem como fonte de pólen e néctar (p. ex.: bromélias, palmeiras e orquídeas) pode ser catastrófica para a fauna de abelhas local, por exemplo, as Euglossini (abelhas das orquídeas), que são abundantes na região (Cordeiro *et al.*, 2013).

**Figura 3 – Distribuição geográfica de coletas de abelhas em áreas do Alto Tietê, corredor ecológico e em fragmentos remanescentes adjacentes**



Outro fator de pressão com a expansão da urbanização nos limites do corredor ecológico municipal é o alto grau de poluição química e sonora ou iluminação artificial (Bhattacharya, 2010; Francis *et al.*, 2012). Com isso, faz-se necessário que os limites dos fragmentos sejam protegidos, principalmente por meio de políticas públicas que impeçam o desenvolvimento das zonas urbanas em área de remanescentes. Ainda deve-se ressaltar a problemática nas proximidades do corredor ecológico municipal da utilização de agrotóxicos, pois estes produtos impactam negativamente a conservação dos polinizadores e suas interações (Castro *et al.*, 2021). Os agrotóxicos têm efeito tóxico sobre as abelhas, mesmo estas não sendo o alvo da aplicação. Por exemplo, os herbicidas eliminam as ervas daninhas, mas podem afetar as abelhas que foram expostas, ocasionando o enfraquecimento das colmeias e o aumento da mortalidade (Faita *et al.*, 2021). Além disso, os agrotóxicos podem possuir neurotóxicos que interferem na transmissão dos impulsos pelas células nervosas (Pamminger *et al.*, 2018).

O manejo racional de colônias das espécies de abelhas da tribo Meliponini (Nogueira-Neto, 1997) (Figura 1F) pode ser uma ação importante na mitigação de danos ambientais provocados pela urbanização nos limites do corredor ecológico municipal, pois haverá a reprodução natural destas populações que, conseqüentemente, aumentaria a polinização. Além de proporcionar ações em outros contextos ambientais devido à facilidade de manejo, por exemplo, educação ambiental para comunidade local, remuneração pela produção de mel e iniciativas paralelas de plantio de mudas de espécies “melíferas” promovidas com a comunidade.

A necessidade de conservação dos polinizadores reforça a importância do desenvolvimento de pesquisas que mostrem a diversidade das comunidades de abelhas. Os resultados são a base de orientação de pesquisadores, agricultores e meliponicultores para diferentes ações. Além disso, também poderão mostrar estratégias de conservação, favorecendo as abelhas e a vegetação nativa da região (Imperatriz-Fonseca, 2012). Ainda há no corredor ecológico de Mogi das Cruzes muitas espécies que precisam de identificação. A falta de identificação com certeza prejudica futuros projetos de conservação. Esforços neste sentido precisam de incentivos, pois temos carência em relação às revisões taxonômicas e a contratação de especialistas.

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

**Tabela 1 – Número de indivíduos de espécies de abelhas registradas no corredor ecológico municipal (CE), área de fragmentos remanescentes adjacentes do corredor ecológico (RA) e toda a Região do Alto Tietê**

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
Andrenidae									
<i>Andrenidae</i> sp. 1						1			CE
<i>Andrenidae</i> sp. 2						2			CE
<i>Andrenidae</i> sp. 3						1			CE
Calliopsini									
<i>Acamptopoeum prinii</i> (Holmberg, 1884)							10		RA
Oxaeinae									
<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807							2		CE
Protandrenini									
<i>Anthrenoides coriaceus</i> Moure (não publicado)	62								
<i>Anthrenoides meridionalis</i> (Schrottky, 1906)							130	2	RA
<i>Anthrenoides</i> sp. 1		1							CE, RA
<i>Cephalurgus anomalus</i> Moure & Lucas de Oliveira, 1962	1								
<i>Cephalurgus</i> sp.a	14								
<i>Rhophitulus solani</i> (Ducke, 1912)	31								
<i>Rhophitulus</i> sp.a	4								
<i>Parapsaenythia</i> sp. 1	1								
<i>Psaenythia annulata</i> Gerstaecker, 1868	16								
<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884	8						8		CE, RA
<i>Rhophitulus</i> sp. 1							2		RA
Apidae									
Apini									
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	1330				179	14	478	93	CE, RA

continua...

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
Bombini									
<i>Bombus (Fervidobombus) brasiliensis</i> Lepeletier, 1836	91		12		12		10	14	CE, RA
<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	71		4		4	11	10	2	RA
Centridini									
<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepeletier, 1841							3		RA
<i>Centris (Xanthemisia) bicolor</i> Lepeletier, 1841	11								
<i>Centris (Melanocentris) confusa</i> Moure, 1960	3				1				RA
<i>Centris (Melanocentris) discolor</i> Smith, 1874	1								
<i>Centris (Hemistella) tarsata</i> Smith, 1874	3		13						
<i>Centris (Centris) varia</i> Erichson, 1849	11								
<i>Epicharis (Epicharitides) obscura</i> Friese, 1899	1				1				RA
<i>Epicharis (Cythepicharis) morio</i> Friese, 1924	4								
Emphorini									
<i>Melittoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)							138	4	CE, RA
<i>Ptilothrix plumata</i> Smith, 1853							15	1	RA
<i>Ptilothrix relata</i> (Holmberg), 1903							30		RA
Ericroidini									
<i>Ctenoschelus goryi</i> (Romand, 1840)	2								
<i>Mesoplia rufipes</i> (Perty, 1833)	1								
Eucerini									
<i>Dithygater seabrai</i> Moure & Michener, 1955	13								
<i>Eucerini</i> sp. 1								15	
<i>Gaesischia (Gaesischia) nigra</i> Moure, 1968	3								
<i>Melissodes (Eclipsectica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)	22								

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Melissoptilia aureocincta</i> Urbana, 1968	25								
<i>Melissoptilia bonaerensis</i> Holmberg, 1903	8								
<i>Melissoptilia cnecomala</i> (Moure, 1944)	15								
<i>Melissoptilia richardiae</i> Bertoni & Schrottiky, 1910								15	RA
<i>Melissoptilia</i> sp. 1	1								RA
<i>Melissoptilia</i> sp. 2							2		
<i>Melissoptilia</i> sp. 3							1		
<i>Melissoptilia sexcincta</i> Urban, 1998								2	RA
<i>Melissoptilia thoracica</i> (Smith, 1854)	9							1	RA
<i>Peponapis fervens</i> (Smith, 1879)							4		
<i>Thygater</i> ( <i>Thygater</i> ) <i>analis</i> (Lepelletier, 1841)	30				1			1	RA
<i>Thygater</i> ( <i>Thygater</i> ) <i>palliventris</i> (Friese, 1908)					1				RA
<i>Thygater</i> ( <i>Thygater</i> ) <i>paranaensis</i> Urban 1967	16				2				RA
<i>Thygater</i> sp.							7		RA
<i>Trichocerapis mirabilis</i> (Smith, 1865)					1				RA
<i>Euglossini</i>									
<i>Eufriesea smaragdina</i> (Perty, 1833)				1					
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus, 1758)				1					
<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)				35			86		RA
<i>Euglossa</i> ( <i>Euglossa</i> ) <i>townsendi</i> Cockerell, 1904			5		1				RA
<i>Euglossa</i> ( <i>Glossura</i> ) <i>arnectans</i> Dressler, 1982	1			36					
<i>Euglossa</i> ( <i>Euglossa</i> ) <i>auricollis</i> Friese, 1923				8					
<i>Euglossa</i> ( <i>Euglossa</i> ) <i>fimbriata</i> Moure, 1968				3					
<i>Euglossa</i> ( <i>Euglossa</i> ) <i>toprosopa</i> Dressler, 1982				1					

continua...

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Euglossa (Euglossa) topyrhna</i> Dressler, 1982				1					
<i>Euglossa (Euglossella) mandibularis</i> Friese, 1899	5								
<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i>	2	3	5						
<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> (Fabricius, 1804)			26						
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepelletier, 1841			72						
<i>Exaete smaragdina</i> (Guérin, 1844)			2						
Exomalipsini									
<i>Exomalopsis</i> sp. 1							1		RA
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853	5						18		CE, RA
<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) atlantica</i> Silveira, 1996	1								
<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) aureosericea</i> Friese, 1899	6								
<i>Exomalopsis (Diomalopsis) bicellularis</i> Michener & Moure, 1957	24								
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) vermoniae</i> Schrottky, 1909	16								
Meliponini									
<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1854)	16					1			
<i>Friesomelitta varia</i> (Lepelletier, 1836)								4	RA
<i>Lestrimelitta ehrhardti</i> (Friese, 1931)	1								
<i>Leurotrigona muelleri</i> (Friese, 1900)	15								
<i>Melipona (Eomeilipona) bicolor-bicolor</i> Lepelletier, 1836	160						3		CE, RA
<i>Melipona (Eomeilipona) marginata</i> Lepelletier, 1836	114	1							
<i>Melipona mondury</i> Smith, 1863		2							
<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata quadrifasciata</i> Lepelletier, 1836	75						9		CE, RA
<i>Melipona (Michmelia) rufiventris</i> Lepelletier, 1836	98								

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Meliponini</i> sp.						1			
<i>Nannotrigona testaceicornis</i> (Lepelletier, 1836)							15		CE, RA
<i>Paratrigona</i> sp. 1						32			
<i>Paratrigona</i> sp. 2							44		
<i>Paratrigona subnuda</i> Moure, 1947	548	1			13	51	213	49	CE, RA
<i>Paratrigona helleri</i> (Friese, 1900)	400				20				CE, RA
<i>Plebeia diroryana</i> (Friese, 1900)	517								
<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	1								
<i>Plebeia nigriceps</i> (Friese, 1901)	2								
<i>Plebeia phrynostoma</i> Moure, 2004	1								
<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)	164								
<i>Plebeia</i> sp. 1							26		
<i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepelletier, 1836)	360								
<i>Scaptotrigona posifica</i> (Latreille, 1807)	1								
<i>Scaptotrigona tubiba</i> (Smith, 1863)	1								
<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepelletier, 1836)	217				2		1		CE, RA
<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)						6	6		
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	53					7	37	13	RA
<i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1844	23	2							
<i>Trigona</i> sp.							14		RA
<i>Trigona</i> sp. 1						2			
<i>Trigona</i> sp. 2						9			RA
<i>Trigona</i> sp. 3					1				RA
<i>Trigona</i> sp. 4						6			

continua...

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Trigona</i> sp. 5						10			CE
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	356		21		41	153		29	CE, RA
Nomadini									
<i>Doeringella cingillata</i> Moure, 1954	1								
<i>Normada</i> sp. 1							12		CE, RA
<i>Odyneropsis pallidipennis</i> Moure, 1955	4								
Osirini									
<i>Osirinus</i> sp. 1		2							
<i>Osiris</i> sp. 1	1								
Rathymini									
<i>Rathymus</i> sp. 1	2								
Tapinotaspicini									
<i>Arysoceble picta</i> (Friese, 1899)							2		RA
<i>Lophopedia nigripennis</i> (Vachal, 1909)					1			1	RA
<i>Monoeca lanei</i> (Moure, 1944)	1								
<i>Monoeca haemorrhoidalis</i> (Smith, 1854)	15								
<i>Monoeca</i> sp. 1	2								
<i>Paratrapedia fervida</i> (Smith, 1879)					2			4	RA
<i>Paratrapedia volatilis</i> (Smith, 1879)					2			16	RA
<i>Paratrapedia</i> sp.							2		
<i>Paratrapedia</i> sp. 1							1		
<i>Paratrapedia</i> sp.a	53								
<i>Paratrapedia</i> sp.c	5								
<i>Trigonopedia</i> sp.								2	CE

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Trigonopedia</i> sp. 1					7				RA
<i>Trigonopedia</i> sp. 2					2				RA
Tetrapedini									
<i>Coeloxoides waltheriae</i> Ducke, 1908	6	1						1	RA
<i>Trigonopedia glaberrima</i> Friese, 1899	87								
<i>Paratetrapedia volatilis</i> (Smith, 1879)	32								
<i>Trigonopedia oligofocha</i> Moure, 1941	15								
<i>Lophopodia pygmaea</i> (Schrottky, 1902)	114								
<i>Trigonopedia ferruginea</i> (Friese, 1899)	15								
<i>Tetrapedia diversipes</i> Klug, 1810	10		439						
Xylocopini									
<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp. 1							13	1	RA
<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp. 2							3		
<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp. 3							1		
<i>Ceratina</i> ( <i>Rhysoceratina</i> ) sp. 1							5		RA
<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) <i>lucidula</i> Friese, 1925	13								
<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) <i>asuncionis</i> Strand, 1910	15								
<i>Ceratina</i> ( <i>Neoclavicera</i> ) <i>richardsoniae</i> Schrottky, 1909	13							2	RA
<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) <i>sclerops</i> Schrottky, 1907	2								
<i>Ceratina</i> sp.a <i>Latreille</i> , 1802	14								
<i>Ceratina</i> <i>vibrissata</i> Moure n.p	3								
<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) <i>fulvitaris</i> Friese, 1925	5								
<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) <i>manni</i> Cockerell, 1912	1								
<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) <i>sclerops</i> Schrottky, 1907	8								

continua...

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Ceratina (Ceratínula) sp.a</i>	20								
<i>Ceratina (Ceratínula) sp.b</i>	1								
<i>Ceratina (Ceratínula) tanfilia</i> (Moure, 1941)	4								
<i>Ceratina (Ceratínula) turgida</i> (Moure, 1941)	4								
<i>Xylocopa (Stenoxycopa) arifex</i> Smith, 1874	15					1			
<i>Xylocopa (Neoxycopa) brasilianorum</i> Cockerell, 1914	68								
<i>Xylocopa (Megaxycopa) frontalis</i> Olivier, 1789	6					1			
<i>Xylocopa sp. Latreille</i> , 1802						1			
Colletidae									
Colletini									
<i>Colletes albicinctus</i> Moure, 1943		1							
<i>Colletes largeana</i> Moure, 1956		1							
<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1900		8							
Diphaglossini									
<i>Mydrosoma aterrimum</i> (Friese, 1925)		1					8		CE, RA
<i>Ptiloglossa latecalcarata</i> Moure, 1945									
<i>Ptiloglossa pretiosa</i> (Friese, 1898)		3							
<i>Mydrosoma sp. Smith</i> , 1879		1							
<i>Zikanapis rigiduscula</i> Moure, 1953		6							
<i>Zikanapis seabrai</i> Moure, 1953		1						4	CE, RA
<i>Zikanapis sp.a</i> Moure, 1945		4							
<i>Zikanapis sp.b</i> Moure, 1945		4							
Hylaeini									
<i>Hylaeus (Hylaeopsis) sp. Michener</i> , 1954								1	CE, RA

continua...

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Hyaleus (Hyaleopsis) sp. 1</i> Michener, 1954							1		
<i>Hyaleus (Hyaleopsis) gracilimus</i> (Schrottky, 1902)				2	2			1	CE, RA
<i>Hyaleus sp.</i>			2						
<i>Hyaleus sp. 1</i>									
<i>Hyaleus sp. 2</i>									
<i>Hyaleus sp. 3</i>	1				1				RA
<i>Hyaleus sp. 4</i>							1		
<i>Hyaleus sp. 5</i>							1		CE
<i>Hyaleus sp.a</i>	1								
<i>Hyaleus sp.b</i>	4								
<i>Hyaleus sp.c</i>	12								
<i>Hyaleus sp.d</i>	33								
<i>Hyaleus sp.e</i>	1								
<i>Hyaleus sp.f</i>	7								
<i>Hyaleus sp.g</i>	20								
<i>Hyaleus sp.h</i>	19								
<i>Hyaleus sp.i</i>	1								
<i>Hyaleus sp.k</i>	4								
<i>Hyaleus sp.l</i>	1								
<i>Hyaleus sp.m</i>	4								
Neopasiphaeimi									
<i>Bicolletes ineringi</i> (Schrottky, 1910)	3								
<i>Bicolletes sp.a</i>	4								
<i>Halictanthrena malpighiacearu</i> Ducke, 1907	12								

continua...

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Ctenosibyne cingulata</i> (Moure, 1956)		5							
<i>Pardilomorphia brunerii</i> Ashmead, 1899		4							
Xeromelissini									
<i>Chilocla (Hylaeosoma) megalostigma</i> (Ducke, 1908)		11							
Halictidae									
Augochlorini									
<i>Aripriarhiza palpalis</i> Moure, 1951		1						1	RA
<i>Augochlora (Augochlora) sp.</i>							1		
<i>Augochlora (Augochlora) sp. 1</i>							15		
<i>Augochlora (Augochlora) sp. 2</i>							20		CE, RA
<i>Augochlora (Augochlora) sp. 3</i>							26		
<i>Augochlora (Augochlora) sp. 4</i>									
<i>Augochlora (Augochlora) daphnis</i> Smith, 1853		52							
<i>Augochlora (Augochlora) caerulitor</i> Cockerell, 1900		18							
<i>Augochlora (Augochlora) cydippe</i> (Schroittky, 1910)		27							
<i>Augochlora (Augochlora) esox</i> (Vachal, 1911)		32							
<i>Augochlora (Augochlora) foxiana</i> Cockerell, 1900		6							
<i>Augochlora (Oxytroglossella) morrae</i> Strand, 1910		6							
<i>Augochlora (Oxytroglossella) iphigenia</i> Holmberg, 1886								3	RA
<i>Augochloropsis semiramis</i> (Jørgensen, 1912)		12							
<i>Augochlora sp. 1</i>								1	
<i>Augochlora sp. 2</i>								1	RA
<i>Augochlora sp. 3</i>							34		
<i>Augochlora sp. 4</i>							44		

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Augochlora</i> sp. 5							1		
<i>Augochlora</i> sp.a		1							
<i>Augochlora (Augochlora) lanilla</i> Moure, 1943		20							
<i>Augochlora (Oxystoglossella) thalia</i> Smith, 1879		1							
<i>Augochlora (Augochlora) (thusneida)</i> Schrottky, 1909		11							
<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)		6					3		CE, RA
<i>Augochlorella</i> sp. 1		15							
<i>Augochlorella</i> sp. 2								1	RA
<i>Augochlorella</i> sp. 3							1		
<i>Augochlorella</i> sp.a		3							
<i>Augochlorella</i> sp.b							1		
<i>Augochlorini</i> sp. 1						1			CE
<i>Augochlorini</i> sp. 2						1			
<i>Augochlorodes</i> sp.a		1							
<i>Augochlorodes turriaciens</i> Moure, 1958		7							
<i>Augochloropsis bertonii</i> (Schrottky, 1909)		26							
<i>Augochloropsis chloera</i> (Moure, 1940)		8							
<i>Augochloropsis cognata</i> Moure, 1944		18							
<i>Augochloropsis cyanea</i> (Schrottky, 1902)		5							
<i>Augochloropsis discors</i> (Vachal, 1903)		7							
<i>Augochloropsis electra</i> (Smith, 1853)		24				4			RA
<i>Augochloropsis imperialis</i> (Vachal, 1903)		24							
<i>Augochloropsis nasuta</i> Moure, 1944		2							
<i>Augochloropsis nigra</i> Moure, 1944		1							
<i>Augochloropsis notoptos</i> (Vachal, 1903)		3							

continua...

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Augochloropsis rotalis</i> (Vachal, 1903)		1							
<i>Augochloropsis rufisetis</i> (Vachal, 1903)		23							
<i>Augochloropsis</i> sp. 1			7						RA
<i>Augochloropsis</i> sp. 2			1						RA
<i>Augochloropsis</i> sp. 3			1						RA
<i>Augochloropsis</i> sp. 4							2		
<i>Augochloropsis</i> sp. 5			1						
<i>Augochloropsis</i> sp. 6							12		CE
<i>Augochloropsis</i> sp. 7							16		CE
<i>Augochloropsis</i> sp.a		6							
<i>Augochloropsis</i> sp.b		25							
<i>Augochloropsis</i> sp.c		1							
<i>Augochloropsis</i> sp.d		2							
<i>Augochloropsis</i> sp.e		1							
<i>Augochloropsis</i> sp.f		1							
<i>Augochloropsis sparsilis</i> (Vachal, 1903)		19							
<i>Augochloropsis sympleres</i> (Vachal, 1903)		3							
<i>Corynurella mourei</i> Eickwort, 1969		4							
<i>Megalopta sodalis</i> (Vachal, 1904)					20			1	RA
<i>Megommation insigne</i> (Smith, 1853)		5							
<i>Megommation</i> sp.a		1							
<i>Neocorynura aenigma</i> (Gribodo, 1894)		46							
<i>Neocorynura cf. aitromarginata</i> (Cockerell, 1901)		58							
<i>Neocorynura chapadicola</i> (Cockerell, 1901)		19							
<i>Neocorynura diluipes</i> (Vachal, 1904)							4		RA

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Neocorynura melampytera</i> Moure, 1943		3							
<i>Neocorynura norops</i> (Vachal, 1904)		3							
<i>Neocorynura oiospermi</i> Schrottky, 1909		4							
<i>Neocorynura poinsetiae</i> Schrottky, 1909		38							
<i>Neocorynura</i> sp. Schrottky, 1910				1					RA
<i>Neocorynura</i> sp.a Schrottky, 1910		22							
<i>Neocorynura</i> sp.b Schrottky, 1910		3							
<i>Neocorynura</i> sp.c Schrottky, 1910		12							
<i>Paroxystoglossa andromache</i> (Schrottky, 1909)		5							
<i>Paroxystoglossa</i> cf. <i>brachycera</i> Moure, 1960		1							
<i>Paroxystoglossa</i> sp.a Moure, 1941		4							
<i>Pseudaugochlora callaina</i> Almeida, 2008				1					
<i>Pseudaugochlora erythrogaster</i> Almeida, 2008				1					RA
<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)		15							
<i>Pseudaugochlora</i> sp.							2		
<i>Rhinocorynura inflaticeps</i> (Ducke, 1906)		1							
<i>Temnosoma</i> cf. <i>aeruginosum</i> Smith, 1879		1							
<i>Temnosoma</i> cf. <i>metallicum</i> Smith, 1853		1							
<i>Temnosoma</i> sp.a		1							
<i>Temnosoma</i> sp.b		1							
Halicitini									
<i>Agapostemon</i> ( <i>Notagapostemon</i> ) <i>semimelleus</i> Cockerell, 1900		21							
<i>Caenohalictus curtipices</i> (Vachal, 1903)		16							
<i>Caenohalictus oresicoetes</i> (Moure, 1943)		3	4						
<i>Dialictus</i> sp.			7					2	RA

continua...

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Dialictus cf. creusa</i> (Schrottky, 1910)	11								
<i>Dialictus micheneri</i> (Moure, 1956)	14								
<i>Dialictus nanus</i> (Smith, 1879)	5								
<i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)	1								
<i>Dialictus phaedrus</i> (Schrottky, 1910)	6								
<i>Dialictus seabrai</i> (Moure, 1956)	27								
<i>Dialictus</i> sp. 1			2						RA
<i>Dialictus</i> sp. 2			1						RA
<i>Dialictus</i> sp. 3			1						CE, RA
<i>Dialictus</i> sp. 4							90		
<i>Dialictus</i> sp. 5							6		CE, RA
<i>Dialictus</i> sp. 6							83		RA
<i>Dialictus</i> sp. 7							197		CE
<i>Dialictus</i> sp.a	8								
<i>Dialictus</i> sp.b	1								
<i>Dialictus</i> sp.c	23								
<i>Dialictus</i> sp.d	5								
<i>Dialictus</i> sp.e	40								
<i>Dialictus</i> sp.f	31								
<i>Dialictus</i> sp.g	1								
<i>Dialictus</i> sp.h	1								
<i>Dialictus</i> sp.k	6								
<i>Dialictus</i> sp.l	1								
<i>Dialictus</i> sp.m	1								

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Dialictus</i> sp.n		2							
<i>Dialictus</i> sp.o		3							
<i>Habralictus canaliculatus</i> Moure, 1941		77							
<i>Habralictus flavopictus</i> Moure, 1941		44							
<i>Habralictus macrospilophorus</i> Moure, 1941		32							
<i>Habralictus</i> sp.a		37							
<i>Habralictus</i> sp.b		1							
<i>Habralictus</i> sp.c		2							
<i>Halicitini</i> sp. 1						1			
<i>Halicitini</i> sp. 2						1			
<i>Halicitini</i> sp. 3						1			
<i>Halicitini</i> sp. 4						1			
<i>Halicitini</i> sp. 5						1			
<i>Halicitini</i> sp. 6						1			
<i>Halicitini</i> sp. 7						1			
<i>Halicitini</i> sp. 8						1			
<i>Microsphenodes russei</i> peatus Sakagami & Moure, 1962		2							
<i>Pseudagapostemon</i> ( <i>Pseudagapostemon</i> ) <i>pruinus</i> Moure & Sakagami, 1984		15					12		RA
<i>Pseudagapostemon</i> ( <i>Pseudagapostemon</i> ) <i>similis</i> Cure, 1989		1					6		
<i>Ptilocleptis eickworfi</i> Michener, 1978		4							
<i>Ptilocleptis</i> sp.		1							
<i>Rophitini</i>									
<i>Ceburgus longipalpis</i> Urban & Moure, 1993							36		CE, RA
Megachilidae									

continua...

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
Anthidiini									
<i>Anthidini</i> sp. 1						1			
<i>Anthidini</i> sp. 2						2			
<i>Anthodactes megachiloides</i> Holmberg, 1903								1	RA
<i>Austrostelis iheringi</i> (Schrottky, 1910)			1						
<i>Dicranthidium gregarium</i> (Schrottky, 1905)								3	RA
<i>Hypanthidium obscurius</i> Schrottky, 1908		4						14	RA
<i>Saranthidium musciforme</i> (Schrottky, 1902)		1	7			1			
Megachilini									
<i>Coeloxys</i> sp. 1		2							
<i>Coeloxys (Acrocoeloxys)</i> sp. 1 Mitchell, 1973			2						
<i>Coeloxys (Acrocoeloxys)</i> sp. 2 Mitchell, 1973			1						
<i>Coeloxys (Cyrtocoeloxys)</i> sp. Mitchell, 1973								1	RA
<i>Coeloxys (Rhinocoeloxys) agilis</i> Smith, 1879			8						
<i>Coeloxys (Acrocoeloxys) tolteca</i> Cresson, 1878			21						
<i>Coeloxys (Neocoeloxys) praetextata</i> Haliday, 1836			2						
<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853		33							
<i>Megachile (Chryosarus) tuberculifera</i> Schrottky, 1913								2	RA
<i>Megachile (Moureapis)</i> sp.								1	RA
<i>Megachile (Moureapis)</i> sp. 1					1	1	8		CE, RA
<i>Megachile (Moureapis)</i> sp. 2					1	1			CE, RA
<i>Megachile (Moureapis) benigna</i> Mitchell, 1930									
<i>Megachile (Acentron) eburnipes</i> Vachal, 1904		4							
<i>Megachile (Ptilosarus) bertoni</i> Schrottky, 1908			10						

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

Táxons	Wilms (1995)	Gonçalves e Brandão (2008)	Cordeiro (2009)	Cordeiro et al. (2013)	Cordeiro (2015)	Silva et al. (2017)	Castro (2021)	Urushima (2022)	Áreas de Coleta
<i>Megachile (Austromegachile) facialis</i> Vachal, 1909		5							
<i>Megachile (Pseudocentron) curvipes</i> Smith, 1853		22							
<i>Megachile (Trichurochile) gracilis</i> Schrottky, 1902		16							
<i>Megachile (Trichurochile) thygaterella</i> Schrottky, 1913		40							
<i>Megachile (Leptorachina) laeta</i> Smith, 1853		1							
<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853			26						
<i>Megachile (Pseudocentron) nudiventris</i> Smith, 1853		2	2						
<i>Megachile (Leptorachis) paulistana</i> Schrottky, 1902		1							
<i>Megachile</i> sp. 1							2		CE, RA
<i>Megachile</i> sp. 2							8		RA
<i>Megachile</i> sp. 3							8		RA
<i>Megachile</i> sp. 4							2		RA
<i>Megachile</i> sp. 5							3		RA
<i>Megachile</i> sp.a		4							
<i>Megachile</i> sp.b						1			
<i>Megachile (Austromegachile) susurrans</i> Haliday, 1836		24		26				1	RA
<i>Megachile trigonaspis</i> Schrottky, 1913		7							
TOTAL indivíduos	6.997	22	568	191	363	231	2.139	293	10.804
TOTAL espécies	225	9	17	12	46	37	66	34	374

## **Agradecimentos**

Agradecimentos ao SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade) pela autorização concedida para atividades com finalidade científica (número: 73243-1). A Kimberly-Clark e ao Instituto Ecofuturo pelo apoio às pesquisas com abelhas nativas por meio de convênios com a FAEP/UMC; e ao Dr. Carlos Augusto Martínez, Universidad Del Magdalena Santa Marta, Colombia, pela leitura crítica e sugestões ao texto. Nossos agradecimentos especiais à equipe de trabalho composta por Me. Beatriz da Silva de Souza Francisco, Marcella Carmona Wahl Rontani Migliacci, Me. Nicole Nascimento da Silva, Me. Tiago Henrique Nascimento Dativa Vieira, Dr. Ricardo Sartorello e os gestores públicos municipais, Claudio Rodrigues, Daniel Teixeira de Lima e André Luiz Miragaia Mendes, por não medirem esforços para a incorporação do corredor ecológico no Plano Diretor do município de Mogi das Cruzes no ano de 2019.

## REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, p. 151-166, 2012.

ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. D. N.; PICCININI, C.; SANCHES, A. D. L. Biodiversidade: a importância da preservação ambiental para a manutenção da riqueza e equilíbrio dos ecossistemas. *In*: ANDREOLI, CV; TORRES, PL, **Complexidade: redes e conexões do ser sustentável**. Curitiba: SENAR/PR, 2014. p. 443-464.

ANTUNES, H. A.; NUNES, L. A.; SILVA, J. D.; MARCHINI, L. C. Abelhas nativas (Apidae: Meliponina) e seus recursos florais em um fragmento de mata localizado em área urbana. **Magistra**, v. 24, n. 1, p. 7-14, 2012.

ARAÚJO, T. M. S. de; BASTOS, F. H. Corredores ecológicos e conservação da biodiversidade: aportes teóricos e conceituais. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 21, n. 2, p. 716-729, 2019.

ASCHER, J. S.; PICKERING. Discover life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). **Discover life**, 2024. Disponível em: [https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea\\_species&flags=HAS](https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species&flags=HAS): Acesso em: 27 fev. 2024.

BATRA, S. W. Solitary bees. **Scientific American**, v. 250, n. 2, p. 120-127, 1984.

BERTOLI, J. F.; GONÇALVES, C. C.; GONÇALVES, R. B.; CARRIJO, T. F. **Cartilha Agroecológica das Abelhas solitárias**. Santo André: Universidade Federal do ABC, 2019.

BHATTACHARYA, A. Conservation of pollinator resources in botanic gardens. **Our Nature**, v. 8, n. 1, p. 332-335, 2010.

BREEZE, T. D.; BAILEY, A. P.; BALCOMBE, K. G.; POTTS, S. G. Pollination services in the UK: how important are honeybees? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 142, n. 3-4, p. 137-143, 2011.

BRITO, F. **Corredores ecológicos**: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas. [S. l.]: Editora da UFSC, 2012.

BROSI, B. J. The effects of forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). **Biological Conservation**, v. 142, n. 2, p. 414-423, 2009.

BRÜHL, C. A.; ZALLER, J. G. Biodiversity decline as a consequence of an inappropriate environmental risk assessment of pesticides. **Frontiers in Environmental Science**, p. 177, 2019.

CASTRO, S. M. **Influência do manejo e paisagem na diversidade de abelhas e nas interações abelha-planta em áreas agrícolas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo. 2021.

CBD Secretariat of the Convention on Biological Diversity. **Global Biodiversity Outlook 5**. Montreal, Canadá, 2020. 212 p. Disponível em: <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-en.pdf>. Acesso em: fev. 2024.

CORDEIRO, G. D. **Abelhas solitárias nidificantes em ninhos-armadilha em quatro áreas de Mata Atlântica do estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, São Paulo, 2009.

CORDEIRO, G. D. **Fenologia reprodutiva, polinização e voláteis florais do Cambuci (*Campomanesia phaea*-Myrtaceae)**. Tese (Doutorado em Filosofia, Ciências e Letras) – Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 2015.

CORDEIRO, G. D.; BOFF, S.; CAETANO, T. A.; FERNANDES, P.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Euglossine bees (Apidae) in Atlantic

forest areas of São Paulo state, southeastern Brazil. **Apidologie**, v. 44, n. 3, p. 254-267, 2013.

CORDEIRO, G. D.; SILVA, B. L. F.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; MORINI, M. S. C. Diversidade de abelhas do Alto Tietê e potencial uso de espécies para a polinização na agricultura. *In*: BONINI, L. M. M.; SARTORELLO, R.; ALMEIDA-SCABBIA, R. A. (org.). **Dinâmicas Sociais E Desenvolvimento Local**. 2017. n. 1. p. 123-146.

DAMSCHEN, E. I.; HADDAD, N. M.; ORROCK, J. L.; TEWKSBURY, J. J.; LEVEY, D. J. Corridors increase plant species richness at large scales. **Science**, v. 313, n. 5791, p. 1284-1286, 2006.

DANFORTH, B. Bees. **Current Biology**, v. 17, n. 5, p. 156-161, 2007.

DANFORTH, B. N.; MINCKLEY, R. L.; NEFF, J. L.; FAWCETT, F. **The solitary bees: biology, evolution, conservation**. [S. l.]: Princeton University Press, 2019.

DÍAZ, S. *et al.* (ed.). IPBES. **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**. Bonn, Germany: IPBES secretariat, 2019. p. 56.

ELTZ, T.; BRÜHL, C. A.; IMIYABIR, Z.; LINSENMAIR, K. E. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 172, n. 2-3, p. 301-313, 2003.

ENGEL, M. S.; RASMUSSEN, C.; GONZALEZ, V. H. Bees: Phylogeny and classification. *In*: STARR, C. K. (ed.) **Encyclopedia of Social Insects**. Switzerland: Springer, Cham, 2021. p. 93-109.

FAITA, M.; POLTRONIERI, A.; MOURA, M. E.; NODARI, R. Abelhas e o ambiente: importância, nutrição e sanidade, *In*: OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; CALVÃO, D. B. (ed.). **Ecologia e**

- **Conservação da Biodiversidade 2**. Ponta Grossa, PR: Editora Atena, 2022. p. 67-80.

FAITA, M. R.; CHAVES, A.; NODARI, R. O. A expansão do agrotóxico: impactos nefastos do desmatamento, agrotóxicos e transgênicos nas abelhas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 57, 2021.

FERREIRA, P. A.; BOSCOLO, D.; CARVALHEIRO, L. G.; BIESMEIJER, J. C.; ROCHA, P. L. B.; VIANA, B. F. Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. **Landscape Ecology**, v. 30, n. 10, p. 2067-2078, 2015.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

FRANCIS, C. D.; KLEIST, N. J.; ORTEGA, C. P.; CRUZ, A. Noise pollution alters ecological services: enhanced pollination and disrupted seed dispersal. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1739, p. 2727-2735, 2012.

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

GARIBALDI, L. A.; PÉREZ-MÉNDEZ, N.; CORDEIRO, G. D.; HUGHES, A.; ORR, M.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Negative impacts of dominance on bee communities: Does the influence of invasive honey bees differ from native bees? **Ecology**, p. 1-8, 2021.

GENERSCH, E.; VON DER OHE, W.; KAATZ, H.; SCHROEDER, A.; OTTEN, C.; BÜCHLER, R.; ROSENKRANZ, P. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. **Apidologie**, v. 41, n. 3, p. 332-352, 2010.

GIRÃO, L. C.; LOPES, A. V.; TABARELLI, M.; BRUNA, E. M. Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity

in a fragmented Atlantic forest landscape. **Plos One**, v. 2, n. 9, p. e908, 2007.

GONÇALVES, R. B.; BRANDÃO, C. R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 51-61, 2008.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; SANTOS-FILHO, P. S.; ENGELS, W.; RAMALHO, M.; WILMS, W.; AGUILAR, J. B. V.; PINHEIRO-MACHADO, C. A.; ALVES, D. A.; KLEINERT, A. M. P. Checklist das abelhas e plantas melitófilas no Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 631-655, 2011.

INPE. **SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma**. 2019. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5115](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115) Acesso em: 14 out. 2021.

JAFFÉ, R.; CASTILLA, A.; POPE, N.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; METZGER, J. P.; ARIAS, M. C.; J. H. A, S. Landscape genetics of a tropical rescue pollinator. **Conservation Genetics**, v. 17, p. 267-278, 2016.

JOLY, C. A.; QUEIROZ, H. L. Pandemia, biodiversidade, mudanças globais e bem-estar humano. **Estudos avançados**, v. 34, p. 67-82, 2020.

KERR, W. E. Formação das castas no gênero *Melipona* (Illiger, 1806). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 3, p. 288-312, 1946.

KLEIN, A. M.; FREITAS, B. M.; BOMFIM, I. G. A.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; OLIVEIRA, M. O. **A polinização agrícola por insetos no Brasil**: um guia para fazendeiros, agricultores, extensionistas, políticos e conservacionistas. Universidade Freiburg: Nature Conservation and Landscape Ecology, 2020.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

KLEINERT, A. M.; RAMALHO, M., CORTOPASSI-LAURINO, M.; RIBEIRO, M. D. F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Abelhas sociais (Bombini, Apini, Meliponini). **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico** (INFOTECA-E), 2009.

KONG, X.; ZHOU, Z.; JIAO, L. Hotspots of land-use change in global biodiversity hotspots. **Resources, Conservation and Recycling**. 2021. v. 174.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v. 37 n. 3 p. 265-278, 2008.

LIMA, R. R. P. de. Mata Atlântica: uso, proteção e conservação. **Revista de Extensão Trilhas**, v. 3, n. 1, p. 66-76, 2023.

LINGNER, D. V.; SCHORN, L. A.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; MEYER, L.; VIBRANS, A. C. Floresta Ombrófila Densa de Santa Catarina – Brasil: agrupamento e ordenação baseados em amostragem sistemática. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 933-946, 2015.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F.; ZACARIN, E. C. M. S.; CRUZ, A. S.; JESUS, D. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. VIII ENCONTRO SOBRE ABELHAS. RESUMOS. **Anais** [...]. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2008. p. 41-48.

MARQUES, M. C. M.; TRINDADE, W.; BOHN, A.; GRELE, C. E. V. The Atlantic Forest: an introduction to the megadiverse forest of South America. In: MARQUES, M. C. M.; GRELE, C. E. V. (ed.). **The Atlantic Forest**. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2021. p. 3-23.

MENEZES, C.; SILVA, C. I.; SINGER, R. B.; KERR, W. E. Competição entre abelhas durante forrageamento em *Schefflera arboricola* (Hayata). **Bioscience Journal**, p. 23, 2007.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007.

MICHENER, C. D. **The Meliponini**. Pot-Honey, 2012. p. 3-17.

MINUSSI, L. C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera, Apidae). **Bioscience Journal**, p. 23, 2007.

MORATO, E. F.; CAMPOS, L. A. D. O. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 429-444, 2000.

MOURE, J. S.; URBAN, D; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007.

MUNIZ, V. I. M. S. **Parâmetros reprodutivos e alimentares da abelha solitária epanthidium tigrinum (schr.) (hymenoptera, megachilidae) para criatório racional**, 2021. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal do Ceará (UFC), 2021.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NEMÉSIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. **Zootaxa**, v. 2041, n. 1, p. 242, 2009.

NERY, L. S.; TAKATA, J. T.; CAMARGO, B. B.; CHAVES, A. M.; FERREIRA, P. A.; BOSCOLO, D. Bee diversity responses to forest and open areas in heterogeneous Atlantic Forest. **Sociobiology**, v. 65, n. 4, p. 686-695, 2018.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 1997. 446 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

PACÍFICO-DA-SILVA, I.; MELO, M. M.; BLANCO, B. S. Efeitos tóxicos dos praguicidas para abelhas. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 1, p. 142-157, 2016.

PAMMINGER, T.; BOTÍAS, C.; GOULSON, D.; HUGHES, W. O. A mechanistic framework to explain the immunosuppressive effects of neurotoxic pesticides on bees. **Functional Ecology**, v. 32, n. 8, p. 1921-1930, 2018.

PEDRO, S. R. M.; CAMARGO, J. M. F. Apoidea Apiformes. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO (ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo**: síntese do conhecimento ao final do século XX. Ribeirão Preto, SP, 2000. p. 197-211.

PINHEIRO-MACHADO, C. **Diversidade e Conservação de Apoidea**. Tese (Doutorado) –Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2002.

POLETI, P. L.; MARIANO, G. T.; SANTOS, M. T.; CORRÊA, G. C.; CARDOSO-LEITE, E. Composição florística de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Boituva, SP, Brasil. **Ciência Floresta**, v. 33, n. 1, p. 1-21, 2023.

PONS, G.; BORCHERS-GASNIER, M. A.; LETURCQ, Pierre. Greener after: A green recovery for a post-covid-19 World. **SAIS Review of International Affairs**, v. 40, p. 69, 2020.

PREFEITURA DE MOGI DAS CRUZES. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Mogi Das Cruzes**, 2021. Disponível em: <http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/pagina/secretaria-do-verde-emeioambiente/plano-municipal-da-mata-atlantica>. Acesso em: 27 fev. 2024.

RAMOS, J. M.; CARVALHO, N. C. Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera*. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 6, n. 10, p. 1-21, 2007.

RECEPUTI, A. L. M.; SOUZA, L. DE. Diversidade de abelhas nativas coletadas com o auxílio de rede entomológica no Parque Estadual Cachoeira da Fumaça. XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E X ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2010. Alegre, ES. **Anais [...]**. Alegre, ES: Universidade do Vale do Paraíba, 2010.

RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da polinização**. Projeto cultural. Rio de Janeiro, RJ: Editora Projeto Cultural, 2014.

RIBAS, R. P.; GONTIJO, B. M.; MOURA, A. C. M. Análise da conectividade entre fragmentos de vegetação na paisagem: estudo na região da Serra do espinhaço em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 2, n. 68, p. 301-312, 2016.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, n. 5, p. 499-515, 2008.

ROMANELLI C.; COOPER, D.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; MAIERO, M.; KARESH, W. B.; HUNTER, D.; GOLDEN, C. D. **Connecting global priorities: biodiversity and human health:**

a state of knowledge review. World Health Organization/Secretariat of the UN Convention on Biological Diversity, 2015.

ROUBIK, D. W. Measuring the meaning of honey bees. *In*: MATHESON, A.; BUCHMANN, S. L.; O'TOOLE, C.; WESTRICH, P.; WILLIAMS, I. H. (ed.). **The conservation of bees** (Linnean Society Symposium series 18). London: Academic Press, 1996. p. 163-172.

ROUBIK, D. W.; VILLANUEVA-GUTIERREZ, R. Invasive Africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 98, n. 1, p. 152-160, 2009.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. Invasive africanized honey bee impact on native solitary bees: a pollen resource and trap nest analysis. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 98, n. 1, p. 152-160, 2009.

SAITO, N. S.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, A. R. D.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, Á. C. Geotecnologia e ecologia da paisagem no monitoramento da fragmentação florestal. **Floresta e Ambiente**, v. 23, p. 201-210, 2016.

SATURNI, F. T.; JAFFÉ, R.; JETGER, J. P. Landscape structure influences bee community and coffee pollination at different spatial scales. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 235, p. 1-12, 2016.

SCARIOT, A.; SEVILHA, C.; SCARIOT, A. Diversidade, estrutura e manejo de florestas decíduais e as estratégias para a conservação. *In*: TÓPICOS ATUAIS EM BOTÂNICA: PALESTRAS CONVIDADAS DO 51º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. 2000. Brasília. **Anais** [...]. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000.

SILVA, B. L. F.; MORINI, M. S. C.; CORDEIRO, G. D. Plantas e Abelhas Nativas em Áreas de Agricultura no Alto Tietê Cabeceiras (SP). PIBIC – XX CONGRESSO DA UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES. **Anais** [...]. São Paulo, 2017.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. B. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação (in Portuguese). **Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, Brazil: Fundação Araucária, 2002. p. 253.

SNUC – SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Lei nº 9.985, 18 de julho de 2000**. Decreto nº 4.340, 22 de agosto de 2002. 5. ed. Brasília: MMA/SBF, 2004. p. 56.

SVMA – SECRETARIA DO VERDE E MEIO AMBIENTE. Prefeitura de Mogi das Cruzes. **Previdência**. 2020. Disponível em: <https://www.mogidascruzes.sp.gov.br/public/site/doc/202010021050565f7730402df80.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2024.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 734-739, 2005.

TEIXEIRA, L.; AZEVEDO, F. D. A.; DALMAS, F. B.; SAAD, A. R.; FILHO, A. C. P.; ANDRADE, M. R. M. de. Fragmentação da paisagem no município de Bragança Paulista-SP. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 937-948, 2018.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Biodiversity in the Neotropics: ecological, economic and social values. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 913-915, 2008.

URUSHIMA, F.Y. **Monitoramento de espécies bioindicadoras: abelhas nativas na Serra do Itapeti**. Trabalho de Iniciação Científica (Graduação) – Universidade de Mogi das Cruzes, SP, 2022.

VIANA, B.; BOSCOLO, D.; NETO, E.; LOPES, L.; VIANA, B. F. How well do we understand landscape effects on pollinators and pollination services? **Journal of Pollination Ecology**, v. 7, 2012.

VIEIRA, M. W.; CARAUTA, J. P. P.; DELGADO, W. A. Restauração de áreas semidegradadas através da implantação de

corredores ecológicos. SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2002. **Anais** [...]. [S. l.], 2002. v. 5. p. 160-164.

WILMS, W. **Die Bienenfauna im Küstenregenwald Brasiliens und ihre Beziehungen zu Blütenpflanzen**: Fall studie Boracéia, São Paulo. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996.

ZURBUCHEN, A.; LANDERT, L.; KLAIBER, J.; MÜLLER, A.; HEIN, S. Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. **Biological Conservation**, v. 143, n. 3, p. 669-676, 2010.

## CAPÍTULO 13

# REGISTROS DE ARANHAS NA ZONA DE AMORTECIMENTO DE UM CORREDOR ECOLÓGICO EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA

*Samara Santos*

*Gisely da Silva Freitas*

*Mariana Ribeiro dos Santos*

*Antonio Domingos Brescovit*

*Maria Santina de Castro Morini*

---

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

### **Introdução**

A Mata Atlântica compreende um conjunto de tipologias vegetais, como mangues, ecossistemas costeiros de restinga, mussunungas e floresta ombrófila densa, que é a vegetação mais característica. Este bioma está localizado na faixa litorânea do Brasil, desde o Estado do Rio Grande do Sul até o Estado do Rio Grande do Norte; mas também em países vizinhos, como Argentina e Uruguai (Almeida, 2016). A diversidade biológica da Mata Atlântica é alta e está relacionada à latitude, altitude e aos diferentes ecossistemas que compõe o bioma. Entretanto, apesar de ser biodiversa é intensamente fragmentada, com cerca de 88% de sua área original desmatada (White *et al.*, 2020). É necessário fazer uma ressalva importante em relação ao tamanho dos fragmentos, pois somente àqueles acima de três hectares são considerados em planos de conservação, pois áreas menores e com muita alteração, geralmente em ambiente urbano, não são contabilizadas (Ribeiro *et al.*, 2009; INPE, 2019). Assim, o que resta da Mata Atlântica equivale a 12% da área original.

A fragmentação de áreas com vegetação nativa afeta o solo e o clima, prejudicando a fauna e flora (White *et al.*, 2020). No caso da Mata Atlântica, este processo é histórico e atrelado, por exemplo, à produção de alimentos, pastagens, silvicultura, cultivos de cana-de-açúcar e urbanização. Assim, para aumentar

os serviços de proteção, bem como reduzir a perda e evitar extinção de espécies são necessárias diretrizes visando à defesa e manutenção deste Bioma (Tabarelli *et al.*, 2012). A criação de Unidades de Conservação (UCs) de domínio público e particular é importante para monitorar e evitar o desmatamento desenfreado, além de proporcionar a conservação da porção restante de floresta Atlântica. Segundo a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que rege o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (ICMBio, 2021a), as UCs são definidas como espaços territoriais que apresentam limites definidos e características ambientais relevantes. Além disso, as UCs estão sob regime especial de administração e com garantia legal de proteção (Carregosa *et al.*, 2015).

As UCs podem ser divididas em unidades de proteção integral ou uso sustentável. As UCs de proteção integral têm como objetivo preservar integralmente a natureza, livrando-a ao máximo da ação humana, permitindo o uso indireto dos recursos naturais, sem prejudicar a fauna e flora. Alguns exemplos são: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Refúgio de Vida Silvestre e Monumento Natural. As UCs de uso sustentável têm como foco a partilha de conservação da natureza e a utilização parcial de seus recursos, de forma consciente, mantendo a longevidade dos recursos naturais renováveis e a biodiversidade. Nesta categoria são encontradas as Áreas de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular de Patrimônio Natural (Carregosa *et al.*, 2015; ICMBio, 2021a). Entretanto, é necessário manter a própria UC protegida de ações antrópicas externas que podem afetar a área que está sendo preservada.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução 13/90, denominou a área de entorno de uma UC como Zona de Entorno ou Zona de Amortecimento (ZA). A ZA tem como objetivo minimizar os impactos negativos externos ao redor da UC, sendo uma área de proteção que impede o isolamento de espécies nativas possibilitando o fluxo gênico entre as populações e, assim, a manutenção da biodiversidade, evitando alterações na estrutura e qualidade de habitat (Moraes *et al.*, 2015).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) ainda definiu um instrumento de gestão

e ordenamento territorial chamado Corredor Ecológico (CE) (ICMBio, 2021b). Os Corredores Ecológicos são essenciais para a preservação de espécies e habitats, trazendo benefícios para o reestabelecimento da cobertura florestal nativa, bem como da fauna. Por definição, estes locais são um conjunto de mosaicos formado por manchas contínuas de vegetação que promove a conexão de fragmentos de matas nativas e possibilita o trânsito e fluxo gênico de populações entre um espaço e outro. Suas principais funções são diminuir a desagregação das florestas, restaurar a conectividade da paisagem e permitir a manutenção de recursos hídricos importantes para a conservação da diversidade biológica (Tabarelli *et al.*, 2012; Thiago *et al.*, 2020).

Como uma estratégia de conservação para as UCs, pode-se utilizar grupos de animais como bioindicadores, ou seja, um táxon sensível que evidencia as condições do ambiente. Os invertebrados, por exemplo, são suscetíveis às mudanças de habitat e excelentes bioindicadores, como é o caso dos integrantes da ordem Araneae (Oliveira-Alves *et al.*, 2005). Além disso, as aranhas podem ser classificadas em diferentes guildas que auxiliam na análise das condições bióticas e abióticas dos habitats. As guildas são grupos de animais que utilizam de forma similar a mesma fonte para a obtenção de recursos, de acordo com o papel ecológico desempenhado no ambiente (Sena *et al.*, 2010). A classificação em guildas é uma ferramenta essencial para entender o papel das aranhas como bioindicadores no meio ambiente (Cabral *et al.*, 2007).

A ordem Araneae possui 51.982 espécies descritas distribuídas em 135 famílias no mundo (World Spider Catalog, 2024). As aranhas auxiliam nas informações sobre a composição das comunidades de invertebrados (presas), pois sua distribuição depende da estrutura do ambiente e disponibilidade de alimento (Azevedo *et al.*, 2017). Estes animais possuem um estilo de vida predatório, principalmente de artrópodes, mas também podem atacar vertebrados e ter herbivoria ocasional (Lüddecke *et al.*, 2022). Todavia, a maioria das aranhas possui preferência por insetos, sendo predadores bem ativos, funcionando como agentes de controle biológico, reduzindo ou estabilizando as populações de pragas (Silva *et al.*, 2014; Lüddecke *et al.*, 2022).

Assim, para garantir a conservação da biodiversidade em uma UC, é necessário que haja uma boa gestão das áreas protegidas para proporcionar qualidade de habitat para as espécies e minimizar os impactos (Moraes *et al.*, 2017). Além disso, estas áreas não podem atuar de forma isolada, sendo necessário manter fragmentos interligados considerando as pressões e os recursos de sua Zona de Entorno (Moraes *et al.*, 2017). Portanto, é importante que haja uma educação ambiental que aproxime a sociedade dos objetivos destas UCs, buscando auxiliar no reconhecimento da importância destas áreas no âmbito socioambiental (Rusca *et al.*, 2017; Galvão; Tedesco, 2022).

Neste capítulo, temos como intuito mostrar os trabalhos que foram realizados sobre aranhas em áreas que pertencem à Zona de Amortecimento do Corredor Ecológico do município de Mogi das Cruzes, especificamente em duas UCs (Reserva Particular do Patrimônio Natural Botujuru e Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello), localizadas na Serra do Itapeti. Assim, apresentamos a lista taxonômica das aranhas registradas na serapilheira. Além disso, classificamos as aranhas em guildas de acordo com as estratégias de caça.

## **Relação entre biodiversidade e saúde única**

A biodiversidade pode ser definida de diferentes formas, sendo comumente associada com a riqueza de espécies (Barros, 2011). Entretanto, a definição de biodiversidade é bem mais ampla, referindo-se a todas as formas de vida, desde micro-organismos até a fauna, flora e a espécie humana (Barros, 2011). A partir disso, a relação entre a biodiversidade com a humanidade está intrinsecamente ligada, pois, os serviços ecossistêmicos têm um valor inestimável para o ser humano. Isso porque estes serviços fornecem meios para a vida na biosfera, disponibilizando oxigênio, água limpa, regulação do clima, desintoxicação de poluentes, controle de pragas e vetores de doenças, entre outros benefícios (Alho, 2012).

Ao longo dos anos, com o aumento populacional e consequentemente o aumento do uso desordenado dos recursos naturais, o processo de degradação ambiental tem sido acelerado devido às ações humanas (Andrades; Zanella, 2021). Associado a isso, o desconhecimento da população sobre a biodiversidade,

bem como, os impactos negativos que às ações antrópicas desencadeiam, culminam a favor da perda da biodiversidade (Andrades; Zanella, 2021). Alguns grandes impactos negativos ocasionados pela ação humana são mudanças climáticas, perda e alteração do habitat, aumento de tóxicos ambientais e patógenos, introdução de espécies exóticas, e exploração predatória de recursos (Chivian; Bernstein, 2008).

Estes fatores contribuem para o aumento da importância da biodiversidade, alertando sobre a necessidade de políticas públicas relacionadas cada vez mais à conservação e o uso racional dos recursos vivos. Além de reconhecer o potencial das espécies na economia humana em geral, especialmente como fonte de fármacos, como por exemplo, o desenvolvimento de soro anti-racnídico (*Loxosceles*, *Phoneutria* e *Tityus*; Alho, 2012; Malaque *et al.*, 2022). A destruição e alteração de habitats naturais resultam da interferência humana na natureza, como por exemplo, acidentes com animais peçonhentos, pandemias, entre outros fatores. Exemplos recentes que demonstram este desequilíbrio ambiental são a pandemia mundial pelo coronavírus em 2019 (World Health Organization, 2021), e o aumento exponencial dos casos de dengue no Brasil em 2024 (Kallás *et al.*, 2024).

Estes casos mostram não só as questões ambientais, mas também a necessidade de divulgação da importância de conservar e preservar a natureza, e mais políticas públicas funcionais que promovam a educação ambiental. Com a democratização do conhecimento biológico, cria-se um aumento no conhecimento sobre a importância de conservar e preservar a biodiversidade (Gardner *et al.*, 2009; Joly; Seixas, 2021). Sendo assim, é importante pensar que o avanço da humanidade e a conservação da biodiversidade estão intimamente ligados e precisam de estratégias em que ambas sejam consideradas de forma sustentável e com mesmo peso de relevância (Alho, 2012; Joly; Seixas, 2021).

## **Procedimentos adotados**

### **Reserva Particular do Patrimônio Natural Botujuru (RPPN Botujuru)**

As coletas foram realizadas na Zona de Amortecimento do Corredor Ecológico do município de Mogi das Cruzes (Mendes,

2020), especificamente na área de abrangência da RPPN Botujuru, localizada na Serra do Itapeti (Figura 1). Esta UC foi criada com a intenção de preservar 437 hectares de área florestal no município de Mogi das Cruzes e pertence à SPLF Investimentos e Participações (Instituto Ecofuturo, 2016). A área da reserva compreende partes da Fazenda Rodeio, anteriormente usada como local de manejo de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. pela empresa Suzano Papel e Celulose. Esta área está desativada e em processo de restauração natural abrigando inúmeras espécies vegetais endêmicas da Mata Atlântica, mamíferos terrestres e voadores, aves, anfíbios répteis, peixes e invertebrados em geral (Instituto Ecofuturo, 2016).

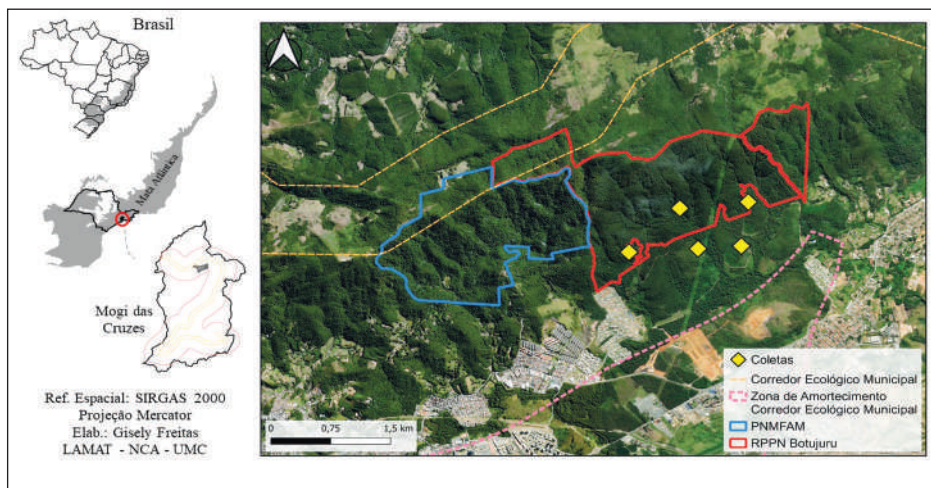
A serapilheira foi coletada em 40 parcelas com 1 m<sup>2</sup>, distantes entre si por 20 m ao longo de um transecto linear, distribuídas em quatro localidades diferentes durante o mês de março de 2018. A serapilheira após peneirada, foi mantida em extrator de Winkler por 15 dias, em copos coletores com álcool 80%. As aranhas foram classificadas em família e identificadas em morfoespécies, utilizando a chave dicotômica de Brescovit *et al.* (2002).

### **Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (PNMFAM)**

Entre as décadas de 1920 e 1940, a prefeitura de Mogi das Cruzes comprou as terras que atualmente fazem parte do PNMFMAM com o objetivo viabilizar o abastecimento de água no município. A partir da obtenção destas terras, a prefeitura possibilitou que a área de manancial pudesse ser preservada. Assim, em 1970 foi criado, a partir da Lei Municipal n° 1.955, o Parque Municipal da Serra do Itapeti, tendo como o intuito de recreação à população, viveiro de mudas e sediar um horto florestal do município. Todavia, em novembro de 2008 a partir da Lei Municipal n° 6.220, o local foi oficialmente denominado como Parque Natural Municipal, uma categoria prevista pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), recebendo o nome de Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (Instituto Ecofuturo, 2011).

Os dados das espécies de aranhas desta UC são secundários, de acordo com Lemos *et al.* (2012). Neste trabalho foram obtidas 1.498 aranhas entre adultos e imaturos, usando extrator de Winkler e armadilha de queda como técnicas de coleta. As amostras para o extrator de Winkler foram coletadas em julho de 2000 e outubro de 2003, usando 50 e 20 parcelas, respectivamente, de 1 m<sup>2</sup> de serapilheira, totalizando 70 coletas. A serapilheira permaneceu nos extratores por 48 horas. As coletas usando armadilhas de queda foram realizadas bimestralmente entre março de 2003, março de 2004 e uma coleta pontual em outubro de 2003. As armadilhas foram confeccionadas com potes de 500 mL com 10 cm de diâmetro de boca, tendo em seu interior aproximadamente 100 mL de líquido conservante, etanol 70% e ¼ de formol 10%, e colocadas ao longo de transectos lineares em quatro trilhas no PNMFAM, separadas em nove fileiras com cinco potes em cada quadrante tendo 10 m da margem e 1 m entre si. No total foram usadas 510 (320 entre março de 2003 e 2004 e 150 na coleta pontual) armadilhas de queda que permaneceram no campo por cinco dias. As aranhas foram classificadas em família utilizando a chave dicotômica de Brescovit *et al.* (2002), chegando a nível de morfoespécie.

**Figura 1 – Localização geográfica da Reserva Particular de Patrimônio Natural Botujuru, Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello e Corredor Ecológico, no município de Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil**



## Classificação em guildas

A classificação das aranhas, registradas nas duas UCs, em guildas foi baseada em Höfer *et al.* (2001) e Dias *et al.* (2010), de acordo com as estratégias de caça.

## Status atual

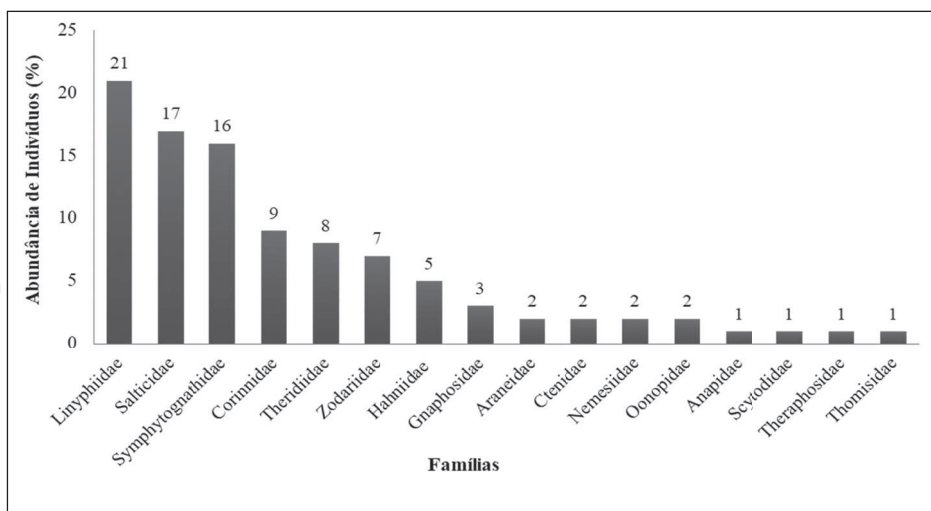
Na RPPN Botujuru foram coletadas 290 aranhas, pertencentes a 13 famílias. Deste total, 36 aranhas (12,2%) foram identificadas em nível de gênero. Linyphiidae (21%), Salticidae (17%) e Symphytognathidae (16%) foram as famílias mais abundantes (Figura 2). As aranhas Linyphiidae podem ser encontradas em vários ambientes perturbados, onde a serapilheira é mais homogênea, por exemplo, em plantios de eucalipto. Esta é uma família de indivíduos construtores de teia horizontais, com alimentação baseada em captura sedentária de animais pequenos como dípteros (moscas, mosquitos, mutucas, pernilongos, borrachudos e varejeiras), himenópteros (vespas, abelhas e formigas) e hemípteros (cigarras, pulgões, percevejos, cochonilhas), raramente capturam invertebrados maiores devido à fragilidade dos fios da teia (Alves, 2015).

A família Salticidae possui a maior diversidade de organismos descritos da ordem Araneae, com mais de 6.600 espécies e no mundo, estando distribuídas em ambientes antrópicos e naturais (Pupin; Brescovit, 2023). Estas aranhas são ágeis predadoras com diferentes estratégias de caça de acordo com cada espécie, mas em sua maioria diurnas e apresentam excelente visão. Elas podem realizar a busca ativa, ou seja, caçar o alimento ou elas aguardam a aproximação da presa para realizar a captura (Halfeld, 2015). Por fim, as aranhas Symphytognathidae são minúsculas, com menos de 1 mm em geral, e pouco se sabe sobre seu comportamento e biologia. São animais crípticos que vivem em microhabitats úmidos, como serapilheira,

mas também podem ser encontrados em cavernas e ninhos de cupins. Sua caça é sedentária, ou seja, estes aracnídeos esperam a presa ficar emboscada em sua teia orbicular construída no solo (Schütt, 2003).

No estudo realizado por Lemos *et al.* (2012), as famílias mais abundantes foram Theridiidae, Linyphiidae, Salticidae e Hahniidae para o extrator de Winkler; e Theridiidae, Linyphiidae e Corinnidae para as armadilhas de queda.

**Figura 2 – Abundância de aranhas de acordo com as famílias registradas na RPPN Botujuru, localizada na Zona de Amortecimento do Corredor Ecológico municipal de Mogi das Cruzes-SP**



As famílias de aranhas registradas na Zona de Amortecimento do Corredor Ecológico municipal de Mogi das Cruzes foram agrupadas em dez guildas (Tabela 1), de acordo com as estratégias de caça (Höfer *et al.*, 2001; Dias *et al.*, 2010). Nove guildas foram encontradas na RPPN Botujuru e dez no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (Lemos *et al.*, 2012).

**Tabela 1 – Guildas de aranhas registradas na Zona de Amortecimento do Corredor Ecológico municipal (RPPN Botujuru\* e Parque Natural Municipal Francisco Afonso de Mello\*\*), Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil**

Guildas	Famílias	Comportamento de caça	Hábito	Informação complementar	RPPN Botujuru*	PNMFAM**
Predadoras de espreita de solo	Pycnothelidae, Nemesiidae, Idiropidae, Theraphosidae, Ctenidae, Lycosidae	Caça sedentária	Noturno	Nemesiidae e Idiropidae fazem suas tocas com buracos, construindo ou não portas como um alçapão. Ctenidae e Lycosidae espreitam as presas em refúgios como folhas secas no solo ou buracos ou espaços entre as raízes e troncos.	x	x
Predadoras cursoriais de solo	Zodariidae, Gnaphosidae, Zoropsidae, Xenoctenidae	Caça ativa	Noturno	Perseguem as presas no solo e as capturam sem o auxílio de seda.	x	x
Predadoras cursoriais noturnas	Oonopidae	Caça ativa	-	Pequenas, medindo alguns milímetros. Forrageiam e perseguem ativamente suas presas na serapilheira.	x	x
Predadoras aéreas diurnas	Oxyopidae Thomisidae	Caça sedentária	Diurno	Espreitam as presas entre as folhagens e flores. Possuem cores e estruturas corporais próprias; que mimetizam com o meio ambiente e assim facilitam a espreita.	x	x
Predadoras cursoriais aéreas	Anyphaenidae, Corinnidae, Salticidae, Scytodidae, Trachelidae, Philodromidae	Caça ativa	Noturno	Perseguem suas presas sobre a vegetação, tanto na folhagem como na serapilheira.	x	x
Tecedoras noturnas de solo	Halmidae, Ochyroceratidae, Nesticidae, Titanocidae	Caça sedentária	Noturno	Constroem teias irregulares em forma de funil rentes ao solo.	x	x
Tecedoras diurnas de solo	Anapidae, Symphygognathidae Linyphiidae	Caça sedentária	Diurno	Constroem teias orbiculares para captura de presas rentes ao solo.	x	x
Aranhas sedentárias com teias de lençol	Pholcidae	Caça sedentária	Diurno	Vibram o corpo quando são perturbadas. Possuem corpo pequeno, pernas longas e finas, construindo suas teias como uma malha fina.	-	x
Tecedora de teias orbiculares aéreas	Araneidae	Caça sedentária	Vespertino	Constroem teias orbiculares e horizontais sobre a vegetação.	x	x
Tecedoras de teias não orbiculares	Theridiidae, Linyphiidae, Dictynidae	Caça sedentária	Diurno	Constroem teias irregulares horizontais sobre a vegetação. Apenas <i>Dubiaranea decurtata</i> Millidge, 1991 (Linyphiidae), se encaixa nesta guilda.	x	x

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

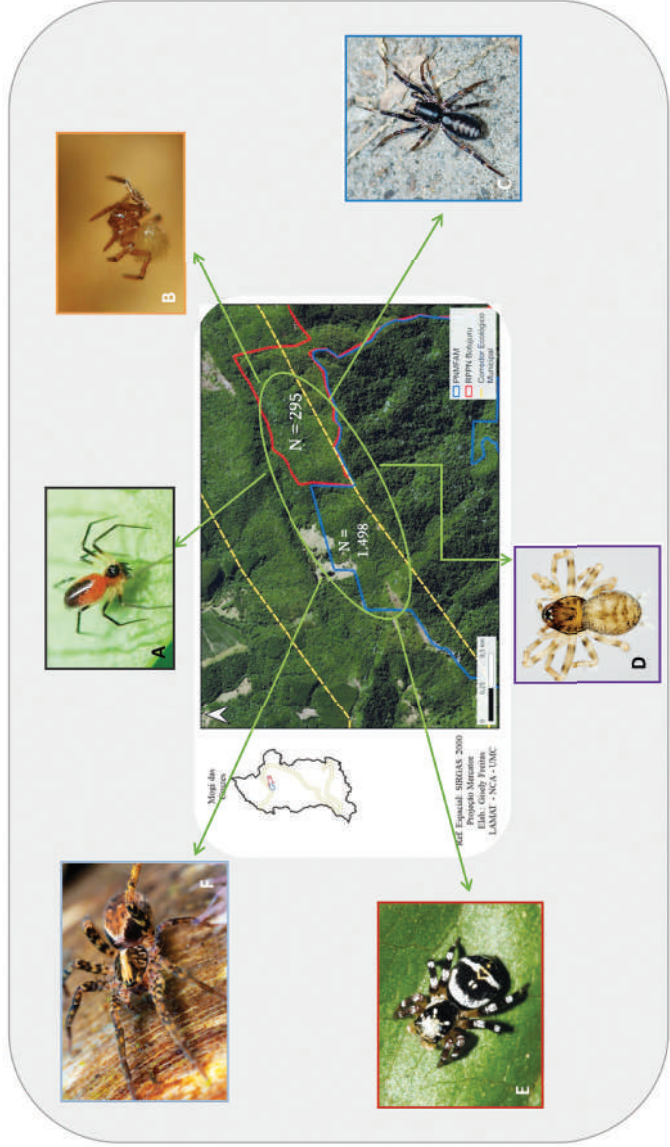
Figura 3 – Localização geográfica aproximada da Reserva Particular de Patrimônio Natural Botujuru, Parque Natural Municipal Francisco Afonso de Mello e Corredor Ecológico, no município de Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil com o número total de indivíduos encontrados em cada local; e alguns representantes de famílias encontradas nas duas UCs.

A. Fêmea de *Spherozoone castanea* (Millidge, 1991) (Linyphiidae). B. Macho de *Anapistula* spp (Symphytognathidae).

C. Macho de *Iandaba varia* (Keyserling, 1891) (Coriniidae). D. *Neohahnia catley* Dupérré & Tapia, 2024 (Hahniidae).

E. *Corythalia* sp. 1 (Salticidae). F. *Paravulsor* sp (Xenocentenidae). Foto: (A) por F. U. Yamamoto; (B) por Pedro Cardoso; (C) por Luciano Bernardes; (D) por Dupérré & Tapia; (E) por Stephen Luk; (F) por João P. Burini. Fonte:

(A) Lemos *et al.* 2012; (B) Naturdata; (C, e E) BioDiversity4all; (D) Dupérré & Tapia, 2024; (F) iNaturalist



No total foram coletadas 290 aranhas na RPPN Botujuru e 1.498 no PNMFAM (Figura 3). Dez espécies foram registradas nas duas UCs: *Pseudanapis* sp. 1 (Anapidae), Araneidae sp. 1 (Araneidae), *Ianduba varia* (Keyserling, 1891) (Corinnidae), Hahniidae sp. 1 (Hahniidae), *Linyphiidae* sp. 1 (Linyphiidae), Salticidae sp. 1 (Salticidae), *Guaraniella* sp. 1 (Theridiidae), Theridiidae sp. 1 (Theridiidae), *Epicratinus* sp. 1 (Zodariidae) e *Paravulsor* sp. 1 (Xenoctenidae) (Tabela 2). Espécies que representam as famílias mais abundantes em cada local de coleta estão representadas na Figura 3.

As guildas de aranhas são importantes por possuírem uma relação forte com as estruturas da vegetação, sendo que diferentes famílias podem utilizar características estruturais de diversas plantas para se beneficiar na caça ou abrigo. Na RPPN Botujuru e PNMFAM foram registradas nove guildas em comum, sendo que Pholcidae foi encontrada apenas no PNMFAM. Essas aranhas são sedentárias e constroem teias de lençol; preferem habitar ambientes escuros e úmidos em áreas naturais, mas são comumente observadas em locais quentes e secos, como por exemplo, dentro das casas nos cantos das paredes (Ferrick, 2002).

Este capítulo mostra dois estudos relacionados às guildas de aranhas que podem ser encontradas no Corredor Ecológico municipal de Mogi das Cruzes, que está localizado em área de Mata Atlântica. Os fragmentos de vegetação nativa que compõem o Corredor Ecológico são de muito valor para a conservação da biodiversidade local, como é o caso da fauna de aranhas. A relação entre a vegetação e aranhas fica perceptível quando há representação de guildas como, por exemplo, as construtoras de teias que precisam de grandes espaços; ou as cursoriais que dependem da folhagem mais densa e com maior superfície para seu forrageamento (Moraes, 2014).

*O ambiente rico em biodiversidade, isso é, com muitos indivíduos de espécies diferentes, é capaz de diluir a transmissão de doenças entre eles e também para os humanos. Uma das maneiras de controlar ou reduzir os riscos de surtos de doenças que circulam entre animais e pessoas é, portanto, conservar as espécies em áreas naturais grandes o suficiente para que sejam saudáveis (Fundação Oswaldo Cruz, 2017).*

## Agradecimentos

Ao suporte financeiro oferecido CNPq e Instituto Ecofuturo por meio de bolsas de iniciação científica; à gestão da RPPN Botujuru; à prefeitura municipal de Mogi das Cruzes; a um revisor anônimo pela leitura do texto; e ao Instituto Ecofuturo pelo apoio dado ao projeto por meio do convênio com a Fundação de Amparo ao Ensino e Pesquisa (FAEP/UMC). Nossos agradecimentos especiais à equipe de trabalho composta por Me. Beatriz da Silva de Souza Francisco, Marcella Carmona Wahl Rontani Migliacci, Me. Nicole Nascimento da Silva, Me. Tiago Henrique Nascimento Dativa Vieira, Dr. Ricardo Sartorello e os gestores públicos municipais, Claudio Rodrigues, Daniel Teixeira de Lima e André Luiz Miragaia Mendes, por não medirem esforços para a incorporação do Corredor Ecológico no Plano Diretor do município de Mogi das Cruzes no ano de 2020.

**Tabela 2 – Lista taxonômica de aranhas registradas na Zona de Amortecimento do Corredor Ecológico municipal (RPPN Botujuru\* e no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello\*\*), Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil**

Família/Táxon	RPPN Botujuru*	PNMFAM**
<b>Amaurobiidae</b>		
Amaurobiidae sp. 1	-	X
<b>Anapidae</b>		
<i>Pseudanapis</i> sp. 1	X	X
<b>Anyphaenidae</b>		
<i>Aysha</i> aff. <i>robusta</i>	-	X
<i>Patrera procera</i> (Keyserling, 1891)	-	X
<b>Araneidae</b>		
Araneidae sp. 1	X	X
<b>Corinnidae</b>		
<i>Castianeira</i> sp. 1	-	X
<i>Castianeira</i> sp. 2	-	X
<i>Corinna</i> sp. 1	-	X
<i>Corinna</i> sp. 2	-	X
<i>Tupirinna</i> sp. 1	-	X
<i>Tupirinna</i> sp. 2	-	X
<i>landuba varia</i> (Keyserling, 1891)	X	X
Corinnidae sp. 1	X	-
Corinnidae sp. 2	-	X
<b>Ctenidae</b>		
<i>Isoctenus</i> sp. 1	-	X

continua...

continuação

Familia/Táxon	RPPN Botujuru*	PNMFAM**
<i>Ctenus ornatus</i> (Keyserling, 1891)	-	x
Ctenidae sp.	x	-
<b>Dictynidae</b>		
<i>Dictyna</i> sp. 1	-	x
<b>Gnaphosidae</b>		
Gnaphosidae sp.	x	-
<b>Hahniidae</b>		
Hahniidae sp. 1	x	x
Hahniidae sp. 2	-	x
Hahniidae sp. 3	-	x
Hahniidae sp. 4	-	x
<i>Neohahnia</i> sp.	x	-
<b>Idiopidae</b>		
<i>Idiops camelus</i> (Mello-Leitão, 1937)	-	x
<b>Linyphiidae</b>		
<i>Dubiaranea decurtata</i> Millidge, 1991	-	x
<i>Erigone</i> sp.	x	-
Linyphiidae sp. 1	x	x
Linyphiidae sp. 2	-	x
Linyphiidae sp. 3	-	x
Linyphiidae sp. 4	-	x
Linyphiidae sp. 5	-	x
Linyphiidae sp. 6	-	x
<i>Mermessus</i> sp.	x	-
<i>Moyosi rugosa</i> (Millidge, 1991)	-	x
<i>Scolecurea parilis</i> Millidge, 1991	-	x
<i>Sphecozone</i> sp.	x	-
<i>Sphecozone castanea</i> (Millidge, 1991)	-	x
<i>Vesicapalpus simplex</i> Millidge, 1991	-	x
<b>Lycosidae</b>		
<i>Agalenocosa</i> sp. 1	-	x
<i>Tropicosa moesta</i> (Holmberg, 1876)	-	x
<i>Hogna pardalina</i> (Bertkau, 1880)	-	x
<i>Lycosa erythrognatha</i> Lucas, 1836	-	x
<b>Nemesiidae</b>		
Nemesiidae sp.	x	-
<b>Nesticidae</b>		
Nesticidae sp.	x	-
<i>Nesticus ramirezi</i> Ott & Lise, 2003	-	x
<b>Ochyroceratidae</b>		
Ochyroceratidae sp. 1	-	x

continua...

continuação

Família/Táxon	RPPN Botujuru*	PNMFAM**
<b>Oonopidae</b>		
<i>Cinetomorpha atlantica</i> Ott & Brescovit, 2019	-	X
Oonopidae sp.	X	-
<i>Orchestina</i> sp. 1	-	X
<i>Orchestina</i> sp. 2	-	X
<i>Neoxyphinus</i> sp. 1	X	-
<i>Neoxyphinus</i> sp. 2	-	X
<b>Oxyopidae</b>		
<i>Oxyopes salticus</i> Hentz, 1845	-	X
<b>Philodromidae</b>		
<i>Paracleocnemis</i> sp. 1	-	X
<b>Pholcidae</b>		
<i>Carapoa lutea</i> (Keyserling, 1891)	-	X
<i>Mesabolivar</i> sp. 1	-	X
<i>Mesabolivar</i> sp. 2	-	X
<i>Metagonia</i> sp. 1	-	X
<b>Prodidomidae</b>		
<i>Lygromma</i> sp. 1	-	X
<b>Pycnothelidae</b>		
<i>Prorachias bristowei</i> Mello-Leitão, 1924	-	X
<i>Rachias</i> sp. 1	-	X
<b>Salticidae</b>		
<i>Arnoliseus</i> sp. 1	-	X
<i>Corythalia</i> sp. 1	X	-
Euophryinae sp. 1	-	X
Euophryinae sp. 2	-	X
Salticidae sp. 1	X	X
Salticidae sp. 2	-	X
<b>Scytodidae</b>		
<i>Scytodes globula</i> Nicolet, 1849	-	X
Scytodidae sp.	X	-
<b>Segestriidae</b>		
<i>Ariadna crassipalpa</i> (Blackwall, 1863)	-	X
<b>Symphytognathidae</b>		
<i>Anapistula</i> sp. 1	X	X
<b>Theraphosidae</b>		
Theraphosidae sp.	X	-
<b>Theridiidae</b>		
<i>Chryso</i> sp.	X	-
<i>Chryso</i> sp. 1	-	X
<i>Dipoena</i> sp. 1	X	-

continua...

continuação

Família/Táxon	RPPN Botujuru*	PNMFAM**
<i>Episinus</i> sp. 1	x	-
<i>Euryopsis</i> sp. 1	-	x
<i>Euryopsis</i> sp. 2	-	x
<i>Euryopsis</i> sp. 3	-	x
<i>Guaraniella</i> sp. 1	x	x
<i>Guaraniella</i> sp. 2	-	x
<i>Steatoda</i> sp. 1	-	x
<i>Stemmops</i> sp. 1	x	-
<i>Stemmops</i> sp. 2	-	x
<i>Styopsis selis</i> Levi, 1964	-	x
<i>Theridion</i> sp. 1	-	x
<i>Theridion</i> sp. 2	-	x
<i>Theridion</i> sp. 3	-	x
<i>Thymoites</i> sp.	x	-
<i>Thymoites</i> sp. 1	-	x
Theridiidae sp. 1	x	x
Theridiidae sp. 2	-	x
Theridiidae sp. 3	-	x
Theridiidae sp. 4	-	x
Theridiidae sp. 5	-	x
<b>Thomisidae</b>		
Thomisidae sp.	x	-
<i>Tmarus</i> sp. 1	-	x
<i>Tmarus</i> sp. 2	-	x
<b>Titanoecidae</b>		
<i>Goeldia</i> sp. 1	-	x
<b>Trachelidae</b>		
<i>Orthobula</i> sp. 1	x	-
<b>Zodariidae</b>		
<i>Epicratinus</i> sp. 1	x	x
Zodariidae sp.	x	-
<b>Xenoctenidae</b>		
<i>Paravulsor</i> sp. 1	x	x
<b>Zoropsidae</b>		
<i>Ciniffella</i> sp. 1	x	-
<i>Itatiaya iuba</i> Polotow & Brescovit, 2006	-	x

## REFERÊNCIAS

ALHO, C. JR. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos Avançados**, v. 26, p. 151-166, 2012. DOI: 10.1590/S0103-40142012000100011

ALMEIDA, D. S. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. **Edi-tus**, Ilhéus, v. 3, p. 200, 2016. DOI: 10.7476/9788574554402

ALVES, A. M. **Assembleia de aranhas em pomares de pessegueiro orgânico e convencional, no sul do Rio Grande do Sul**. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Biológicas Bacharelado, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015. p. 47.

AZEVEDO, R.; MENEZES, K. G.; BARBOSA R. A.; NETO, J. D. R. M.; MONTEIRO, J. O. N.; COUTINHO, A. G. C.; SALES JÚNIOR, L.G. Aranhas epígeas de um fragmento de mata em área urbana em Fortaleza, Ceará, Brasil. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 1, n. 2, p. 104-114, 2017.

BARROS, R. S. M. Medidas de Diversidades Biológica. In: MAGURRAN, A. E. (ed.). **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2011. v. 261.

BERNARDES, L. **Ianduba varia** (Keyserling, 1891). 2022. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/photos/191953837>. Acesso em: 8 mar. 2024.

BURINI, J. P. **Paravulsor**. 2022. Disponível em: <https://uk.inaturalist.org/photos/234084652>. Acesso em: 8 mar. 2024.

CABRAL, V. L. P.; OLIVEIRA-ALVES, A.; PERES, M. C. L. Importância das guildas de aranhas (Arachnida: Araneae) para o Parque Metropolitano de Pituáçu, Bahia, Brasil. VIII DO CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007. Caxambu. **Anais** [...]. Caxambu, 2007. p. 23-28.

CARDOSO, P. **Anapistula**. 2018. Disponível em: <https://natur-data.com/especie/Anapistula-ataecina/38071/0/>. Acesso em: 6 mar. 2024.

CARREGOSA, E. A.; SILVA, S. L. C.; KUNHAVALIK, J. P. Unidade de Conservação e comunidade local: uma relação em construção. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Contendas do Sincorá, v. 35, p. 305-319, dez. 2015. DOI: 10.5380/dma.v35i0.40563

CHIVIAN, E.; BERNSTEIN, A. **How our health depends on biodiversity**. Program for Preserving the Natural World, Incorporated, 2022.

DIAS, S. C.; CARVALHO, L. S.; BONALDO, A. B.; BRESCOVIT, A. D. Refining the establishment of guilds in Neotropical spiders (Arachnida: Araneae). **Journal of Natural History**, v. 44, p. 219-239, 2010. DOI: 10.1080/00222930903383503

DUPÉRRÉ, N.; TAPIA, E. First Record of the Family Hahniidae in Ecuador with Description of Thirteen New Species and Three New Genera (Araneae: Hahniidae). **Taxonomy**, v. 4, n. 1, p. 53-111, 2024. DOI: 10.3390/taxonomy4010005

FERRICK, A.; SHEFFERLY, N.; FABRITIUS, S. **Pholcus phalangioides**. Museum of Zoology, University of Michigan, 2002. Disponível em: [https://animaldiversity.org/accounts/Pholcus\\_phalangioides/#d8b75b8ac02d97a3f1312d9099c8ed01](https://animaldiversity.org/accounts/Pholcus_phalangioides/#d8b75b8ac02d97a3f1312d9099c8ed01). Acesso em: 25 fev. 2024.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre. **Biodiversidade faz bem à saúde**: guia prático. Rio de Janeiro: Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, 2017.

GALVÃO, J. R.; TEDESCO, C. D. Contribuições da percepção ambiental para a sustentabilidade na zona de amortecimento de Unidade de Conservação. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022. DOI: 10.1590/1809-4422asoc20180262r5r1vu2022L4AO

GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; CHAZDON, R.; EWERS, R. M.; HARVEY, C. A.; PERES, C. A.; SODHI, N. S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology letters**, v. 12, n. 6, p. 561-582, 2009. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01294.x

GROUP, CBG Photography; GENOMICS, Center for Biodiversity. **Styposis selis**. 2013. Disponível em: [http://bins.boldsystems.org/index.php/Public\\_RecordView?processid=G-MARA1849-14](http://bins.boldsystems.org/index.php/Public_RecordView?processid=G-MARA1849-14). Acesso em: 6 mar. 2024.

HALFELD, V. R. Comportamento predatório incomum de *Menermus bivittatus* (Dufour) (Araneae, Salticidae). **EntomoBrasilis**, v. 8, p. 162-164, 2015. DOI: 10.12741/ebrasilis.v8i2.516

HÖFER, H.; BRESCOVIT, A. D. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. **Rede Brasilis**, v. 15, p. 99-119, 2010.

ICMBio. SNUC. **Educação Ambiental**. 2021a. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/politicas/snuc.html>. Acesso em: 25 fev. 2024.

ICMBio. SNUC. **Mosaicos e Corredores Ecológicos**. 2021b. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/mosaicosecorredoresecologicos>. Acesso em: 25 fev. 2024.

INPE. **SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma**. 2019. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5115](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115). Acesso em: 25 fev. 2024.

INSTITUTO ECOFUTURO. **Plano de Manejo do Parque Municipal Francisco Affonso de Mello “Chiquinho Veríssimo”**. Mogi das Cruzes: Instituto Ecofuturo, 2011. p. 361.

INSTITUTO ECOFUTURO. **Reserva Botujuru Serra do Itapety: um breve resumo do plano de manejo**. , São Paulo: Instituto Ecofuturo, 2016.

JACINTO, V. **Castianeira badia** (Simon, 1877). 2018. Disponível em: <https://naturdata.com/especie/castianeira-badia/38098/0/>. Acesso em: 6 mar. 2024.

JOLY, C. A.; SEIXAS, C. S. It's biodiversity, stupid! **Biota Neotropica**, v. 21, 2021.

KALLÁS, E. G.; CINTRA, M. A.; MOREIRA, J. A.; PATIÑO, E. G.; BRAGA, P. E.; TENÓRIO, J. C.V.; INFANTE, V.; PALACIOS, R.; LACERDA, M. V. G.; PERERIA, D. B.; FONSECA, A. J.; GURGEL, R. Q.; COELHO, I. C.-B.; FONTES, C. J. F.; MARQUES, E. T. A.; ROMERO, G. A. S.; TEIXEIRA, M. M.; SIQUEIRA, A. M.; BARRAL, A. M. P.; BOAVENTURA, V. S.; RAMOS, F.; ELIAS JÚNIOR, E.; CASSIO DE MORAES, J.; COVAS, D. T.; KALIL, J.; PRECOSO, A. R.; WHITEHEAD, S. S.; ESTEVES-JARAMILLO, A.; SHEKAR, T.; LEE, J.-J.; MACEY, J.; KELNER, S. G.; COLLER, B.-A.G.; BOULOS, F. C.; Nogueira, M. L. Live, Attenuated, tetra-valent Butantan–Dengue Vaccine in children and adults. **New England Journal of Medicine**, v. 390, n. 5, p. 397-408, 2024. DOI: 10.1056/NEJMoa2301790

KOMAR, O. **Corythalia bicincta**. 2019. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/photos/93525542>. Acesso em: 6 mar. 2024.

LEMOS, R. Y.; GOLDONI, P. A. M.; BRESCOVIT, A. D. Aranhas de serapilheira da Serra do Itapeti. In: MORINI, M. S. C.; MIRANDA, V. F. O. (org.). **Serra do Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos**. Bauru: Canal 6, 2012. p. 187-199.

LÜDDECKE, T.; HERZIG, V.; VON REUMONT, B. M.; VILCINSKAS, A. The biology and evolution of spider venoms. **Biological Reviews**, v. 97, n. 1, p. 163-178, 2022. DOI: 10.1111/brv. 12793

LUK, S. **Corythalia**. 2009. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/photos/216978223>. Acesso em: 8 mar. 2024.

MALAUQUE, C. M.; NOVAES, C. T.; PIORELLI, R. O.; RISK, J. Y.; MURAD, J. C.; LARA, A. N.; VIRGULINO, C. C.; MIYAJI, K T.; SANTORO, M. L. Impact of antivenom administration on the evolution of cutaneous lesions in loxoscelism: a prospective observational study. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 16, n. 10, e0010842, 2022. DOI: 10.1371/journal.pntd. 0010842

MENDES, A. L. M. (org.). **Plano municipal de conservação e recuperação da Mata Atlântica**. Mogi das Cruzes: Prefeitura de Mogi das Cruzes, 2020. p. 65.

MORAES, M. C. P.; MELLO, K.; TOPPA, R. H. Análise da paisagem de uma zona de amortecimento como subsídio para o planejamento e gestão de Unidades de Conservação. **Revista Árvore**, v. 39, p. 1-8, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000100001

MORAES, M. C. P.; MELLO, K.; TOPPA, R. H. Protected areas and agricultural expansion: Biodiversity conservation versus economic growth in the Southeast of Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 188, p. 73-84, 2017.

MORAES, V. S. **Efeitos da estrutura da vegetação na composição da assembleia de aranhas (Arachnida: Araneae) em estrato arbóreo de diferentes fitofisionomias do Cerrado**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. p. 61.

OLIVEIRA-ALVES, A.; PERES, M. C. L.; DIAS, M. A.; CAZAISS-FERREIRA, G. S.; SOUTO, L. R. A. Estudo das comunidades de aranhas (Arachnida: Araneae) em ambiente de Mata Atlântica no Parque Metropolitano de Pituvaçu – PMP, Salvador, Bahia. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 91-98, 2005. DOI: 10.1590/S1676-06032005000200008

PUPIN, G. B.; BRESCOVIT, A. D. The alien synanthropic Salticidae in Brazil (Araneae). **Iheringia**, v. 113, p. e2023002, 2023. Série Zoologia. DOI: 10.1590/1678-4766e2023002

RUSCA, G. G.; MORAES, M. C. P.; VALENTE, R. A.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise espacial dos fragmentos florestais no entorno de uma Unidade de Conservação de proteção integral. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (On-line)**, n. 44, p. 85-94, 2017. DOI: 10.5327/Z2176-947820170146

SANTARELLI, E. **Antistea elegans**. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/photos/124281343>. 2021. Acesso em: 25 fev. 2024.

SENA, D. U.; PERES, M. C. L.; TEIXEIRA, R. R.; DOMINGOS, B. S.; FONTOURA T. Composição e guildas de aranhas (Arachnida: Araneae) em copas de um fragmento florestal urbano, Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Biociências**, v. 16, p. 24-33, 2010.

SHÜTT, K. Phylogeny of Symphytognathidae s.l (Araneae, Araneoidea). **Zoologia Scripta**, v. 32, p. 129-151, 2003. DOI: 10.1046/j. 1463-6409.2003.00103.x

SILVA, L. V.; RIBEIRO, A. L. P.; LÚCIO, A. D. Diversidade de aranhas de solo em cultivo de milho (*Zea mays*). **Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2395-2404, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2395>

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. A conversão da Floresta Atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciência**, v. 37, p. 88-92, 2012.

THIAGO, C. R. L.; MAGALHÃES, I. A. L.; SANTOS, A. R. Identificação de fragmentos florestais potenciais para a delimitação de Corredores Ecológicos na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, ES por meio técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 595-612, 2020. DOI: 10.26848/rbgf.v13.2.p595-612

WHITE, B. L. A.; SILVA, M. F. A. Microclima em fragmento da Mata Atlântica no refúgio da vida silvestre Mata do Junco, Capela, Sergipe. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 40, p. 1-12, 2020. DOI: 10.4336/2020.pfb. 40e201901942

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO-convened global study of origins of SARS-CoV-2**: China Part. 2021.

WORLD SPIDER CATALOG. Version 22.5. **Natural History Museum Bern**. Disponível em: <http://wsc.nmbe.ch>. Acesso em: 25 fev. 2024. DOI: 10.24436/2

ZANELLA, L.; DE ANDRADES, H. S. Projeto Quintal: conhecendo a biodiversidade ao nosso redor. **Extensão Tecnológica**: Revista de Extensão do Instituto Federal Catarinense, v. 8, n. 16, p. 211-223, 2021. DOI: 10.21166/rext.v8i16.2076

## CAPÍTULO 14

# FLORA ARBÓREA DA RESERVA PARTICULAR DE PATRIMÔNIO NATURAL – RPPN BOTUJURU – SERRA DO ITAPETI, MOGI DAS CRUZES (SP), UMA CONTRIBUIÇÃO AO MOVIMENTO DE SAÚDE ÚNICA

*Lettycia Fernanda Correia*

*Larissa de Jesus Silva*

*Caroline Lessa de Almeida*

*Thaynara Rodrigues do Prado*

*João Paulo Moraes de Oliveira*

*Sergio Zanata Carvalho*

*Myllia Lopes Alves*

*Renata Jimenez de Almeida-Scabbia*

---

### **Introdução**

**T**rês importantes emergências vêm impactando a sociedade contemporânea, a pandemia da covid-19, a perda da biodiversidade e as mudanças climáticas que tem causado impactos sociais, econômicos e na saúde tanto no Brasil como no mundo (Artaxo, 2020). De acordo com o autor, a diferença entre tais crises é o tempo, pois a crise na saúde devido a covid-19 pode durar alguns anos, enquanto o impacto negativo das mudanças climáticas pode durar séculos e a perda da biodiversidade é para sempre, pois não há volta à extinção das espécies.

A Saúde Única (*One Health*) refere-se à indissociabilidade existente entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental que a partir de uma estratégia inovadora e eficaz busca fomentar o desenvolvimento econômico, tecnológico, político, social e ambiental do planeta, uma vez que, com ações multi, trans e interdisciplinares para solucionar ou mitigar problemas de ordem global relacionados a saúde e ao ambiente (Menin *et al.*, 2021; Pettan-Brewer *et al.*, 2022).

Diante disso, iniciativas que busquem melhorar as condições ambientais são formas de contribuir para o movimento de Saúde Única. Como por exemplo, o reconhecimento da biodiversidade local para a restauração de áreas degradadas, que também contribui para o restabelecimento dos serviços ecológicos, principalmente relativos à água, no que diz respeito a sua qualidade e quantidade (Leal *et al.*, 2019; Salomão *et al.*, 2022) e conseqüentemente para a sustentabilidade.

A Floresta Atlântica abrange cerca de 15% do território brasileiro, em 17 estados e onde encontramos 72% da nossa população, abrigando centros urbanos que estão entre os maiores do continente sul-americano, como São Paulo e Rio de Janeiro. Presta serviços ecossistêmicos de importância vital, como fornecer água para mais de 60% da população brasileira (Sosma, 2021). É considerada um *hotspots* mundial, pois possui um elevado índice de espécies endêmicas e sofre grande pressão para ocupação, conseqüentemente é área prioritária para conservação (Myers *et al.*, 2000).

No Brasil a maioria das espécies oficialmente ameaçadas de extinção, habitam a Mata Atlântica (Tabarelli *et al.*, 2003). Essa biodiversidade proporciona, entre outras coisas, alimentos, medicamentos, materiais de construção e contribui efetivamente para a redução da fome e da pobreza, principalmente nos países em desenvolvimento, a partir da identificação e desenvolvimento do potencial de inovações derivadas dessa riqueza vegetal (Todou *et al.*, 2017).

Buscando conter as ameaças, promover a conservação da natureza e assim resguardar a biodiversidade, são instituídas Políticas Públicas, entre elas a delimitação de Áreas Protegidas, denominadas no Brasil como Unidades de Conservação (UC). O Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000) as define como “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”, podendo ser de proteção integral e de uso sustentável com suas categorias (Brasil, 2000). E também leis que disciplinam os processos de restauração e cumprem o papel de recuperar áreas para que

voltem a desempenhar seu papel ecológico, já que elas têm a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012).

Na restauração de ambientes degradados e antropizados, o conhecimento da vegetação é essencial para recompor a área degradada o mais próximo possível do original. Dessa forma, estudos florísticos e fitossociológicos de vegetação remanescente, próxima as áreas de interesse ou até na própria área são desenvolvidos para que esse conhecimento seja possível (Almeida, 2016). Além disso, com a crescente degradação ambiental, muitas espécies ainda desconhecidas e, mesmo algumas conhecidas, no entanto pouco estudadas, estão sendo extintas (Nunes, 2012). Nesse sentido a presença de Unidades de Conservação é ponto fundamental para o conhecimento e como matriz para processos de restauração natural no entorno.

Vários estudos têm mostrado a riqueza da biodiversidade na Mata Atlântica, tanto em áreas preservadas (Tanus *et al.*, 2012; Tomasulo, 2012), quanto em áreas de talhões de Eucalipto não manejado em processo de restauração (Souza *et al.*, 2007; Nóbrega *et al.*, 2008; Onofre *et al.*, 2010; Armando *et al.*, 2011; Marmontel *et al.*, 2011; Turchetto *et al.*, 2015; Guedes; Krupek, 2016; Seubert *et al.*, 2017; Arantes, 2021).

Na região do Alto Tietê a Área de Proteção Ambiental Serra do Itapeti foi criada em 2018, pelo Decreto nº 63.871, de 29 de março de 2018, com área de 5.138,94 hectares, abrangendo os municípios de Mogi das Cruzes, Guararema e Suzano (Sigam, 2022). Juntamente com a Serra do Mar e a Serra da Cantareira, constitui uma das maiores áreas contínuas de Floresta Atlântica nessa bacia hidrográfica (Tomasulo, 2012). Representa uma das porções de vegetação natural mais conservada do município de Mogi das Cruzes (Pagani, 2012), com 879 ha situados em unidades de conservação de proteção integral, compondo a Estação Ecológica de Itapeti (90 ha), o Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello B (352 ha) e a Reserva Particular do Patrimônio Natural Botujuru – Serra do Itapety (437ha).

Este trabalho tem como objetivo levantar a flora arbórea da Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN – Botujuru, no município de Mogi das Cruzes, SP.

## Área de estudo

A Serra do Itapeti, foi reconhecida pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), em 1994, como parte integrante da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV/SP) (Ecofuturo, 2014), e Área de Proteção Ambiental pelo Decreto nº 63.871, de 29 de março de 2018, pelo governo do estado de São Paulo, com área de 5.138,94 hectares, abrangendo os municípios de Mogi das Cruzes, Guararema e Suzano (Sigam, 2022).

Abrigando cerca de 33 mil hectares de remanescente de Mata Atlântica, com extensão de 5,2 mil hectares e até 5 km de largura, a Serra do Itapeti é a principal formação no relevo do município, protegendo nascentes que alimentam os rios Tietê e Paraíba do Sul e reunindo alta diversidade de espécies de fauna e flora da Mata Atlântica (Ecofuturo, 2016).

Tomasulo (2012), enfatizou a importância da flora da região, devido ao grande potencial para a produção de mudas de espécies nativas, que podem ser utilizadas em projetos de recuperação e restauração ambiental. Algumas espécies que estão citadas nas listas oficiais de flora e ameaçadas de extinção como *Euterpe edulis* (palmito-juçara), *Dicksonia sello-wiana* (xaxim) e *Callitrix aurita* (sagui-da-serra-escuro) também foram encontradas. Todos os dados supracitados confirmam a importância da preservação e conservação da área (Morini; Miranda, 2012).

Apresenta altitudes que variam entre 680 a 1.160m, resultando em amplitude altimétrica de 480m, em que predominam solos rasos com ocorrência de afloramentos rochosos. Representa um grande divisor de águas, de bacias hidrográficas de vital importância para o Estado, onde a vertente Norte drena para o Rio Paraíba do Sul e a vertente Sul para o Tietê (Sigam, 2022).

O clima é tipo Cwa de Köppen, tropical de altitude com inverno seco (com temperaturas iguais ou inferiores a 18°C) e verão quente e chuvoso (com temperaturas superiores a 22°C) (Sigam, 2022).

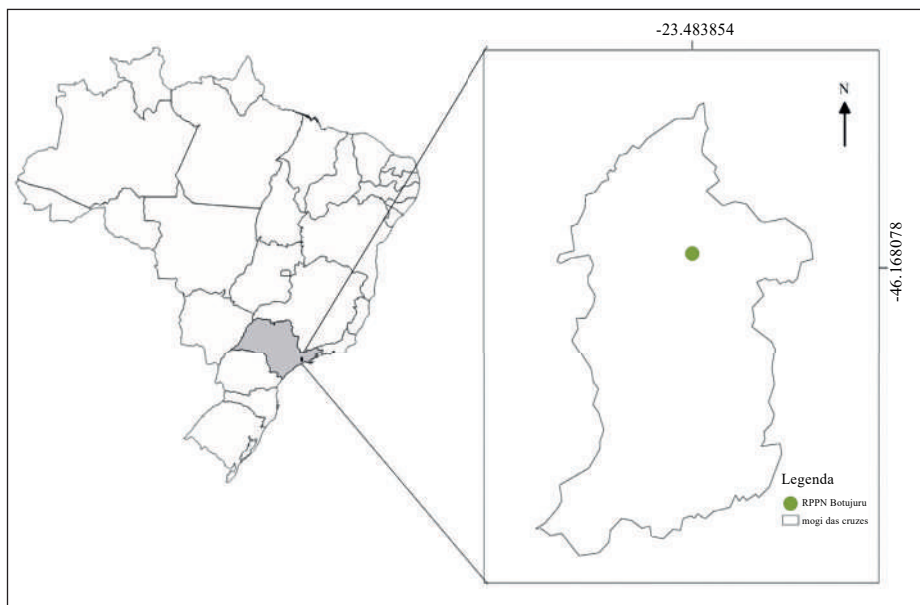
Na cobertura e uso do solo, destaca-se o amplo predomínio da classe “Cobertura Arbórea” (81% da área), incluindo remanescentes de Mata Atlântica e áreas de silvicultura, seguida da

classe de “cobertura herbáceo-arbustiva” (13%), além de poucas manchas de “solo exposto” (1%) (Sigam, 2022).

### **Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN Botujuru – Serra do Itapety**

A RPPN Botujuru – Serra do Itapety localiza-se na Serra do Itapeti, porção nordeste do município de Mogi das Cruzes, setor leste da Região Metropolitana de São Paulo. Surgiu como um dos programas ambientais resultantes do licenciamento do empreendimento Plano Urbanístico da Reserva da Serra do Itapety. Pertencente à SPLF Investimentos e Participações, foi criada em caráter perpétuo para a conservação de 437 ha (Figura 1). Foi reconhecida oficialmente pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA) por meio da Resolução n° 78 de 30 de setembro de 2014 e, no dia 4 de novembro de 2015, teve seu Plano de Manejo aprovado junto à Fundação Florestal/SMA, pela portaria FF/DE n° 184/2015 (Ecofuturo, 2016).

**Figura 1 – Localização da RPPN Botujuru – Serra do Itapeti no município de Mogi das Cruzes, SP**



Fonte: Yoshikawa (2019).

Na cobertura florestal da RPPN predominam talhões de eucalipto sem manejo, além da Floresta Ombrófila Densa em diferentes estágios sucessionais (Figura 2). A área ocupada pelos antigos talhões de eucalipto corresponde a aproximadamente 328 hectares, representando 75% da área da RPPN. No interior dos talhões com sub-bosque de nativas predominam plantas de hábito herbáceo, porém foram observados representantes arbustivos e arbóreos estabelecidos de forma esparsa no sub-bosque, entre os quais se destacam a guaçatonga (*Casearia sylvestris*), o cambuí (*Myrcia rostrata*), a orelha-de-elefante (*Bathysa meridionalis*) e o camboatá (*Cupania vernalis*) (Ecofuturo, 2016).

**Figura 2 – Interior da floresta na Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN Botujuru – Serra do Itapeti no município de Mogi das Cruzes, SP**



## Levantamento da flora

Para o levantamento das espécies arbóreas encontradas no RPPN Botujuru – Serra do Itapety foram utilizadas listagens originadas de projetos desenvolvidos desde 2017, no Laboratório de Florística e Sustentabilidade (LaFloreS) da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), com o apoio do Instituto Ecofuturo (Almeida, 2019; Alves *et al.*, 2019; Carvalho; Almeida-Scabbia, 2018 e 2019; Correia; Almeida-Scabbia, 2019 e 2020; Oliveira; Almeida-scabbia, 2020, Prado, 2021).

A nomenclatura utilizada para a denominação das famílias seguiu a classificação proposta em APG IV (2016). Para as espécies foi adotada a nomenclatura utilizada na Flora do Brasil (Flora do Brasil, 2022).

Também foram levantadas informações sobre tipo de dispersão, categoria sucessional a partir da lista de espécie para restauração no estado de São Paulo (Barbosa *et al.*, 2017). E categoria de ameaça de acordo com Flora do Brasil (2022).

## Resultados e discussão

Foram identificadas na Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN Botujuru 149 espécies distribuídas em 45 famílias (Tabela 1).

**Tabela 1 – Lista das espécies arbóreas amostradas no Parque Natural Municipal Francisco Afonso de Mello (P) e na Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN Botujuru (B), município de Mogi das Cruzes, SP. SD = Síndrome de dispersão; zoo = zocócrica; ane = anemocórica; aut = autocórica; CS = Classe sucessional; NP = não pioneira e P = pioneira; CA = categoria de ameaça; EN = em perigo; LC = pouco preocupante; NE = não avaliada; NT = quase ameaçada; VU = vulnerável; háb. = Hábito; árv = árvore e arb = arbustos**

FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Aubl.	pau-pomba	zoo	NP	NE	árv.
Annonaceae	<i>Annona dolabripetala</i>	Raddi	araticum	zoo	P	NE	árv.
	<i>Guateria australis</i>	A.St.-Hil.	pindaúva-preta	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Xylopia brasiliensis</i>	Spreng.	pindaúva	zoo	NP	NT	árv.
Apocynaceae	<i>Aspidosperma olivaceum</i>	Müll.Arg.	guatambu	ane	NP	NE	árv.
	<i>Malouetta cestroides</i>	Nees ex Mart (Müll.Arg.)	leiteira, pé-de-coelho	ane	P	LC	árv.
	<i>Tabernaemontana laeta</i>	Mart.	jasmin-do-campo	ane	P	NE	árv.
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i>	A.St.-Hil.	erva-mate	zoo	NP	LC	árv.
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i>	(Bertol.) Kuntze	araucária	zoo	NP	EN	árv.
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	Mart.	palmito-juçara	zoo	NP	VU	árv.
	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	(Cham.) Glassman	jerivá	zoo	NP	LC	árv.
FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
Asteraceae	<i>Austroctonia velutina</i>	(Gardner) R.M.King & H.Rob.	vassoura-cambará	ane	P	NE	arb.
	<i>Chromolaena maximiliani</i>	(Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	mata-pasto	ane	P	NE	arb.
	<i>Heterocondylus alatus</i>	(Vell.) R.M.King & H.Rob.	cambará-de-bicho	ane	P	NE	arb.
	<i>Vernonanthura divaricata</i>	(Spreng.) H.Rob.	assa-peixe	ane	P	NE	árv.
Bignoniaceae	<i>Hendroanthus umbellatus</i>	(Sond.) Mattos	ipê-amarelo	ane	NP	LC	árv.
	<i>Jacaranda puberula</i>	Cham.	carobinha	ane	NP	LC	árv.

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
	<i>Spathodea campanulata</i>	P. Beauv.	espatódea	ane	-	-	árv.
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i>	Cham.	louro-mole	zoo	P	NE	árv.
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	(Aubl.) Marchand	almecega	zoo	NP	NE	árv.
Cannabaceae	<i>Celtis spinosissima</i>	(Weed.) Miq.	grão-de-galo	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Trema micrantha</i>	(L.) Blume	crinúva	zoo	P	NE	árv.
Celastraceae	<i>Monteverdia evonymoides</i>	(Reissek) Biral	cafezinho-do-mato	zoo	NP	NE	árv.
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i>	Moric. ex DC.	cinzeiro	zoo	NP	NE	árv.
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i>	Pers.	cauijua	ane	P	LC	árv.
Clusiaceae	<i>Garcinia gardneriana</i>	(Planch. & Triana) Zappi	bacupari	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Tovomitopsis paniculata</i>	(Spreng.) Planch. & Triana	azedinha	zoo	NP	NE	árv.
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i>	Hook.	xaxim, samabaçu	ane	NP	VU	arb.
Euphorbiaceae	<i>Alchornea sidifolia</i>	Müll.Arg.	tapiá-guaçu	zoo	P	NE	árv.
	<i>Alchornea triplinervia</i>	(Spreng.) Müll.Arg.	pau-jangada, tapiá	zoo	P	NE	árv.
	<i>Croton floribundus</i>	Spreng.	capixingui	aut	P	NE	árv.
	<i>Croton macrobothrys</i>	Spreng.	pau-sangue	aut	P	NE	árv.
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i>	Benth.	jacarandá-do-mato	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Dalstedtia pinnata</i>	(Benth.) Malme	timbozinho	aut	NP	NE	árv.
	<i>Erythrina crista-galli</i>	L.	suinã	aut	P	NE	árv.
	<i>Inga edulis</i>	Mart.	ingá-de-metro	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Inga marginata</i>	Willd.	ingá-feijão	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Inga sessilis</i>	(Vell.) Mart.	ingá	zoo	P	NE	árv.
	<i>Machaerium brasiliense</i>	Vogel	jacarandá-sangue	ane	NP	NE	árv.
	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	(Mart.) J.F.Macbr.	pau-jacaré	aut	NP	LC	árv.

continua...

continuação

FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
	<i>Pseudopiptadenia lepostachya</i>	(Benth.) Rauschert	-	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Senna multijuga</i>	(Rich.) H.S.Irwin & Barneby	pau-cigarra	ane	P	NE	árv.
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i>	(Jacq.) Moldenke	tamanqueira	zoo	P	NE	árv.
Lauraceae	<i>Alibea saligna</i>	Meisn.	canela-do-rio-grande	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Ariba firmula</i>	(Nees & Mart.) Mez	canela	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Cryptocarya seigna</i>	Mez.	canela	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Endlicheria paniculata</i>	(Spreng.) J.F.Macbr.	canela-sebo	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Nectandra barbellata</i>	Coe-Teix.	canela-parda	zoo	NP	VU	árv.
	<i>Nectandra oppositifolia</i>	Nees & Mart.	canela-ferrugem	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Ocotea bicolor</i>	Vattimo-Gil	canela-branca	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Ocotea glaziovii</i>	Mez	canela	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Ocotea indecora</i>	(Schott) Mez	canela-sassafrás-do-campo	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Ocotea laxa</i>	(Nees) Mez	canela	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Ocotea nectandrifolia</i>	Mez	canela-burra	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Ocotea puberula</i>	(Rich.) Nees	louro-abacate	zoo	NP	NT	árv.
FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
Lauraceae	<i>Ocotea nutans</i>	(Nees) Mez	canela-preta	zoo	NP	NE	árv.
(continuação)	<i>Ocotea silvestris</i>	Vattimo-Gil	canela-copaiba	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Ocotea venulosa</i>	(Nees) Baitello	canela	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Persea alba</i>	Nees & Mart.	canela-maçaranduba	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Persea willdenovii</i>	Kosterm.	bacateiro-do-mato	zoo	NP	LC	árv.
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	(Raddi) Kuntze	jequitibá-branco	ane	NP	NE	árv.
Melastomataceae	<i>Leandra melastomoides</i>	Raddi	camará-do-mato	zoo	NP	NE	arb.

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
	<i>Leandra variabilis</i>	Raddi	pixirica-de-barranco	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Miconia formosae</i>	Cogn.	jacatirão	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Miconia latecrenata</i>	(DC.) Naudin	pixirica-quaresma	zoo	P	NE	arb.
	<i>Miconia pusilliflora</i>	(DC.) Naudin	pixirica	zoo	P	NE	arb.
	<i>Miconia sellowiana</i>	Naudin	pixirica	zoo	P	NE	arb.
	<i>Ossaea marginata</i>	(Desc.) Triana	-	zoo	P	NE	arb.
	<i>Pleroma estrellense</i>	(Raddi) P.J.F. Guim. & Michelang.	quaresma	aut	P	NE	árv.
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	(Vell.) Mart.	canjerana	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Cedrela fissilis</i>	Vell.	cedro, cedro-rosa	ane	NP	VU	árv.
	<i>Cedrela odorata</i>	L.	cedro-cheiroso	ane	NP	VU	árv.
	<i>Guarea macrophylla</i>	Vahl	café-bravo, peloteira	zoo	NP	NE	árv.
Monimiaceae	<i>Mollinedia schottiana</i>	(Spreng.) Perkins	pimenteira	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Mollinedia argyrogyna</i>	Perkins	capixim	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Mollinedia uleana</i>	Perkins	erva-de-santo-antonio	ane	NP	NE	árv.
	<i>Mollinedia widgrenii</i>	A.DC.	corriceira	zoo	NP	NE	árv.
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i>	(Miq.) Miq.	figueira-mata-pau	ane	NP	NE	árv.
	<i>Sorocea bonplandii</i>	(Baill.) W.C.Burget al.	cincho	zoo	NP	LC	árv.
Myrtaceae	<i>Campomanesia guaviroba</i>	(DC.) Kiaersk.	guabioba	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	(Mart.) O.Berg	gabioba-árvore	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Eucalyptus grandis</i>	W. Mill	eucalipto	aut	-	-	árv.
	<i>Eucalyptus saligna</i>	Sm.	eucalipto	aut	-	-	árv.

continua...

continuação

FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
	<i>Eugenia bimarginata</i>	DC.	eugenia	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Eugenia cerasiflora</i>	Miq.	guamirim, cambuizinho	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Eugenia involucreta</i>	DC.	cereja-do-rio-grande	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Eugenia prasina</i>	O.Berg	eugenia	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Eugenia pyriformis</i>	Cambess.	uvaia	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Myrcueugenia myrcioides</i>	(Cambess.) O.Berg	araçana	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Myrcia hebetata</i>	DC.	batinga	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Myrcia rufipes</i>	DC.	-	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Myrcia splendens</i>	(Sw.) DC.	jambinho, guamirim	zoo	NP	LC	arb.
	<i>Myciaria floribunda</i>	(H. WestexWilld.) O. Berg.	cambuí	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Psidium cattleianum</i>	Sabine	araça	zoo	NP	NE	árv.
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	(Vell.) Reitz	flor-de-pérola	zoo	NP	NE	árv.
Oleaceae	<i>Heisteria silvianii</i>	Schwacke	brinco-de-mulata	zoo	NP	NE	árv.
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	(Schott) Baill.	tabocuva	zoo	NP	NE	árv.
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Alemão	cajeiro-bravo	zoo	NP	NE	árv.
Phytolaccaceae	<i>Seguieria aculeata</i>	Jacq.	-	ane	NP	NE	árv.
FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
Picramniaceae	<i>Picramnia gardneri</i>	Planch.	-	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Picramnia ramiflora</i>	Planch.	-	zoo	NP	NE	árv.
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i>	Aubl.	-	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Piper caldense</i>	C.DC.	-	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Piper cernuum</i>	Vell.	jaborandi, erva-de-jabutí	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Piper dilatatum</i>	Rich.	-	zoo	NP	NE	árv.

continua...

## Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

continuação

FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
	<i>Piper gaudichaudianum</i>	Kunth	jaborandi, aperta-ruão	zoo	NP	NE	arb.
	<i>Piper Ihoitzkyanum</i>	Kunth	-	zoo	NP	NE	arb.
	<i>Piper mollicomum</i>	Kunth	-	zoo	NP	NE	arb.
	<i>Piper permucronatum</i>	Yunck.	-	zoo	NP	NE	arb.
	<i>Piper regnellii</i>	(Miq.) C.DC.	-	zoo	NP	NE	arb.
	<i>Piper richardiiifolium</i>	Kunth	-	zoo	NP	NE	arb.
Poaceae	<i>Chusquea oxylepis</i>	(Hack.) Ekman	critúma	aut	NP	NE	árv.
Polygonaceae	<i>Coccoloba arborescens</i>	(Vell.) R.A.Howard	cipó-pau	zoo	P	NE	árv.
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	(Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	capororoca	zoo	P	NE	árv.
	<i>Myrsine umbellata</i>	Mart.	capororoca, tapororoca-açu	zoo	NP	NE	árv.
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i>	(L.) Urb.	marmelo, coração-negro	zoo	NP	LC	árv.
Rubiaceae	<i>Anaioua intermedia</i>	Mart. ex Schult. & Schult.f.	carvoeiro	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Bathysa australis</i>	(A.St.-Hil.) K.Schum.	sutuparana	aut	NP	LC	árv.
	<i>Chomelia brasiliiana</i>	A. Rich.	-	zoo	NP	NE	arb.
	<i>Cordia concolor</i>	(Cham.) Kuntze	marmelada-de-cachorro	zoo	P	NE	árv.
	<i>Guettarda viburnoides</i>	Cham. & Schidl.	veludo	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Palicourea marcgravi</i>	Hill.	erva-de-rato	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Palicourea sessilis</i>	(Vell.) C.M.Taylor	-	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Posoqueria latifolia</i>	(Rudge) Schult.	baga-de-macaco	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Psychotria suterella</i>	Müll.Arg.	cafezinho-roxo-da-mata	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Randia armata</i>	(Sw.) DC.	laranja-de-macaco	zoo	NP	NE	árv.
Rutaceae	<i>Esenbeckia grandiflora</i>	Mart.	pau-de-cutia	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Lam.	mamica-de-porca	zoo	NP	NE	árv.

continua...

continuação

FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i>	Jacq.	cafezeiro-do-mato	aut	NP	NE	árv.
	<i>Casearia obliqua</i>	Spreng.	casearia	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Casearia sylvestris</i>	Sw.	guaçatonga	aut	P	NE	árv.
	<i>Xylosma ciliatifolia</i>	(Clos) Eichler	cora-de-cristo	zoo	NP	LC	árv.
Sapindaceae	<i>Allophylus petiolulatus</i>	Radlk.	chau-chau	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Cupania ludowigii</i>	Sommer & Ferrucci	camboatá	zoo	P	LC	árv.
	<i>Cupania oblongifolia</i>	Mart.	camboatá, pau-magro	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Cupania vernalis</i>	Cambess.	camboatá-vermelho	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Radlk.	camboatá-branco	zoo	NP	NE	árv.
	<i>Matayba juglandifolia</i>	Radlk.	camboatá-branco	zoo	NP	NE	árv.
Sapotaceae	<i>Ecclinusa ramiflora</i>	Mart.	guacá	zoo	NP	NE	árv.
Solanaceae	<i>Cestrum bracteatum</i>	Link & Otto	coreana	zoo	NP	NE	arb.
	<i>Cestrum schlechtendalii</i>	G.Don	coerana	zoo	NP	NE	arb.
	<i>Sessea regnellii</i>	Taub.	-	zoo	NP	LC	arb.
	<i>Solanum argenteum</i>	Dunal	-	zoo	P	NE	árv.
	<i>Solanum cinnamomeum</i>	Sendtn.	jurubeba	zoo	NP	LC	árv.
	<i>Solanum pseudoquina</i>	A. St-Hil.	canema	zoo	P	LC	árv.
<b>Tabela 1 – (Continuação)</b>							
FAMÍLIA	NOME	AUTOR	NOME POPULAR	SD	CS	CA	háb.
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis fasciculata</i>	(Weisn.) Nevlng	embirá/embrira-branca	zoo	NP	NE	árv.
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i>	Sneith.	embaúba-vermelha	zoo	P	NE	árv.
	<i>Cecropia hololeuca</i>	Miq.	embaúba-prateada	zoo	P	NE	árv.
	<i>Cecropia pachystachya</i>	Trécul	embaúba-branca	zoo	P	NE	árv.

Em levantamento realizado na Serra o Itapeti por Tomasulo (2012), foram encontradas 308 espécies, distribuídas em 81 famílias. Onofre *et al.* (2010), e Costa (2018) em talhões de *Eucalyptus* sp. em processo de regeneração natural encontraram valores semelhantes a este trabalho, Arantes (2021) e Scervino e Pereira (2021) identificaram cerca de um terço do total. Quanto ao número de espécies por família as com maior riqueza foram Lauraceae com 21 espécies, Myrtaceae – 15 e Piperaceae – 11. No levantamento de Tomasulo (2012) além de Lauraceae e Myrtaceae, também contribuem Fabaceae, Rubiaceae, Melastomataceae e Solanaceae. Vários autores relacionam a família Myrtaceae entre as cinco que contribuem com maior riqueza (Onofre *et al.*, 2010; Costa, 2018; Arantes, 2021; Scervino; Pereira, 2021). Tais diferenças entre os resultados expostos devem-se ao tempo de realização das coletas, metodologia aplicada, banco de sementes, fonte de propágulos, entre outros.

Vale destacar que as famílias Melastomataceae e Solanaceae são consideradas indicadoras de estágio inicial, enquanto Lauraceae e Myrtaceae de estágio médio a avançado de regeneração, apresentando uma importante contribuição para o processo de restauração (Almeida-Scabbia *et al.*, 2021).

Ao comparar os dados com o trabalho de Tanus *et al.* (2012) em um levantamento realizado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, nota-se que as famílias (Lauraceae, Fabaceae, Rubiaceae e Myrtaceae) estão entre as 10 mais ricas. Merecem destaque espécies enquadradas em alguma categoria de ameaça como *Ocotea puberula*em “Quase ameaçada”, *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Euterpe edulis* e *Nectandra barbellata* classificadas como “Vulnerável” e *Dicksonia sellowiana* como “Em perigo” (Martinelli; Moraes, 2013).

Entre as classes sucessionais encontradas no estudo, a predominante é das espécies não pioneiras (77%), resultado encontrado por outros autores em áreas semelhantes (Onofre *et al.*, 2010; Costa, 2018; Arantes, 2021). A maioria das espécies possui dispersão zoocórica (79%), seguida por anemocórica (13%) e autocórica (8%), concordando com os resultados encontrados por Onofre *et al.* (2010), Costa (2018) e Arantes (2021).

O grande percentual de dispersão zoocórica indica a importância da correlação estabelecida com fauna do entorno, principalmente pela proximidade com áreas preservadas (Silva *et*

al., 2017) como o Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello. Entre as espécies zoocóricas encontradas podemos citar *Allophylus petiolulatus*, *Alchornea sidifoliae* e *Piper cernuum* (Figura 3). Os processos de dispersão de sementes realizado principalmente por animais, induz o estabelecimento de espécies de diferentes estágios sucessionais, sendo de fundamental importância para a conservação e regeneração da área da RPPN, visto que cerca de 75% da área é constituída por talhões de *Eucalyptus* sp. não manejados e que cerca de 50 a 90% das espécies arbóreas das florestas tropicais são dispersas por animais (Almeida, 2016).

**Figura 3 – Espécies encontradas na Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN Botujuru – Serra do Itapeti no município de Mogi das Cruzes, SP.**

**A. *Allophylus petiolulatus*, B. *Alchornea sidifolia* e C. *Piper cernuum***



## Conclusão

Os resultados deste estudo concordam com outros levantamentos já realizados no Brasil em que o plantio de *Eucalyptus* sp. atua como catalizador do processo de restauração florestal. A localização nas proximidades de remanescentes de Mata Atlântica, como a do Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, pode ter contribuído para o processo de restauração natural nos talhões.

Os talhões de *Eucalyptus* sp possibilitaram o estabelecimento e a manutenção de diversas espécies nativas de diferentes grupos sucessionais, e tipos de dispersão de diásporos, o que evidencia a potencialidade desta espécie exótica agindo como uma espécie pioneira alternativa em modelos de restauração da vegetação nativa, favorecendo o estabelecimento de núcleos de floresta nativa.

Espécies das famílias Myrtaceae, Lauraceae, Piperaceae, Rubiaceae e Sapindaceae, apresentaram elevada riqueza de

espécies neste estudo, podendo ser consideradas opções para o enriquecimento dos povoamentos abandonados de *Eucalyptus* sp, visando o restabelecimento da vegetação nativa, bem como espécies chave da Mata Atlântica, como o palmito-juçara – *Euterpe edulis*.

Ao reconhecer a intrínseca relação entre a saúde humana, animal, vegetal e ambiental, podemos desenvolver estratégias mais eficazes para enfrentar os desafios globais de saúde pública, como a propagação de doenças zoonóticas, a resistência antimicrobiana e as mudanças climáticas. Investir em iniciativas que promovam a restauração ambiental e o reconhecimento da biodiversidade local é essencial não apenas para a recuperação dos ecossistemas, mas também para assegurar a continuidade dos serviços ecológicos fundamentais para a sustentabilidade da vida no planeta.

### **Agradecimentos**

Ao Instituto Ecofuturo, BioVeritas, Da Silva Madeireira e ao Dr. João Batista Baitello pela identificação das espécies da família Lauraceae.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. L. **Potencial de restauração natural em talhão de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, na Reserva Natural de Patrimônio Particular (RPPN) Botujuru, Mogi das Cruzes (SP)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) – Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, 2019.

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3 .ed. Ilhéus: Editus, 2016.

ALMEIDA-SCABBIA, R. J. de; GOMES, E. P. C.; ROMANIUC, S.; MENDES MELLO BONINI, L. M. M. B.; DE CASTRO MORINI, M. S. de C. M. Classificação da vegetação e implicações na supressão da Floresta Atlântica: proposta de uma política pública. **Gaia Scientia**, v. 15, n. 1, 2021.

ALVES, M. L.; ALMEIDA, C. L.; ALMEIDA-SCABBIA, R. J. Regeneração natural em talhão de *Eucalyptus* sp, na Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) Botujuru, Mogi das Cruzes, SP. *In: XXII Congresso de Iniciação Científica, 2019, Mogi das Cruzes. Revista Científica UMC*, Edição Especial PIBIC, Mogi das Cruzes: Universidade de Mogi das Cruzes, v. 4, out. 2019.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order sand families off lowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1-20, 2016.

ARANTES, P. B. **Influência da presença de *Eucalyptus* spp. Na diversidade e dinâmica de nutrientes no processo de regeneração de natural da Floresta Ombrófila Densa Montana**. 2021. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura de Piracicaba, Piracicaba, 2021.

ARMANDO, D. M. S.; ROSA, T. C.; DE SOUSA, H.; SILVA, R. A.; DA SILVA CARVALHO, L. C.; GONZAGA, A. P. D.; MACHADO, E. L. M.; COSTA, M. P. Colonização de Espécies Arbustivo-Arbóreas em Povoamento de *Eucalyptus* spp., Lavras, MG. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 376-389, 2011.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 53-66, 2020.

BARBOSA, L. M.; SHIRASUNA, R. T.; LIMA, F. C.; ORTIZ, P. R. T.; BARBOSA, K. C.; BARBOSA, T. C. **Lista de Espécies Indicadas para Restauração Ecológica para Diversas Regiões do Estado de São Paulo**. 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/10/lista-especies-rad-2019.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2023.

BASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000. Brasília. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm). Acesso em: 7 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 7 ago. 2022.

CARVALHO, S. Z.; ALMEIDA-SCABBIA, R. J. Fitossociologia na Reserva Particular de Patrimônio Natural Botujuru, Mogi das Cruzes, SP. *In: XXII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2019, Mogi das Cruzes. **Revista Científica UMC – Edição Especial PIBIC**, Mogi das Cruzes, Universidade de Mogi das Cruzes, 2019. v. 4.

CARVALHO, S. Z.; ALMEIDA-SCABBIA, R. J. Levantamento florístico na Reserva Particular de Patrimônio Natural Botujuru, município de Mogi das Cruzes, SP. *In: XXI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2018, Mogi das Cruzes. **Revista Científica UMC – Edição Especial PIBIC**, Mogi das Cruzes: Universidade de Mogi das Cruzes, v. 3, out. 2018.

CORREIA, L. F.; ALMEIDA-SCABBIA, R. J. Caracterização fitossociológica em sub-bosque de *Eucalyptus* sp. em Botujuru, Mogi

das Cruzes, SP. *IV: XXII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2019, Mogi das Cruzes. **Revista Científica UMC** – Edição Especial PIBIC, Mogi das Cruzes: Universidade de Mogi das Cruzes, v. 4, out. 2019.

CORREIA, L. F.; ALMEIDA-SCABBIA, R. J. Comparação de fitofisionomias em sub-bosque de *Eucalyptus* sp. em Botujuru, Mogi das Cruzes, SP. *In: XXIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UMC/CNPq*, 2020. Mogi das Cruzes. **Revista Científica UMC, Edição especial PIBIC**, Mogi das Cruzes: UMC, v. 5, 2020.

COSTA, J. P. **Regeneração natural no sub-bosque de eucaliptal no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP**. 2018. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica, São Paulo, 2018.

ECOFUTURO. **Plano de manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Botujuru – Serra do Itapety**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.ecofuturo.org.br/blog/plano-de=-manejo-da-rppn-botujuru-serra-do-itapety/#:~:text=A%20RPPN%20Botujuru%20%E2%80%93%20Serra%20do%20Itapety%20foi%20reconhecida%20pela%20Secretaria,FF%-2FDE%20n%C2%BA184%2F2015>. Acesso em: 7 ago. 2023.

ECOFUTURO. **Serra do Itapety**: um breve resumo do plano de manejo. 2016. Disponível em: <http://www.ecofuturo.org.br/wp-content/uploads/2016/11/ae55ffb939bb8006ecd064b-b26e6051b2b6bd2b0.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2023.

FLORA DO BRASIL. Programa REFLORA. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2022. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 7 ago. 2023.

GUEDES, J.; KRUPPEK, R. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa do estado de São Paulo. **Acta Biológica Catarinense**, n. 3, v. 1, p. 12-24, 2016.

LEAL, M. S.; DIAS, H. C. T.; MINGOTI, R.; FERREIRA, M. P.; TONELLO, K. C. Definição de áreas prioritárias à conservação

de solo e água na bacia do Itanguá, Capão Bonito – SP, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 531-544, 2019.

MARMONTEL, C. V. F.; MUTTI, H. S.; MARTINS, T.; RODRIGUES, J. P.; RODRIGUES, V. A. Biodiversidade e estrutura arbórea do estrato regenerante em um povoamento de *Eucalyptus spp.*-Colina, SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 3, 2011.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro Vermelho da Flora do Brasil – 2013**. Rio de Janeiro: CNCFLORA, 2013. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/livro-vermelho-2013>. Acesso em: 9 ago. 2023.

MENIN, A. (org.). **Saúde Única: uma visão sistêmica**. Goiânia: Editora Alta Performance, 2021. 69 p. Livro eletrônico.

MORINI, M. S. C.; MIRANDA, V. F. O. de. **Serra do Itapeti: aspectos históricos, sociais e naturalísticos**. Bauru: Canal 6, 2012.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NÓBREGA, A. M. F. D.; VALERI, S. V.; PAULA, R. C. D.; SILVA, S. A. D. Natural regeneration in forest remainders and reforested areas of "Mogi-Guaçu" river flood plain in Luiz Antônio county, São Paulo, Brazil. **Revista Árvore**, v. 32, n. 5, p. 909-920, 2008.

OLIVEIRA, J. P. M.; ALMEIDA – SCABBIA, R. J. Levantamento do estrato arbóreo em talhões de eucalipto na Reserva Particular de Patrimônio Natural Botujuru, município de Mogi Das Cruzes, SP. In: XXIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UMC/ CNPq, 2020. Mogi das Cruzes. **Revista Científica UMC, Edição especial PIBIC**, Mogi das Cruzes: UMC, v. 5, 2020.

ONOFRE, F. F.; ENGEL, V. L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies de Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioiga, SP. **Scientia Forestalis** (IPEF), v. 38, p. 39-52, 2010.

PAGANI, M. I. Preservação da Serra do Itapeti. *In*: MORINI, M. S.C.; MIRANDA, V. F. O. **Serra do Itapeti**: aspectos históricos, sociais e naturalísticos. Bauru: Canal 6, 2012.

PETTAN-BREWER, C. *et al.* Editorial: Challenges and successes of One Health in the context of planetary health in Latin America and the Caribbea. **Frontiers in Public Health**, p. 1-5, 2022.

PRADO, T. R. **Flora arbórea em sub-bosque de Eucalyptus sp em antiga unidade de produção florestal, na Reserva Particular de Patrimônio Natural, RPPN, Botujuru, Mogi das Cruzes, SP**. 2021. Iniciação Científica (Graduando em Ciências Biológicas) – Universidade de Mogi das Cruzes, Fundação de Amparo ao Ensino e Pesquisa de Mogi das Cruzes, 2021.

SALOMÃO, C. DE S. C.; LIMA, L. S.; RAJÃO, R. G. L. Disposição de proprietários rurais à adoção de práticas voluntárias e compulsórias de restauração florestal na região do médio Rio Doce – MG. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022.

SCERVINO, R. P.; PEREIRA, L. C. S. M. Regeneração natural, composição e estrutura em um fragmento em sucessão secundária de Mata Atlântica e em reflorestamento comercial de *Eucalyptus saligna* Smith (Myrtaceae) abandonado à regeneração. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 2571-2585, 2021.

SEUBERT, R. C.; MACANEIRO, J. P.; SCHORN, L. A.; SEBOLD, D. C. Regeneração natural em diferentes períodos de abandono de áreas após extração de *Eucalyptus grandis* Hill exMaiden, em argissolo vermelho-amarelo álico, em Brusque, Santa Catarina. **Ciência Florestal (on-line)**, v. 27, n. 1, p. 1-19, 2017.

SIGAM. **Planos de manejo** – Área de Proteção Ambiental Serra do Itapeti. 2020. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=16833>. Acesso em: 7 ago. 2022.

SOSMA. Fundação SOS Mata Atlântica. **Relatório Anual 2020**. 2021. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/>

uploads/2021/07/Relat%C3%B3rio\_SOSMA\_2020\_01\_COM-REVIS%C3%95E\_12\_07\_2021.pdf. Acesso em: 7 ago. 2022.

SOUZA, P. B. D.; MARTINS, S. V.; COSTALONGA, S. R.; COSTA, G. D. O. Floristic and structure of tree-shrub vegetation in understory of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden stands, in Viçosa, MG, Brazil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 533-543, 2007.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

TANUS, M. R.; PASTORE, M.; BIANCHINI, R. S.; GOMES, E. P. C. Estrutura e composição de um trecho de Mata Atlântica no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 39, p. 157-168, 2012.

TODOU, G.; DEDANGSOU, S.; KÉMEUZÉ, A. Floristic composition, diversity and ecological importance of woody plants in eastern part of National Park of Sena Oura, Chad. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, v. 11, n. 2, p. 92-104, 2017.

TOMASULO, P. L. B. Flora fanerogâmica da Serra do Itapeti. In: MORINI, M. S. C.; MIRANDA, V. F. O. **Serra do Itapeti**: aspectos históricos, sociais e naturalísticos. Bauru: Canal 6, 2012. p. 107-125.

TURCHETTO, F.; DE OLIVEIRA FORTES, F.; CALLEGARO, R. M.; MAFRA, C. R. B. Potencial de *Eucalyptus grandis* como facilitadora da regeneração natural. **Nativa**, n. 3, v. 4, p. 252-257, 2015.

YOSHIKAWA, V. N. **Laboratório de Sistemática Vegetal, Taxonomia**. Mogi das Cruzes: Universidade de Mogi das Cruzes, 2019.

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

# CAPÍTULO 15

## COLEÇÕES ZOOLOGICAS PARA O SÉCULO XXI E ALÉM

*Livia Pires do Prado*  
*Jader Oliveira*  
*Nathalia Sampaio da Silva*  
*Thalles P. Lavinsky Pereira*

---

### **Coleções Zoológicas**

As coleções zoológicas consistem em conjuntos de organismos ou partes deles preservados fora de seus ambientes naturais e organizados para fornecer dois tipos primários de informações. O primeiro tipo é o próprio organismo. O segundo tipo de informação que um espécime nos fornece é sobre o objeto em si, como quando e onde o espécime foi coletado (Barkdull *et al.*, 2023). A combinação da identidade e origem desses organismos, juntamente com práticas curatoriais específicas, torna esse material disponível para estudo, possibilitando responder a diversas questões.

Por abrigarem o material testemunho da biodiversidade com implicações diretas para a economia, saúde pública, ecologia e conservação, entre outros serviços, as coleções zoológicas são consideradas um patrimônio (Taddei *et al.*, 1999; de Vivo *et al.*, 2014; Percequillo *et al.*, 2022). Embora variem em tamanho e objetivo, cada coleção é única, refletindo os esforços e interesses específicos de seus curadores e da instituição. Os organismos depositados nesses acervos representam momentos únicos na história dos ecossistemas, podendo, por exemplo, abrigar representantes da fauna de regiões alteradas pela ação antrópica, além de contribuírem no preenchimento de diferentes tipos de lacunas de conhecimento (Taddei *et al.*, 1999; Zaher; Young, 2003). No Brasil, ao longo dos últimos séculos, museus de história natural, institutos de pesquisas e universidades, constituíram importantes coleções zoológicas, somando milhões de

espécimes, sendo o maior acervo de espécimes da Região Neotropical no mundo e expandindo seus usos para além das fronteiras da academia (Zaher; Young, 2003; Percequillo *et al.*, 2022).

A formação de uma coleção zoológica envolve diversas etapas (Figura 1), desde a coleta até a disponibilização do material, todas regidas por protocolos curatoriais bem definidos e em conformidade com a legislação vigente sobre a biodiversidade do país. Após a incorporação do material no acervo é necessário aplicar práticas de conservação, que têm sido aprimoradas desde os primeiros acervos. O intercâmbio constante de exemplares e conhecimentos entre profissionais também desempenha um papel importante, resultando na criação de protocolos associados ao processo curatorial em coleções, permitindo estudos comparativos (Brandão *et al.*, 2021).

O Brasil, como o maior país da Região Neotropical, é reconhecido internacionalmente pela sua vasta diversidade biológica, englobando alguns dos biomas mais diversos do planeta. Dentro desse contexto, as coleções biológicas desempenham um papel de destaque como preciosos repositórios de informações, essenciais para o registro, documentação e análise de espécies que habitam nosso território (Myers *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2019). Segundo estimativas de Lewinsohn e Prado (2002), a biodiversidade brasileira abriga entre 170 mil e 210 mil espécies biológicas conhecidas, representando aproximadamente 10% da biodiversidade mundial. No entanto, acredita-se que o número total de espécies possa chegar a cerca de 1,8 milhões, evidenciando a magnitude do desafio que enfrentamos no que tange à compreensão taxonômica, biogeográfica e ecológica desses organismos. Esse desafio é ainda mais evidente em meio à acelerada perda ambiental que presenciamos, mas também com um potencial imenso, onde o capital natural pode gerar benefícios econômicos, sociais e de saúde.

**Figura 1 – Breve descrição das etapas envolvidas durante o ciclo curatorial de uma coleção zoológica**



## Coleções Zoológicas na Conservação Ambiental

As coleções zoológicas são uma ferramenta extremamente importante para a conservação das espécies, pois estes acervos guardam diversas informações sobre vários táxons, nas escalas de tempo e espaço (*e.g.*, coordenada geográfica, informações sobre os locais de coleta e técnicas de amostragem) (Zaher; Young, 2003; Graham *et al.*, 2004; Souza-Campana *et al.*, 2020; Gotelli *et al.*, 2023). As coleções regionais, por exemplo, são especialmente singulares ao passo que possuem acervos de coletas de âmbito local, fato este que contribui consideravelmente no sentido de abrigar e disponibilizar o conhecimento da diversidade regional (Souza-Campana *et al.*, 2020).

É fundamental apontar que tais informações servem ainda de subsídios para a pesquisa científica em uma ampla variedade de áreas de estudo, conseqüentemente, auxiliam no processo de conhecimento das espécies, podendo, portanto, auxiliar no planejamento e implementação de políticas públicas direcionadas à conservação (Zaher; Young, 2003; Souza-Campana *et al.*, 2020; Gotelli *et al.*, 2023). Pode-se citar, por exemplo, a coleção de referência do Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê, que contribui com o planejamento da Área de Proteção Ambiental da Serra do Itapeti e do corredor ecológico entre a Serra do Itapeti e a Serra do Mar, ambos localizados na região do Alto Tietê, no Estado de São Paulo (Souza-Campana *et al.*, 2020).

No entanto, as políticas de conservação possuem recursos financeiros limitados (Flather; Sieg, 2007; Alonso, 2010). Sendo assim, existe a necessidade de selecionar espécies-alvo para a conservação, como é o caso das espécies raras, endêmicas e/ou ameaçadas de extinção, devido a sua vulnerabilidade (Flather; SIEG, 2007; Alonso, 2010; Lim *et al.*, 2012). Neste sentido, os acervos guardam a história natural, sendo que algumas espécies raras, ameaçadas de extinção e extintas são conhecidas apenas pelos seus exemplares depositados em coleções (Zaher; Young, 2003). Além disso, também possuem informações sobre áreas alteradas ou que deixaram de existir (Zaher; Young, 2003; Graham *et al.*, 2004). Esses registros permitem compreender os padrões de distribuição das espécies, possibilitando avaliar a sua raridade e/ou estado de preservação, e assim indicar planos de conservação (Gaubert *et al.*, 2006; Paquin *et al.*, 2008; Torres-Martínez *et al.*, 2021).

A falta de conhecimento sobre os táxons é apontada como uma das causas que comprometem a conservação das espécies (Graham *et al.*, 2004; Sanderson *et al.*, 2021). Entretanto, os museus e instituições têm disponibilizado as informações de suas coleções em plataformas digitais e softwares, como: “Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira” (SiBBR); “Specify Collections Consortium”; “The Global Biodiversity Information Facility” (GBIF) (Graham *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2019). A disponibilização de dados de coleções regionais em nível global tem possibilitado estudos em escalas maiores, sendo possível fazer projeções da distribuição geográfica das espécies frente às mudanças climáticas, mapear áreas de diversidade, endemismo

e centros de raridade (Graham *et al.*, 2004; Alonso, 2010; Kass *et al.*, 2022). Essas informações permitem avaliar e indicar áreas para proteção e/ou monitoramento (Graham *et al.*, 2004).

## **Dados de Coleções Zoológicas no âmbito da saúde pública**

No âmbito da saúde pública, as coleções biológicas desempenham um papel crucial na vigilância epidemiológica, especialmente no que diz respeito às doenças parasitárias. Através da correlação de informações entre espécies patogênicas e seus vetores, reservatórios e hospedeiros, essas coleções se tornam ferramentas indispensáveis para a estruturação de políticas de saúde eficazes e o monitoramento da dispersão de doenças no território brasileiro (Fiocruz, 2023).

A correlação entre os dados de ocorrência de espécies nas coleções biológicas e técnicas avançadas de modelagem de nicho ecológico tem se revelado fundamental para a compreensão da distribuição espacial dessas espécies ao longo do tempo. Essas análises não apenas permitem a elaboração de mapas de distribuição, mas também são essenciais para a definição de estratégias de conservação, o estabelecimento de unidades de proteção ambiental e a implementação de medidas de recuperação de áreas degradadas. Além disso, esses dados desempenham um papel crítico na avaliação do risco representado por espécies que são vetores de doenças (Thomas, 2018). Ao correlacionar informações sobre a distribuição geográfica dessas espécies com dados epidemiológicos, é possível identificar áreas de maior risco de transmissão de doenças, possibilitando a implementação de medidas preventivas e de controle mais eficazes para proteger a saúde pública (Fiocruz, 2023).

Um exemplo evidente da influência da Coleção Entomológica de Referência (CER), da Faculdade de Saúde Pública -FSP (Universidade de São Paulo – USP), reside em sua destacada contribuição para a formação de profissionais e a formulação de estratégias eficazes no combate às doenças veiculadas por insetos. Desde sua origem no Instituto de Higiene da Faculdade de Medicina da USP, a CER tem prosperado sob a liderança de figuras proeminentes, como Paulo César de Azevedo Antunes

e John Lane, alcançando reconhecimento internacional como um centro de excelência. Por meio de pesquisas e compartilhamento de conhecimento, a CER tem desempenhado um papel crucial na proteção de populações vulneráveis contra surtos epidêmicos, destacando-se como um bastião na promoção da saúde pública, tanto no Brasil quanto em toda a América Latina (Dolci *et al.*, 2023).

No caso específico da Fiocruz, conforme mencionado em seu portal institucional, a integração das importantes coleções biológicas da instituição, aliada ao desenvolvimento de infraestrutura digital e ferramentas de automação de dados, desempenha um papel estratégico crucial. Esse contexto não só otimiza os serviços de referência em saúde, mas também impulsiona avanços significativos na pesquisa e desenvolvimento de novas terapias, vacinas e diagnósticos médicos, destacando-se como uma iniciativa fundamental para o avanço da saúde pública.

As coleções biológicas, como a CER e da Fiocruz, representam um patrimônio inestimável para a saúde pública brasileira. Esses acervos não se limitam a serem apenas depósitos de espécimes, mas são verdadeiras fontes de conhecimento que desempenham um papel crucial na preservação da biodiversidade e na proteção da saúde da população. A integração e valorização desses recursos são fundamentais para impulsionar avanços significativos na pesquisa, no desenvolvimento de terapias, vacinas e diagnósticos médicos, promovendo assim um futuro sustentável e saudável para as gerações presentes e futuras.

## **Abordagens de divulgação dos dados de coleção**

Além dos artigos científicos, que também são fontes de informação sobre as pesquisas e dados depositados nas coleções zoológicas, muitos museus e instituições brasileiras possuem seus dados armazenados em bancos de dados públicos, como o SiBBR.gov.br (2024), e compartilhados em agregadores (conjuntos de bancos de dados), como o GBIF.org (2024).

Recentemente, o IBGE (2024) utilizou dados de cerca de 22.5 milhões de registros (até o ano 2022) do SiBBR, que estão também agregados no GBIF, para fazer uma avaliação profunda da distribuição dos registros nos biomas brasileiros e qual as fontes de informação (dados de coleção, projetos, ciência cidadã,

entre outros) de nove grupos taxonômicos: anfíbios, artrópodes, aves, fungos, mamíferos, moluscos, peixes ósseos, plantas vasculares e répteis. Com essa análise, essa Instituição mostrou divergências significativas de fonte de informação entre os grupos. Por exemplo, mais de 90% dos registros de Aves são provenientes de dados de ciência cidadã, enquanto mais de 90% das plantas e fungos são material de coleção. No quesito Biomas, cerca de 6% do território não possui registro de biodiversidade, sendo a maior parte dos registros concentrada na Mata Atlântica. Por outro lado, o sistema costeiro é pouco documentado nos bancos de dados, com cerca de 81% da área sem registros. Por fim, O IBGE destacou a necessidade de tornar esses dados acessíveis à comunidade, especialmente para aqueles que elaboram políticas públicas de conservação ambiental.

Dados do GBIF (2024) mostram que entre os museus brasileiros, coleções científicas e instituições que lidam com registros de biodiversidade, 118 estão cadastradas no GBIF e 106 compartilham seus dados no agregador. São quase 12 milhões de registros para o Brasil salvaguardados por instituições brasileiras, sendo que cerca de 11,5 milhões são de espécimes preservados. Porém, os registros de ocorrência para o Brasil são maiores, pois outras instituições internacionais (508) possuem informações compartilhadas no agregador sobre a biodiversidade brasileira, somando cerca de 30 milhões de registros para o Brasil no GBIF; incluindo espécimes coletados e registros de espécimes e espécies não coletadas, como, por exemplo, fotos de insetos e cantos de aves. Em resumo, são milhares de registros que, em sua maioria, estão bem curados, com acesso gratuito e irrestrito, e que podem ser utilizados para formulação de políticas públicas nos mais diversos âmbitos.

Sobre dados produzidos pela ciência cidadã o recurso mais utilizado é o iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>), rede social em que os cidadãos podem postar registros de qualquer ser vivo, especialmente Fauna, Flora e Fungos. No sistema, os cidadãos fornecem dados interessantes sobre diversos aspectos da biologia, como local e data da observação, e algumas vezes de comportamento, como por exemplo uma mosca parasitóide atacando uma abelha (Sessegolo, 2024). De forma colaborativa, o espécime pode ser identificado por cientistas e não especialistas. Ao alcançar o *status* de “qualidade científica”, que significa que

a identificação passou por um processo de curadoria por três especialistas, essa informação fica também disponível no GBIF.

Muitos artigos sobre a biodiversidade brasileira foram publicados utilizando informações desses agregadores em diversos grupos, tanto com invertebrados (Iniesta *et al.*, 2020), quanto aves (Bonfim *et al.*, 2020) e plantas (De Mello Canalli *et al.*, 2022). E muitos artigos se utilizaram da ciência cidadã produzida pelo iNaturalist como, por exemplo, para lagartos (Zocca *et al.*, 2023) e anfíbios (Oliveira *et al.*, 2023). Esses artigos demonstram que, apesar de possuírem diferentes fontes de informação, os bancos de dados e agregadores são boas fontes de conhecimento sobre a biodiversidade do país.

A cada década que se passa, fica mais evidente a necessidade de iniciativas de divulgação científica, bem como mostrar à população sobre como a ciência é feita. A pandemia de covid-19 deixou escancarada essa necessidade com a luta incessante dos cientistas, jornalistas e comunidade contra notícias falsas, popularmente conhecidas pela expressão em inglês “fake news”. Nesse sentido, vale lembrar que a divulgação científica vem para conectar e informar de forma mais palatável, ou até mesmo decodificando um vocabulário mais técnico, à sociedade os achados da ciência (Bueno, 2010), e inúmeras são as páginas em redes sociais ligadas às coleções científicas que possuem esse fim (*e.g.*, página do Instagram do Laboratório de Sistemática, Evolução e Biologia de Hymenoptera do Museu de Zoologia de São Paulo). Vale a pena ressaltar que muitos museus no país possuem além das coleções científicas, espaços para divulgação científica por meio de exposições e espaços pensados e preparados para um público diversificado de pessoas, ex. Museu Nacional – RJ, Instituto Butantan – SP (Falaschi *et al.*, 2011).

Concluindo, a interconectada tríade (banco de dados, ciência cidadã e divulgação científica) se mostra essencial para aproximar a sociedade da ciência, bem como para convidar os próprios cidadãos a produzir dados que podem ser usados por cientistas e legisladores. E por ter livre acesso, SiBBR e GBIF demonstram ser fontes preciosas e curadas de dados de coleções biológicas para divulgação científica, publicação de artigos, e para formulação de políticas públicas.

## Reflexões finais

As coleções zoológicas continuam a ser uma fonte fundamental que oferece uma das visões mais abrangentes da fauna do planeta, proporcionando uma oportunidade única aos profissionais para compreender e abordar questões em diversas áreas. Pontos cruciais que merecem destaque incluem: (1) intensificação dos esforços para ampliar o alcance e o acesso aos dados das coleções; (2) colaboração entre profissionais de diversas áreas que utilizam os dados das coleções, em parceria com curadores e técnicos que trabalham diretamente com a curadoria dos acervos, para reconhecer devidamente o uso de dados em coleções em publicações e demais iniciativas; (3) apoio contínuo das agências de fomento e de iniciativas públicas e privadas para financiar projetos relacionados aos acervos, garantindo sua expansão, conservação e disponibilização e; (4) disseminação de cursos e treinamentos sobre o manejo e a relevância das coleções, realização de discussões entre instituições e sociedades científicas sobre protocolos curatoriais, bem como a inclusão de disciplinas sobre esse tema em cursos de graduação e pós-graduação e eventos extensionistas. Essas medidas são fundamentais para promover e destacar a importância das coleções. A união de esforços e o constante intercâmbio de conhecimentos e experiências, juntamente com a disponibilização desses recursos, são essenciais para reconhecer e ampliar os diversos usos das coleções.

## Agradecimentos

À Dra. Maria Santana C. Morini pelo convite para escrever este capítulo.

Jader Oliveira, expressa seus agradecimentos à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio concedido no âmbito do processo 19/02145-2.

Livia Pires do Prado agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Programa de Pesquisa em Biodiversidade/PPBio, Processos n° 441201/2023-7 e n° 382108/2024-8).

## REFERÊNCIAS

ALONSO, L. E. Ant conservation: current status and a call to action. In: LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L. (ed.). **Ant Ecology**. Nova Iorque: Oxford University Press Inc. 2010. p. 59-74.

BARKDULL, M.; MILLER, C. R.; PIPKIN, M. A.; MOREAU, C. S. Natural history collections: what are they and why do we need them? **Frontiers for Young Minds**, v. 11, n. 1048608, 2023. DOI: 10.3389/frym. 2023.1048608

BONFIM, F. C.; DE ABREU JÚNIOR, P. B.; CARNEIRO, P. L.; DA SILVA, S.V.; LUIZ, E. R. New records of threatened cotingas (Aves, Cotingidae) in fragments of Atlantic Forest in southeastern Bahia, Brazil. **Check List**, v. 12, n. 16(6), p. 1657-61, 2020.

BRANDÃO, C. R. F.; RAMOS, K. S.; ULYSSÉA, M. A.; SANTOS, A. D.; ANDRADE, T. O. Princípios para a curadoria técnica do acervo entomológico do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. **Anais do Museu Paulista**, v. 29, p. 1-20, 2021.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, p. 1-12, 2010.

CANALLI Y. M.; SOARES B. E., MOREIRA A. D., SAKURAGUI C. M. First record of *Utricularia breviscapa* C. Wright ex Griseb (Lentibulariaceae) in Rio de Janeiro state, Brazil. **Check List**, v. 27, n. 18(5), p. 983-7, 2022.

COOK, J. A.; EDWARDS, S. V.; LACEY, E. A. *et al.* Natural History Collections as Emerging Resources for Innovative Education, **BioScience**, v. 64, n. 8, p. 725-734, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biu096>

DE VIVO, M.; SILVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, F. Reflexões sobre coleções zoológicas, sua curadoria e a inserção dos museus na estrutura universitária brasileira. **Arquivos de Zoologia**, v. 45, p. 105-114, 2014. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.21767793.v45iespp105-113>

DOLCI, M. C.; SPINA, F. A.; SALLUM, M. A. M. Coleção entomológica de referência: 85 anos de contribuições à saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 57, 2023. DOI: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2023057004963>

DREW, J. A.; MOREAU, C. S.; STIASSNY, M. L. J. Digitization of museum collections holds the potential to enhance researcher diversity. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, p. 1789-1790, 2017.

FALASCHI, R. L.; CAPELLARI, R. S.; OLIVEIRA, S. S. Museus de ciência: do reconhecimento e conservação da biodiversidade à divulgação científica. **Revista Simbio-Logias**, v. 4, n. 6, p. 12-23, 2011.

FIOCRUZ. **Coleções Biológicas**: contribuições para a Pesquisa e a Saúde Pública [Folder]. 2023. Disponível em: [https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos\\_2/folder\\_colecoes\\_atualizado\\_2023.pdf](https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos_2/folder_colecoes_atualizado_2023.pdf). Acesso em: 16 fev. 2024.

FLATHER, C. H.; SIEG, C. H. Species rarity: definition, causes and classification. In: RAPHAEL, M. G.; MOLINA, R. (ed.). **Conservation of rare or little-known species**: biological, social, and economic considerations. Washington: Island Press. 2007. p. 40-66.

GAUBERT, P.; PAPES, M.; PETERSON, A. T. Natural history collections and the conservation of poorly known taxa: ecological niche modeling in central African rainforest genets (*Genetta* spp.). **Biological Conservation**, v. 130, n. 1, p. 106-117, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.12.006>

GBIF (Global Biodiversity Information Facility). **GBIF Home Page**. 2024. Disponível em: <https://www.gbif.org>. Acesso em: 9 fev. 2024.

GOTELLI, N. J.; BOOHER, D. B.; URBAN, M. C. *et al.* Estimating species relative abundances from museum records. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 14, p. 431-443, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13705>

GRAHAM, C. H.; FERRIER, S.; HUETTMAN, F.; MORITZ, C.; PETERSON, A. T. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 9, p. 497-503, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.006>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2024. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 9 fev. 2024.

INIESTA, L. F.; BOUZAN, R. S.; RODRIGUES, P. E.; ALMEIDA, T. M.; OTT, R.; BRESCOVIT, A. D. Ecological niche modeling predicting the potential invasion of the non-native millipede *Oxidus gracilis* (CL Koch, 1847) (Polydesmida: Paradoxosomatidae) in Brazilian Atlantic Forest. *In: SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE DE FRANCE* (ed.). **Taylor & Francis**. v. 56, n. 5, p. 387-394, 2020.

JENKINS, C. N.; AZUMA, F.; FISHER, B. L. *et al.* The global distribution of known and undiscovered ant biodiversity. **Science Advances**, v. 8, n. 31, p. eabp9908, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abp9908>

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

LIM, G. S.; BALKE, M.; MEIER, R. Determining species boundaries in a world full of rarity: singletons, species delimitation methods. **Systematic Biology**, v. 61, n. 1, p. 165-169, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1093/sysbio/syr030>

MCLEAN, B. S.; BELL, K. C.; DUNNUM, J. L. *et al.* **Natural history collections-based research: progress, promise, and best practices**. **Journal of Mammalogy**, v. 97, p. 287-297, 2016.

MILLER, S. E.; BARROW, L. N.; EHLMAN, S. M. *et al.* Building natural history collections for the twenty-first century and beyond. **BioScience**, v. 70, n. 8, p. 674-687, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa069>

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>

OLIVEIRA, H. J.; OLIVEIRA, G. A.; COSTA, H. C. First record of *Amphisbaena anomala* (Squamata: Amphisbaenidae) in lowland Caatinga based on citizen science, with an updated distribution map. **Austral Ecology**, v. 48, n. 8, p. 2253-60, 2023.

OLIVEIRA, U.; SOARES-FILHO, B. S.; SANTOS, A. J. *et al.* Modelling highly biodiverse areas in Brazil. **Scientific Reports**, v. 9, p. 6355, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42881>

PAQUIN, P.; DUPÉRRÉ, N.; COKENDOLPHER, J. C.; WHITE, K.; HEDIN, M. The fundamental importance of taxonomy in conservation biology: the case of the eyeless *Cicurina bandida* (Araneae: Dictynidae) of central Texas, including new synonyms and the description of the male of the species. **Invertebrate Systematics**, v. 22, n. 2, p. 139-149, 2008.

PERCEQUILLO, A. R.; BARBOSA, M. F. C.; BOCKMANN, F. A. *et al.* Natural history museums and zoological collections of São Paulo State. **Biota Neotropica**, 22(spe), 2022. Disponível em: [www.biotaneotropica.org.br/BN/article/view/1973](http://www.biotaneotropica.org.br/BN/article/view/1973)

SANDERSON, C.; BRABY, M. F.; BOND, S. Butterflies Australia: a national citizen science database for monitoring changes in the distribution and abundance of Australian butterflies. **Austral Entomology**, v. 60, n. 1, p. 111-127, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/aen.12513>

SANTOS, C. R. M.; AVIZ, D.; ALBUQUERQUE, E. Z. Coleções biológicas do Museu Paraense Emílio Goeldi: 150 anos de história: estado atual e perspectivas futuras. *In*: GALÚCIO, A. V.; PRUDENTE, A. L. (ed.). **Museu Goeldi: 150 anos de ciência na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2019. p. 246-270.

SESSEGOLO, F. **iNaturalist observation**. 2024. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/observations/71577189>. Acesso em: 9 fev. 2024.

SIBBR – SISTEMA DA INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: 8 mar. 2024

SOUZA-CAMPANA, D. R.; WAZEMA, C. T.; MAGALHÃES, F. S. *et al.* Coleção de referência do Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê, São Paulo, Brasil: status atual e perspectivas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais**, v. 15, n. 1, p. 317-336, 2020. DOI: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i1.274>

TADDEI, V. A.; MARTINS, U. R.; DE VIVO, M.; PERCEQUILLO, A. R. O acervo das coleções zoológicas do estado de São Paulo. *In:* BRITO, M. C. W.; JOLY, C. A. (ed.): **Biodiversidade do estado de São Paulo. Síntese do conhecimento ao final do século XX**: infraestrutura para conservação da biodiversidade. São Paulo: FAPESP, 1999. v. 7. P .81-101.

THOMAS, M. B. Biological control of human disease vectors: a perspective on challenges and opportunities. **Biocontrol**, v. 63, n. 1, p. 61-69, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9815->

TORRES-MARTÍNEZ, M. M.; RAMÍREZ-CHAVES, H. E.; NOGUEIRA-URBANO, E. A.; PASSOS, F. C. Assessment of the rarity and conservation status of the Colombian endemic brown hairy dwarf porcupine *Coendou vestitus*. **Oryx**, v. 55, n. 5, p. 765-770, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0030605319001029>

ZAHER, H.; YOUNG, P. S. As coleções zoológicas brasileiras: panorama e desafios. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 3, p. 24-26, 2003.

ZOCCA, C.; BARRETO-LIMA, A. F.; DALEPRANE, D. B.; GHI-LARDI-LOPES, N. P. Citizen science expanding knowledge: a new record of the lizard *Heterodactylus imbricatus* (Squamata, Gymnophthalmidae) in south-eastern Brazil. **Biodiversity Data Journal**, v. 11, n. e10792, 2023.

# CAPÍTULO 16

## POLÍTICAS PÚBLICAS PARA CONSERVAÇÃO DE COLEÇÕES BIOLÓGICAS

*Marília Cristina Duarte*  
*Vania Nobuko Yoshikawa*

---

### **Introdução**

Há quase três séculos, espécimes biológicos vêm sendo continuamente colecionados em diversas instituições de ensino e pesquisa, museus de história natural e herbários ao redor do mundo, sendo um patrimônio de valor incalculável sob muitos pontos de vista (Gonzalez, 2010; Canhos, 2003; Graham *et al.*, 2004; Gaikwad; Chavan, 2006). Para as ciências biológicas, além de contarem a história da própria ciência, fornecem o melhor retrato possível da evolução dos organismos de uma biota ao longo de alguns ou milhões de anos (Gonzalez, 2010; Bowker, 2000).

Nesse contexto, pode-se entender que o conjunto de organismos, ou partes destes preservados fora do ambiente natural (*ex-situ*), é denominado de Coleção Biológica (CB). Os componentes das coleções são preparados e organizados de modo a informar a procedência e identificação taxonômica de cada um dos espécimes, o que lhe confere status científico. Dessa forma, as coleções biológicas têm como principais objetivos sumarizar, organizar, qualificar e disseminar a informação taxonômica e biogeográfica, promover a conservação *ex-situ* de exemplares da biodiversidade, além de servirem como depositários de material biológico à pesquisa científica e subsidiarem atividades de ensino e importante prestação de serviços (Aranda, 2014; Magalhães *et al.*, 2001).

No âmbito social e político, as coleções biológicas oferecem subsídios valiosos ao planejamento, estabelecimento, acompanhamento e avaliação de políticas públicas, de programas e projetos desenvolvimentistas, de alterações ambientais, de políticas conservacionistas e de manejo de recursos naturais

e, em especial, à identificação de componentes da diversidade biológica que levem à descoberta de novos recursos e possibilidades para a saúde pública, agropecuária, indústria e outros setores econômicos, contribuindo para abordagens integradas e eficazes na saúde animal, ambiental e humana (Gonzalez, 2010, Magalhães *et al.*, 2001; Sarmiento-Soares; Martins-Pinheiro, 2014; Novaes, 2000; Oliveira *et al.*, 2019).

Além dos objetivos citados, as CBs desempenham papel importante na conservação da memória da biodiversidade, servindo como intermediárias nos trâmites entre as instituições detentoras de CBs, além de ser matéria-prima para realizar investigações taxonômicas (Ibama, 2007).

Embora essas CBs sejam materiais que ficam preservados em instituições públicas e privadas, estas podem ser trocadas ou emprestadas para outras instituições. Neste sentido, são definidas regras para o intercâmbio de espécimes entre CBs. O Ibama publicou a Instrução Normativa (IN) nº 160 (Ibama, 2007) que implementa o Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CNBIO). Nessa IN, o termo “Coleções Biológicas” é definido como “coleção de material biológico testemunho, constituída com o objetivo de gerar e subsidiar pesquisa científica ou tecnológica, bem como promover a cultura, a educação e a conservação do meio ambiente” (Ibama, 2007). Esse “material biológico testemunho” pode ser tanto um espécime vivo, preservado ou até mesmo um fóssil que fornece informações sobre a composição biológica de um determinado espaço-temporal (SIBBR, 2022).

No contexto internacional, as CBs também passaram a adquirir importância crescente. A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) foi implementada durante a ECO-92, ocorrida em 1992 na cidade do Rio de Janeiro, sendo o principal tratado que discute temas referentes ao meio ambiente global e já conta com mais de 160 países (MMA, 2020).

A CDB determina que os países estabeleçam e mantenham instalações para a conservação *ex-situ* e para pesquisas nas áreas vegetal, animal e microbiológica, de preferência no país de origem desses recursos genéticos. Durante a 6ª Conferência das Partes da CDB, os países membros reconheceram que a implementação do Plano de Trabalho da Convenção dependia da superação do impedimento taxonômico, que requer uma colaboração em nível global que esteja fundamentada na capacidade

técnico-científica de cada país, em especial dos megadiversos (Marinoni; Peixoto, 2010). Assim, para que essa colaboração ocorra, é vital que esses países invistam e recebam apoio internacional para a ampliação e a melhoria da infraestrutura de suas coleções biológicas (Fernandes, 2006).

De acordo com a IN nº 160 (Ibama, 2007), há seis tipos de CB:

- I. Coleção Biológica Científica (CBC): Constituída de material biológico, tratado segundo normas para sua preservação, garantindo sua integridade. É alocada em instituições científicas com a finalidade de subsidiar pesquisa científica e/ou tecnológica e conservação *ex-situ*.
- II. Coleção Biológica Didática (CBD): são materiais biológicos destinados à exposição, demonstração, treinamento ou educação, normalmente pertencentes a instituições de pesquisa, escolas fundamentais e de ensino médio, Unidades de Conservação (UC), sociedades, associações ou às organizações da sociedade civil de interesse público.
- III. Coleção Biológica (CB): como definido no parágrafo acima, são coleções com material biológico destinadas a gerar e subsidiar pesquisa científica ou tecnológica, promovendo a cultura, educação e a conservação ambiental. Não fazem parte de CB as coleções-vivas, como jardins botânicos, zoológicos, aquários etc.;
- IV. Coleção Biológica Particular (CBP): coleção biológica mantida por pessoa física ou jurídica de direito privado;
- V. Coleção de Segurança Nacional (CSN): coleção viva de instituições públicas com espécies de importância estratégica para a autossuficiência e segurança da nação e considera os fatores econômicos, sociais, populacionais, ambientais e tecnológicos;
- VI. Coleção de serviço (CS): CB certificadas e devidamente tratadas e conservadas de acordo com normas e padrões que garantam a autenticidade, pureza e viabilidade, bem como a segurança e o rastreamento do material e das informações associadas.

## Usos das coleções biológicas

As CBs servem de base para a recomposição de uma área desmatada ou destruída, pois possuem acervos de fauna, flora e microbiota coletados de diversas localidades. Algumas, inclusive, possuem acervos específicos de Unidades de Conservação, como p.ex., a coleção da Serra do Cipó em Minas Gerais, no herbário da Universidade de São Paulo-SPF, ou as coletas de formigas da Floresta Nacional de Caxiuanã do Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG. A partir dos dados dessas CBs, é possível saber quais espécies compunham a localidade e recuperar a área com as mesmas espécies.

Como usos diretos para o ser humano, as CBs podem ser utilizadas para a melhoria da saúde pública (abrigar espécimes que possuem compostos para fármacos), agropecuária (abrigar variedades e cultivares) e dentre outros setores econômicos, uma vez que o material testemunho deve ser preservado e pode ser consultado para posteriores novas coletas ou para servir de parâmetro de comparação para identificação.

Para isso, é essencial que as CBs sigam parâmetros internacionais para que sejam reconhecidas como centro de recursos biológicos, como é o caso dos centros depositários para fins patentários. Ainda, é essencial que as CBs sigam todos os requisitos de biossegurança, pois diferentemente de bens materiais que podem ser repostos ao serem danificados, o acervo das CBs não pode, ou quando há a possibilidade de restauração, esta é mais complexa, uma vez que as localidades de coleta podem ter sofrido alterações, ou até mesmo não existirem mais (Fernandes, 2006).

Para a conservação da biodiversidade biológica, são necessários esforços de todas as esferas da sociedade, incluindo políticas públicas voltadas principalmente para a criação de Unidades de Conservação (UCs), monitoramento e controle do desmatamento (Ganem, 2011) e proteção *in-situ* (no habitat) e *ex-situ* (fora do habitat natural), destacando-se as CBs. Durante a CDB foram estabelecidas metas a serem cumpridas para preservar a biodiversidade mundial:

[...] conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos,

mediante, inclusive, o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes, levando em conta todos os direitos sobre tais recursos e tecnologias, e mediante financiamento adequado” (MMA 2002).

## **PPBio: diretrizes para guiar e modernizar as Coleções Biológicas**

Frente à necessidade de estabelecer regras e padronização para as CBs brasileiras, o governo federal tomou as primeiras iniciativas na década de 70, com o Programa Nacional de Zoologia e o Programa Flora Brasileira. Ambos foram responsáveis por grandes avanços científicos e pela formação de toda uma geração de zoólogos e botânicos, e foram abandonados no final da ditadura sem que seus propósitos fossem revistos e atualizados. No início dos anos 1990 surgiu o Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, realizado com financiamento internacional e que investiu bastante na infraestrutura de instituições científicas e no desenvolvimento de pesquisas, sem, contudo, viabilizar ações destinadas à integração de coleções e dados a partir de uma estratégia nacional de conservação (PBA, 2012; Sanjad; Costa, 2021).

Já em 2006, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2006) publicou uma ação específica para coleções biológicas denominada “Apoio à Modernização de Acervos Biológicos”.

Essa ação foi desenvolvida no âmbito do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), que coordenava outras três ações voltadas à implantação de núcleos regionais de inventários biológicos, à indução de projetos temáticos sobre o uso sustentável da biodiversidade e ao desenvolvimento de ações estratégicas de ciência em biodiversidade (Peixoto *et al.*, 2006).

A ação de acervos biológicos do PPBio compreendia um conjunto de iniciativas, dentre elas a manutenção e ampliação de coleções biológicas brasileiras; a sua interconexão por meio de tecnologias de informática aprimorando o acesso à informação e conhecimento da biodiversidade; a capacitação de taxonomistas, curadores e especialistas; a repatriação de informação e conhecimento associado à biodiversidade brasileira mantida em coleções biológicas internacionais; o estabelecimento de

diretrizes de uma política para os acervos biológicos do país e a digitalização de acervos nacionais (Fernandes, 2006).

Esse processo de digitalização dos espécimes e as citadas acima tinham como base a implementação de fomentos para as instituições e pesquisadores associados à CB. Essas instituições são centros depositários de material biológico e abrigam além dos espécimes, informações a eles associadas bem como de suas populações. Esses dados biológicos fornecem informações tanto do meio biótico quanto abiótico (p. ex.: dados climáticos, meteorológicos, edáficos), auxiliando em tomadas de decisões ou projeções para situações futuras (Fernandes, 2006; Peixoto *et al.*, 2006).

No entanto, o Programa foi interrompido e acabou por falta de financiamento (Fernandes, 2006) e as CBs que ainda se mantêm passam cada vez mais depender dos pesquisadores e alunos para conseguirem financiamento (Sanjad; Costa, 2021).

Em 2018, o mesmo ministério criou, com apoio internacional, o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBR, 2022), que funciona a partir de uma plataforma que integra dados sobre a biodiversidade e os ecossistemas. Assim como as demais iniciativas, o programa carece de subsídios para dar continuidade ao banco de dados nacional (Sanjad; Costa, 2021).

Infelizmente, há vários indícios de que esse tema ainda não foi incorporado como sendo algo estratégico para o país, uma vez que ainda há falta de apoio institucional e o financiamento é irregular e escasso.

## **Principais Coleções Biológicas Brasileiras e os desafios enfrentados**

Neste cenário, é possível observar que o Brasil, sendo um país megadiverso, possui várias CBs de importância, destacando-se os herbários (coleções de plantas secas), sendo estas as com maior quantidade de espécimes preservados, os museus de zoologia, as coleções de microbiologia e paleontologia. Na busca das cinco maiores CBs brasileiras para cada tipo de coleção, de instituição pública ou privada, foram encontradas 27 (Quadro 1).

### Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

**Quadro 1 – Coleções Biológicas Brasileiras: as cinco maiores coleções botânicas, microbiológicas, paleontológicas e zoológicas, de instituição pública e privado. \*dados foram obtidos através do site de busca gbif.org., Sociedade Botânica do Brasil, 2022, sibbr.org. e specieslink.net**

Coleção Biológica	Instituição	Sigla e estado	Instituição (pública ou privada)	Tipo da Coleção	ano de fundação	Quantidade de espécimes
Jardim Botânico do Rio de Janeiro	Jardim Botânico do Rio de Janeiro	RB (RJ)	Pública	Botânica	1890	757.000
Museu Nacional	Museu Nacional	R (RJ)	Público	Botânica	1831	550.000
Maria Eneyda Kauffmann	Instituto de Botânica	SP (SP)	Pública	Botânica	1917	460.000
Museu Botânico Municipal	Jardim Botânico de Curitiba	MBM (PR)	Pública	Botânica	1965	425.000
Herbário do Instituto de Pesquisas da Amazônia	Instituto de Pesquisas da Amazônia	INPA (AM)	Pública	Botânica	1954	250.000
Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure	Universidade Federal do Paraná	DZUP-Coleoptera (PR)	Pública	Zoológica	1938	167.000
Coleção Entomológica da UFES	Universidade Estadual de Feira de Santana	UFES-Entomologia (ES)	Pública	Zoológica	2006	155.000
Coleção Taxonômica do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva	Universidade Federal de São Carlos	DCBU (SP)	Pública	Zoológica	2013	117.000
Coleção Entomológica Prof. J.M.F. Camargo	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo	RPSP (SP)	Pública	Zoológica	1965	103.000
Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo	Universidade de São Paulo	MZUSP (SP)	Pública	Zoológica	1890	75.000
Coleções de Insetos	Pontifícia Universidade Católica	MCTP-insetos (RS)	Privada	Zoológica	1967	69.000
Herbário da Universidade de Caxias do Sul	Universidade de Caxias do Sul	HUCS (RS)	Privada	Botânica	1983	55.000
Coleção de Abelhas	Pontifícia Universidade Católica	MCP-Abelhas (RS)	Privada	Zoológica	1983	55.000
Coleção de Peixes	Pontifícia Universidade Católica	MCP-Peixes (RS)	Privada	Zoológica	1967	52.000
Coleção de Arachnida e Myriapoda	Pontifícia Universidade Católica	MCTP-Aranhas (RS)	Privada	Zoológica	2012	44.000

continua...

continuação

<b>Coleção Biológica</b>	<b>Instituição</b>	<b>Sigla e estado</b>	<b>Instituição (pública ou privada)</b>	<b>Tipo da Coleção</b>	<b>ano de fundação</b>	<b>Quantidade de espécimes</b>
Herbário do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	MPUC (RS)	Privada	Botânica	1967	22.000
Herbário da Universidade de Passo Fundo	Universidade de Passo Fundo	RSPF (RS)	Privada	Botânica	1975	15.000
Herbário Universidade Santa Cecília	Universidade Santa Cecília	HUSC (SP)	Privada	Botânica	1998	14.300
Herbário do jardim Botânico Plantarum	Jardim Botânico Plantarum	HPL (SP)	Privada	Botânica	2002	14.000
Silvia Sayuri Suguituru	Universidade de Mogi das Cruzes	LAMAT (SP)	Privada	Zoológica	1999	8.000
Coleção de Fosséis	Pontifícia Universidade Católica	MCP-Fosséis (RS)	Privada	Paleontológicas	2003	6.400
Micoteca URM	Universidade Federal de Pernambuco	URM-Micoteca	Pública	Microbiológica	1954	5.000
Coleções Microbiológicas da Rede Paranaense - Taxonline	Universidade Federal do Paraná	CMRP (PR)	Pública	Microbiológica	2012	3.800
Banco de Germoplasma de <i>Bacillus</i> spp. para controle biológico	EMBRAPA Cenargen	BGB (DF)	Pública	Microbiológica	1987	1.900
Coleção de Culturas de Fitobactérias do Instituto Biológico	Instituto Biológico de São Paulo	IBSBF (SP)	Pública	Microbiológica	2005	1.700
Coleção de Fungos Entomopatogênicos Oldemar Cardim Abreu	Instituto Biológico de São Paulo	CFEOCA (SP)	Pública	Microbiológica	1983	900
Coleção Zoológica de Referência da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - Fosséis	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - Fosséis	ZUFMS-FOS (MS)	Pública	Paleontológicas	1991	130

Constata-se que a maioria das CBs está localizada nas regiões Sul e Sudeste do país, sendo apenas uma do Distrito Federal (EMBRAPA Cenargen), uma da região norte (INPA) e uma do Mato Grosso do Sul (coleção de Fósseis da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul). Observa-se que as maiores CBs brasileiras estão situadas em instituições públicas, ou seja, é o governo federal, estadual ou municipal que mantém a estrutura necessária para que elas continuem em funcionamento (Quadro 1).

Apesar dos esforços, o Brasil vem falhando no desenvolvimento de um programa nacional de inventário e conservação de acervos museológicos e de integração de dados científicos que possa fomentar uma estratégia nacional de preservação do patrimônio público e municiar políticas e projetos ambientais, sociais e de desenvolvimento (Marinoni; Peixoto, 2010). Muitas instituições tentaram criar protocolos nacionais para definir unidades de conservação com informações extraídas de coleções biológicas caso os dados estivessem integrados em uma plataforma comum, mas, até o momento, elas foram descontinuadas, subfinanciadas ou não tiveram condições de se transformar em ações nacionais robustas e de longa duração (Sanjad; Costa, 2021).

Tragédias ocorridas nos últimos anos em coleções de suma importância no Brasil, como os incêndios do Instituto Butantan em 2010 (Marinoni; Peixoto, 2010) e do Museu Nacional do Rio de Janeiro (BBC, 2018), não foram capazes de gerar, no âmbito dos poderes Executivo e Legislativo um amplo debate político sobre os museus e suas coleções. São inúmeros problemas que deviam ser discutidos como a necessária ampliação das fontes de financiamento; a legislação relacionada à coleta e ao intercâmbio de espécimes biológicos; a articulação de programas de longo prazo para o desenvolvimento de coleções e para a integração de dados e de infraestrutura (Marinoni; Peixoto, 2010; Peixoto *et al.*, 2006).

Nesse cenário, é importante levar o conhecimento de dentro das CBs para a população não acadêmica. Muitas vezes, os estudos científicos ficam apenas entre os pesquisadores e são pouco divulgados para a população geral. Se a população não sabe da importância das CBs, estes não irão se importar caso as verbas sejam reduzidas ou não haja manutenção.

Uma das medidas que podem ser tomadas é a integração da pesquisa com comunidades tradicionais da localidade de onde a CB se situa, ou onde seus pesquisadores desenvolvem sua pesquisa. Um exemplo de CB que faz essa integração é o herbário MFS (Herbário Profa. Dra. Marlene Freitas da Silva), alocado na Universidade Estadual do Pará (<https://herbariomfs.uepa.br>).

No MFS, além das coleções de exsiccatas (plantas secas), há também os produtos desenvolvidos a partir das pesquisas com a população local, que produzem artesanato, alimentos e remédios de plantas nativas da região da Ilha do Combu e arredores de Belém e outras cidades do Pará (<https://herbariomfs.uepa.br>). Todas as plantas que são utilizadas pela população para esses fins, são preservadas na coleção de exsiccatas ou na carpoteca do herbário com seu uso devidamente identificado.

## **Coleções Biológicas e seu papel na avaliação de espécies brasileiras ameaçadas de extinção**

As CBs são uma das maiores ferramentas para a conservação de espécies em todo o globo terrestre. Para essa conservação, é necessário priorizar espécies ameaçadas de extinção, seguindo os protocolos da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2019).

Tendo em vista que o Brasil é um país megadiverso, possuindo aproximadamente 20% das espécies existentes no mundo (Marinoni; Peixoto, 2010), vários especialistas contribuem para a Lista Oficial brasileira de espécies ameaçadas, sendo um dos maiores esforços em avaliação da biodiversidade empreendidos em nível global.

Como exemplo, pode ser citado o Centro de Nacional de Conservação da Flora (Cncflora, 2022), que usa banco de dados das CBs compilados em plataformas em que os taxonomistas especialistas de cada grupo têm acesso e validam a identificação e ocorrência das espécies. A partir de dados presentes nas etiquetas das amostras coletadas, são confeccionados mapas de distribuição e juntamente com a validação de registros feita pelos taxonomistas, a área de ocorrência (IUCN, 2019)

é mensurada e o grau de ameaça da espécie é definido. Esses dados resultam em listas de espécies ameaçadas, como o Livro Vermelho da Flora do Brasil (Martinelli; Moraes, 2013), sob responsabilidade do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção 2018 (ICMBIO, 2018), feito pelo Instituto Chico Mendes (ICMBio).

Segundo dados publicados pelo ICMBio (2022), 5.353 espécies da flora e 8.537 espécies da fauna foram avaliadas e compuseram a Lista Oficial das Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção. Essa lista possui 1.249 espécies de fauna e destas, 358 estão Criticamente em Perigo (CR), 425 foram inseridas na categoria Em Perigo (EN), 465 estão na categoria Vulnerável (VU) e uma está extinta na natureza. Destes, os mais ameaçados são os peixes continentais, com 291 espécies, seguidos de invertebrados terrestres (275 espécies), aves (257) mamíferos (102), peixes marinhos e invertebrados aquáticos (97), répteis (71) e anfíbios (59).

## Considerações finais

Diante todas as informações mencionadas, pode-se perceber que apesar da grande importância que as CBs exercem, tanto para a conservação da biodiversidade quanto para o bem-estar do ser humano, estas ainda não são valorizadas e os recursos para mantê-las estão cada vez mais escassos.

As coleções biológicas desempenham um papel importante no conceito de saúde única, uma vez que elas fornecem recursos essenciais para pesquisa, diagnóstico e monitoramento de saúde, como por exemplo com a compreensão dos patógenos e ecossistemas, contribuindo assim para abordagens mais integradas e eficazes na saúde humana, animal e ambiental. Ainda, uma das poucas políticas públicas que foram implementadas para a regulamentação de CB, as Diretrizes e estratégias para a modernização das CBs (Peixoto *et al.*, 2006), não foi continuada, reforçando a falta de interesse em manter as coleções que representam a biodiversidade brasileira.

## REFERÊNCIAS

ARANDA, T. Coleções Biológicas: conceitos básicos, curadoria e gestão, interface com a biodiversidade e saúde pública. III SIMPÓSIO SOBRE A BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA. 2014. **Anais** [...]. [S. l.], 2014. p. 45-56.

BBC. **Verba usada no Museu Nacional em 2018 equivale a 2 minutos de gastos do Judiciário e 15 minutos do Congresso**. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45377267>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BOWKER, G. C. Work and information practices in the sciences of biodiversity. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VERY LARGE DATA BASES. 2000. Cairo. **Proceedings** [...]. Cairo: Morgan Kaufmann, 2000. v. 26. p. 693-696.

CANHOS, V. P. Informática para a biodiversidade: padrões, protocolos e ferramentas. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 2, p. 45-47, 2003.

CNCFLORA – CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal>. Acesso em: 25 maio 2022.

FERNANDES, L. Apresentação. *In*: DIRETRIZES e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre a biodiversidade. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. p. 15-20.

GAIKWAD, J.; CHAVAN, V. Open access and biodiversity conservation: challenges and potentials for the developing world. **Data Science Journal**, v. 5, p. 1-17. 2006.

GANEM, R. S. **Conservação da Biodiversidade, Legislação e Políticas Públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011 (Série Memória e Análise de Leis).

GBIF – THE GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY. **Brasil**. Disponível em: <https://www.gbif.org/pt/country/BR/summary>. Acesso em: 2 jun. 2022.

GONZALEZ, M. Análise das restrições de acesso de dados de espécies ameaçadas, previstas em políticas de coleções biológicas científicas brasileiras, à luz do direito ambiental e da ciência da informação. **Ciência da Informação**, v. 39, n. 1, p. 33-50, 2010.

GRAHAM, C. H.; FERRIER, S.; HUETTMAN, F.; MORITZ, C.; PETERSON, T. New development in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 9, p. 497-503, 2004.

IBAMA. Instrução Normativa nº 160 de 27 de abril de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 82. 2007. Seção 1.

ICMBIO. **Lista Oficial das Espécies de Conservação da Biodiversidade**. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/lista-oficial-das-especies-ameacadas-de-extincao-e-divulgada>. Acesso em: 25 maio 2022.

ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada**. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/livro-vermelho/livro-vermelho-da-fauna-brasileira-ameacada-de-extincao-2018>. Acesso em: 25 maio 2022.

IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria**. Cambrige: UK, 2019. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>. Version 14.

MAGALHÃES, C.; SANTOS, J. L. C.; SALEM, J. I. Automação de coleções biológicas e informações sobre a biodiversidade da Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, n. 12, p. 294-312, 2001.

MARINONI, L.; PEIXOTO, A. L. As coleções biológicas como fonte de dinâmica e permanente de conhecimento sobre a biodiversidade. **Artigos Ensaios**, p. 54-57, 2010.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. [S. l.], 2013. v. 1. p. 1100. Disponível em: <http://dspace.jbrj.gov.br/jspui/handle/doc/26>. Acesso em: 25 maio 2022.

MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre a biodiversidade**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia. 2006. p. 324.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. PBA – Projeto Básico Ambiental. **Programa de Conservação da Fauna e da Flora**. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – Trecho VII – Ramal do Agreste. Brasília, 2012. p. 45.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção sobre Biodiversidade Biológica**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/convencao-sobre-diversidade-biologica>. Acesso em: 25 maio 2022.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Decreto nº 4339, de 22 de agosto de 2002**. Brasília, 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4339.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4339.htm). Acesso em: 24 maio 2022.

NOVAES, W. **Agenda 21 brasileira**: bases para discussão. Brasília: MMA/PNUD. 2000. v. 1. p. 191.

OLIVEIRA, M. M. M.; BORBA, C. M.; SÁ, M. R. Coleções Biológicas: Tesouros do Antropoceno? **Revista Biociências**, v. 25, n. 1, p. 7-19, 2019.

PEIXOTO, A. L.; BARBOSA, M. R. V.; MENEZES, M.; MAIA, L. C. **PPBio**: Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. Brasília: Centro de Gestão

de Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. p. 324.

SANJAD, N.; COSTA, S. Comentário III: Reflexões sobre a gestão de coleções biológicas. **Anais do Museu Paulista**, v. 29, p. 1-15, 2021.

SARMENTO-SOARES, L. M.; MARTINS-PINHEIRO, R. F. Coleções Zoológicas do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, n. 109, p. 2-4, 2014.

SIBBR. **Coleções Biológicas**. 2022. Disponível em: [https://sibbr.gov.br/page/cadastro-colecoes.html?lang=pt\\_BR](https://sibbr.gov.br/page/cadastro-colecoes.html?lang=pt_BR). Acesso em: 03 maio 2022.

SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL. **Catálogo da Rede Brasileira de Herbários**. Disponível em: <https://www.botanica.org.br/catalogo-da-rede-brasileira-de-herbarios/>. Acesso em: 03 maio 2022.

SPECIESLINK. **Dados e Ferramentas**. 2022. Disponível em: <https://specieslink.net>. Acesso em: 3 maio 2022.

UEPA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARÁ. **Herbário Marlene Freitas da Silva**. 2022. Disponível em: <https://herbariomfs.uepa.br>. Acesso em: 3 maio 2023.

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

# CAPÍTULO 17

## POLÍTICAS DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS

*Sueli Angelo Furlan*  
*Edson Alves Filho*  
*Giorgia Linnios*  
*Ana Lucia G. Santos*  
*Marcelo Hideki Yamane*

---

### **Introdução**

**A** quem servem as políticas e os instrumentos legais de conservação de áreas protegidas? Porque e para que são criados? Precisamos de políticas públicas de conservação?

As políticas de conservação são esforços socioambientais criados por maneiras de conceber a natureza pelo Estado. As políticas são resultantes de demandas e mobilização de sujeitos sociais, agentes do estado, instrumentos e agendas governamentais. Faremos alguns recortes para caminharmos por alguns dos paradigmas que estão neste contexto como, por exemplo, o dilema do “conservar” ou “preservar”. Pretendemos problematizar alguns percursos das políticas de conservação de forma introdutória, pois há um imenso conjunto de ideias que estão na história da decisão de conservar.

Preservar ou conservar a natureza é uma ideia bastante antiga na história da humanidade. Remonta aos assírios em 700 a.C. e passa pelos indianos no século III d.C., os primeiros povos a definirem reservas de caças para evitar decréscimo de populações de animais (Bensusan, 2006). Essa mesma ideia avançou na Idade Antiga, marco temporal na definição de reservas de madeira para construção de embarcações romanas e atravessou a Idade Média com o Feudalismo (época de definição de reservas de recursos madeireiros, caça e pesca) até o marco da Revolução Industrial, entre os séculos XVIII e XIX (Ganem, 2010).

A ideia moderna de preservação/conservação da natureza é contemporânea ao estabelecimento do método científico na ciência, como também recebeu grande contribuição da Teoria da

Evolução de Darwin e do movimento romântico, que concebia a ideia de natureza idílica, pura, sem males, sagrada. A partir da revolução industrial a ideia de natureza dessacralizada permite sua exploração como recurso, e agravam-se os problemas de poluição das águas e do ar, levando a busca pelos espaços livres de religação com a natureza. As ideias revolucionárias de Darwin colocam o homem como mais uma espécie natural do planeta, responsável ela mesma por promover sua separação da natureza, e finalmente, o romantismo, na figura de pensadores como Wilson, Emerson e Thoreau, propuseram a valorização das paisagens idílicas estadunidenses incutindo na cabeça dos colonos o amor pela natureza pristina da América (McCormick, 1992).

O reflexo desse movimento científico e estético/filosófico americano se fez presente na segunda metade do século XIX, com o início das tratativas que culminaram na criação do Parque Nacional de Yosemite (1864) e no Parque Nacional de Yellowstone, em 1872 (McCormick, 1992), conhecido como paradigma do modelo de conservação por Parques Nacionais que prosperou em vários países em todo o século XX.

A partir desse marco histórico, a criação de espaços naturais protegidos começa a sair da esfera exclusivamente utilitarista que vigorou durante as idades antiga e média na Europa e passa a conformar a ideia de uma rede de proteção por meio de áreas protegidas de conservação/preservação, espaços exclusivos para visitação, turismo e lazer para moradores das cidades. O modelo americano de parques nacionais se espalhou pelo mundo a partir da primeira metade do século XX, o que culmina na Convenção para a Preservação de Fauna e Flora (1933), que passa a definir Parque Nacional como área de domínio público onde deve-se proibir a caça e preservar fauna e flora, além da preservação de atributos de excepcional beleza cênica e importância geológica, geomorfológica e arqueológica, prevendo-se a visitação pública em áreas especialmente definidas (Quintão, 1983).

Entre os anos de 1940 e 1960 proliferam pelo mundo a criação de Parques Nacionais e fundação das sociedades de proteção da natureza, o que desencadeia a necessidade de coordenação, em nível global, das diferentes áreas de conservação/preservação criadas, como também da pressão surgida da sociedade civil

para criação de novas. Em 1948, é criada a União Internacional de Proteção da Natureza na Suíça, a qual viria a dar espaço, em 1960, à União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) (Quintão, 1983).

A diversificação dos modos de conservar a natureza conforme o pensamento moderno surgiu a partir da década de 1970, no século XX. É quando surge a Biologia da Conservação como ramo autônomo da ciência. Nesse sentido, esse ramo científico busca explicar os efeitos das atividades humanas sobre a biodiversidade e propor estratégias para mantê-la (Primack; Rodrigues, 2001).

Importante destacar que nesse histórico de concepção de áreas protegidas não considerou como sujeitos da conservação os povos originários e comunidades tradicionais que herdaram da cultura indígena outra concepção de natureza que não se dissocia da cultura. O paradigma da conservação vem mudando na medida em que culturas ancestrais resistem ao modelo excludente da conservação moderna e reivindicam uma proteção ambiental com gente. Neste sentido, tem se afirmado que a proteção da sociobiodiversidade é fundamental para frear os efeitos da degradação ambiental.

A contabilidade sobre os efeitos da degradação ambiental sobre a biodiversidade é estimada desde 1978. A Plataforma Intergovernamental Político-Científica sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), em estudo abrangente sobre levantamento da biodiversidade, com análise de mais de 15.000 artigos científicos e dados de 315 especialistas espalhados por 50 países, estimou o número de espécies no planeta em 9 milhões de espécies, das quais 1 milhão de espécies correm risco de extinção (Díaz *et al.*, 2019).

As primeiras definições oficiais sobre modos de conservar foram registradas na Convenção da Diversidade Biológica da ONU (1992), optando-se por dois modos principais: conservação *in-situ* (manter a diversidade biológica em todos os seus componentes, quais sejam: recursos genéticos, espécies, ecossistemas e habitats naturais) e conservação *ex-situ* (conservação da diversidade biológica fora dos habitats naturais, como em bancos genéticos, zoológicos, jardins botânicos etc.) (Ganem, 2010). Esse processo de ideação leva a uma distinção entre conservar sem uso (preservação) e conservar

com uso (conservação). A preservação passa a ser uma forma de conservação.

Aos poucos, os paradigmas das Teorias das Metapopulações e da Biogeografia de Ilhas são usados na definição dos desenhos da conservação de áreas protegidas. Ambientes insulares são compreendidos como modelos históricos de fragmentação e de especiação. Passa-se a atentar às flutuações demográficas das espécies e seus efeitos sobre a variabilidade genética, a endogamia e à deriva genética, sobretudo em áreas que apresentam pequenas populações (Wilson, 1994). As atenções também se voltam para o tamanho e a forma das áreas de conservação, dado o efeito de borda, preferindo-se áreas maiores, circulares e próximas entre si como desenhos ideais para a manutenção do fluxo gênico e a sustentabilidade das populações.

A partir da década de 1980 com o ressurgimento da Ecologia de Paisagens, dois novos paradigmas para a conservação se somam aos anteriores: a análise de fragmentos e a Conservação por *Hotspots*<sup>1</sup>. Na análise de fragmentos, o pressuposto que se assume é que em uma metapopulação algumas populações podem estar se extinguindo em um determinado fragmento e repovoando outros, sendo, portanto, a rede de fragmentos importantes para o desenho da conservação. Já a Conservação por *Hotspots*, proposta por Norman Myers (1989), analisa os centros de endemismo, atentando que os mesmos se apresentam em poucos pontos, sendo estes, os mais ameaçados de destruição (Fernandez *et al.*, 2003). No Brasil, as políticas de conservação seguiram inicialmente a Conservação por ilhas e *hotspots*. Recentemente os desenhos de conservação analisam a fragmentação no contexto da paisagem.

A partir da análise crítica das propostas oriundas da Ecologia de Paisagens e da Conservação por *Hotspots* é que surgem novos paradigmas que perduram até hoje. De um lado, se as espécies endêmicas podem ocorrer fora de *hotspots*, vislumbra-se um desenho de conservação por meio de malhas e integradas ao manejo de bacias hidrográficas, de modo a manter a conectividade entre fragmentos e manchas de vegetação. A busca pela heterogeneidade espacial para a definição de padrões

1 *Hotspots* designam regiões de grande relevância ecológica em função de abrigar grande endemismo de espécies em relação ao seu entorno. Por se constituírem em áreas de relevante importância biológica, são prioritariamente designadas pela organização *Conservation International* para se tornarem áreas protegidas.

de habitats faz com que os padrões biofísicos e culturais (uso e ocupação da terra) sejam analisados em conjunto na delimitação de unidades de paisagem. Dessa forma, a manutenção da diversidade biológica deve ser planejada de modo que se interligue paisagens naturais e paisagens manejadas, permitindo que as áreas protegidas sejam ligadas à matriz circundante, ou seja, a proteção ocorre numa situação geográfica dada pelo uso da terra (Hero; Ridgway, 2006).

Se por um lado a ciência da conservação avançou a partir dos anos de 1970, o estabelecimento da legislação ambiental internacional é um fenômeno mais antigo. Decorre dos direitos humanos, criados para proteger a sociedade dos seus impulsos destrutivos. Dessa forma, a gênese das legislações internacionais sobre o meio ambiente tem início com a Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948. Adicionalmente, vieram o Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais e o Pacto Internacional dos Direitos Civis e Políticos (1966). Todos esses diplomas legais foram responsáveis por sedimentar a noção da dignidade humana com um direito universal, sendo também as primeiras legislações internacionais a fazer menção à palavra meio ambiente (Milaré, 2020).

A entrada do mundo na corrida nuclear, a partir da Segunda Guerra Mundial, suscitou uma série de tratados internacionais sobre segurança, saúde e manejo de rejeitos nucleares, o que foi o cerne, junto com as legislações sobre direitos civis, para a criação do direito internacional ambiental como um ramo autônomo. Assim, os primeiros tratados internacionais discutiam questões como poluição transfronteiriça e marinha, contaminação do espaço aéreo, controle internacional de pragas, comércio internacional de animais, entre outros. As legislações de Conservação da Natureza só começam a ser introduzidas nos diplomas legais internacionais a partir dos anos 1960 e é consolidada nas duas grandes conferências da ONU sobre meio ambiente: Estocolmo (1972) e Rio (Eco-92) (São Paulo, 1997).

A seguir, apresenta-se um quadro evolutivo de diplomas legais internacionais, fazendo-se a separação, quando aderente ao momento histórico, entre legislações conservacionistas e preservacionistas.

**Quadro 1 – Síntese das Convenções e Conferências Internacionais que influenciam às leis brasileiras com destaque às legislações preservacionistas e conservacionistas. Convenções nas quais o Brasil é signatário<sup>2</sup>**

1948: Declaração Universal dos Direitos Humanos.	1959: Convenção sobre Pesca do Atlântico Norte; Convenção sobre Pesca do Atlântico Nordeste.	1961: Convenção sobre Proteção de Novas Qualidades de Plantas.
1962: Acordo de Cooperação em Pesca Marinha.	1964: Convenção sobre o Conselho Internacional para Exploração do Mar.	1968: Tratados Internacionais de Proteção de Fauna e Flora.
1968: Convenção Africana para Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais.	1969: Convenção sobre Conservação dos Recursos Vivos do Atlântico Sudeste.	1972: Convenção relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural; Convenção sobre os Direitos do Mar.
1972: Convenção sobre Conservação dos Leões Marinhos da Antártida; Convenção das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano.	1973: Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies de Fauna e Flora Selvagens em Perigo de Extinção (CITES); Convenção para Proteção do Urso Polar.	1974: Convenção de Ramsar relativo às Zonas Úmidas de Importância Internacional; Convenção para Proteção Ambiental dos Países Escandinavos.
1978: Convenção Regional do Kuwait sobre Proteção do Meio Ambiente Marinho.	1978: Tratado de Cooperação Amazônica.	1979: Convenção para Proteção de Espécies Migratórias de Animais Selvagens.
1982: Convenção sobre os Direitos do Mar.	1985: Protocolo sobre Áreas Protegidas de Fauna e Flora da Região Oriental da África.	1991: Convenção entre Países Africanos Beirando o Atlântico.
1992: Convenção da ONU sobre Biodiversidade; Convenção para Proteção do Meio Ambiente do Atlântico Nordeste; Convenção para Proteção do Mar Báltico.	1992: Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento; Agenda 21 das Nações Unidas; Princípios para a Administração Sustentável das Florestas; Resolução da ONU sobre Criação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável.	2002: Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+10).
2002: Convenção n° 169 da OIT sobre Povos Indígenas e Tribais	2012: Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20).	

Convenção/Conferência  Marco da Legislação Ambiental.  Convenção/Conferência Preservacionista e Conservacionista.  Convenção/Conferência Preservacionista.

Convenção/Conferência Conservacionista

Fonte: Adaptado de São Paulo (1997) e Dias (2003)

## Políticas de conservação no Brasil

Desde o período colonial, o Brasil tem criado normativas para assegurar o controle da exploração dos recursos naturais, a proteção e conservação da fauna, flora e águas, bem como a criação de Unidades de Conservação com diversas finalidades.

<sup>2</sup> Importante destacar que ao ser signatário de uma convenção internacional a legislação do país está submetida a ela.

O Regimento do Pau-Brasil, de 1605, marco regulatório instituído no período colonial para a proteção da flora, determinava penalidades severas àqueles explorassem a espécie nativa Pau-Brasil (*Paubrasilia echinata*) sem a licença da coroa portuguesa. “No preâmbulo deste ato, o rei falava em desordem na exploração da espécie, que se estaria tornando escassa, e na relevância de serem estabelecidos mecanismos de controle” (Araújo, 2011).

Com a intensa devastação florestal e com o objetivo de criar reservas de madeira para uso fabril dos navios, a Carta Régia de 1797, determinava que matas e arvoredos localizados em encostas ou próximos aos cursos d’água são de propriedade exclusiva da Real Coroa. Até então, essas medidas não foram suficientes para conter o intenso desmatamento no país, até que em 1843 houve uma crise de abastecimento de água na cidade do Rio de Janeiro, a qual foi atribuída a devastação do Morro da Tijuca pela prática de agricultura, particularmente os plantios de café. Com isso, em 1861, Dom Pedro II determinou o plantio de árvores no local como forma de recuperar as drenagens existentes e solucionar essa questão ambiental. Esses documentos monárquicos são considerados os precursores de ideias conservacionistas, muito embora não declarem um território específico para aplicação da norma.

No início do século XX, os prejuízos sociais, econômicos e ambientais decorrentes da intensa exploração dos recursos naturais passam a ter dimensões cada vez maiores e as principais ações direcionadas para a conservação da natureza, no âmbito internacional, referem-se à criação de parques nacionais, com enfoque preservacionista, que possuam grande beleza cênica e sem ocupação humana.

O Brasil adotou esse paradigma de proteção na década de 1930, quando foram criadas as primeiras áreas protegidas e publicado o primeiro Código Florestal<sup>3</sup> (1934), em que foram especificadas quatro classes de florestas a proteger, consideradas em seu conjunto, como bem de interesse comum a todos os habitantes do país. Três décadas depois, a nova versão do Código Florestal<sup>4</sup> foi a principal jurisprudência federal de pro-

3 Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934.

4 Lei nº 4.771 de 15 de setembro 1965.

teção florestal. “Além de regular o regime jurídico das florestas, o Código Florestal contribui, indireta e decisivamente, para a preservação da fauna, da biodiversidade, da regulação hídrica, da qualidade do solo e do ar, constituindo-se ferramenta vital para dar garantia jurídica à preservação e recuperação de ecossistemas” (MPMG, 2013, p. 4). O Código determinou a proteção de locais de elevada fragilidade e/ou importância ambiental, denominadas Áreas de Preservação Permanentes, além de parte da cobertura vegetal existente no interior da propriedade designada como Reserva Legal.

Segundo o Ministério Público de Minas Gerais, o Direito Ambiental pátrio se firma em três pilares legislativos: a Constituição Federal, a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente e o Código Florestal.

Na segunda metade do século XX, a conservação da fauna e da flora passou a fazer parte de preocupações mais amplas de proteção dos recursos naturais. O movimento ambientalista passou a tecer críticas ao crescimento econômico mundial sem preocupação com os impactos ambientais e a escalada do consumo que alimentava esse crescimento. Essas novas ideias deram origem, entre outras formulações críticas, ao conceito de desenvolvimento sustentável e repercutiram sobre as estratégias de conservação da natureza (Ganem, 2010).

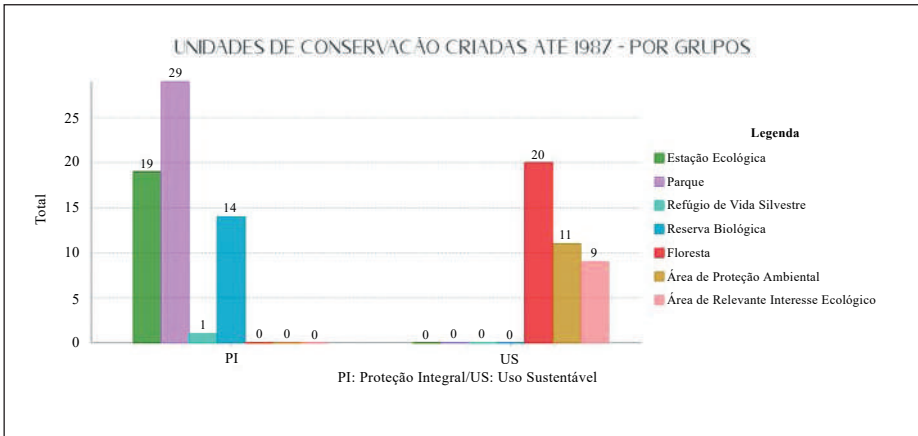
Em 1981, foi publicado outro pilar legislativo ambiental brasileiro, a Política Nacional do Meio Ambiente, contendo dez princípios voltados à preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Ganem (2010) aponta que o primeiro deles, a ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considera o meio ambiente como um patrimônio público a ser protegido, tendo em vista o uso coletivo, pode ser apontado como precursor do dispositivo da Constituição de 1988, que define o meio ambiente ecologicamente equilibrado como um bem de uso comum do povo. No artigo 225 da Constituição, único dedicado ao meio ambiente, os fundamentos apresentados estão conectados ao

discurso do desenvolvimento sustentável. Um ano antes, foi publicado o Relatório Brundtland (1987) o qual foi um importante escrito que também viria a propagar ações em conformidade com os objetivos sustentáveis: racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar; planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais; proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas; incentivos a tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais etc.

Às legislações decorrentes da constituição estabelecem diversos instrumentos necessários para alcançar os objetivos propostos e cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente, constituído por órgãos de todos os níveis administrativos. Dentre eles, destaca-se o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), órgão consultivo e deliberativo com finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.

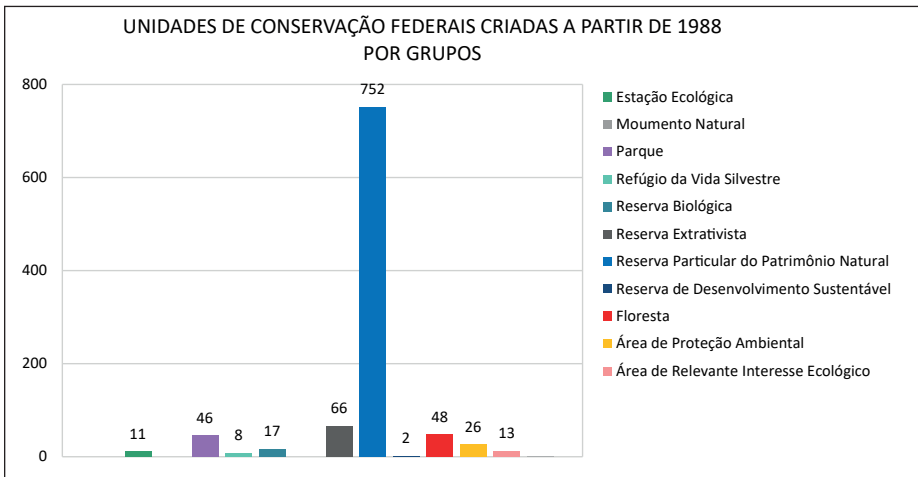
A partir da década de 1980, houve um incremento de áreas protegidas no território brasileiro, em especial a partir da publicação da Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), o qual regulamenta o artigo 225 da Constituição Federal. Até 1987, havia 103 Unidades de Conservação Federais de proteção integral e uso sustentável, com maior quantitativo para as unidades mais restritivas, sendo a modalidade Parque a mais representativa (Figura 1). De 1988 a 2024 (Figuras 2 e 3), outras 955 Unidades de Conservação Federais foram criadas no Brasil, em especial o grupo de Uso Sustentável, com novas categorias de conservação como, por exemplo, as Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) e Reservas Extrativistas (RESEX), as quais foram conquistadas pelas lutas de povos e comunidades tradicionais. Destacar que, antes de 1987, não havia RPPNs. A primeira foi criada em 1990.

**Figura 1 – Unidades de Conservação Federais criadas até 1987 – por grupos**

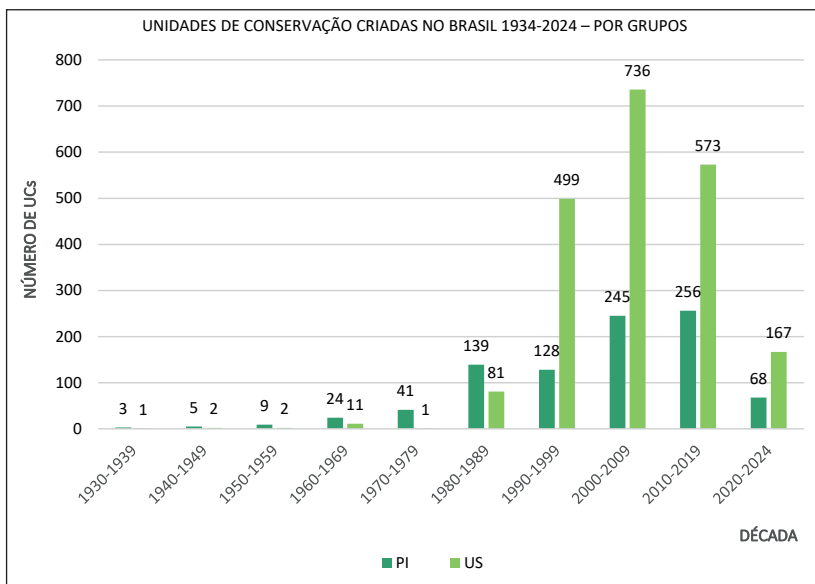


Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2020).

**Figura 2 – Unidades de Conservação Federais a partir de 1988 – por grupos**



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2024).

**Figura 3 – Unidades de Conservação Federais criadas no Brasil – por grupos**

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2024).

A proteção do meio ambiente passou a tratar não só da conservação da fauna e flora, mas também do controle da poluição e da degradação da água, do solo, do ar, tanto nas áreas rurais quanto urbanas (Le Preste, 2000). Considerou-se também que a conservação com povos indígenas e populações tradicionais é um caminho importante na proteção ambiental.

Com a promulgação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa do Brasil (nº 12.651/2012), o Brasil se tornou o primeiro país democrático a legislar um retrocesso na proteção ao meio ambiente (MPMG, 2013). Essa Lei discutida em vários setores da ciência revogou o Código Florestal de 1965 e alterou a proteção das Áreas de Preservação Permanentes e Reservas Legais, bem como anistiou crimes ambientais cometidos até 2008.

## Qual seria um bom desenho para a conservação?

São os instrumentos legais que definem um território protegido. Esses instrumentos se pautam por conceitos e atributos da paisagem para propor um desenho de conservação. Neste sentido, podemos perguntar qual seria um bom desenho de proteção da paisagem?

A ideia de criação de espaços reservados para a preservação ambiental no Brasil, teve inspiração inicial no paradigma americano de Parques Nacionais, uma área protegida do uso e intervenção antrópica, não permitindo a exploração dos recursos naturais e nem a existência de habitantes no interior dessas áreas. Isto gerou conflitos que perduram, uma vez que muitos parques são povoados por povos indígenas e comunidades tradicionais (Diegues; Nogara, 2005; Marinho; Furlan, 2011).

Dessa forma, foram instalados os primeiros parques nacionais brasileiros, posteriormente denominados de Unidades de Conservação de Proteção Integral, cujo principal objetivo é preservar a natureza, permitindo somente o uso indireto dos seus recursos naturais, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei nº 9.885/2000 (Brasil, 2000).

O SNUC também definiu as Unidades de Conservação de Uso Sustentável, cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Nessa categoria, é permitida a presença de populações residentes no seu interior (Brasil, 2000).

Durante um longo período a decisão de preservar era definida sem a participação dos povos indígenas e comunidades tradicionais, ou seja, o limite da área a ser preservada era estabelecido sem considerar territórios já ocupados. Assim, muitas unidades de conservação no Brasil foram demarcadas com populações residentes. Nesse cenário, essas populações não participaram do processo de criação da unidade de conservação. O que deveria ser um processo colaborativo, ficou restrito a definição de uma área geográfica a ser preservada por critérios de proteção exclusivamente da biodiversidade e mesmo assim com desenhos de oportunidade sem base nas dimensões dos habitats.

De acordo com a legislação ambiental brasileira, caso a unidade de conservação delimitada fosse de proteção integral às populações deveriam ser retiradas do interior do território

protegido, pois esse seria destinado à preservação, sem moradores e sem possibilidade de uso econômico dos recursos naturais.

A legislação brasileira garante o pagamento de indenização e compensação para as populações que tiverem seu território afetado pela criação de uma unidade de conservação de proteção integral, responsabilizando-se pelo seu reassentamento. Entretanto, na prática não é bem assim que acontece, visto que essas populações, compostas por comunidades tradicionais e povos indígenas, apresentam uma elevada complexidade cultural nos seus modos de vida e nas relações entre os grupos sociais. São populações que habitam os territórios há várias gerações, cuja história dos seus antepassados foi construída naquele lugar e dessa forma, não há como mensurar simplesmente o valor de uma indenização, ou mesmo dar garantia ao modo de vida em outro território.

Verificando o histórico da criação das unidades de conservação no Brasil, que foram definidas no paradigma “Parque Nacional”, podemos nos indagar: E se o processo fosse diferente? E se os povos indígenas e comunidades tradicionais tivessem sido consultadas sobre a criação dessa área destinada à conservação? E se fossem inseridas nesse processo de conservação ambiental?

Com a participação das populações, toda sociedade abrangente poderia ter aprendido formas de manejo que povos indígenas e comunidades tradicionais fazem em seus territórios. Manejo esse que conservou o patrimônio ambiental existente por longos períodos de tempo. Muitas comunidades foram dizimadas e seus modos de vida foram “apagados” ao longo da nossa história.

A presença de populações em unidades de conservação, cujo objetivo principal é preservar a biodiversidade, é comum no mundo e no Brasil (Diegues, 1994), visto que essas populações já habitavam esses territórios antes da instituição dessas unidades. Entretanto, devemos questionar esse ideal. Será que a preservação ambiental só seria possível sem a presença de populações humanas no interior dessas unidades? Será que não poderíamos pensar a conservação ambiental integrando cultura e natureza?

Como exemplo, do que acontece na prática, podemos citar algumas unidades de conservação no estado de São Paulo, mais especificamente no Vale do Ribeira, como o Parque Estadual do

Jacupiranga (PEJ), criado em 1969, pela Lei Estadual nº145, compreendendo uma área aproximada de 150 mil hectares. O PEJ era uma antiga Reserva Estadual, criada em 1945. Apesar de ser uma unidade de conservação de proteção integral, o PEJ chegou a ter a presença de 8.000 habitantes, distribuídos em mais de 40 bairros rurais (Bim; Furlan, 2013).

A criação dessa unidade se deu de forma vertical “*top and down*”. Entretanto, havia nesse parque diversas populações camponesas (pequenos agricultores e populações tradicionais quilombolas, caiçaras, caboclos e caipiras) que se organizaram para resistir e permanecer nos seus territórios de origem, culminando em um movimento de recategorização dessa unidade em um mosaico de unidades de conservação (Marinho; Furlan, 2011; Bim; Furlan, 2013).

A própria Lei nº 9.885 (Brasil, 2000) prevê a implantação de Mosaicos de Unidades de Conservação, arranjo que se configura como uma estratégia possível para a conservação ambiental com várias modalidades de proteção, considerando tanto o modo de vida das comunidades existentes e a necessidade de conservação.

Todavia, o Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga não seguiu a maneira de criação usual prevista na Lei nº 9.885 (Brasil, 2000), que seria um mosaico formado por um conjunto de unidades de conservação de categorias diferentes ou não, podendo ser próximas, justapostas ou sobrepostas.

O PEJ foi fragmentado em áreas mais restritas para a preservação (unidades de conservação integral) e em áreas que poderiam ser utilizadas pelas populações locais (unidades de conservação de uso sustentável). Assim, a área do PEJ foi reconfigurada e recategorizada, por meio de um processo que envolveu as comunidades, instituições de pesquisa e órgãos governamentais.

O Mosaico do Jacupiranga (Mojac), criado pela Lei nº12.810/2008, compreende três Parques Estaduais (Caverna do Diabo, Rio Turvo e Lagamar de Cananéia), cinco Reservas de Desenvolvimento Sustentável (Barreiro/Anhemas, Quilombos de Barra do Turvo, Lavras, Pinheirinhos e Itapanhapima), quatro Áreas de Proteção Ambiental (Quilombos Médio Ribeira, Rio Pardinho e Rio Vermelho, Cajati e Planalto do Turvo) e duas Reserva Extrativista (Taquari e Ilha do Tumba), totalizando mais

de 243 mil hectares. O Mojac aumentou a área de proteção integral, além de estabelecer diferentes unidades de uso sustentável (Sigam, 2021).

O movimento que culminou com a criação do Mojac foi construído por meio de muita articulação política entre as populações afetadas pelo PEJ. Esse movimento foi muito importante e fez parte de uma discussão mais abrangente sobre a importância das populações para a conservação ambiental. Discussão realizada tanto no âmbito internacional como nacional, como forma de redução dos conflitos socioambientais criados pela imposição de áreas de preservação (Bim; Furlan, 2013).

Ainda de acordo com Bim e Furlan (2013), a criação do Mojac, com a ativa participação das comunidades existentes, foi a estratégia mais adequada para dirimir os conflitos existentes e assegurar a conservação ambiental. Visto que, dessa forma, foi possível a permanência das comunidades tradicionais em unidades de uso sustentável, com a manutenção dos seus modos de vida e sem a repressão que sofriam quando estavam inseridas dentro do PEJ. Apesar disso, nem todas as famílias foram reconhecidas com a criação do Mojac, cerca de 300 famílias ainda permanecem no interior dos novos parques estabelecidos no mosaico (Bim; Furlan, 2013).

Infelizmente, a criação de mosaicos também não garante a gestão integrada das unidades de conservação e essa questão ainda é um desafio de acordo com Melo e Irving (2014). Visto que, a gestão do mosaico deveria ser realizada com permanente diálogo intersetorial e intergovernamental, envolvendo as diferentes esferas públicas sobrepostas no espaço do mosaico. Os referidos autores apontam dois caminhos para melhorar essa gestão, o primeiro seria a elaboração de instrumentos normativos, com o objetivo de estabelecer melhores diretrizes e procedimentos para cada órgão ambiental envolvido no mosaico, e o segundo seria a construção de ações para gestão integrada.

## **Conservação colaborativa: emergência do novo paradigma de governança**

No debate sobre as estratégias de conservação, há aqueles que defendem a necessidade de inclusão de populações locais,

principalmente nos países periféricos. A aposta no protagonismo das comunidades locais não é considerada apenas uma questão de justiça social, mas também pressupõe que isso potencializaria as ações de conservação (Kareiva; Marvier, 2012), principalmente se pensarmos em estratégias de longo prazo (Soliku; Schraml, 2018).

Nesse sentido, o sucesso dessas iniciativas passa por um desenho bem elaborado do projeto de conservação, que engloba o empoderamento das comunidades, incentivos econômicos e garantia de direitos (Brooks *et al.*, 2012).

No Brasil, no que se refere à governança de Unidades de Conservação, há diferentes níveis de participação, conforme a categoria da Unidade de Conservação. Os Conselhos Gestores, por exemplo, previstos no SNUC<sup>5</sup>, representam um caminho para a participação dos diversos atores da sociedade civil em conjunto com o poder público. Da mesma forma, o Plano Nacional de Áreas Protegidas – PNAP (Decreto nº 5.758, de 13/04/2006) também é um instrumento legal que visa promover a participação de populações locais, em especial indígenas e quilombolas.

Entretanto, os conselhos gestores nas Unidades de Conservação de proteção integral têm caráter consultivo. Assim, no Brasil, a gestão dessas UCs ainda é feita principalmente de cima para baixo, com maior participação dos agentes do Estado (Coelho Junior *et al.*, 2020). Porém, existem outras formas de inclusão da comunidade local nas estratégias de conservação, como o comanejo de Áreas Protegidas, que visa promover maior justiça social e democratização na gestão dos recursos naturais (Borrini-Feyerabend *et al.*, 2007, Maretti *et al.*, 2023).

Como exemplo desta iniciativa apresentaremos um estudo de caso da Costa Rica, no Parque Nacional Cahuita, Talamanca. O parque está localizado na região caribenha ao sul do país, sendo parte da Área de Conservação La Amistad Caribe (ACLAC). Sua área terrestre é de 1.068 ha e a área marítima é de 600 ha. A parte terrestre abriga uma variedade de formações vegetais, desde mangues, a florestas pantanosas e florestas tropicais úmidas, com alta diversidade de espécies.

A área foi declarada Monumento Nacional em 1970 e, em 1978, Parque Nacional Cahuita, por meio de Decreto Executivo,

5 ICMBio. Instrução Normativa nº 2, de 18 set. 2007.

ambos sem a consulta prévia dos moradores locais. Consequentemente, emergiu o problema fundiário, pois muitas das propriedades foram incluídas nos limites do parque, e parte delas não possuíam documentação, acarretando em conflitos entre população local e Estado, decorrentes do não pagamento dessas terras (Costa Rica, 2016). Para resolução do conflito, ocorreu uma série de esforços, como a criação da Comissão Consultiva do Parque Nacional Cahuita por meio do Decreto n° 17.104-MAG em 1986, que abriu espaço para maior participação da comunidade limonense no desenvolvimento e melhoria do Parque Nacional Cahuita.

Nos anos seguintes, a relação entre a população local – formada em grande parte por pessoas com raiz cultural de matriz africana, que se dedicavam à agricultura e à pesca – e poder público seria marcada por episódios de tensão e esforços de colaboração. Da mobilização, os moradores conseguiram, por exemplo, o livre acesso a um setor da Playa Blanca e o pagamento das terras aos seus proprietários, ainda que em alguns casos as questões fundiárias tenham se arrastado por muitos anos.

Em 1998, por meio de Decreto Executivo n° 26929-MINAE “*Reglamento de Gestión de Recursos e Servicios no Parque Nacional Cahuita*”, a comunidade conseguiu maior participação na gestão do parque. Neste Decreto, foi instituída a Comissão de Gestão de Recursos e Serviços, que atribuía a responsabilidade de garantir a operação e qualidade dos serviços fornecidos em todo o Parque, sugerir taxas e fazer recomendações para o Diretor de Área da Conservación La Amistad Caribe, a fim de melhorar a prestação de serviços do parque, o qual nessa altura já possuía importante peso nas atividades econômicas do município.

Outros elementos também foram importantes para se chegar ao modelo de cogestão, tais como: o convênio entre MIRENEM<sup>6</sup> e a Associação de Desenvolvimento Integral de Cahuita; a contratação de funcionários locais para atuar, em conjunto com a Defensoria dos Habitantes, na interlocução com a população local; a criação do Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC); estabelecimento de princípios de participação; e, a nível internacional, as discussões ligadas à Agenda 21, que defendiam maior participação local na gestão de recursos naturais.

6 Hoje MINAE: Ministério de Ambiente e Energia

A relação entre comunidade e parque, a partir do estabelecimento do modelo, procurou pautar-se na transparência, com reuniões periódicas, a lavratura de atas e convênios, a incorporação de auditorias financeiras internas, mecanismos de prestação de contas, entre outros.

Conjuntamente, realizaram esforços para demarcação de trilhas, treinamento e capacitação de guias locais, convênios com universidades e ONGs, elaboração de planos de negócios, criação de sistema de voluntariado e de doações, melhorias e manutenção da infraestrutura, apoio a atividades culturais e esportivas etc.

A criação desses mecanismos permitiu que mais pessoas da comunidade, interessadas no processo, pudessem participar, atuando como delegadas e executoras dos acordos, assumindo responsabilidades e comprometidas com o bem comum da comunidade.

Ao longo de cerca de duas décadas, houve apoios e críticas ao modelo de cogestão desenvolvido no parque. Em 2014, por exemplo, foi expedida a Instrução Normativa Presidencial nº 26-2014-MINAE, na qual instruiu o Conselho Nacional de Área de Conservação, em conjunto com representantes das organizações da comunidade Cahuita vinculadas ao comanejo, para que fossem estabelecidas as condições técnicas e jurídicas necessárias para que o modelo de comanejo no parque continuasse a operar. Esse esforço foi decorrente do questionamento legal e econômico do modelo de cogestão. Do ponto de vista econômico, algumas autoridades, ligadas ao poder central, apontavam que o Estado deixava de lucrar ao permitir, por exemplo, o livre acesso do trecho da Playa Blanca, um lugar turístico bem frequentado.

Ainda assim, esse trabalho conjunto foi refletido na assinatura do Decreto Executivo nº 39519-MINAE “Reconhecimento de Modelos de Governança em Áreas Silvestres Protegidas da Costa Rica”, publicado em 2016, em que foi reconhecida a particularidade das comunidades e o direito de participação na gestão de áreas protegidas. O objetivo do decreto foi consolidar um sistema de conservação mais participativo, que permite regulamentar o modelo de participação que se aplica a cada área silvestre protegida.

Este exemplo de parceria entre governo e comunidades revela possibilidades de gestão, mas existem muitas outras iniciativas ocorrendo no sentido de buscar uma governança com e sem o Estado para ampliar os esforços de conservação. O fato é que todos os grupos sociais, com suas próprias características culturais, têm direito de acesso à natureza e aos seus benefícios. Reconhecer direitos territoriais é considerar a conservação como inclusiva. E isso também nos possibilita conectar melhor os múltiplos grupos sociais com as áreas protegidas e a conservação dos sistemas naturais.

## **Desafios da conservação de áreas protegidas**

Neste capítulo, destacamos a importância das áreas protegidas pela sua importância na conservação da biodiversidade, da sociodiversidade e outros elementos naturais além de permitir o acesso da sociedade aos seus benefícios. No entanto, observamos que o paradigma de criação de unidades de conservação foi excludente e gerou conflitos que vêm sendo enfrentados em nível nacional e internacional e precisam estar refletidos no futuro da conservação em território brasileiro. A conservação é um valor de longa duração e o conjunto de instrumentos legais que pautam essa questão foram criados a partir dos conflitos de uso e gestão. Apresentamos definições e alguns conceitos que balizam os instrumentos legais e demonstramos como o modelo foi sendo acrescido por legislações que ampliaram as modalidades de proteção. Nas últimas décadas o paradigma Parque Nacional deu lugar ao modelo de uso sustentável e discutiremos brevemente sobre a sua evolução – considerando fases históricas principais, com seus paradigmas (fase do paradigma dos parques nacionais; fase do novo paradigma da conservação colaborativa de áreas protegidas). Constatamos que existem múltiplas contribuições de diferentes sujeitos sociais e defendemos que os múltiplos interesses, inclusive quanto aos valores culturais, devem ser considerados para uma gestão dos sistemas de áreas protegidas mais democrática e eficaz. A antiga dicotomia natureza/cultura precisa ser superada, pois a participação nos parece a chave para construir maior engajamento da sociedade. Novos instrumentos legais precisam ser

criados, a exemplo do que ocorreu na Costa Rica que, apesar dos conflitos reconheceu o comanejo como uma forma de conservação colaborativa que precisa ser reconhecida e reforçada.

Outra tendência observada é que as áreas protegidas geralmente eram administradas principalmente por governos centrais, ou definidas a partir deles, viabilizadas pelas instituições públicas, manejadas por especialistas e tratadas como uma atividade técnica ou até tecnocrática e vistas como valores (ou ativos) das instituições nacionais, com as considerações nacionais prevalecendo sobre as locais. Observa-se uma tendência que esses territórios passem a ser geridos por múltiplos parceiros (como distintos níveis de governos, comunidades locais, povos indígenas, setor privado, organizações da sociedade civil etc.). Mas para essas várias formas ainda temos lacunas de instrumentos normativos. No Brasil as iniciativas de reconhecimento de autonomia ou articulação entre comunidades locais e governo ainda são pouco expressivas. Mas nos parece que a conservação de longo prazo será mais efetiva quando a visão de natureza e cultura puderem ser (como são para povos indígenas e comunidades tradicionais) indissociáveis.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. M. V. G. Origem e principais elementos da legislação de proteção à biodiversidade no Brasil. *In*: CONSERVAÇÃO da Biodiversidade, Legislação e Políticas Públicas. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011.

BENSUSAN, N. Os pressupostos biológicos do sistema nacional de unidades de conservação. *In*: BENJAMIN, A. H. (coord.). **Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação**. Rio de Janeiro: Forense Univ., 2001. p. 164-189.

BIM, O. J. B.; FURLAN, S. A. Mosaico do Jacupiranga – Vale do Ribeira/SP: conservação, conflitos e soluções socioambientais. **Agrária**, n. 18, p. 4-36, 2013.

BORRINI-FEYERABEND, G. *et al.* **Co-management of natural resources: organizing, negotiating and learning-by-doing**. 2. ed. Heidelberg: Kasperek Verlag, 2007. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/7839>

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: Senado, 2000.

BROOKS, J. S. B. *et al.* How national context, project design, and local community characteristics influence success in community-based conservation projects. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 52, p. 21265-21270, 2012.

COELHO JUNIOR, M. G. *et al.* Improving the management effectiveness and decision-making by stakeholders' perspectives: a case study in a protected area from the brazilian atlantic forest. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 272, p. 1-15, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111083>.

COSTA RICA. SINAC. **Cahuita y su Parque Nacional: sistematización del proceso de co-manejo del Parque Nacional Cahuita**,

Talamanca. Limón, 2016. Disponível em: <http://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACLAC/Parque%20Nacional%20Cahuita.pdf>

DIAS, D. A. C. **Evolução Histórica do Direito Internacional do Meio Ambiente**. Monografia (Graduação em Ciências Jurídicas) – Faculdade de Ciências Jurídicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

DÍAZ, S. *et al.* **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)**. Bonn: Ed. IPBES, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: NUPAUB, 1994.

DIEGUES, A. C.; NOGARA, P. J. N. **O nosso lugar virou parque: estudos socioambientais do Saco do Mamanguá, Parati; Rio de Janeiro**. São Paulo: NUPAUB, 2005.

ELLOVITCH, M. F.; VALERA, C. A. **Novo Código Florestal**. Belo Horizonte: CEAFF, 2013.

FERNANDEZ, F. A. S. *et al.* Manejo das populações naturais nos fragmentos. *In*: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. de (org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 103-123.

GANEM, R. S. (org.). **Conservação da Biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Edições Câmara, 2010.

HERO, J. M.; RIDGWAY, T. Declínio global de espécies. *In*: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. (org.). **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos: Ed. Rima, 2006. p. 53-90.

KAREIVA, P.; MARVIER, M. What Is Conservation Science? **BioScience**, v. 62, n. 11, p. 962-969, 2012.

LE PRESTE, P. **Ecopolítica internacional**. São Paulo: Ed. Senac, 2000.

MARETTI, C. C.; FURLAN, S. A. *et al.* Collaborative Conservation for Inclusive, Equitable, and Effective Systems of Protected and Conserved Areas-Insights from Brazil. **Sustainability**, v. 15, p. 16609, 2023.

MARINHO, M. A.; FURLAN, S. A. Gestão compartilhada e comunitária em áreas protegidas: reflexões no Vale do Ribeira (São Paulo, Brasil). **Revista Geográfica de América Central**, n. especial, p. 1-16, 2011.

MCCORMICK, J. **Rumo ao paraíso**: a história do movimento ambientalista. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992.

MELO, G. M.; IRVING, M. A. Mosaicos de unidades de conservação: desafios para a gestão integrada e participativa para a conservação da natureza. **Geografias**, v. 10, n. 2, p. 46-58, 2014.

MILARÉ, É. **Direito do Meio Ambiente**. 12. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020.

MPMG, Jurídico. **Manual do Novo Código Florestal**. Belo Horizonte: CEAP, 2013.

PRIMACK, R.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001.

QUINTÃO, Â. T. B. Evolução do conceito de parques nacionais e sua relação com o processo de desenvolvimento. **Revista Brasil Florestal**, v. 13, n. 54, p. 13-28, 1983.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Tratados e Organizações Internacionais em matéria de meio ambiente**. São Paulo: SMA, 1997.

SIGAM – SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO AMBIENTAL. **Mosaico do Jacupiranga**. Disponível em: <https://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=16473>

SOLIKU, O.; SCHRAML, U. Making sense of protected area conflicts and management approaches: a review of causes, contexts and conflict management strategies. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 222, p. 136-145, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2018.04.011>.

WILSON, E. O. **Diversidade da Vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

# SOBRE A ORGANIZADORA E AUTORES

## **Organizadora**

### **Tatiana Ribeiro de Campos Mello**

Odontologista. Docente e pesquisadora da Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* tatianar@umc.br

## **Autores**

### **Agnes de Sousa Arruda**

Jornalista. Professora e pesquisadora na Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* agnes.arruda@gmail.com

### **Alexandre Wagner Silva Hilsdorf**

Zootecnista. Professor e pesquisador na Universidade de Mogi das Cruzes, Laboratório de Genética de Organismos Aquáticos e Aquicultura – LAGOAA.

*E-mail:* wagner@umc.br

### **Ana Lucia G. Santos**

Geógrafa. Pós-doutoranda. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.

*E-mail:* analuciasantos@usp.br

### **Ana Luiza Cardoso Campello**

Pedagoga.

*E-mail:* campelloanaluiza@gmail.com

### **André Luiz Campos Requena**

Gestor Público. Mestrando do curso Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* andrerequena01@hotmail.com

**Andrea Bottoni**

Médico. Docente do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde e do Mestrado em Políticas Públicas da Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* andreab@umc.br

**Antonio Domingos Brescovit**

Biólogo. Pesquisador Científico do Instituto Butantan.

*E-mail:* antonio.brescovit@butantan.gov.br

**Augusto Leal Rinaldi**

Internacionalista. Professor de Relações Internacionais no Centro Universitário Belas Artes de São Paulo e na PUC-SP. Professor-pesquisador no Mestrado em Políticas Públicas da UMC e pesquisador do Núcleo de Estudos em Relações Internacionais da PUC-SP (NERI).

*E-mail:* augustolrinaldi@gmail.com

**Carla Gracioto Panzeri**

Educadora ambiental e Engenheira florestal. Doutora em Ensino e História de Ciências da Terra, pela Unicamp. Integrante da equipe do Departamento de Educação Ambiental e Sociedades Sustentáveis da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Proteção Animal de Mogi das Cruzes/SP.

*E-mail:* carla.svma@pmmc.com.br

**Caroline Lessa de Almeida**

Bióloga. Mestra em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* carollessabiol@hotmail.com

**Cauê Nagatani**

Biólogo. Mestre em Biotecnologia pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* cauenagatani@gmail.com

**Cíntia Mara Santos Siqueira**

Tecnóloga em Meio Ambiente e Recursos Hídricos e Especialista em Educomunicação. Mestranda em Políticas Públicas

pela Universidade de Mogi das Cruzes, Coordenadora de Comunicação do Instituto Suinã.

*E-mail:* cinthiamara@institutosuina.org

**Daiane de Lima da Silva**

Médica. Mestranda em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* daiane.lima.romeiro@gmail.com

**Daniela Leite Jabes**

Bióloga. Docente e pesquisadora na Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* danielajabes@umc.br

**Débora Cristina de Oliveira Gonçalves**

Bióloga. Doutoranda em Biotecnologia pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* debora\_cog@outlook.com

**Edson Alves Filho**

Geógrafo. Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo.

*E-mail:* edson.filho@usp.br

**Érica Cristina dos Santos Bessa**

Licenciatura em Educação Física. Mestranda em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* ericabessa@hotmail.com

**Fabício Severo Magalhães**

Biólogo. Mestre em Biotecnologia pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* fabriciosevero.fa@gmail.com

**Fernanda de Moraes A. Scalabrino**

Bióloga. Especialista em Educação Ambiental e Transição para Sociedades Sustentáveis. Diretora Institucional do Instituto Suinã.

*E-mail:* fernandascalabrino@institutosuina.org

**Franciny Yuko Urushima**

Bióloga. Mestranda em Biotecnologia pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* francinyyuko@gmail.com

**Giorgia Limnios**

Geógrafa. Doutora e pesquisadora Laboratório de Climatologia e Biogeografia, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo.

*E-mail:* giorgiageo@alummi.usp.br

**Gisely da Silva Freitas**

Bióloga.

*E-mail:* giselyf16@gmail.com

**Guaraci Duran Cordeiro**

Zootecnista. Docente da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

*E-mail:* guaradc@gmail.com

**Jader Oliveira**

Biólogo. Pós-doutorando da Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo.

*E-mail:* jdr.oliveira@hotmail.com

**Jaqueline Costa Reis**

Médica. Mestranda do curso Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* cr.jaque@gmail.com

**João Carlos de Brito**

Educador Físico. Mestre em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* daobrito@hotmail.com

**João Paulo Moraes de Oliveira**

Biólogo.

*E-mail:* jpmrsoliveira@gmail.com

**Joelma Moura Alvarez**

Médica Veterinária. Coordenadora do Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* joelmaalvarez@umc.br

**Jonathan Bello Gouet**

Psicólogo. Mestrando do curso Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde pela Universidade de Mogi das Cruzes e Docente na UNIPIAGET.

*E-mail:* jonathangout@hotmail.com

**Juliana Viegas de Assis**

Médica Veterinária. Professora do Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* julianaassis@umc.br

**Juliane Maria da Silva Ferreira**

Tecnóloga em Meio Ambiente e Recursos Hídricos e pós-graduanda em Natureza que Somos.

*E-mail:* jmsferreira8@gmail.com

**Katia Cristina Ugolini Mugnol**

Biomédica. Docente na Faculdade de Medicina da Universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo.

*E-mail:* kcum@uol.com.br

**Katiúscia Abrahão**

Fisioterapeuta. Mestranda em Engenharia Biomédica pela Universidade de Mogi das Cruzes. Docente e supervisora de estágio no UNIPIAGET e na Faculdade do Clube Náutico Mogiano. *E-mail:* katiusciaabrahao@gmail.com

**Laerte Apolinário Júnior**

Internacionalista. Docente PUC/São Paulo e Pesquisador do CEBRAP, do CAENI/USP e NERI/PUCSP.

*E-mail:* laerteapj@gmail.com

**Larissa de Jesus Silva**

Bióloga. Mestra em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* larissajesussilva1996@gmail.com

**Lettycia Fernanda Correia**

Bióloga. Mestra em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* lettyciacorreia@gmail.com

**Livia Pires do Prado**

Bióloga. Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi.

*E-mail:* liviapires7@gmail.com

**Marcelo Hideki Yamane**

Geógrafo. Mestre e pesquisador Laboratório de Climatologia e Biogeografia, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo.

*E-mail:* marcelo.yamane@alumni.usp.br

**Márcia Cristina Peronti Sasso Brandão**

Bióloga e Fisioterapeuta. Mestranda em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* marciasasso16@gmail.com

**Maria de Fátima de Oliveira**

Bióloga. Mestra em Ciências Florestais. Especialista em conservação e manejo de vida silvestre e pós-graduanda em Restauração e Adequação Ambiental. Diretora Técnica do Instituto Suinã.

*E-mail:* fatimaoliveira@institutosuina.org

**Maria Santina de Castro Morini**

Bióloga. Docente e pesquisadora da Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* mscmorini@gmail.com

**Mariana Gabriel**

Odontologista.

*E-mail:* marianagabrielodonto@gmail.com

**Mariana Ribeiro dos Santos**

Bióloga.

*E-mail:* mari.rds98@gmail.com

**Marília Cristina Duarte**

Bióloga. Docente e pesquisadora na Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* mariliacd@umc.br

**Myllia Lopes Alves**

Bióloga.

*E-mail:* myllia.bio@gmail.com

**Nathalia Sampaio da Silva**

Bióloga. Núcleo de Ciências Ambientais, Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* nathaliasampaio90@gmail.com

**Otávio Guilherme Moraes da Silva**

Biólogo. Pós-doutorando pelo Museu de Zoologia de São Paulo.

*E-mail:* otavione23@gmail.com

**Raquel Barbosa Cintra –Médica**

Docente na Faculdade de Medicina da Universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo.

*E-mail:* raquelbc@umc.br

**Renata Jimenez de Almeida-Scabbia**

Engenheira Agrônoma. Docente e pesquisadora da Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* renatascabbia@hotmail.com

**Ricardo de Moraes Bastos**

Médico. Mestrando em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* ricardobastos@umc.br

**Romildo de Pinho Campello**

Mestrando em Cidades Inteligentes Sustentáveis pela Uninove.

*E-mail:* romildocampello@gmail.com

**Rosângela Soares dos Santos**

Enfermeira. Docente da Universidade de Mogi das Cruzes e Diretor Técnico no Grupo Técnico Médico Hospitalar dos Serviços de Saúde do Centro de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo.

*E-mail:* rossantos@gmail.com

**Samantha Marx de Castro**

Bióloga. Doutoranda em Biotecnologia pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* samanthacastro2011@gmail.com

**Samara Santos**

Bióloga. Mestranda em Sistemática, Taxonomia Animal e Biodiversidade pelo Museu de Zoologia de São Paulo.

*E-mail:* samara.santos09470@gmail.com

**Sandy Sena Oliveira Raymundo**

Enfermeira. Mestranda no curso Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade de Mogi das Cruzes – UMC

*E-mail:* sandysenasaude@gmail.com

**Sergio Zanata Carvalho**

Biólogo. *E-mail:* sergiozanata20@gmail.com

**Sueli Angelo Furlan**

Geógrafa. Professora e pesquisadora do Laboratório de Climatologia e Biogeografia, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo.

*E-mail:* sucaangf@usp.br

**Sunamita Domingos Neves Precioso**

Jornalista. Docente da Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* sunamitadn@gmail.com

**Thalles P. Lavinsky Pereira**

Biólogo. Museum of Comparative Zoology, Harvard University, 26 Oxford Street Cambridge, Massachusetts 02138, EUA.

*E-mail:* thallespl@gmail.com

**Thaynara Rodrigues do Prado**

Bióloga.

*E-mail:* thay.prado96@gmail.com

**Vania Nobuko Yoshikawa**

Bióloga. Pós-doutoranda no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), Laboratório de Sistemática, Evolução e Biogeografia de Plantas Vasculares.

*E-mail:* vanianobuko@gmail.com

**Victor Hideki Nagatani**

Biólogo. Doutorando em Biotecnologia pela Universidade de Mogi das Cruzes.

*E-mail:* vhnagatani@gmail.com

**Welber Senteio Smith**

Biólogo. Programa de Pós-Graduação em Patologia Ambiental e Experimental, Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional de Ecossistemas – LEEF, Universidade Paulista.

*E-mail:* welber\_smith@uol.com.br

**Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização**

# ÍNDICE REMISSIVO

## A

Abelhas nativas 263, 266, 267, 289, 295, 297, 299, 300

Agenda Ambiental Internacional 13, 161, 165

Alto Tietê 135, 137, 142, 145, 188, 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 219, 231, 232, 245, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 271, 291, 299, 325, 350, 360

Animais silvestres 16, 17, 22, 62

Aquecimento global 12, 52, 113, 116, 118, 125, 126, 127, 164, 165, 166, 167, 177, 180

Araneae 303, 309, 318, 319, 321, 322, 359

Áreas protegidas 13, 138, 243, 304, 325, 377, 379, 380, 381, 382, 384, 386, 392, 393, 395, 396, 397, 399

## B

Bacias hidrográficas 189, 327, 374, 381

Barragem 188, 198, 202, 203, 204

Biodiversidade 13, 14, 15, 21, 42, 49, 52, 63, 76, 113, 115, 120, 121, 122, 123, 138, 139, 141, 145, 147, 152, 159, 161, 181, 191, 220, 221, 227, 228, 229, 230, 231, 236, 237, 241, 244, 259, 260, 263, 288, 289, 292, 294, 297, 302, 303, 304, 305, 306, 312, 313, 317, 319, 323, 324, 325, 340, 341, 342, 343, 345, 348, 349, 351, 352, 353, 354, 357, 359, 360, 361, 362, 365, 366, 367, 371, 372, 373, 374, 375, 379, 380, 382, 384, 389, 390, 395, 397, 399, 409

## C

Camada de ozônio 13, 161, 165, 166, 167, 168, 170, 171

Cidade de São Paulo 188, 192, 193, 196, 200, 201, 210, 214, 215, 219, 220, 223, 224, 326

Coleções biológicas 14, 265, 349, 351, 352, 355, 357, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 369, 370, 372, 373, 374, 375, 377

Conservação ambiental 87, 213, 350, 353, 364, 389, 390, 391

Conservação colaborativa 13, 392, 396

Conservação da biodiversidade 13, 138, 221, 230, 259, 289, 292, 304, 306, 312, 345, 357, 361, 365, 372, 373, 374, 395, 397, 399

Conservação da natureza 299, 302, 303, 325, 341, 371, 378, 379, 382, 384, 385, 386, 388, 398, 400

Cooperação internacional 164, 165, 180

Corredor ecológico 13, 227, 228, 229, 231, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 247, 259, 261, 263, 264, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 289, 301, 303, 304, 306, 308, 311, 312, 317, 350

Corredor ecológico municipal 229, 231, 233, 234, 236, 237, 261, 264, 266, 268, 269, 270, 271, 311, 312, 317

Covid-19 12, 23, 29, 33, 34, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 84, 98, 110, 122, 230, 244, 297, 323, 324, 354

Cuidados de saúde 78, 82, 83, 84, 85, 105, 107

Curadoria 90, 354, 355, 356, 357, 372

## **D**

Desenvolvimento e meio ambiente 292, 318

Desenvolvimento sustentável 12, 51, 69, 71, 73, 87, 88, 93, 146, 153, 159, 163, 169, 173, 181, 302, 382, 385, 387, 391

Desflorestamento 127, 161

Desmatamento 12, 21, 36, 42, 43, 86, 113, 114, 115, 116, 118, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 167, 260, 292, 302, 365, 383

Diversidade biológica 120, 146, 159, 167, 237, 239, 301, 303, 318, 322, 349, 362, 363, 365, 380, 381

Doenças zoonóticas 16, 17, 18, 20, 21, 22, 25, 26, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 44, 48, 49, 51, 122, 340

## **E**

Ecofuturo 141, 238, 288, 306, 307, 313, 320, 326, 328, 329, 330, 340, 342, 343

Ecosistemas 18, 22, 47, 52, 72, 106, 113, 114, 116, 134, 162, 189, 190, 191, 228, 229, 230, 240, 259, 260, 262, 265, 267, 289, 290, 301, 340, 348, 367, 372, 380, 384, 385, 399

Educação Ambiental 12, 63, 65, 85, 87, 90, 94, 133, 134, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 153, 155, 158, 159, 213, 270, 304, 305, 319, 403, 404

Espécies ameaçadas 139, 207, 211, 221, 371, 373

## **F**

Flora arbórea 13, 323, 326, 344

Florística 297, 329, 343

Formicidae 232, 239, 243, 245, 246

## **G**

Gases de efeito estufa 76, 77, 115, 126, 127, 162, 168, 169, 173, 176, 177

Gordofobia 95, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Governança global 13, 52, 161, 162

## **H**

Herbários 361, 369, 377

## **I**

Ictiofauna 13, 187, 196, 200, 203, 205, 206, 207, 210, 211, 212, 219, 220, 221

Interseccionalidade 12, 95, 97, 110

## **M**

Mananciais 135, 137, 142, 200

Mata Atlântica 13, 148, 227, 228, 229, 232, 234, 235, 238, 239, 244, 245, 246, 259, 260, 261, 264, 265, 266, 267, 291, 293, 294, 297, 301, 302, 306, 312, 317, 320, 321, 323, 324, 325, 326, 327, 339, 340, 344, 345, 347, 353, 372

Médico veterinário 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 28

Meio ambiente 4, 12, 13, 26, 33, 41, 42, 45, 47, 48, 50, 51, 52, 57, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 79, 85, 86, 87, 88, 90, 93, 124, 133, 134, 138, 140, 142, 146, 149, 150, 156, 158, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 171, 174, 181, 205, 211, 217, 221, 224, 244, 246, 292, 299, 303, 310, 318, 328, 342, 362, 363, 375, 381, 382, 384, 385, 387, 388, 398, 400, 401, 403

Mogi das Cruzes 11, 13, 14, 20, 21, 61, 62, 63, 64, 134, 136, 140, 141, 142, 143, 148, 201, 205, 210, 229, 231, 232, 233, 237, 238, 239, 246, 247, 261, 262, 263, 264, 266, 267, 270, 289, 290, 297, 299, 300, 304, 306, 308, 311, 312, 313, 317, 320, 321, 323, 326, 328, 329, 330, 337, 338, 340, 341, 342, 344, 347, 368, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409

Mudança climática 70, 77, 93, 114, 161, 162, 164, 167, 168, 169, 170, 185

Mudanças climáticas 13, 21, 22, 42, 44, 69, 76, 88, 113, 115, 116, 123, 124, 125, 126, 127, 130, 141, 161, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 179, 180, 184, 305, 323, 324, 340, 341, 351

Museus 212, 348, 351, 353, 355, 357, 361, 369, 370

**O**

Organização da Sociedade Civil 12, 145

**P**

Pandemia 12, 23, 33, 34, 37, 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 84, 98, 109, 110, 157, 230, 294, 305, 323, 354

Participação 12, 25, 26, 59, 64, 108, 125, 133, 140, 147, 148, 150, 156, 166, 169, 174, 175, 213, 389, 391, 392, 393, 394, 395, 396

Patógenos 15, 16, 17, 18, 23, 25, 38, 42, 113, 114, 115, 119, 120, 121, 122, 305, 372

Peixes 45, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 205, 206, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 220, 221, 223, 225, 226, 306, 353, 367, 371

Plano diretor 148, 238, 261, 289, 317

Políticas ambientais 12, 52, 56, 57, 59, 181

Políticas antigordofobia 12, 95

Políticas de conservação 13, 350, 377, 378, 381, 383

Políticas públicas 3, 4, 11, 12, 14, 51, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 95, 96, 97, 98, 104, 105, 106, 107, 108, 124, 134, 137, 143, 146, 147, 149, 200, 203, 211, 213, 214, 215, 269, 305, 325, 340, 350, 353, 354, 355, 361, 362, 365, 372, 373, 377, 397, 399, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408

Poluição 13, 42, 50, 52, 59, 71, 72, 76, 77, 163, 165, 167, 168, 170, 171, 181, 195, 202, 215, 229, 269, 378, 382, 388

PPBIO 365, 366, 375

Preconceito 12, 95, 96, 97, 99, 100, 103, 105, 107, 108

**Q**

Qualidade de vida 11, 12, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 82, 86, 87, 133, 134, 150, 385

**R**

Regime internacional 165, 185

Restauração florestal 339, 344

**S**

Sars 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 51, 53, 54, 55, 56, 244, 323

Sars-CoV 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 51, 53, 54, 55, 56, 323

Saúde 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 90, 91, 92, 93, 95, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 116, 118, 121, 122, 124, 126, 127, 130, 154, 155, 159, 162, 203, 220, 228, 229, 230, 231, 237, 241, 259, 260, 289, 304, 317, 319, 323, 324, 340, 341, 343, 348, 350, 351, 352, 357, 362, 364, 372, 382, 402, 405, 406, 408, 409

Saúde animal 16, 19, 20, 24, 25, 26, 49, 362

Saúde pública 4, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 26, 29, 38, 45, 68, 69, 70, 73, 74, 79, 90, 107, 110, 113, 121, 126, 127, 155, 237, 340, 348, 351, 352, 357, 362, 364, 372, 405

Saúde Única 3, 4, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 30, 95, 106, 110, 229, 304, 323, 324, 343, 372

Serra do Itapeti 13, 62, 135, 138, 139, 142, 229, 231, 233, 247, 300, 304, 306, 307, 320, 323, 325, 326, 328, 329, 338, 343, 344, 345, 347, 350

Sustentabilidade 3, 4, 11, 61, 62, 64, 65, 70, 71, 72, 76, 78, 80, 81, 82, 83, 88, 91, 92, 93, 133, 137, 138, 150, 155, 162, 319, 324, 329, 340, 380

## **T**

Tecnologia 24, 82, 84, 86, 127, 152, 168, 169, 171, 174, 365, 368, 373, 374, 377, 402, 405, 406, 409

Tecnologias sociais 150, 153, 154

## **U**

Unidades de conservação 62, 138, 139, 227, 228, 233, 240, 243, 244, 299, 302, 303, 307, 321, 325, 326, 341, 363, 364, 365, 369, 383, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 395, 397, 398, 400

## **V**

Vetores 17, 19, 22, 23, 25, 29, 34, 35, 36, 40, 43, 44, 115, 119, 121, 122, 125, 305, 351, 352

## **Z**

Zona de amortecimento 13, 229, 231, 232, 233, 234, 247, 263, 264, 265, 267, 301, 303, 304, 306, 311, 317, 319, 321

Zoologia 197, 212, 223, 243, 245, 295, 296, 322, 355, 357, 365, 367, 369, 408, 409

Zoonoses 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 42, 49, 50, 123, 230

# SAÚDE ÚNICA

SAÚDE HUMANA, ANIMAL E AMBIENTAL

Esta obra explora as interconexões entre saúde humana e animal e a degradação ambiental, destacando a necessidade de políticas públicas inclusivas para eliminar preconceitos e promover a saúde coletiva. Os autores mostram a importância dos profissionais de saúde na prevenção de zoonoses e enfatizam que a conservação da biodiversidade beneficia o *homo sapiens*. Além disso, reforçam a necessidade de políticas preventivas. O impacto da degradação ambiental e do uso excessivo de recursos naturais na propagação de doenças é analisado, assim como a importância da educação ambiental para um futuro sustentável. O livro discute políticas globais para enfrentar desafios como poluição e aquecimento global, além de examinar a conservação dos rios urbanos e a biodiversidade. Reflexões sobre a evolução das leis ambientais e a importância das coleções biológicas para a catalogação da biodiversidade e o avanço das pesquisas científicas também são abordadas. Esta obra é fundamental para quem busca compreender as complexas interações entre saúde, sociedade e meio ambiente, proporcionando uma visão valiosa para um futuro sustentável.

