

SÉRIE FIOCRUZ - DOCUMENTOS INSTITUCIONAIS

Biodiversidade e Saúde

Coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade

3



SÉRIE FIOCRUZ - DOCUMENTOS INSTITUCIONAIS

Biodiversidade e Saúde

Coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade



FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ

PRESIDENTE

Nísia Trindade Lima

VICE-PRESIDENTE de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde

Marco Antônio Carneiro Menezes

SÉRIE FIOCRUZ - DOCUMENTOS INSTITUCIONAIS

Coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade

SÉRIE FIOCRUZ - DOCUMENTOS INSTITUCIONAIS

Coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade

3

Biodiversidade e Saúde

Complexidades, construções e desafios

Alyne Thompson Coelho Garcia do Carmo	Elba Regina Sampaio de Lemos	Marcelo Pereira Garcia	Pablo Menezes Coelho
André Batouli Santos	Elizabeth Rangel	Marcelo Quintela	Rafael Maciel de Freitas
André de Figueiredo Barbosa	Ernesto Hofer	Marcia Chame	Reginaldo Peçanha Brazil
André Favaretto	Fernanda Barbosa de Almeida da Cunha	Márcia Gonçalves de Castro	Renata Carvalho de Oliveira
Arion Túlio Aranda	Fernando Avila-Pires	Maria Auxiliadora Kaplan	Ricardo de Godoi Mattos Ferreira
Ary Carvalho de Miranda	Flávia de Oliveira Cardoso	Maria Inês Pessanha de Azevedo	Ricardo Lourenço
Aurea Maria Lage de Moraes	Gilberto Salles Gazêta	Maria Inês de Moura Sarquis	Roberto da Costa Peres
Caroline Carvalho de Almeida	Guilherme Corrêa de Oliveira	Maria Raquel Figueiredo	Rodrigo Jorge de Alcantara Guerra
Cheryl Gouveia	Guilherme Delgado	Marilza Maria Herzog	Ronaldo Justo
Cíntia de Moraes Borba	Ilana Teruszkin Balassiano	Marina Galvão Bueno	Rosângela Rodrigues e Silva
Cristina Araripe	Jacenir Reis dos Santos Mallet	Marinete Amorim	Salvatore Siciliano
Cristina Guilam	Jailson Fulgêncio de Moura	Martha Lima Brandão	Silvana Carvalho Thiengo
Daniel Daipert Garcia	Lia Giraldo da Silva Augusto	Martha Maria Pereira	Simone Castro de Souza
Davi Castro Tavares	Joyce Mendes Pereira	Maurício Luiz Vilela	Sonia Barbosa dos Santos
Delir Corrêa Gomes Maués da Serra-Freire	Liléia Gonçalves Diotaiuti	Monica Lemos Ammon Fernandez	Sylvio Celso da Costa
Dely Noronha de Bragança Magalhães Pinto	Lívia Regly Stutz Soares	Muriel Saragoussi	Tamara Nunes
Douglas Adriano Augusto	Lívia Reagly	Natalia Zúniga	Tatiana Rozental
Edson Elias da Silva	Magda Clara Costa	Nataly Araújo de Souza	Teresa Cristina Monte Gonçalves
Eduardo Krempser	Manuela da Silva	Nicolau Maués Serra-Freire	Verônica Leite de Holanda Gomes
	Marcelo Knoff	Nildimar Alves Honório	Verônica Marchon Silva
			Vicente Soares de Almeida



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

Copyright © 2018 dos autores
Todos os direitos reservados à FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
Versão digital em PDF

**Coordenação de Ambiente / Vice-Presidência de
Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde**

Coordenador

Guilherme Franco Netto

Equipe técnica

Juliana Wotzasek Rulli Villardi
Virginia Maria Leite de Almeida

Apoio administrativo

Gabriela de Vasconcelos Costa Lobato

Organizadores da coleção

Guilherme Franco Netto
Juliana Wotzasek Rulli Villardi
Virginia Maria Leite de Almeida

Edição de texto

Eliane Levy de Souza

Revisão

Irene Ernest Dias

Apoio bibliotecário

Tereza Risi

Revisão bibliográfica

Goretti Araujo

Produção gráfico-editorial

Silvia de Almeida Batalha

Capa e projeto gráfico

Silvia de Almeida Batalha

Foto de capa

Detalhe do Castelo Mourisco
Acervo Casa de Oswaldo Cruz

ISBN: 978-85-8110-064-7

Elaboração, distribuição e informações

Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz
Avenida Brasil, 4.365
Manguinhos
CEP 21.040-360 - Rio de Janeiro, RJ
Tel: (21) 2598-4242
Home page: www.fiocruz.br



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

Coordenadora

Marcia Chame

Organizadoras

Marcia Chame

Martha Lima Brandão

Autores

Alyne Thompson Coelho Garcia do Carmo

André Batouli Santos

André de Figueiredo Barbosa

André Favaretto

Arion Túlio Aranda

Ary Carvalho de Miranda

Aurea Maria Lage de Moraes

Caroline Carvalho de Almeida

Cheryl Gouveia

Cíntia de Moraes Borba

Cristina Araripe

Cristina Guilam

Daniel Daipert Garcia

Davi Castro Tavares

Delir Corrêa Gomes Maués da Serra-Freire

Dely Noronha de Bragança Magalhães Pinto

Douglas Adriano Augusto

Edson Elias da Silva

Eduardo Krempser

Elba Regina Sampaio de Lemos

Elizabeth Rangel

Ernesto Hofer

Fernanda Barbosa de Almeida da Cunha

Fernando Avila-Pires

Flávia de Oliveira Cardoso

Gilberto Salles Gazêta

Guilherme Corrêa de Oliveira

Guilherme Delgado

Ilana Teruszkin Balassiano

Jacenir Reis dos Santos Mallet

Jailson Fulgêncio de Moura

Lia Giraldo da Silva Augusto

Joyce Mendes Pereira

Liléia Gonçalves Diotaiuti

Lívia Regly Stutz Soares

Lívia Reagly

Magda Clara Costa

Manuela da Silva

Marcelo Knoff	Pablo Menezes Coelho
Marcelo Pereira Garcia	Rafael Maciel de Freitas
Marcelo Quintela	Reginaldo Peçanha Brazil
Marcia Chame	Renata Carvalho de Oliveira
Márcia Gonçalves de Castro	Ricardo de Godoi Mattos Ferreira
Maria Auxiliadora Kaplan	Ricardo Lourenço
Maria Inês Pessanha de Azevedo	Roberto da Costa Peres
Maria Inês de Moura Sarquis	Rodrigo Jorge de Alcantara Guerra
Maria Raquel Figueiredo	Ronaldo Justo
Marilza Maria Herzog	Rosângela Rodrigues e Silva
Marina Galvão Bueno	Salvatore Siciliano
Marinete Amorim	Silvana Carvalho Thiengo
Martha Lima Brandão	Simone Castro de Souza
Martha Maria Pereira	Sonia Barbosa dos Santos
Maurício Luiz Vilela	Sylvio Celso da Costa
Monica Lemos Ammon Fernandez	Tamara Nunes
Muriel Saragoussi	Tatiana Rozental
Natalia Zúniga	Teresa Cristina Monte Gonçalves
Nataly Araújo de Souza	Verônica Leite de Holanda Gomes
Nicolau Maués Serra-Freire	Verônica Marchon Silva
Nildimar Alves Honório	Vicente Soares de Almeida

Sumário

PREFÁCIO	11
-----------------	-----------

SOBRE A COLEÇÃO	12
------------------------	-----------

APRESENTAÇÃO	14
---------------------	-----------

1 ANTECEDENTES **15**

1.1 A contribuição brasileira da saúde para os estudos da biodiversidade <i>Fernando Avila-Pires</i>	15
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

1.2 Os cenários sociais da biodiversidade e da saúde <i>Ary Carvalho de Miranda</i>	22
----------------------------------------------------------------------------------------	----

1.3 A Lei da Biodiversidade e o Protocolo de Nagoya <i>Manuela da Silva</i>	29
--------------------------------------------------------------------------------	----

1.4 A contribuição da Fiocruz às políticas da biodiversidade <i>Marcia Chame</i>	34
-------------------------------------------------------------------------------------	----

1.5 A produção científica da Fiocruz em biodiversidade de 1980 a 2015 <i>Martha Lima Brandão e Marcia Chame</i>	39
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

1.6 Biodiversidade e ensino na Fiocruz <i>Cristina Guilam</i>	43
------------------------------------------------------------------	----

1.7 Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente <i>Cristina Araripe</i>	46
------------------------------------------------------------------------------	----

2 ABORDAGENS **49**

2.1 Os serviços ecossistêmicos <i>Salvatore Siciliano, Jailson Fulgêncio de Moura e Davi Castro Tavares</i>	49
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2.2 Da taxonomia à metagenômica: o desafio da identificação de patógenos, vetores e hospedeiros <i>Guilherme Corrêa de Oliveira</i>	56
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2.3 O papel das coleções biológicas para o estudo da saúde humana e de animais domésticos e silvestres <i>Manuela da Silva</i>	58
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2.4 Os impactos dos agrotóxicos na saúde, no trabalho e ambiente no contexto do agronegócio no Brasil <i>Fernando Ferreira Carneiro, Guilherme Delgado, Lia Girado da Silva Augusto, Vicente Soares de Almeida e Vanira Matos Pessoa</i>	60
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2.5 Onde se entrelaçam a saúde silvestre e a humana <i>Marina Galvão Bueno e Marcia Chame</i>	66
--------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2.6 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação e a saúde das comunidades tradicionais e povos indígenas <i>Muriel Saragoussi</i>	71
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2.7 Espécies exóticas invasoras	73
<i>Aurea Maria Lage de Moraes, Elba Regina Sampaio de Lemos, Elizabeth Rangel, Maria Auxiliadora Kaplan, Martha Maria Pereira, Rosângela Rodrigues e Silva, Silvana Thiengo, Sylvio Celso da Costa, Alyne Thompson Coelho Garcia do Carmo, André Batouli Santos, André de Figueiredo Barbosa, André Favaretto, Arion Túlio Aranda, Caroline Carvalho de Almeida, Cheryl Gouveia, Cintia de Moraes Borba, Daniel Daipert Garcia, Delir Corrêa Gomes Maués da Serra-Freire, Dely Noronha de Bragança Magalhães Pinto, Edson Elias da Silva, Ernesto Hofer, Fernanda Barbosa de Almeida da Cunha, Flávia de Oliveira Cardoso, Gilberto Salles Gazêta, Ilana Teruszkin Balassiano, Jacenir Reis do Santos Mallet, Joyce Mendes Pereira, Lívia Regly Stutz Soares, Magda Clara Costa, Marcelo Knoff, Marcelo Pereira Garcia, Marcelo Quintela, Márcia Gonçalves de Castro, Maria Inês Pessanha de Azevedo, Maria Inez de Moura Sarquis, Maria Raquel Figueiredo, Marilza Maria Herzog, Marinete Amorim, Martha Lima Brandão, Maurício Luiz Vilela, Monica Lemos Ammon Fernandez, Natalia Zúniga, Nataly Araújo de Souza, Nicolau Maués Serra-Freire, Nildimar Alves Honório, Pablo Menezes Coelho, Rafael Maciel de Freitas, Reginaldo Peçanha Brazil, Renata Carvalho de Oliveira, Ricardo de Godoi Mattos Ferreira, Ricardo Lourenço, Roberto da Costa Peres, Rodrigo Jorge de Alcantara Guerra, Ronaldo Justo, Simone Castro de Souza, Tamara Nunes, Tatiana Rozental, Teresa Cristina Monte Gonçalves, Verônica Leite de Holanda Gomes, Verônica Marchon Silva e Marcia Chame</i>	

2.8 Biodiversidade urbana	95
<i>Marcia Chame</i>	

3 DESAFIOS **102**

3.1 Novas dinâmicas, velhas doenças	102
<i>Liléia Gonçalves Diotaiuti</i>	
3.2 Plataformas, informação, dados e modelos em biodiversidade e saúde	105
<i>Lívia Abdalla, Eduardo Krempser, Douglas Adriano Augusto e Marcia Chame</i>	
3.3 Fortalecimento das plataformas tecnológicas para a diversidade biológica	108
<i>Guilherme Corrêa de Oliveira</i>	
3.4 Conservação e saúde: uma saída para os conflitos no campo	110
<i>Muriel Saragoussi</i>	

4 INICIATIVAS **112**

4.1 Contribuições da Fiocruz ao Plano Estratégico de Biodiversidade: as Metas de Aichi	112
<i>Marcia Chame e Manuela da Silva</i>	
Objetivo Estratégico A	113
Objetivo Estratégico B	118
Objetivo Estratégico C	119
Objetivo Estratégico D	121
Objetivo Estratégico E	122

REFERÊNCIAS **124**

ANEXO **142**

Prefácio

A crise ambiental global reconhecida pela comunidade internacional na década de 70 impulsionou a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) a redobrar a atenção quanto ao conhecimento e à produção científica no que se refere às relações entre saúde e ambiente. Por ocasião da Rio-92, e a partir de então, foram empreendidos importantes esforços no sentido de direcionar esta temática para o centro da agenda estratégica da instituição, o que possibilitou, nos dias de hoje, o alcance de um lugar de destaque na produção científica nacional e internacional para contribuir na oferta de soluções que envolvem as implicações na saúde sob a perspectiva do ambiente.

As teses aprovadas no VIII Congresso Interno da Fiocruz, realizado em 2017, ao tempo que reafirmam o projeto de defesa do Sistema Único de Saúde (SUS), ressaltam que esta premissa constitucional só pode se tornar realidade mediante um projeto de nação baseado na soberania nacional, na democracia da gestão dos espaços públicos, na construção de um Estado de bem-estar social e no desenvolvimento com redução das desigualdades sociais.

Ainda, as teses afirmam que a geração de conhecimentos da Fiocruz deve ser orientada para o cumprimento de sua missão e o diálogo com a sociedade, e organizada de forma a produzir novas abordagens, alternativas e inovações, conforme os princípios de equidade e solidariedade entre os povos, priorizando as populações mais pobres. Nesse sentido, cabe reforçar o papel da Fiocruz na análise de políticas públicas e ação social, em forte interação com os movimentos sociais, em torno dos temas saúde, educação, trabalho, ambiente e desenvolvimento, considerando as diferenças e desigualdades regionais. As teses reconhecem que a Agenda 2030 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, da ONU, é a mais abrangente referência internacional do período contemporâneo para mobilização de valores, direcionamento de modelos de desenvolvimento inclusivos e sustentáveis, justiça social e construção de alianças para a realização desse ideário, constituindo-se em um importante marco de referência para a agenda e as perspectivas de médio e longo prazos da Fiocruz.

A Coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade inaugura a Série de Documentos Institucionais da Fiocruz com o intuito de abrir mais um canal de divulgação científica em torno dos temas considerados estratégicos pela instituição. Os seus oito volumes desvelam a rica trajetória deste campo de conhecimento, seus pensamentos, suas práticas, inquietações e os desejados caminhos a seguir.

Nísia Trindade Lima
Presidente da Fiocruz

Marco Antônio Carneiro Menezes
Vice-Presidente de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde

Sobre a coleção

A Coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade inaugura a Série Fiocruz – Documentos Institucionais e foi elaborada pela Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde (VPAAPS).

Alinhada à missão institucional, a coleção tem como objetivos (i) contribuir para a produção, disseminação e compartilhamento de conhecimentos e tecnologias em Saúde, Ambiente e Sustentabilidade (SA&S), voltados para o fortalecimento e a consolidação do Sistema Único de Saúde (SUS), a promoção da saúde e da qualidade de vida da população brasileira; e (ii) consolidar o Programa Institucional de Saúde, Ambiente e Sustentabilidade da Fiocruz, como processo estratégico, a partir da sistematização dos conteúdos deste campo. A coleção é constituída pelos seguintes temas: Histórico e Governança, Agrotóxicos e Saúde; Biodiversidade e Saúde; Clima, Saúde e Cidadania; Grandes Empreendimentos e Impactos sobre a Saúde; Saneamento e Saúde; Povos e Populações do Campo, Floresta e Águas; Saúde do Trabalhador, desenvolvidos em seus respectivos volumes.

A principal motivação da iniciativa está em apresentar o acúmulo de conhecimentos nesses campos de atuação, o que permite situar o “estado da arte institucional”, combinando conteúdo e reflexão acumulados em cada tema abordado.

A organização dos volumes, e sua construção, contou com ampla participação da comunidade científica da Fiocruz e convidados, reunindo o conjunto de conhecimentos e de diferentes aspectos relacionados aos temas. A coleção é resultado da contribuição de mais de duzentos pesquisadores.

A metodologia utilizada ao longo desse processo possibilitou maior integração e articulação dos diversos campos de atuação, por meio de sucessivas aproximações entre seus conteúdos, que resultaram em um produto ao mesmo tempo único e diversificado na coleção. Nos volumes, foram respeitadas as singularidades de cada área, possibilitando o exame concomitante da obra como um todo e de suas especificidades.

O volume 1, *Histórico e Governança*, traz o histórico da área de Saúde, Ambiente e Sustentabilidade, o processo de governança a partir do Programa de Saúde, Ambiente e Sustentabilidade (Pisas) e da Câmara Técnica de Saúde e Ambiente (CTSA) da Fiocruz. Apresenta ainda o projeto de elaboração dos Documentos Institucionais e a produção científica na área.

O volume 2, *Agrotóxicos e Saúde*, reúne os aspectos da produção de conhecimentos disciplinares (toxicológicos, clínicos e epidemiológicos) à sua implicação com as ações de saúde pública voltadas para o monitoramento/vigilância, o controle, a prevenção e os cuidados com indivíduos e grupos sociais afetados por tais contextos e nocividades. Inclui-se nesse escopo a questão da regulação e das políticas públicas integradas e intersetoriais, além do suporte laboratorial.

O volume 3, *Biodiversidade e Saúde*, traz os antecedentes da área, suas abordagens, grandes desafios e iniciativas. Reúne as relações da biodiversidade com a saúde humana e como subsídio às discussões sobre os desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil.

O volume 4, *Clima, Saúde e Cidadania*, abrange os antecedentes e aspectos históricos do tema, as interfaces relevantes com a saúde, englobando riscos e vulnerabilidades ambientais, o clima e áreas específicas de atuação para a saúde pública, além da produção bibliográfica nesse campo.

O volume 5, *Grandes Empreendimentos e Impactos sobre a Saúde*, apresenta os antecedentes históricos, os aspectos teóricos, conceituais, metodológicos e políticos da área, as interfaces relevantes com o SUS e a atuação, a produção e a rede de pesquisa da Fiocruz nesse campo, o papel dos movimentos sociais e as agendas temáticas e os desafios diante dos grandes empreendimentos.

O volume 6, *Saneamento e Saúde*, aborda os antecedentes históricos, a busca pela universalização do acesso a tais direitos, os aspectos teórico-conceituais, as interfaces relevantes da área com a saúde coletiva, e seus desafios para a pesquisa.

O volume 7, *Saúde dos Povos e Populações do Campo, da Floresta e das Águas*, traz os antecedentes desses diferentes grupos sociais, seus contextos e as questões em debate, os aspectos teóricos, conceituais e políticos e as respectivas políticas públicas, as convenções e seus processos de implementação, o levantamento da produção bibliográfica associada à Fiocruz, além das iniciativas institucionais e os desafios em ensino, ciência, tecnologia e inovação, cooperação e serviços relacionados ao tema.

O volume 8, *Saúde do Trabalhador*, engloba a constituição da saúde do trabalhador no Brasil aos aspectos conceituais, históricos e políticos do tema, incluindo a trajetória da saúde do trabalhador na Fiocruz, a produção acadêmica sobre as relações entre saúde, trabalho e ambiente na instituição e os desafios e questões para a implantação de uma agenda sobre o assunto.

Em síntese, a coleção apresenta a trajetória, a produção científica e reflexões da área de Saúde, Ambiente e Sustentabilidade no âmbito da Fiocruz, em torno dos temas definidos em seu programa institucional, e se destina à sua própria comunidade científica e a instituições externas, a pesquisadores e ao conjunto da sociedade brasileira.

Guilherme Franco Netto

Especialista em Saúde, Ambiente e Sustentabilidade
Presidência Fiocruz

Apresentação

Este documento reúne textos e abordagens de pesquisadores e grupos de pesquisa da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), como contribuição à ampliação das diversas visões que reúnem as relações da biodiversidade com a saúde humana e como subsídio às discussões sobre os desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil, um país megadiverso.

Para compô-lo, o Grupo de Trabalho Biodiversidade da Câmara Técnica de Saúde e Ambiente identificou temas e pesquisadores que pudessem ser multiplicadores e ampliar a identificação e o convite a outros grupos e pesquisadores para contribuir, com textos próprios, com o documento. A decisão de trazer e convidar diversas pessoas, com olhares e experiências distintas, muitas vezes não coincidentes, partiu da essência do próprio tema, da experiência e história que a Fiocruz encerra em si própria sobre a diversidade biológica de espécies. O texto inicial foi ainda discutido e complementado durante o IV Seminário Nacional de Saúde Ambiente e Sustentabilidade da Fiocruz, realizado em 2017.

Neste esforço, algumas abordagens importantes não foram tratadas. Por isso, entendemos o texto ora apresentado não como concluído, mas sim como a base e a provocação para o engajamento daqueles que, por motivos diversos, não participaram desta primeira coletânea.

Aos que imediatamente se dispuseram a contribuir, nossos sinceros agradecimentos.

Marcia Chame

Coordenadora da Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre
Presidência Fiocruz

1

ANTECEDENTES

1.1 A CONTRIBUIÇÃO BRASILEIRA DA SAÚDE PARA OS ESTUDOS DA BIODIVERSIDADE

No curso da história, sempre se suspeitou da participação de outros animais em certas epidemias, a despeito da posição privilegiada do homem na natureza vigente até o século XIX, quando seria questionada por Charles Darwin (1859; 1873) e Thomas Huxley (1869; 1896). Das dez pragas do Egito, anunciadas por Moisés (Isaiás VII, 18-19), cinco são animais: rãs, piolhos, moscas, pestes dos animais e gafanhotos. Quanto à peste, Samuel (I, 5) constitui a primeira suposta referência à doença. Levada a Arca do Senhor de Ebenézer para Asdode, recaiu o castigo divino sobre os vencedores: os homens que não morreram foram atingidos com tumores. Após sete meses, consultaram sacerdotes e adivinhos, que recomendaram a devolução da Arca, mas não vazia: para que fossem curados, deveriam preparar uma imitação de tumores e de ratos, em ouro.

No século XVIII, Edward Jenner introduziu na Inglaterra, trazida do Oriente, a prática da variolização, chamando a atenção para a semelhança da varíola bovina com a varíola humana. Jenner iniciou um artigo publicado em 1798 com a advertência de que

Os desvios do homem da situação em que foi colocado pela natureza parecem ter constituído uma fonte prolífica de doenças. Por amor ao esplendor, pela indulgência à luxúria e por sua inclinação pela diversão, ele se tornou familiar de um grande número de animais que podem não ter sido destinados para serem seus associados.

Gabriel Soares de Souza, escrevendo sobre a Bahia em 1587, disse, a respeito dos morcegos:

Aos morcegos chamam os índios andura; e há alguns muito grandes, que têm tamanhos dentes como gatos, com que mordem; criam nos côncavos das árvores, e nas casas e lugares escuros; as fêmeas parem quatro filhos, e trazem-nos pendurados no pescoço com as cabeças para baixo e pegados com as unhas ao pescoço da mãe; quando estes morcegos mordem alguém que está dormindo de noite, fazem-no tão sutilmente que se não sente; mas a sua mordedura é mui peçonhenta.

Ao tratar dos mosquitos a que chamam nhitinga, parecidos com moscas, dizia Gabriel Soares de Souza (SOUSA, 1938; NEIVA, 1940): “estes são amigos das chagas, e chupam-lhe a peçonha que têm; e se vão pôr em qualquer cossadura de pessoa sã, deixam-lhe a peçonha n’ella, do que se vem muitas pessoas a encher boubas”.

Em Pernambuco, o médico holandês Willem Piso (em português, Guilherme Piso), trazido para Pernambuco por Mauricio de Nassau, ao descrever, em 1658, os quirópteros hematófagos, mencionou que “entre os venenos primários estão contados a língua e o coração dos morcegos; até agora não descobri se, comidos, são da mesma natureza da peçonha do cão raivoso, que causa a hidrofobia, como o atestam gravíssimos autores”. Entre estes, contava-se Aristóteles, que relacionara a raiva aos cães.

No Peru do século XVIII, havia a crença popular, registrada em 1764, de que certos insetos conhecidos como uta seriam responsáveis pela transmissão da leishmaniose tegumentar e da bartonelose, como relatam A. Herrer e H. A. Christensen (1975). Na África, uma tripanossomíase que afeta mamíferos silvestres e o gado doméstico era popularmente denominada nagana e, apropriadamente, *fly disease*. William D. Foster (1965), em sua *História da Parasitologia*, mencionou um trabalho publicado pelo médico inglês John Kirk em 1865, quando pesquisava a biologia das moscas africanas tsé-tsé e que tinha o hábito de registrar os conhecimentos dos nativos, no qual anotou a distinção que eles faziam entre a doença das moscas, considerada não contagiosa, e outras afecções do gado que o seriam.

No Punjab, o médico veterinário militar Griffith Evans isolou, em 1880, um flagelado encontrado no sangue de cavalos, mulas e camelos, que sofriam de uma enfermidade conhecida como surra. A crença local era de que a doença seria causada por moscas hematófagas tabanídeas, fato devidamente registrado por Evans, que o considerou como uma possibilidade viável.

Na região meridional da América do Sul, um médico da Marinha francesa, Bourel-Roncière, registrou, em 1872, uma interessante observação sobre a possível transmissão da leishmaniose tegumentar:

No Paraná e em outros rios, sobretudo no alto Paraguai, os mosquitos constituem um verdadeiro flagelo para os navegadores; suas picadas sempre pruridas comumente degeneram-se em úlceras, quando não são tratadas, sobretudo nos homens

anêmicos e caquéticos. (...) estas picadas negligenciadas e irritadas pelo atrito têm uma tendência marcada a ulcerarem-se. Em 1866, muitos homens da Décidé estiveram no hospital de Buenos Aires com úlceras de cicatrização difícil. Diz-se existirem no Paraguai úlceras que são muito semelhantes às úlceras da Conchinchina, mas não pude obter informações a respeito.

Nos Estados Unidos, Theobald Smith (SMITH; KILBORNE, 1893), por sua vez, recebeu de criadores de gado a informação de que a febre do Texas estaria relacionada à presença de carrapatos.

Na ilha caribenha de Trinidad, Andrew Balfour (1914) recolheu relatos de antigos habitantes que relacionavam o aparecimento de surtos de febre amarela com a ocorrência de mortandade de macacos do gênero *Alouatta*, mais tarde confirmados como reservatórios silvestres do vírus amarelíco. Henrique Aragão conseguiu infectar primatas com o vírus (FOWLER, 1931; SOPER et al., 1933), no Instituto Oswaldo Cruz (IOC).

Em Santa Catarina, lavradores culpavam morcegos hematófagos pela transmissão da raiva, quando se acreditava que a enfermidade afetava apenas carnívoros. A. Carini e Parreiras Horta decidiram investigar a crença e demonstraram, experimentalmente, a transmissão do vírus por *Desmodus*, 300 anos após Willelm Piso ter levantado a dúvida, ao descrever os morcegos andirá (AVILA-PIRES, 1966).

As zoonoses

O termo zoonose, incorretamente atribuído a Rudolf Virchow, foi utilizado originalmente por autores alemães para designar doenças dos animais em oposição a doenças humanas (FIENNES, 1978). Posteriormente, passou a ser aplicado às doenças transmitidas por animais ao homem. Em 1951, um Comitê Conjunto de Especialistas em Zoonoses da Organização Mundial da Saúde e da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) propôs a definição atual para doenças que são naturalmente transmitidas entre o homem e outros vertebrados. A Organização Pan-Americana da (ACHA; SZYFRES, 1986) mantém esta definição, porém inclui em seu catálogo enfermidades infecciosas veiculadas por alimentos.

Em 1894, um aluno de Pasteur e outro de Koch identificaram a bactéria responsável pela peste bubônica. O modo de transmissão, contudo, permanecia desconhecido. Utilizando o método epidemiológico, Paul-Louis Simond concluiu que deveria haver um vetor, um inseto com certas características particulares e que, provavelmente, seria uma pulga.

O conhecimento taxonômico incipiente das pulgas dificultou o reconhecimento das conclusões acertadas de Simond. Somente alguns pulicídeos podem transmitir *Yersinia pestis* e eram confundidos, na época, com outras pulgas, de ocorrência comum. Por essa razão, Simond utilizou pulgas de cães e gatos, juntamente com *Xenopsylla cheopis*, na tentativa de infectar animais de laboratório, obtendo, evidentemente, resultados contraditórios e inconclusivos. Poucos anos depois,

devido ao interesse despertado pelo problema, um número crescente de espécies de pulgas foram reconhecidas e descritas.

Os relatos dos primeiros cronistas, a partir do século XVI, e as expedições conduzidas por naturalistas e médicos viajantes preocuparam-se em descrever a fauna, flora, habitantes e doenças do Brasil Colônia. Entretanto, as vagas correlações acima destacadas entre elementos da fauna e doenças não podem ser consideradas como contribuição pioneira ao conhecimento das zoonoses. Foi necessário aguardar a demonstração de Patrick Manson e sua escola de medicina tropical da intrincada relação entre vetores, reservatórios e microrganismos patogênicos para o surgimento de um novo paradigma.

Como resultado da preocupação crescente com a elucidação dos ciclos das doenças endêmicas e epidêmicas, tornou-se evidente a necessidade de identificação precisa das espécies de reservatórios e vetores não humanos, como ficou demonstrado nas tentativas de identificação dos transmissores da malária por Ronald Ross e Giovanni Battista Grassi (CAPANNA, 2006) e da malária de bromélia por Lutz (1903).

É importante notar que os autores russos e de outros países da Europa oriental denominam “zooantroponose” o que nós chamamos de “zoonose” e que a expressão “doenças transmissíveis” só se aplica àquelas que são transmitidas por vetores (LEVINE, 1968).

No século XX, as expedições do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) tiveram início com Carlos Chagas, na Amazônia (1912-1913). Mas foi com Belisário Penna e Arthur Neiva que a preocupação com os inventários de fauna e flora passou a ter relevância maior.

O fator preponderante para o desenvolvimento da zoologia médica, com ênfase na preocupação com os aspectos taxonômicos e com o inventário da biodiversidade, deveu-se ao interesse pela pesquisa zoológica fundamental de uma geração de pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz

O fator preponderante para o desenvolvimento da zoologia médica, com ênfase na preocupação com os aspectos taxonômicos e com o inventário da biodiversidade, deveu-se ao interesse pela pesquisa zoológica fundamental de uma geração de pesquisadores do IOC como Adolpho Lutz, Arthur Neiva, Lauro Travassos, Angelo Moreira da Costa Lima, Hugo Souza Lopes, Herman Lent e Wladimir Lobato Paraense, entre outros. Médicos de formação, eram zoólogos e botânicos por vocação que contribuíram para o inventário e o conhecimento da biodiversidade faunística. Em mais de um

trabalho, Lutz declarou que era sua intenção contribuir para o estudo taxonômico e biológico de um grupo zoológico que não tinha, na época, interesse médico, e o futuro veio demonstrar seu papel de vetor ou reservatório de microrganismos patogênicos. Travassos e Souza Lopes reuniram importantes coleções de lepidópteros e moluscos e introduziram técnicas avançadas de investigação taxonômica para seu estudo, orientando taxonomistas do Museu Nacional.

Assim, a partir de 1938, Lauro Travassos organizou uma série de expedições ao interior do país, a fim de coletar material zoológico. Participaram das excursões zoólogos de diversas instituições, especialmente do Rio de Janeiro e de São Paulo. Seus relatórios foram publicados nas *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*.

Na década de 1950, Lauro Travassos fundou a Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro, que se reunia alternadamente em Mangueiras e no Museu Nacional e teve Herman Lent como editor de seu boletim.

Não há dúvida de que o cuidado com os inventários de fauna e com a precisão dos dados de localidades de coleta, preocupação constante dos taxonomistas, muito contribuiu para o melhor conhecimento da distribuição geográfica e da ecologia das zoonoses (AVILA-PIRES; ARAGÃO, 1994).

A descoberta da febre amarela silvestre, por sua vez, exerceria marcada influência no desenvolvimento da ecologia, no Brasil.

Em 1930, Adolfo Lutz publicou sua suspeita de que mosquitos silvestres poderiam ser responsáveis pela transmissão da febre amarela em áreas rurais, contrariando a visão médica da epidemiologia da doença. Dois anos mais tarde, demonstrou-se a existência do ciclo silvestre no Brasil.

São Paulo manteve um serviço especial de defesa contra a febre amarela sob a direção de Henrique Aragão de junho de 1937 a maio de 1938. O pesquisador instalou uma estação biológica em um trecho de mata situada a cerca de três quilômetros de Água Fria, na ponta da linha férrea, e a 28 quilômetros da cidade de Perus (ARAGÃO, 1943). Era sua intenção dotar o estado de uma rede de tais estações, cuja construção justificava com a necessidade de estudar não somente a ecologia dos novos transmissores “como também dos animais silvestres em que normalmente eles se alimentam e muitos dos quais são sensíveis ao vírus da moléstia”.

Um extenso programa de pesquisas de campo e de ações de controle foi, então, implementado, com a colaboração da Fundação Rockefeller.

Em 1942, o botânico Henrique P. Velloso, então estagiário do Museu Nacional, foi comissionado para estudar a vegetação da região de Teresópolis. Seu trabalho de um ano foi publicado em 1945. João Moojen (mamíferos), Herbert Berla (aves) e Antenor Leitão de Carvalho (répteis) colaboraram no estudo sistemático dos reservatórios e Nelson Cerqueira identificou os mosquitos.

Em Ilhéus, foi instalado um laboratório do Serviço Especial de Febre Amarela. A colaboração do IOC com a Fundação Rockefeller possibilitou a introdução de técnicas modernas de captura e taxidermia de mamíferos (AVILA-PIRES, 2011).

David E. Davis, chefe da Seção de Ecologia do Serviço Especial de Pesquisas sobre a Febre Amarela, publicou, em 1945, os resultados preliminares da investigação que visava, primordialmente, explicar a ecologia da manutenção e transmissão do vírus em zonas de florestas, envolvendo reservatórios e vetores silvestres (DAVIS, 1945a).

Importantes contribuições à mastozoologia foram então publicadas: por Raymond M. Gilmore (1943), David E. Davis, (1945b) e Laemmert Jr. et al. (1946).

Como resultado desse programa, o IOC e o Museu Nacional tiveram suas coleções notavelmente ampliadas, posteriormente servindo de base para as pesquisas sobre a peste. A coleção de mamíferos do Museu Nacional foi objeto de publicação de Sergio Maia Vaz (2005).

As investigações sobre malária constituíram outro rico filão para estudos de biodiversidade.

Em 1898, Adolfo Lutz, ao investigar um surto de malária na Serra de Cubatão e não encontrando os criadouros clássicos dos mosquitos transmissores, lembrou-se de haver observado, no Havaí, insetos que faziam posturas de ovos em plantas que acumulavam água de chuva em suas folhas. Em 1903, publicou um trabalho notável sobre uma nova espécie que desovava em bromélias, descrevendo seus hábitos e fauna associada (LUTZ, 1903). Em 1949, um centro de estudos ecológicos foi instalado em Brusque, Santa Catarina, e operou até 1953 (KLEIN, 1967). As pesquisas resultantes, em grande parte publicadas na *Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais*, constituem uma valiosa contribuição ao conhecimento da ecologia e biodiversidade de insetos e bromeliáceas (REITZ, 1983).

No Nordeste, o casal Leônidas e Maria Deane dedicou-se ao estudo da leishmaniose cutânea e visceral, coordenando inventários faunísticos de vetores e de hospedeiros não humanos. Leônidas Deane dedicou-se ao estudo da malária de primatas e realizou coletas intensivas em todo o país, estando seus exemplares depositados no Museu Nacional e no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

O Serviço Nacional de Peste (SNP), criado em 1941, por sua vez, contou com a colaboração de pesquisadores e de técnicos do Museu Nacional e do IOC, e João Moojen foi o responsável pelo treinamento de guardas sanitários distribuídos pelos postos do SNP em toda a área de ocorrência da zoonose (MOOJEN; SILVA Jr., 1942). Um manual completo, bem-ilustrado, destinado ao treinamento do pessoal de campo e laboratório, foi preparado e distribuído pela Campanha Contra a Peste (BRASIL, 1973).

Em São Paulo, Flávio da Fonseca, que dirigiu o Instituto Butantan, encarregou-se da identificação de ácaros de pequenos mamíferos, e Lindolfo Guimarães, do então Museu de Zoologia da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, hoje integrado à Universidade de São Paulo, das pulgas.

O programa de pesquisas de peste teve, ainda, a colaboração de pesquisadores do Instituto Pasteur de Paris (BALTAZARD, 1968).

A coleção de mamíferos resultante dos trabalhos do SNP foi objeto de estudo de João Alves de Oliveira e Stella Maris Franco (2005).

Em 1939, Adolf Schneider, do Museu de Berlim, visitou o Museu Nacional, onde se encontrou com João Moojen. Schneider planejava realizar uma expedição zoológica ao Brasil, para a qual não conseguiu apoio da instituição brasileira. Com a intervenção de Lauro Travassos, a expedição ornitológica transformou-se em expedição conjunta, financiada pelo IOC, para coleta simultânea de material parasitológico. Adolf Schneider (chefe), Helmut Sick (assistente) e Margarete Schneider (taxidermista) exploraram o sertão do Rio Doce, então quase desconhecido. Para acompanhá-los, foram designados os técnicos Álvaro Aguirre, Antônio Aldrighi e Aduino Miranda, do Ministério da Agricultura (PACHECO; BAUER, 1995). As aves por estes coletadas constituíram o acervo inicial do Museu de Caça e Pesca, mais tarde Museu da Fauna do Rio de Janeiro.

No Instituto Biológico, São Paulo, Oscar Souza Lopes dedicou-se à coleta de aves e mamíferos para identificação de arbovírus. Vale registrar que São Paulo e os demais estados do sul do Brasil situam-se na rota de migração de aves da América do Norte. A associação de pesquisadores do Instituto Biológico e do Instituto Evandro Chagas de Belém constituiu um fator importante para o conhecimento da biodiversidade de aves e mamíferos de São Paulo e do Paraná.

Na região Norte, o Instituto Evandro Chagas possibilitou a realização de amplos inventários da biodiversidade de mamíferos dos estados do Pará e do Amapá. Um convênio com a Fundação Rockefeller permitiu a instalação de um laboratório para pesquisa de arbovírus, na década de 1960, e a introdução de métodos modernos para determinação de domínios vitais e de ritmos de atividade de pequenos mamíferos. Informações relevantes foram publicadas nos *Belém Virus Laboratory Annual Reports*.

Conclusão

Fatos históricos ilustram a importância da conjugação das pesquisas e ações dirigidas à prevenção de doenças com aquelas que buscam o conhecimento da biodiversidade

Os exemplos acima relatados constituem um breve resumo de alguns fatos históricos que ilustram a importância da conjugação das pesquisas e ações dirigidas à prevenção de doenças com aquelas que buscam o conhecimento da biodiversidade. Em 1956, Harry Hoogstraal criticou a euforia das *magic bullets* e da ideia de que as modernas vacinas e os novos medicamentos apontavam para o fim da ameaça das doenças infecciosas e parasitárias. A emergência de novas zoonoses provou

que ele estava com a razão. E o alerta para a necessidade imperiosa de associar as pesquisas na área da saúde humana e animal com os inventários faunísticos detalhados continua válido:

We must abandon our contemptuous treatment of the continuing clumsy efforts to identify our specimens and assist taxonomists to develop their experience and concepts on grounds that more closely reflect basic differences in the animal world. We must know what hosts and parasites are where, what their interrelations are, what pathogens they normally harbour, and what pathogens they are potentially capable of carrying or transmitting. We must know the biology and ecology not just of certain interesting component parts of the fauna but of the whole of the fauna that might affect us medically. We believe that the first and primary problem to be solved is the taxonomic one, what to call the organism so that all will recognize it for evermore. Since the geographical range of so many diseases closely, parallels zoogeographic boundaries, distributional data from this study are of immediate practical interest, even when for animals too rare to be of epidemiological importance.

1.2 Os cenários sociais da biodiversidade e da saúde

A transformação da natureza pelo homem, para assegurar sua existência, é componente básico de sua sociabilidade, sem a qual não seria possível suas sobrevivência e reprodução. Também as mudanças ambientais decorrentes das ações de asteroides e vulcões, assim como as de outras forças astronômicas e geológicas, ao longo de milhões de anos, produziram um número expressivo de alterações ambientais. No entanto, a ação humana e seus processos produtivos instauram situações de agressão ao ambiente significativas, principalmente a partir do momento em que o homem iniciou atividades agropecuárias, por volta de 11 mil anos atrás. A domesticação de animais e o cultivo de plantas começaram nessa época, em pelo menos uma parte do mundo (DIAMOND, 2003).

Durante milênios, as ações transformadoras da natureza, decorrentes de processos produtivos, tiveram consequências localizadas ou com pouca capacidade de propagação. Do modo de produção antigo ao desenvolvimento inicial do capitalismo, as atividades econômicas impactaram praticamente apenas os ambientes e sociedades locais. No entanto, fundamentalmente a partir do século XIX e, particularmente, durante o século XX e nos dias atuais, o processo produtivo tem proporcionado alterações ambientais de intensidade e escala jamais experimentadas em toda a história da humanidade (MIRANDA, 2012).

No Brasil, a invasão dos portugueses, em 1500, impulsionada pelo capitalismo comercial europeu nascente, inaugurou o processo de dominação sobre os povos locais, no qual a relação com a natureza foi mediada pelos interesses estritamente comerciais, e tudo passou a ser transformado em mercadoria. Desse modo, as riquezas existentes e a exuberância de nossas terras e seu potencial

para o cultivo de produtos tropicais, antes buscados na Ásia e na África, trazem a exploração da cana-de-açúcar, algodão, gado bovino, café, pimenta-do-reino, assim como a transformação de plantas nativas, como o cacau e o tabaco, para comercialização em escala, destinados ao mercado europeu (STEDILE, 2005).

Para tal, o *plantation* foi o modelo adotado para a organização produtiva. Trata-se de grandes unidades produtivas de área contínua, com prática da monocultura destinada à exportação. A força de trabalho escrava era combinada com técnicas de produção avançadas para a época, trazidas pelos europeus, assim como o monopólio foi o modelo definido de propriedade da terra, imposta pela Monarquia portuguesa, na forma das capitânicas hereditárias e suas sesmarias.

Em 1850, decorrente da pressão inglesa para substituição da força de trabalho escrava pelo trabalho assalariado, foi definido o primeiro marco jurídico de propriedade da terra, no país: a Lei nº 601, que, para impedir que os escravizados futuramente libertos se apossassem da terra, instituiu sua propriedade privada, constituindo-se como o batistério do latifúndio, que regulamentou e consolidou o modelo da grande propriedade rural, que é a base legal, até os dias atuais, para a estrutura injusta da propriedade de terras no Brasil (STEDILE, 2005).

O modelo de desenvolvimento agrário brasileiro é hoje marcado pela inserção do país na ordem econômica internacional, como produtor de *commodities* agrícolas, pecuárias, minerais e petróleo, em que os processos produtivos são responsáveis por enormes impactos socioambientais, acentuados a partir da globalização, iniciada nos anos 1980

Este seria, digamos, o elemento seminal do modelo de desenvolvimento agrário brasileiro, que hoje está marcado pela inserção do país na ordem econômica internacional, cujo componente de destaque o coloca como produtor de *commodities* agrícolas, pecuárias, minerais e petróleo, em que os processos produtivos são responsáveis por enormes impactos socioambientais, acentuados a partir da chamada globalização, iniciada nos anos 1980.

A Revolução Verde foi uma força motriz desse processo, que se expandiu ao articular seis práticas básicas: as monoculturas, o revolvimento intensivo dos solos, o uso de fertilizantes sintéticos, o controle químico de pragas e doenças, a irrigação e a manipulação dos genomas de plantas e animais domésticos. É um sistema que promove a desconexão entre a agricultura e os ecossistemas naturais, substituindo parte importante do trabalho que a natureza desempenhava na regeneração

da fertilidade dos agroecossistemas pelo emprego intensivo de agroquímicos e de motomecanização pesada. Desse modo, rompe as relações de coprodução entre natureza e agricultura, que orientaram o progresso técnico por milênios, dando lugar ao modelo de produção estruturalmente dependente dos insumos externos e de energia não renovável, derivada de combustíveis fósseis (PETERSEN et al., 2009).

Os ecossistemas tropicais detêm alta produtividade graças à estabilidade climática e à abundância de recursos energéticos e de água, que criam condições adequadas à megabiodiversidade. Mas a produtividade, a longo prazo, depende da conservação das condições ambientais, cujo equilíbrio está relacionado às conexões dos elementos físicos do meio com as comunidades biológicas. Portanto, a resiliência de um ecossistema é tanto maior quanto maiores são seus nichos bióticos e as flutuações do meio. Dessa maneira, a resiliência máxima dá-se nas zonas temperadas e diminui muito nos trópicos. O desmatamento das florestas para a pecuária ou para a agricultura e, no caso brasileiro, com forte componente monocultor, rompe o equilíbrio ecossistêmico fazendo depurar os nutrientes do solo, expondo-o a processos de ressecamento, pela radiação direta do sol, dificultando, assim, a regeneração do ecossistema original (LEFF, 2009).

A partir dos anos 1980, a velocidade da dinâmica do capitalismo no campo no país acentuou significativamente os domínios do agronegócio, marcado por intensa concentração fundiária por grupos transnacionais. Esse fenômeno fez com que, em 2003, 112 mil propriedades concentrassem 215 milhões de hectares de terra e, sete anos depois, mais 100 milhões de hectares passassem ao controle de grandes empresas (CARNEIRO et al., 2015). Desse modo, a chamada modernização da agricultura brasileira aprofunda a concentração de terras e acentua a migração de milhares de trabalhadores para área de expansão da fronteira agrícola e para os grandes centros urbanos, intensificando, assim, os grandes conflitos socioambientais.

Ademais, as tecnologias que incorporam o uso intensivo e extensivo de agrotóxicos, assim como de fertilizantes químicos, utilizados nas monoculturas do agronegócio, ganham arranque nesse mesmo processo, fazendo do Brasil o maior mercado de agrotóxico do mundo, seguido pelos EUA. A partir de 2008, nossa taxa de crescimento de importação de princípios ativos foi de 400% e de produtos formulados, de 700%. Tal modelo químico do agronegócio integra um conjunto de práticas de trabalho degradante, com significativos impactos nos modos de vida dos trabalhadores do campo. Acidentes de trabalho, contaminação química das águas, do ar e do solo em toda a cadeia produtiva agrícola são expressões desse modelo que geram consequências importantes para a saúde dos trabalhadores e seus familiares (CARNEIRO et al., 2015) e para as espécies da fauna e flora que lá permanecem.

Ao considerarmos as características do modelo de desenvolvimento socioeconômico brasileiro, no que diz respeito a seus impactos socioambientais no campo, cabe destacar também o significado das atividades mineradoras. O rompimento da barragem de ferro em Mariana é apenas a expressão recente mais dramática desse modelo

No entanto, ao considerarmos as características do modelo de desenvolvimento socioeconômico brasileiro, no que diz respeito a seus impactos socioambientais no campo, cabe destacar também o significado das atividades mineradoras. O crime da Samarco, com o rompimento da barragem de minério de ferro, na cidade de Mariana, em Minas Gerais, é apenas a expressão recente mais dramática desse modelo, que acompanha o chamado megaciclo das *commodities* minerais no mundo, a partir dos anos 2000, quando as importações globais de minérios passaram, entre 2003 e 2013, de US\$ 38 bilhões para US\$ 277 bilhões. Deste total, o Brasil, em 2013, apresentou-se como o segundo maior exportador, respondendo por 14,3% de toda a exportação de minério do mundo (POeMAS, 2015).

Em 2014, a Samarco faturou R\$ 7,2 bilhões e investiu apenas 78 milhões em segurança ambiental. Com um pouco mais, reforçaria as barragens que são de terra, as mais baratas que existem, instalaria sensores para monitorar o risco da pressão do volume sobre a parede de contenção e, com mitigação maior de risco, transformaria parte de terra despejada na represa em *pellets*, que poderiam ser armazenados fora da represa e diminuiriam consideravelmente o volume dentro da barragem. Assim, reduziria bastante o volume de água impura e bem mais o do conjunto lama+detritos+água. Essa solução mais definitiva custaria um pouco mais (ARAÚJO, 2016), mas a volúpia por acumulação de capital levou ao rompimento da barragem, que matou 20 pessoas, desalojou centenas de suas casas, destruídas pela lama de rejeitos, contaminou, afetou e destruiu a vida da bacia do rio Doce, uma das mais importantes da região Sudeste e do país, afetando milhões de pessoas que vivem e dependem da água e das terras afetadas. Estamos diante da maior catástrofe socioambiental do Brasil, e talvez a maior da megamineração de ferro no mundo (CARAVANA TERRITORIAL DA BACIA DO RIO DOCE, 2016), inclusive com impacto adicional sobre o mar.

Esses são apenas alguns componentes representativos do modelo de desenvolvimento do capitalismo brasileiro, centrado na produção de *commodities*, ancorado no grande latifúndio e nos interesses do capital transnacional. São questões fundamentais a serem enfrentadas, quando pensamos a formulação de políticas que busquem a conservação socioambiental, ou seja, o respeito à nossa biodiversidade e a todos os povos que habitam nossos territórios.

Por outro lado, cabe destacar que a crise socioambiental, decorrente desse modelo, gera na sociedade civil um conjunto de movimentos cujo sentido é a defesa da qualidade da vida das pessoas. Enquanto para o capital as condições de produção são essenciais para acumulação de riqueza, para os trabalhadores e a população em geral elas são essenciais na preservação não somente de sua subsistência física, mas também de seu patrimônio cultural, expressão da produção e reprodução de seus modos de vida.

A partir dos anos 1960, o impacto do livro de Raquel Carson, intitulado *Primavera Silenciosa*, inicialmente nos Estados Unidos – e depois em muitos outros países – foi de tal ordem que desencadeou um debate nacional sobre o uso de agrotóxicos, em que se questionava a responsabilidade da ciência e os limites do progresso tecnológico. Menos de um ano e meio

após o lançamento do livro, na primavera de 1964, os Estados Unidos viveram movimentos populares em defesa do meio ambiente, com exigências de normas estaduais e federais, que resultaram na proibição do uso doméstico do DDT e, em seguida, na criação da Agência de Proteção Ambiental (EPA).

Nesse contexto, ampliaram-se e diversificaram-se os atores das chamadas ecopolíticas, que passaram a buscar influência maior nas decisões dos Estados, referentes às questões ambientais. É o caso, por exemplo, do Environmental Defense Fund (EUA, 1967); da Fédération Française des Sociétés de Protection de la Nature (1968); do Friends of the Earth International (1971); do Greenpeace (Canadá, 1971); do Bureau Européen de l'Environnement (Bruxelas, 1974). Algumas dessas instituições colocaram em questão as estruturas econômicas, sociais e institucionais implicadas na exploração dos ecossistemas e na degradação ambiental (LE PRESTE, 2000).

No Brasil, esse fenômeno acompanhou o processo de transformação econômica e política que atravessava o país, a partir dos anos 1950, que acelerou nosso desenvolvimento industrial e, particularmente, após o final dos anos 1970, com os movimentos sociais que levaram à superação da ditadura militar, implantada em 1964 e superada formalmente nos anos 1980. Em “Territórios quilombolas e conflitos: comentários sobre povos e comunidades tradicionais atingidos por conflitos de terra e atos de violência no decorrer de 2009” (ALMEIDA, 2010), Alfredo Wagner Berno de Almeida mostra que a Comissão Pastoral da Terra, vinculada à Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB) registrou, no ano de 2009, no Brasil, 528 ocorrências de conflitos de terra. Em 2015, esse número chegou a 1.217 (CPT, 2016). São conflitos que envolvem atos de violências das mais variadas espécies, desde ameaças de morte, destruição de casas, prisões e despejos a assassinatos das populações das comunidades tradicionais. Todos esses conflitos têm um componente comum: a apropriação dos bens naturais pelos grandes empreendedores, para acumulação de riquezas e a resistência das populações atingidas.

A resistência às estratégias do agronegócio e das mineradoras, de apropriação das terras comunais, está configurada em vários movimentos dos indígenas, dos quilombolas, dos seringueiros, das quebradeiras de coco babaçu, dos castanheiros, dos ribeirinhos e outros, que são formas de uso comum dos recursos naturais controlados por unidades familiares agroextrativistas

No entanto, a resistência às estratégias do agronegócio e das mineradoras, de apropriação das terras comunais, está configurada em vários movimentos dos indígenas, dos quilombolas, dos seringueiros, das quebradeiras de coco babaçu, dos castanheiros, dos ribeirinhos, dos faxinais e de fundos de pasto e outros, que são formas de uso comum dos recursos naturais controlados por unidades familiares agroextrativistas. Tais identidades coletivas fazem surgir, principalmente a partir dos anos 1980, um conjunto de movimentos sociais em defesa da manutenção e reprodução de seus modos de vida, tais como Articulação dos Povos Indígenas do Nordeste (Apoime), Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira (Coaiab), Coordenação Nacional Quilombola (Conaq), Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB), Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), Movimento dos Atingidos pela Base de Lançamento (Mabe), Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), Movimento dos Ribeirinhos do Amazonas (Mora), Movimento Nacional dos Pescadores (Nonape), Central Fundo de Pastos, além de várias outras organizações (ALMEIDA; MARIN, 2010).

Cabe destacar nesse processo o papel do MST. Fundado em 1984, está organizado em 24 estados, nas cinco regiões do país, reunindo milhares de trabalhadores rurais, tendo em seus objetivos as lutas pela terra, pela reforma agrária e por uma sociedade mais justa e fraterna. Em seus 32 anos de história, fez com que mais de 350 mil famílias conquistassem suas terras e destaca em sua plataforma de luta, além dos pontos referidos em seus objetivos, a educação e o acesso à cultura, ao conhecimento e à valorização dos saberes populares; o combate à violência contra as mulheres; o direito de organizar os próprios meios de comunicação social; a defesa da saúde de toda a população, com implementação de políticas públicas de soberania, segurança alimentar e de condições de vida dignas; a defesa de políticas de desenvolvimento da economia baseadas fundamentalmente nos interesses de melhoria das condições de vida de toda a população, em especial dos mais pobres; a defesa de nossa diversidade étnica e cultural, com oportunidades iguais para todos os brasileiros; a participação e decisão direta da população nas várias instâncias de decisão do poder político e social e a plena soberania de nosso povo (MST, 2011).

O alcance desses movimentos sociais não se restringe aos limites das fronteiras do país. Sua capacidade de articulação e luta assume, em várias situações, um caráter internacional. A Via Campesina é uma expressão dessa internacionalização. Fundada em abril de 1992, constitui uma organização politicamente complexa, pluricultural, composta por aproximadamente 150 instituições, de 70 países, na África, na Ásia, na Europa e nas Américas, que representam em torno de 200 milhões de camponeses. É reconhecida como um ator importante nos debates alimentares e agrícolas, assim como ouvida por instituições como a FAO e o Conselho de Direitos Humanos, da ONU. Seu principal objetivo é realizar a soberania alimentar e parar o processo destrutivo neoliberal. Baseia-se na convicção de que os pequenos agricultores, incluindo camponeses, pescadores, pastores e povos indígenas, que compõem quase metade da população mundial, são capazes de produzir alimentos para suas comunidades e alimentar o mundo de uma forma sustentável e saudável (LA VIA CAMPESINA, 2011).

São as seguintes organizações brasileiras que compõem a Via Campesina: Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA), Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), Movimento de Mulheres Camponesas (MMC), Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil (Feab), Comissão Pastoral da Terra (CPT), Pastoral da Juventude Rural (PJR), Associação Brasileira dos Estudantes de Engenharia Florestal (Abeef), Conselho Indigenista Missionário (Cimi) e Movimento dos Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP).

Cabe também destacar, neste mesmo processo, o papel da Rede Brasileira de Justiça Ambiental (RBJA), que se constituiu como fórum de discussões, denúncias, mobilizações estratégicas e articulação política, com objetivo de formular alternativas e potencializar as ações de resistência desenvolvidas por seus membros. É resultado da iniciativa de movimentos sociais, sindicatos de trabalhadores/as, ONGs, entidades ambientalistas, ecologistas, organizações de afrodescendentes, indígenas e pesquisadores/as universitários/as. Criada em setembro de 2001, teve o apoio de redes semelhantes dos Estados Unidos, Chile e Uruguai e, hoje, conta com mais de uma centena de instituições e redes a ela articulada.

Todo esse cenário de conflitos, inerentes ao padrão de produção e consumo do capitalismo atual e à crise socioambiental, mediados pelos contraditórios interesses de classes, expressa o que está sendo considerada a “segunda contradição” do capitalismo. Discutindo os componentes da crise econômica atual, a partir dos elementos colocados, e discorrendo sobre tal contradição, O’Connor (1998) sustenta que as crises tradicionais do capitalismo estavam relacionadas às contradições entre forças produtivas e relações de produção e que as formas específicas dessas contradições repousam na realização do valor e na mais-valia, inerentes à produção e à circulação do capital. O dever social de tais contradições se expressa na luta de classes. Por outro lado, a crise socioecológica, que gera a “segunda contradição”, expressa a contradição entre relações de produção, por um lado, e as chamadas condições de produção, por outro, que incluem as riquezas naturais. Assim, os elementos naturais que interagem com o capital são discutidos em termos de viabilidade dos ecossistemas; adequação dos níveis de ozônio na atmosfera; estabilidade do litoral e áreas de drenagem; solo, ar, qualidade da água e demais. A força de trabalho é discutida em termos de bem-estar dos trabalhadores, do ponto de vista físico e mental. E a espécie e o grau de socialização do trabalhador, as relações de trabalho e as condições comunais (infraestrutura urbana) são discutidas em termos de capital social. Nesse universo, a forma específica das contradições entre as relações de produção capitalista e as “condições de produção” é também entre produção e realização de valor e mais-valia, fazendo com que os agentes sociais de transformação, isto é, os novos movimentos sociais, incluam lutas relativas à segurança e saúde nos locais de trabalho, produção e descarte de lixo tóxico, uso de recursos naturais, arranjos dos espaços urbanos, luta pela terra, entre outros.

O capitalismo subjuga o homem ao capital no processo de trabalho e concebe a natureza como um meio, e não um fim, conferindo-lhe valores, antes de tudo, monetários, não espirituais. Com isso, a relação de identidade que havia entre as pessoas e a natureza se transforma em relação alienada

Portanto, os conflitos inerentes aos diversos grupos sociais e seus interesses relacionados às “condições de produção”, justamente pelo papel fundamental que tais condições cumprem para o desenvolvimento das forças produtivas, têm, com o universo produtivo, uma relação vital. Por tal vitalidade, leva a esfera da produção, de onde emana essencialmente a geração de riqueza, a ser o foco da compreensão das relações entre a sociedade e o ambiente, remetida, portanto, ao processo de trabalho e de produção. Com este referencial, destacamos a crítica de Peter Dickens (2002) às concepções que não levam em consideração os mecanismos políticos e sociais que determinam a crise socioambiental e asseveram o homem como parte da natureza. O capitalismo subjuga o homem ao capital no processo de trabalho e concebe a natureza como um meio, e não um fim, conferindo-lhe valores, antes de tudo, monetários, não espirituais. Com isso, a relação de identidade que havia entre as pessoas e a natureza se transforma em relação alienada.

1.3 A LEI DA BIODIVERSIDADE E O PROTOCOLO DE NAGOYA

A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) é um tratado da ONU e um dos mais importantes instrumentos internacionais relacionados à política ambiental. Foi estabelecida durante a ECO-92 – a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992 – e é hoje o principal fórum mundial para questões relacionadas ao tema. Atualmente, há 196 países partes, dos quais 168 são signatários, incluindo o Brasil.

A Convenção está estruturada sobre três pilares principais: conservação da diversidade biológica; o uso sustentável da biodiversidade; e a repartição de benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos e do conhecimento tradicional a ela associado. A CDB abarca tudo o que se refere direta ou indiretamente à biodiversidade, incluindo outras convenções e acordos ambientais mais específicos. A partir dela, a biodiversidade passou a ser reconhecida de soberania de seus países de origem e, para assegurar essa soberania, diversos instrumentos normativos foram sugeridos.

O Brasil foi um dos países pioneiros na implementação de uma legislação de acesso ao patrimônio genético, ao conhecimento tradicional associado e à repartição de benefícios por meio da Medida Provisória 2186-16 de 2001, alinhada aos compromissos assumidos na assinatura da Convenção sobre Diversidade Biológica, em 1992.

Com a intenção de evitar a biopirataria e garantir a repartição de benefícios oriundos do uso da biodiversidade de forma justa e equitativa, a MP acabou por criar barreiras para a pesquisa, desenvolvimento e inovação a partir de elementos da biodiversidade e do conhecimento tradicional associado. Sua implementação trouxe obstáculos à inovação e ao registro de patentes, interferiu nas colaborações internacionais e nem mesmo conseguiu fazer a repartição de benefícios justa de forma satisfatória. Após quase 15 anos de amadurecimento desse marco legal inicial e, a partir de críticas e de demandas da sociedade civil por uma legislação com regras claras, simples, com abordagens menos burocráticas e capazes de estabelecer ambiente de tranquilidade e segurança jurídica para facilitar e estimular a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico que faz uso da biodiversidade brasileira, a Lei nº 13.123 (Lei da Biodiversidade) entrou em vigor no dia 17 de novembro de 2015. Ela dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional a ela associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade.

A instância responsável por coordenar a elaboração e a implementação de políticas para a gestão do acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado e da repartição de benefícios é o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGen), do Ministério do Meio Ambiente (MMA). É formado por 55% de representantes de órgãos e entidades da administração pública federal, que detêm competência sobre as diversas ações de que trata a lei e 45% de membros da sociedade civil.

De acordo com a nova legislação, o acesso ao patrimônio genético é a pesquisa ou desenvolvimento tecnológico realizado sobre amostras de patrimônio genético (informação de origem genética de espécies vegetais, animais, microbianas ou espécies de outra natureza, incluindo substâncias oriundas do metabolismo destes seres vivos). E o acesso ao conhecimento tradicional associado é a pesquisa ou desenvolvimento tecnológico realizado sobre ou a partir do conhecimento tradicional associado à biodiversidade que possibilita ou facilita o acesso ao patrimônio genético.

Os procedimentos de autorização prévia ao acesso foram substituídos por um cadastro a ser realizado durante a fase da pesquisa e desenvolvimento tecnológico e por uma notificação antes do início da exploração econômica de um produto acabado ou material reprodutivo oriundos do acesso ao patrimônio genético do país e do acesso do conhecimento tradicional associado, ou seja, a repartição dos benefícios ocorre somente na comercialização destes produtos.

De acordo com as novas definições de acesso ao patrimônio genético e de pesquisa, a nova lei alcança todas as pesquisas realizadas com a biodiversidade brasileira, incluindo estudos relacionados à taxonomia, descrição de novas espécies, inventários, estudos ecológicos, epidemiológicos, entre outros

De acordo com as novas definições de acesso ao patrimônio genético, a lei alcança todas as pesquisas realizadas com a biodiversidade brasileira, incluindo aquelas que não estavam contempladas pela MP 2186-16, abrangendo estudos relacionados à taxonomia, descrição de novas espécies, inventários, estudos ecológicos, epidemiológicos, entre outros. Apesar de, a partir de agora, o acesso se referir a todas as pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos realizados com a biodiversidade nativa, para qualquer um deles será necessário apenas o cadastro eletrônico no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen).

Outra novidade desse novo marco legal é que, no artigo referente às definições utilizadas na lei, há um parágrafo único assegurando que o microrganismo isolado a partir de substratos do território nacional, do mar territorial, da zona econômica exclusiva ou da plataforma continental é parte do patrimônio genético.

Em relação à repartição de benefícios, as regras estão mais claras e são prefixadas. A repartição pode ser não monetária e monetária – neste caso, o percentual será de 1% fixado ou até 0,1% por acordo setorial. No caso de acesso ao patrimônio genético, a União será indicada como beneficiária da repartição de benefícios e, no caso de conhecimento tradicional associado, os beneficiários serão os povos indígenas, as comunidades tradicionais e os agricultores tradicionais ou aqueles que detenham o conhecimento. As microempresas, empresas de pequeno porte, microempresários individuais, agricultores tradicionais e suas cooperativas com receita bruta anual igual ou inferior ao estabelecido em legislação pertinente serão excluídos da obrigação de repartir benefícios. O produto intermediário, ou seja, aquele utilizado na condição de insumo, excipiente e matéria-prima, agregado ao processo da cadeia produtiva para o desenvolvimento de outro produto intermediário ou acabado, também é isento da obrigação de repartir benefícios.

A nova lei institui o Fundo Nacional para a Repartição de Benefícios (FNRB), de natureza financeira, vinculado ao MMA, no qual o usuário terá de depositar o valor de 1% ou até 0,1% (por acordo setorial) da renda líquida obtida com a venda do produto acabado ou material reprodutivo oriundo do patrimônio genético nacional. No caso de exploração econômica de produto ou material reprodutivo de conhecimento tradicional associado de origem identificável, o depósito no FNRB será de 0,5% da receita líquida anual. Os recursos monetários depositados no FNRB

decorrentes da exploração econômica de produto acabado ou de material reprodutivo oriundo de acesso ao conhecimento tradicional associado serão destinados, exclusivamente, aos detentores de conhecimentos tradicionais associados. Quando os recursos monetários depositados no FNRB forem decorrentes da exploração econômica de produto acabado oriundo de acesso a patrimônio genético proveniente de coleções *ex situ* serão parcialmente (60 a 80%) revertidos em benefício dessas coleções, e quando forem oriundos de acesso ao conhecimento tradicional associado, serão destinados exclusivamente aos detentores de conhecimentos tradicionais associados.

Quanto à regularização do descumprimento da MP 2186-16 de 2001, as regras estão mais flexíveis, com isenção de 100% do pagamento de multas por irregularidades relacionadas às regras anteriores para a pesquisa. No caso de desenvolvimento tecnológico, a isenção poderá ser de até 90% das multas e o saldo remanescente poderá ser revertido em projetos para conservação e uso sustentável de biodiversidade, transferência de tecnologias, licenciamento de produtos livre de ônus, distribuição gratuita de produtos em programas de interesse social etc.

Com a entrada em vigor da nova lei, a legislação anterior (Medida Provisória 2186-16/01) foi revogada. O decreto regulamentador não foi publicado dentro do prazo previsto (17/11/2015) mas, finalmente depois de quase seis meses do prazo regulamentar, no dia 11/05/2016, o Decreto 8.772 foi publicado no *Diário Oficial da União*. Portanto, durante esse período, havia uma lei em vigor sem regulamentação, o que impossibilitava sua implementação, resultando no vácuo jurídico. O sistema eletrônico de cadastro e notificação que implementa a lei e sua regulamentação, o SisGen, foi lançado em 3 de outubro de 2017 (Portaria Secex/CGEN nº 1) e implementado e disponibilizado desde 6 de novembro de 2017.

A Fiocruz participou ativamente da estruturação da lei e do decreto, por meio de várias propostas. A de inclusão na minuta do decreto de um dispositivo que garantisse a isenção de qualquer punição às atividades previstas no art. 12 § 2º da Lei nº 13.123/15, realizadas entre a entrada em vigor da lei e a disponibilização do sistema eletrônico de cadastro pelo MMA, foi uma delas. Essa proposta, aceita pela Casa Civil, solucionou o grande problema causado por esse período de vácuo jurídico. Essas atividades são o requerimento de qualquer direito de propriedade intelectual; a comercialização do produto intermediário; divulgação dos resultados, finais ou parciais, em meios científicos ou de comunicação; e a notificação de produto acabado ou material reprodutivo desenvolvido em decorrência do acesso, que só podem ser realizadas após cadastro. Entretanto, infelizmente, a remessa de material biológico não foi contemplada e continua como uma atividade com problemas a serem resolvidos.

Para tentar esclarecer e apoiar seus pesquisadores, a Fiocruz disponibiliza maiores informações na página Acesso ao Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado, no portal da instituição¹.

1 <http://portal.fiocruz.br/pt-br/content/acesso-ao-patrimonio-genetico>

O Protocolo de Nagoya

O Protocolo de Nagoya (PN) é um dos mais importantes documentos da CDB e foi adotado pela Conferência das Partes, em sua décima reunião (COP 10), em 29 de outubro de 2010, em Nagoya, no Japão. Entrou em vigor em 12 de outubro de 2014, na sua 12ª reunião (COP 12), em Pyeongchang, na Coreia do Sul, quando chegou a receber 50 ratificações. O Protocolo de Nagoya, discutido por anos, regulamenta, ao nível internacional, o Acesso a Recursos Genéticos e a Repartição Justa e Equitativa dos Benefícios Advindos de sua Utilização (ABS – *Access and Benefit Sharing*, na sigla em inglês). Sua aprovação teve a participação importante do Brasil, pois representa avanço importante aos países megadiversos.

Este tratado aprofunda e apoia a implementação da CDB em seu terceiro objetivo específico, a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos. O Protocolo de Nagoya foi assinado por 92 países, incluindo o Brasil, e 78 países já o ratificaram. O Brasil ainda não o ratificou com a justificativa de que a Lei da Biodiversidade precisava primeiro ser revista e implementada. O Protocolo confere diretrizes para o estabelecimento de relações comerciais justas entre país provedor e país usuário, que vão desde pagamento de *royalties* até o estabelecimento de *joint ventures*, com direito a transferência de tecnologias e capacitação. Cria caminhos mais seguros para quem compartilha conhecimentos tradicionais com pesquisadores. Para isso, foi estabelecido o mecanismo de intermediação de informações sobre acesso e repartição de benefícios – em inglês *ABS Clearing-House*, para garantir transparência do processo e estabelecer os mecanismos de monitoramento da repartição de benefícios ao longo das cadeias produtivas, incluindo o uso de certificados internacionais de conformidade.

O PN implementa o artigo 15 da CDB, trata do acesso a recursos genéticos e garante a soberania das partes sobre os seus recursos genéticos, a autoridade do país para determinar o acesso a esses recursos, e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização de recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados, além de definir o consentimento prévio e informado e os termos mutuamente acordados.

O Brasil foi um dos pioneiros na tentativa de incorporar o disposto no artigo 15 da Convenção da Diversidade Biológica, que trata do acesso e soberania sobre recursos genéticos, em uma legislação nacional, cujos requisitos estão de forma geral em conformidade com as disposições do Protocolo de Nagoya

O Brasil foi um dos pioneiros na tentativa de incorporar o disposto no artigo 15 da CDB em uma legislação nacional, cujos requisitos estão, de forma geral, em conformidade com as disposições do PN. A lógica do sistema posto em prática em 2001 gira em torno de princípios de comando e controle. Com a experiência de 15 anos, o país vem reorientando seu regime doméstico de ABS de comando e controle para incentivar a cooperação na pesquisa, no Brasil e com parceiros internacionais. O novo marco legal (Lei nº 13.123) reflete essa experiência.

1.4 A CONTRIBUIÇÃO DA FIOCRUZ ÀS POLÍTICAS DA BIODIVERSIDADE

Debruçada em sua natureza investigativa sobre as doenças tropicais, a Fiocruz produz ao longo de sua história conhecimento acerca da biodiversidade. Seja nos estudos descritivos de espécies parasitas, vetores e seus hospedeiros, dos ciclos de transmissão e as interações biológicas e ecológicas neles envolvidos, na busca de vacinas, medicamentos e kits diagnósticos, na guarda das coleções biológicas ou nas ações educativas e de divulgação, a instituição produz conhecimento sobre biodiversidade, muitas vezes sem perceber que o faz.

Desde seu fundador, Oswaldo Cruz, que construiu em Manguinhos um aquário de água salgada alimentado diretamente pelas águas, naquele tempo limpas, da baía de Guanabara para estudos de plânctons, a outros ilustres pesquisadores como Adolpho Lutz, Carlos Chagas, Berta Lutz, Henrique Aragão, Herman Lent, Hugo Souza Lopes, Leônidas e Maria Deane, Sebastião José de Oliveira, Lobato Paraense, e recentemente José Rodrigues Coura, Delir Corrêa Serra-Freire, Bodo Wanke, Marcia Lazera, Alzira Almeida, Luiz Fernando Ferreira, entre tantos, a curiosidade para além das enfermidades permitiu que a saúde contribuísse com o conhecimento da diversidade biológica brasileira. Era de praxe que as expedições aos locais mais longínquos do Brasil fossem compartilhadas entre naturalistas e médicos e que produções multidisciplinares fossem construídas.

Já naquele tempo, os pesquisadores contribuíram para a conservação da biodiversidade e seus primeiros marcos legais. Assim foi com a elaboração da Lei da Proteção à Fauna (Lei nº 5.197 de 3/06/1967), escrita por Fernando Avila-Pires, Helmut Sick e João Moojen e com a participação de Mario Beauperaire de Aragão no Conselho de Parques Nacionais do Instituto Florestal Brasileiro (IBDF), fundado também em 1967.

Naquela época, não se falava de biodiversidade, termo utilizado pela primeira vez em 1985, por Walter G. Rosen, da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, enquanto preparava o Fórum Nacional sobre Diversidade Biológica, realizado em 1986, em Washington D.C., e consolidado por Edward Wilson (WILSON, 1997). No Brasil, o termo é de uso recente e, como em todo o mundo, ganhou protagonismo pelas consequências que os impactos sobre a natureza e a perda das espécies determinam no modo de vida humano e na economia, especialmente.

A realização da Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento, a Eco-92 ou Rio-92, em 1992, quando a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) foi assinada por 179 países, trouxe novos acordos e a possibilidade de que, pela primeira vez, a proteção e o uso da biodiversidade,

dos recursos genéticos e dos conhecimentos a ela associados pudessem beneficiar os países detentores de sua própria riqueza de espécies, em sua maioria países pobres.

Para agregar a saúde à agenda da Rio-92, a Fiocruz, pelo protagonismo de Maria do Carmo Leal, Paulo Sabroza, Rodolfo Hector Rodriguez e Paulo Buss, organizou dois volumes intitulados *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento: processos e consequências sobre as condições de vida* (LEAL et al., 1992 a, b). É bem verdade que biodiversidade não aparece nos textos, mas eles marcam o posicionamento da saúde diante dos desafios da agenda ambiental, da equidade e da sustentabilidade.

A partir daí, a produção científica na área de saúde e ambiente é crescente, embora, na maior parte dela, o olhar se mantenha restrito ao universo das ações humanas sobre o ambiente e das consequências sobre si mesma. Outras conexões e produções acadêmicas surgiram paralelamente à criação da CDB na Rio-92, como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e o Projeto Milênio da ONU, e alguns pesquisadores da Fiocruz integraram suas pesquisas aos seus objetivos (CONFALONIERI, 2001; BARCELLOS; HACON, 2016).

Em continuidade às diversas iniciativas, a busca pelo agente específico causador de doença, seja ele biológico, químico ou determinado pelo comportamento social da espécie humana, prossegue e, mesmo nas iniciativas da saúde ditas ecológicas, os objetos de estudo, ações e políticas são quase sempre autoecológicos, pois tratam de modo individualizado e específico uma espécie e suas relações com o ambiente, e não das espécies que coabitam e interagem entre si e com o ecossistema. Após dez anos, novo documento institucional, sob a organização de Cecília Minayo e Ary Miranda (2002), reuniu e refletiu sobre as relações da saúde com o ambiente, já para a Rio+10. Houve avanços importantes, como a realização do Projeto de Desenvolvimento Tecnológico em Saúde Pública, o PDTs-Água. No entanto, apesar de a Fiocruz ter tido assento no Programa Nacional de Biodiversidade (Pronabio), do Ministério do Meio Ambiente (MMA) desde 1994, ainda naquela época o entendimento das relações da biodiversidade com a saúde continuava limitado e fortemente direcionado para o ambiente construído (CHAME, 2002).

O envolvimento institucional mais estreito com a agenda da biodiversidade se iniciou em 2002, com a composição da Comissão Nacional da Biodiversidade (Conabio), com assento do Ministério da Saúde, representado pela Fiocruz, e a participação na elaboração da Política Nacional da Biodiversidade (Decreto nº 4.339, de 22/08/2002) e no Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio I), quando a Fiocruz foi convidada a desenvolver o I Informe Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, junto com a Embrapa, a Universidade Federal de Viçosa, o Instituto Oceanográfico da USP e o Instituto Hórus. Para desenvolver o marco zero das espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana no Brasil, 63 pesquisadores da Fiocruz participaram do levantamento, identificação de origem e análise de impactos das espécies de oito grupos taxonômicos (vírus, bactérias, protozoários, moluscos, artrópodes, helmintos, fungos, plantas) (CHAME, 2009). Os resultados obtidos permitiram formular a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, aprovada pela Conabio por meio da Resolução nº 5, de 21 de outubro de 2009 (MACHADO et al., 2009).

A participação institucional nos projetos coordenados pelo MMA e na Conabio reforçou a importância da biodiversidade para a saúde e vice-versa, de modo que a Fiocruz foi convidada a participar do Probio II, em 2005, do qual nasceu o Programa Institucional Biodiversidade e Saúde, hoje Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, implementador da tecnologia social de monitoramento de saúde silvestre, vencedor do Prêmio da Biodiversidade 2017

A participação institucional nos projetos coordenados pelo MMA e na Conabio aproximou aos poucos a biodiversidade da saúde e vice-versa, de modo que a Fiocruz foi convidada a participar do Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade (Probio II), em 2005, do qual nasceu o Programa Institucional Biodiversidade e Saúde, hoje Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, implementador da tecnologia social de monitoramento de saúde silvestre, SISS-Geo, projeto vencedor do Prêmio da Biodiversidade 2017 - setor governo e certificado como tecnologia social pela Fundação Banco do Brasil, também em 2017.

Paralelamente, outras iniciativas surgiram, entre elas a criação da pós-graduação *strictu sensu* do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) em Biodiversidade e Saúde em 2010, além do fortalecimento de diversos programas e grupos em Manguinhos e nos institutos regionais. As pesquisas envolvendo animais silvestres, que historicamente sempre foram desenvolvidas, têm nos últimos anos incorporado a dimensão conservacionista e a parceria com órgãos ambientais das diversas esferas de governo e da sociedade. Alguns grupos participam ativamente dos Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção, como o Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios (IOC) e o Grupo de Estudos de Mamíferos Marinhos da Região dos Lagos (Ensp/IOC), Planos de Manejo de Unidades de Conservação, além de pesquisas e atuação na vigilância de zoonoses, como febre amarela, hantavirose, malária, rickettsioses, leishmanioses, doença de Chagas, micoses sistêmicas, dentre outras. O uso de plantas medicinais ganhou espaço com a Política Nacional de Plantas Medicinais, inicialmente centrada no uso de plantas exóticas, que vem sendo fortalecida e inovada com a liderança de Farmanguinhos nas Redes Fito, além de outras atividades que articulam a produção de fitomedicamentos oriundos de espécies nativas por pequenos agricultores, pesquisadores e indústria.

Do estreitamento e das participações de pesquisadores da Fiocruz nas reuniões das partes da Convenção da Diversidade Biológica (COP-CDB) e da contribuição à implementação da agenda internacional da diversidade biológica no país, a Fiocruz hoje participa de diversos fóruns nacionais e internacionais, assim como no debate sobre a implementação do Protocolo de Nagoya e da Lei

de Acesso à Biodiversidade Brasileira. Suas ações colaboram de forma clara e em muitos objetivos da Estratégia e Plano e Ação Nacionais para a Biodiversidade (Epanb) (BRASIL, 2017) e contribui de modo importante para que o país alcance as metas de Aichi para a conservação da biodiversidade em 2020 (BRASIL, 2016a, cap. IV).

Em 2015, a Fiocruz teve papel fundamental na elaboração do documento conjunto que internaliza, na CDB e na OMS, as relações da biodiversidade com a saúde. Nesse caminho, apoiou a realização dos primeiros encontros de especialistas, realizados em Manaus, no Brasil, e em Maputo, em Moçambique – os Regional Capacity-building Workshop on the Interlinkages between Biodiversity and Health

Em 2015, a Fiocruz teve papel fundamental na elaboração do documento conjunto que internaliza na CDB e na Organização Mundial da Saúde (OMS), as relações da biodiversidade com a saúde. Neste caminho, apoiou a realização, em conjunto com a CDB e a OMS, dos primeiros encontros de especialistas, realizados em Manaus, no Brasil e em Maputo, em Moçambique – os Regional Capacity-building Workshop on the Interlinkages between Biodiversity and Health. Desses encontros e com a participação de especialistas de todo o mundo, inclusive de pesquisadores da Fiocruz, nasceu a publicação *Connecting Global Priorities: biodiversity and human health, a state of knowledge* (WHO, 2015), que teve seu lançamento no Brasil, no Museu da Vida, com a presença do Secretário da CDB e representante da OMS.

O conceito *One World, One Health* (Um Mundo, Uma Saúde) criado pela Wildlife Conservation Society, em 2004, foi incorporado posteriormente às políticas da OMS e seu braço para a saúde animal (OIE). Na sua estruturação, estabeleceu 12 recomendações, em conjunto com os setores de saúde humana, animal e ambiental, com o objetivo de ampliar a visão e as ações para o enfrentamento dos desafios da prevenção de epidemias e epizootias e manutenção da integridade ecossistêmica em benefício humano, dos animais de produção e da biodiversidade que os suportam (GIBBS, 2014). Entretanto, a aplicação deste conceito avançou na área de segurança alimentar, no controle de zoonoses entre animais de criação e humanos e no combate ao uso de antibióticos, mas pouco na saúde ecossistêmica. Atualmente, outras iniciativas vêm ampliando e fortalecendo a necessidade da abordagem das interrelações bióticas e abióticas com a saúde, como o Global Health e o Planetary Health, no entanto a biodiversidade ainda não é foco das ações, planos, estratégias e políticas de saúde, embora não falem conexões com seus impactos e riscos.

Recentemente, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), assinados por 150 países, em reunião na ONU em 2015, expandiram os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio, com a missão ambiciosa de alcançar até 2030 17 objetivos e 169 metas para “acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar de todos, proteger o meio ambiente a enfrentar as mudanças climáticas”. A inclusão da saúde nos ODS, especificamente no Objetivo 3, “Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades”, é fruto da articulação política do Centro de Relações Internacionais da Fiocruz e, institucionalmente, todos os objetivos têm sido tratados, uma vez que a saúde permeia e contribui ou pode ser impactada pela maior parte deles. No cenário dos ODS, a integração da saúde com a biodiversidade ainda é lateral, mas par e passo se ampliou na reunião do Grupo Científico, Técnico e Tecnológicos da CDB em dezembro de 2017, as considerações para guiar a integração da biodiversidade com a abordagem *One Health* (WHO, 2017).

No Brasil, o Sistema Único de Saúde proporciona, por meio das diretrizes da Estratégia da Saúde da Família e da Vigilância em Saúde, oportunidade única de aplicação dos conceitos *One Health*, *Global Health* ou *Planetary Health*, especialmente pela riqueza de espécies, culturas e saberes. No entanto, a formação de profissionais de diversos setores e interfaces de ação e a concretização dessa relação em programas, projetos e ações ainda é uma conquista a ser feita. A visão e o entendimento da complexidade dos ciclos das parasitoses esbarram em limitações geográficas e georreferenciadas de informações e de dados de qualidade sobre hospedeiros, vetores e agentes etiológicos, em campo; da articulação do setor saúde com o ambiental na elaboração de análises complexas; de métodos diagnósticos simples e rápidos; no investimento em trabalho de campo e no desafio da capacitação dos serviços para esse enfoque.

Falar de biodiversidade hoje, na Fiocruz, não é mais uma abordagem própria e de interesse de biólogos. A biodiversidade integra o Programa de Saúde, Ambiente e Sustentabilidade da instituição

Ainda assim, os caminhos têm sido percorridos, novos grupos e especialistas vêm sendo formados, e falar de biodiversidade hoje, na Fiocruz, não é mais uma abordagem própria e de interesse de biólogos. A biodiversidade integra o Programa de Saúde, Ambiente e Sustentabilidade da instituição e foi unanimemente reiterada pelos delegados do VII Congresso Interno, em 2016, na aprovação de seu novo estatuto, que estabelece como uma de suas finalidades “promover atividades de pesquisa, ensino, desenvolvimento tecnológico e cooperação técnica voltadas para a conservação do meio ambiente e da biodiversidade” (artigo 1º, item XI).

1.5 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA DA FIOCRUZ EM BIODIVERSIDADE DE 1980 A 2015

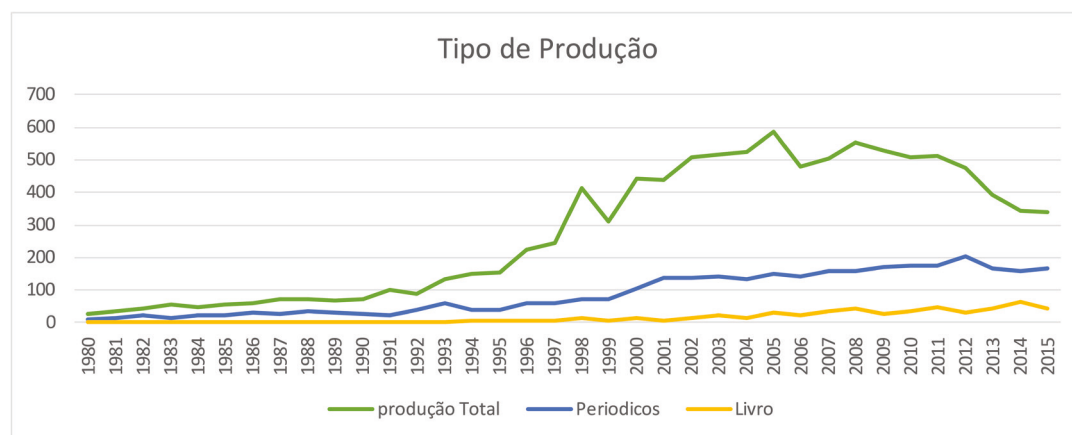
A produção científica reflete, entre tantas coisas, o interesse, a importância, o apoio e a capacidade de conhecer e inovar. Para acompanhar a evolução da produção institucional do conhecimento em biodiversidade, procurou-se identificar o número de trabalhos produzidos sobre o tema, considerando variadas abordagens entre os anos de 1980 e 2015. O levantamento foi realizado pela plataforma Stela Experta, que busca na plataforma Lattes artigos, relatórios e demais produções técnico-científicas.

A busca da produção foi feita por meio das palavras-chave biodiversidade, ecossistemas, sustentabilidade, ambiente, vírus, bactéria, vetores, artrópodes, insetos, moluscos, mamíferos, vertebrados, fungos, protozoários, helmintos, Nematoda, Cestoda, Trematoda, Acantocephala, moluscos, dípteros, hemípteros, plantas e suas respectivas versões em inglês.

O primeiro resultado da busca automatizada elencou 26 mil produções que, avaliadas e limpas quanto à duplicidade, em virtude das coautorias e de erros de interpretação das palavras-chave, constituiu a base de 10.065 trabalhos analisados. Desse total, 3.199 artigos foram publicados em periódicos, 561 obras em livros e capítulos de livros, e os demais documentos em relatórios, informes e outras publicações (Figura 1).

Figura 1

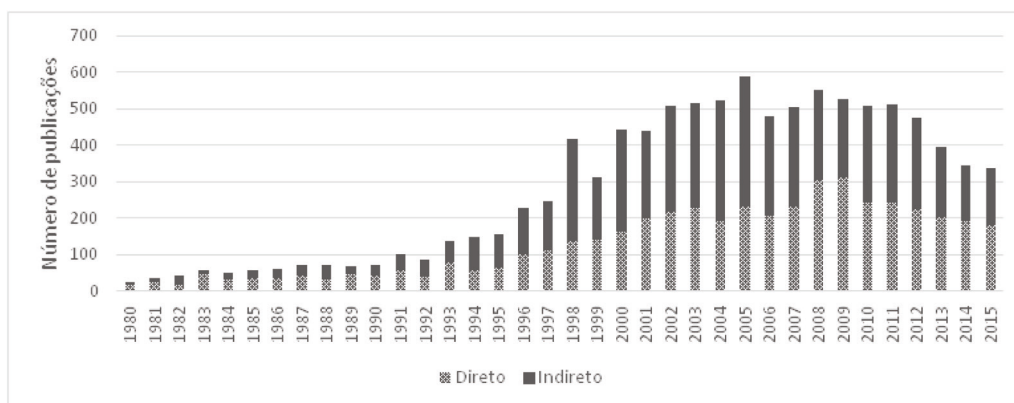
Evolução da produção da Fiocruz sobre biodiversidade, discriminada pelo tipo de publicação (periódicos e livros), no período de 1980 a 2015



Em razão das diversas abordagens que compõem o tema biodiversidade, organizou-se as publicações como direta ou indiretamente a ela associada e que, de modo geral, se mantiveram quantitativamente proporcionais, no passar dos anos (Figura 2).

Figura 2

Publicações da Fiocruz relacionadas à biodiversidade no período de 1980 a 2015



As publicações foram categorizadas em seis temas: Estudos de grupos taxonômicos; Relação parasito-hospedeiro; Epidemiologia/Dinâmica de populações; Diagnósticos/Metodologias; Difusão do conhecimento; Uso da biodiversidade; e Impactos/Contaminantes (Quadro 1).

Quadro 1

Categorização das publicações da Fiocruz relacionadas à biodiversidade, no período de 1980 a 2015

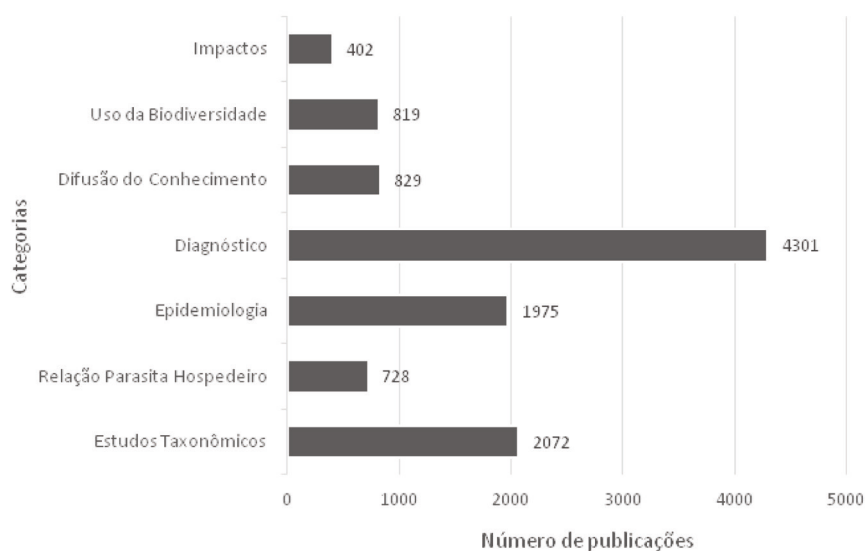
CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Estudos taxonômicos	Estudos taxonômicos e filogenéticos, comportamentais, reprodutivos, fisiológicos, entre outros
Relação parasito-hospedeiro	Biologia e fisiologia da relação parasito-hospedeiro, imunologia, ecologia e comportamento da relação parasito-hospedeiro
Epidemiologia/Dinâmica de populações	Estudos epidemiológicos e populacionais de espécies
Diagnósticos/Metodologias	Estudos diagnósticos de espécies, considerando o desenvolvimento de metodologias e técnicas tradicionais e ômicas, o diagnóstico clínico, a terapêutica, e controle de parasitos e vetores e hospedeiros
Difusão do conhecimento	Revisões bibliográficas, perspectivas, divulgação de acervos biológicos e conhecimento relacionado à biodiversidade, políticas e temas gerais
Uso da biodiversidade	Prospecção, desenvolvimento e produção de kits diagnósticos, vacinas e medicamentos quando originários de espécies nativas. Estudos etnobiológicos e os associados ao conhecimento tradicional da biodiversidade por comunidades tradicionais e povos indígenas
Impactos/Contaminantes	Estudos de impactos ambientais que afetam a biodiversidade e a saúde humana

Mesmo quando o estudo da espécie é subjacente ao objeto das publicações, estas não deixam de contribuir de forma importante para o conhecimento da biodiversidade, especialmente se for considerado que a maior parte delas se dedica à identificação de microrganismos, que compreendem os grupos com as maiores lacunas de conhecimento no planeta

Os estudos taxonômicos, assim como os das relações parasito-hospedeiro, estudos epidemiológicos e populacionais e uso de espécies e impactos, têm, de modo geral, relação direta com a biodiversidade. Os voltados para o diagnóstico e o desenvolvimento ou uso de técnicas e metodologias têm, em sua maioria, relação indireta, pois o foco dos trabalhos ou é instrumental, com a apresentação de novos métodos ou a avaliação de alguns deles, ou se destina à identificação do agente etiológico para os cuidados médicos. No entanto, quando o diagnóstico publicado foi desenvolvido para um patógeno específico, a publicação foi considerada como diretamente relacionada à biodiversidade. Mesmo nos casos nos quais o estudo da espécie é subjacente ao objeto das publicações, estas não deixam de compreender e contribuir de forma importante para o conhecimento da biodiversidade, especialmente se for considerado que a maior parte delas se dedica à identificação de microrganismos, que compreendem os grupos com as maiores lacunas de conhecimento no planeta. Pelas características das atividades-fim da Fiocruz, esta é a categoria na qual a instituição oferece sua maior contribuição no período analisado (Figura 3).

Figura 3

Publicações da Fiocruz que abordam a biodiversidade, categorizadas de acordo com sua finalidade, no período de 1980 a 2015

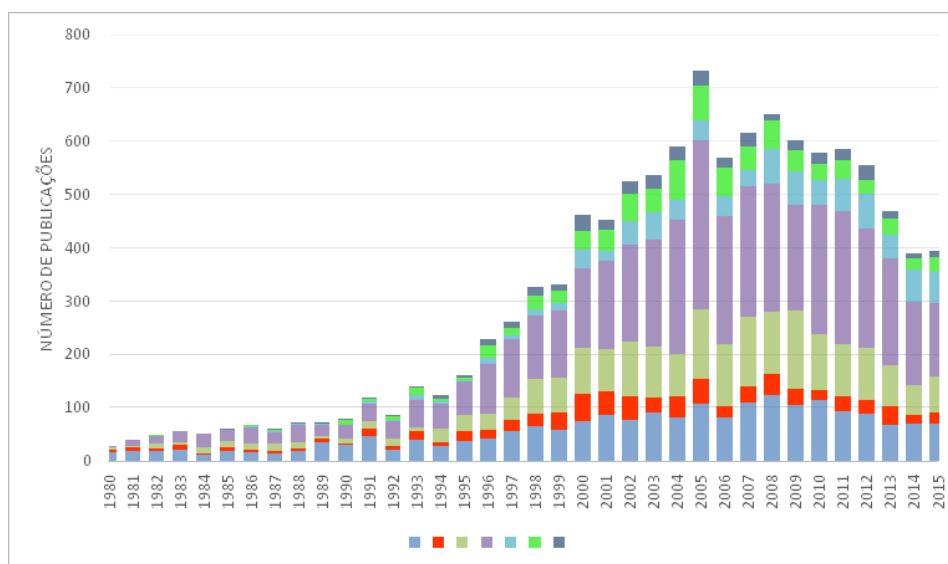


Ao longo dos 35 anos analisados, observa-se o impacto do desenvolvimento da ciência e do surgimento de novas áreas do conhecimento. Antes da virada do século XX para o XXI, as metodologias de diagnóstico de patógenos eram centradas nos estudos morfológicos e imunológicos. Já no final do século XX, o uso das técnicas moleculares se tornou significativo, e a partir de 2002 os trabalhos genéticos utilizando técnicas da genômica, transcriptômica, proteômica e metabolômica se estabelecem quase que como rotineiros. Nesses caminhos, observa-se, na Fiocruz, o investimento na implementação das plataformas tecnológicas e da bioinformática e na formação e capacitação de pesquisadores. Essa estrutura, ainda que não ideal, mas em crescente demanda, é relevante e traduz a capacidade institucional de ampliar o entendimento das relações da biodiversidade com a saúde.

No início dos anos 1980, a produção sobre biodiversidade era ínfima se comparada à dos dias de hoje. Naquela época, abordavam-se majoritariamente os estudos em taxonomia, a relação parasito-hospedeiro e o diagnóstico (Figura 4). O uso da biodiversidade aparece muito pontualmente, com um ou dois artigos durante a década, mas a partir de 1990 observa-se anualmente o crescimento da produção acadêmica sobre o uso de espécies autóctones do Brasil. O diagnóstico e suas metodologias se mantêm ao longo de todo o tempo como a capacidade central da instituição e coerente com sua missão.

Figura 4

Publicações de biodiversidade produzidas pela Fiocruz de 1980 a 2015 por abordagem



Após 1996, e com o pico de produção em 2005, observa-se a crescente produção na área ambiental, possivelmente impactada pelas políticas ambientais no país e pelas discussões e implementação dos acordos internacionais do clima e da biodiversidade, em especial da Agenda 21, acordada em 1992, e da Avaliação Ecológica do Milênio, ocorrida em 2005. Nas publicações institucionais, o termo biodiversidade foi mais utilizado em 2008. As razões precisam ser melhor entendidas, mas nessa época se intensificaram as perspectivas e opiniões sobre o uso de espécies e o acesso ao material genético oriundo da biodiversidade, embora a medida provisória que os regulamentava tenha entrado em vigor em 2002 e permanecido até 2015. A criação do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador do Ministério da Saúde (MS), em 2009, sem dúvida ampliou as parcerias institucionais e os debates acerca dos impactos ambientais sobre a saúde humana. Entretanto, a biodiversidade nunca foi pautada nessas discussões, nem em suas políticas prioritárias, exceto em algumas questões emergenciais. Da mesma forma, nesse período se intensificaram as publicações sobre o controle biológico de vetores.

A retração das publicações referentes às diversas abordagens da biodiversidade a partir de 2005 é visível e contraditória, uma vez que, nos últimos seis anos, a participação institucional se tornou mais forte e sólida nas políticas nacionais e internacionais. É possível que essa atuação não tenha gerado publicações formais e que as demais utilizem outras nomenclaturas, não identificáveis pela plataforma de busca utilizada. Entretanto, as diversas contribuições da Fiocruz à conservação da biodiversidade e à saúde podem ser visualizadas nos relatórios nacionais entregues regularmente à CDB pelo país (BRASIL, 2016a), nas ações que contribuem para a Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (Epanb) e para os ODS e de modo irrefutável, em campo, nas epizootias recentes de febre amarela, além de outras iniciativas e pesquisas.

1.6 BIODIVERSIDADE E ENSINO NA FIOCRUZ

O tema da biodiversidade está presente na Fiocruz em diversos níveis de ensino e tal presença torna-se mais evidente a cada ano. Para organizar as informações acerca da participação do ensino na temática, foram consultados como principais fontes: o Campus Virtual Fiocruz², o Sistema de Gerenciamento Acadêmico da Fiocruz³, o Plano de Desenvolvimento Institucional da Fiocruz, e o Portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior⁴ (Capes).

Iniciativas de destaque puderam ser observadas e identificadas em cada segmento, considerando-se a pós-graduação *stricto sensu*, a pós-graduação *lato sensu* (especialização) e o ensino médio.

2 campusvirtual.fiocruz.br

3 www.sigass.fiocruz.br e www.sigals.fiocruz.br

4 www.capes.gov.br

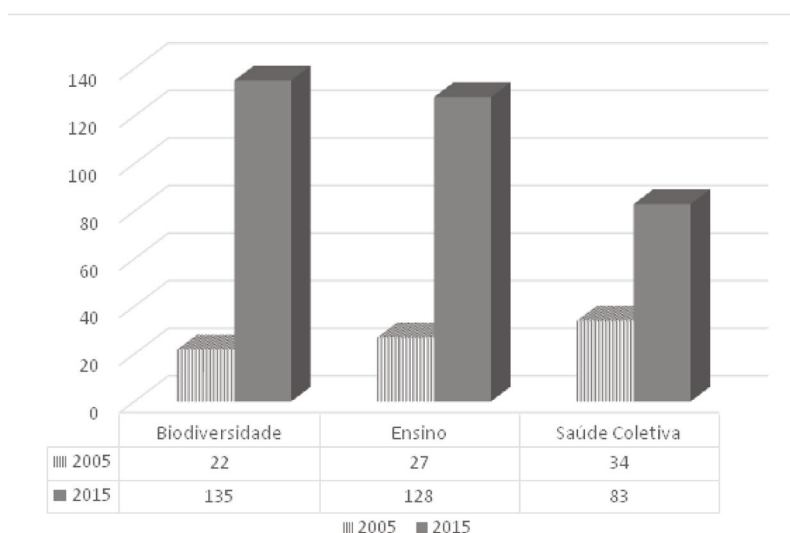
A biodiversidade na pós-graduação *stricto sensu*

No âmbito da pós-graduação *stricto sensu*, a área da Biodiversidade está entre aquelas de maior crescimento nos últimos anos, acompanhada pelas áreas de Ensino e Multidisciplinar (LIEVORE; PICININ; PILATTI, 2017). Levando-se em consideração o conjunto de programas de todas as áreas, entre 2005 e 2015 houve um crescimento de 90%, isto é, em 2005 havia o total de 2.056 cursos credenciados pela Capes e em 2015 chegou-se a 3.906.

O crescimento dessas três áreas de conhecimento deixa claro o expressivo crescimento do número de programas de biodiversidade (Figura 1).

Figura 1

Comparativo de número de programas de pós-graduação em três grandes áreas de conhecimento – 2005 e 2015



Fonte: Geocapes – Dados estatísticos⁵

A Fiocruz contribuiu para esse incremento por meio da criação, em 2010, do Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Biodiversidade e Saúde, nos níveis de mestrado acadêmico e doutorado. Seu objetivo é a formação de mestres e doutores capazes de atuar em pesquisa, docência e atividades técnicas em estudos sobre a biodiversidade e sobre os problemas de saúde humana decorrentes das alterações ambientais naturais ou em razão da ação antrópica. Desde sua criação, o programa já formou 38 mestres e 15 doutores.

Destaque deve ser feito ao recém-criado curso Biologia da Interação Patógeno-Hospedeiro, aprovado pela Capes em 2016, que tem por objetivo principal estudar a dinâmica de transmissão das doenças e as interações moleculares e celulares da relação patógeno-hospedeiro no âmbito do ecossistema com a maior biodiversidade mundial – a região amazônica. O curso, oferecido pelo Instituto Leônidas e Maria Deane (Fiocruz Amazonas), começou em 2017, com 14 mestrandos matriculados.

⁵ <http://geocapes.capes.gov.br/geocapes2/>

Utilizando-se o descritor “Biodiversidade” no Banco de Teses e Dissertações do portal da Capes, 92 publicações foram encontradas e sistematizadas

Além de mapear os programas, identificou-se a produção de teses e dissertações voltadas para o tema. Utilizando-se, portanto, o descritor “Biodiversidade” no Banco de Teses e Dissertações do portal da Capes⁶, 92 publicações foram encontradas e sistematizadas (Tabela 1).

Tabela 1

Teses e dissertações defendidas na Fiocruz sobre o tema Biodiversidade por programa de pós-graduação *stricto sensu*

NOME DO PROGRAMA	UNIDADE	Nº DE TESES E DISSERTAÇÕES
Biodiversidade e Saúde	IOC - Instituto Oswaldo Cruz	50
Biologia Computacional e Sistemas	IOC - Instituto Oswaldo Cruz	16
Saúde Pública	Ensp - Escola Nacional de Saúde Pública	14
Biologia Parasitária	IOC - Instituto Oswaldo Cruz	05
Biologia Celular e Molecular	IOC - Instituto Oswaldo Cruz	02
Ensino em Biociências e Saúde	IOC - Instituto Oswaldo Cruz	01
Medicina Tropical	IOC - Instituto Oswaldo Cruz	01
Saúde Pública e Meio Ambiente	Ensp - Escola Nacional de Saúde Pública	01
Vigilância Sanitária	INCQS - Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde	01
Informação e Comunicação em Saúde	Icict - Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde	01
Total		92

6 <http://bancodeteses.capes.gov.br/banco-teses/#/>

A biodiversidade e o ensino de *lato sensu*

A biodiversidade é tema presente em diversos cursos de especialização. Destaca-se, aqui, o curso Gestão da Inovação em Fitomedicamentos, oferecido pelo Núcleo de Gestão em Biodiversidade e Saúde do Instituto de Tecnologia em Fármacos (Farmanguinhos), que tem como proposta qualificar profissionais graduados para atuar como gestores nos diversos segmentos da cadeia produtiva de medicamentos de origem vegetal. Ao fim da especialização, espera-se que os alunos estejam aptos a desenvolver propostas de intervenção que viabilizem o desenvolvimento de produtos da biodiversidade e a utilização do conceito de Complexo Industrial da Saúde no Brasil. Criado em 2008, vem sendo oferecido regularmente e, desde então, titulóu 154 especialistas.

Em 2015, Farmanguinhos lançou o Curso de Especialização em Gestão da Inovação em Medicamentos da Biodiversidade, oferecido a distância, com o apoio da Escola Nacional de Saúde Pública. Tendo o curso anteriormente descrito como precursor, busca explorar

o conceito analítico do Complexo Industrial da Saúde no Brasil, com base na visão dinâmica da inovação comprometida com o retorno social e ambiental, tornando os participantes aptos a desenvolverem propostas de intervenção que viabilizem o desenvolvimento a partir da biodiversidade⁷.

Até o momento, foram titulados 12 especialistas, mas a estrutura já organizada – material didático inédito, tutores qualificados – permitirá uma oferta crescente nos próximos anos.

1.7 OLIMPIADA BRASILEIRA DE SAÚDE E MEIO AMBIENTE

A Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente (Obsma) é uma iniciativa da Fundação Oswaldo Cruz, coordenada pela Vice-Presidência de Educação, Informação e Comunicação (Vpeic) em colaboração com os institutos técnico-científicos e as coordenações técnico-administrativas da instituição. Criada em 2001 como projeto de caráter educativo e científico, a Obsma tem como finalidade estimular o desenvolvimento de projetos, ações e atividades educativas voltados para os temas transversais Saúde e Meio Ambiente, contidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

Por meio da mobilização de professores e alunos da rede básica de ensino de todo o país, a Obsma/Fiocruz tem, no curso de suas edições bianuais, avançado bastante na direção do incentivo a projetos pedagógicos que visam à melhoria da qualidade da educação para todos, de acordo com a Meta 4 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável/ONU: “Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos”.

7 <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/gestao-da-inovacao-em-medicamentos-da-biodiversidade-e-tema-de-aula-inaugural>

O projeto, que se encontra em sua nona edição, busca garantir a realização de iniciativas locais no campo da educação que articulem os temas de saúde e meio ambiente e sejam capazes de promover impacto real nos territórios e comunidades nas quais se originam. O conceito ampliado de saúde, tal como concebido no texto do Relatório da 8ª Conferência Nacional de Saúde (AROUCA; SILVA, 1986), inclui também a relação intrínseca com o meio ambiente e com as condições de vida da população. A Fiocruz, instituição que atua na promoção da saúde e garantia dos direitos dos cidadãos brasileiros, busca apoiar propostas que trabalhem para garantir um futuro mais igualitário e sustentável para a vida no planeta.

O tema da biodiversidade torna-se caro no âmbito do projeto Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente, compreendendo a urgência da abordagem da diversidade biológica e do respeito à vida não humana no âmbito da educação básica. As iniciativas da Obsma promovem discussões sobre o meio ambiente com os professores e alunos, por meio da leitura crítica e profunda, explicitando a relação direta entre saúde do homem e saúde ambiental. A necessidade da manutenção do direito de criatividade inerente aos sistemas vivos e da liberdade de auto-organização interna dos seres vivos (SHIVA, 2001) é principalmente uma questão de saúde, e não pode ser ignorada na formação de jovens cidadãos.

Entre os objetivos da Olimpíada, portanto, destaca-se a criação de espaços de diálogo e de reflexão que explicitem a relação entre o ambiente e o bem-estar do indivíduo mediante a valorização do trabalho do professor e o incentivo para que jovens estudantes se interessem pela ciência e sejam atores na construção de conhecimentos multidisciplinares, criativos e cooperativos nas escolas.

Uma das principais características da Obsma como projeto nacional e de grande potencial integrador das ações educativas e de divulgação científica da Fiocruz é seu alcance territorial. Outrossim, a Fundação, como uma das mais importantes instituições de saúde pública do país, está presente em dez estados brasileiros e na capital federal, com ampla atuação nas diferentes regiões geográficas, onde suas 16 unidades técnico-científicas instaladas operam/gerenciam mais de 5.580 projetos de pesquisa (GUIMARÃES et al., 2016).

Ao longo de seus 16 anos de experiência, a Olimpíada se valeu dessa capilaridade da Fundação, mobilizando pesquisadores e colaboradores. Ao todo, participam do esforço institucional – integrado, conjunto e permanente – de gerenciamento, consolidação e ampliação das iniciativas nacionais da Obsma – nove unidades técnico-científicas, quatro diretorias técnico-administrativas, dois escritórios regionais e três vice-presidências.

A Obsma se organiza em seis regionais: Centro-Oeste (sediada em Brasília na Direb), Minas-Sul (Belo Horizonte no CPqRR), Nordeste I (Pernambuco no CPqAM), Nordeste II (Bahia no CPqGM), Norte (Manaus no IPqLMD) e Sudeste (Rio de Janeiro na EPSJV na COC e no IOC). Elas são responsáveis, no nível local, pela divulgação do projeto em escolas de ensino básico, pela participação em

eventos locais de divulgação científica, pela etapa de avaliação regional dos trabalhos inscritos, pelo estabelecimento de parcerias institucionais (como secretarias municipais e estaduais de Educação, de Saúde e de Meio Ambiente), pela viabilização de oficinas pedagógicas de formação de professores e pelo envio de material para a rede de profissionais da educação estabelecida ao longo desses anos.

A Obsma alcança professores e alunos de todos os estados brasileiros por meio de um sistema de cadastro, que hoje conta com registros atualizados de quase 7 mil professores. Somente em sua 8ª edição, envolveu cerca de 3.400 professores e mais de 60 mil alunos, com mais de 700 trabalhos selecionados

O projeto alcança professores e alunos de todos os estados brasileiros por meio de um sistema de cadastro, que hoje conta com registros atualizados de quase 7 mil professores. Somente em sua 8ª edição, a Obsma envolveu cerca de 3.400 professores e mais de 60 mil alunos, com mais de 700 trabalhos selecionados de quase todos os estados brasileiros e do DF.

Desde 2013 a Obsma tem sido contemplada com os editais CNPq/MCTI e Capes/MEC de apoio às olimpíadas científicas, o que viabilizou a realização de 30 palestras e 45 oficinas pedagógicas em 35 municípios de 19 estados e em Brasília, DF. Das referidas oficinas, quatro aconteceram em contexto de minicursos ministrados durante as Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira pelo Progresso da Ciência (SBPC). Tais iniciativas mobilizaram aproximadamente 3.400 professores da rede pública de educação básica de todo o país.

Para a realização das oficinas pedagógicas e dos eventos de divulgação da Obsma, estabelecemos parcerias com pesquisadores do Programa Institucional Biodiversidade e Saúde, do Laboratório de Doenças Parasitárias, do Laboratório de Biodiversidade Entomológica, da equipe do Campus Fiocruz Mata Atlântica, do Laboratório de Biologia Molecular de Insetos, do Laboratório de Estudos Integrados em Protozoologia, do Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Díptera e Hemíptera, e do Laboratório de Esquistossomose Experimental, entre outros.

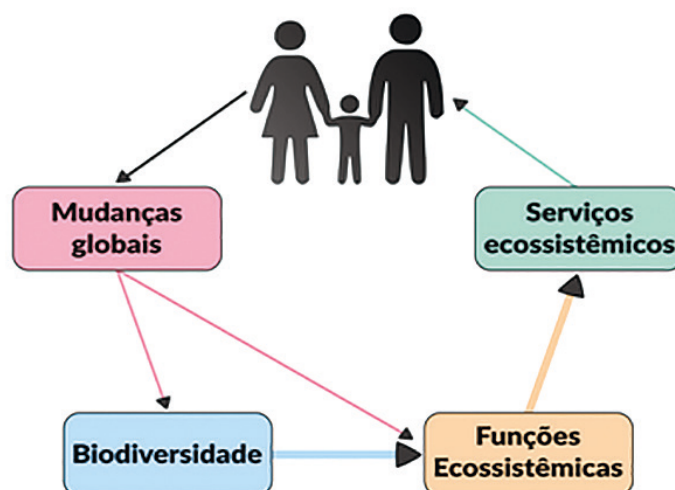
2 ABORDAGENS

2.1 OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

O conceito de serviços ecossistêmicos passou a receber maior atenção a partir de 2005, mediante a Avaliação Ecosistêmica do Milênio, a qual reuniu aproximadamente 1.360 cientistas para investigar a qualidade de ecossistemas existentes no planeta Terra (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Os variados ecossistemas existentes oferecem inúmeros serviços e benefícios às populações humanas. Lagoas costeiras, por exemplo, servem como fonte de pesca (AALTO et al., 2016), reservatório de biodiversidade (TAVARES et al., 2015), e absorvem o impacto de inundações durante eventos extremos em áreas costeiras urbanizadas (MILLER et al., 2007). Porém, as mudanças climáticas e a alteração de habitats induzidas por atividades humanas têm acelerado a perda de diversidade biológica. Esse ritmo de perda de espécies indica, por exemplo, que uma sexta extinção em massa pode estar ocorrendo em nosso planeta (WAKE; VREDENBURG, 2008; BARNOSKY et al., 2011). A perda de diversidade biológica se traduz na queda da qualidade e da quantidade de serviços ecossistêmicos (WORM et al., 2006; CARDINALE et al., 2012) e, nesse contexto, tem sido encarada pela ciência como o maior problema enfrentado pela humanidade (ROCKSTRÖM et al., 2009) (Figura 1).

Figura 1

Relação dualística da humanidade com a biodiversidade. Ações antrópicas, como o uso intensivo da terra e a aceleração das mudanças climáticas, interferem negativamente nos serviços oferecidos pelos ecossistemas



Adaptado de CARDINALE et al. (2012).

A extinção de polinizadores em áreas de cultivo em larga escala é tópico atual que exemplifica como a perda de biodiversidade pode afetar a saúde e o bem-estar humano (KEVAN; VIANA, 2003; OLLERTON et al., 2014). Estima-se que 75% das áreas de cultivo na Terra sejam polinizadas por insetos (VANBERGEN et al., 2013). As principais ameaças aos polinizadores incluem a intensificação do uso da terra, mudanças climáticas e a disseminação de espécies invasoras (FORISTER et al., 2010). As mudanças climáticas produzem anomalias como o aumento na frequência de eventos extremos e na temperatura da superfície do planeta, cujos efeitos esperados incluem a alteração de padrões fenológicos, a redução da abundância e do sucesso reprodutivo de polinizadores (ROBBIRT et al., 2014; FORREST, 2015; SETTELE; BISHOP; POTTS, 2016). O número de espécies de abelhas polinizadoras no centro-oeste dos Estados Unidos foi reduzido pela metade ao longo do último século, com efeitos negativos tanto na qualidade quanto na quantidade dos serviços de polinização na região (BURKLE; MARLIN; TIFFANY, 2013). Potts et al. (2010) revisaram dados históricos de populações da abelha-europeia (*Apis mellifera*) e constataram que a espécie se encontra em declínio em pelo menos 13 países, especialmente na região do mar Mediterrâneo. E Tereza Cristina Giannini et al. (2012) demonstraram que ocorrerá uma redução substancial dos habitats de abelhas polinizadoras nativas no Brasil entre 2050 e 2080, principalmente em razão da alteração destes e das mudanças climáticas.

O ambiente marinho também fornece inúmeros serviços ecossistêmicos. Entre eles, o armazenamento de carbono, o controle do clima na Terra e recursos pesqueiros em abundância, este último o mais palpável para o homem (CARDINALE et al., 2012; EDENHOFER et al., 2014). Embora utilize os

serviços oferecidos pelos ambientes marinhos, o homem exerce um impacto negativo sobre eles por meio de sua exploração intensa (REYNOLDS et al., 2005). Existem diversas causas para o declínio das populações de espécies marinhas nativas, mas as principais incluem a pesca intensiva, a destruição de habitats, mudanças climáticas e a expansão geográfica de espécies invasoras (BRANDER, 2007). O aumento na temperatura da água, por exemplo, é suficiente para causar mortalidade em massa de ostras (*Crassostrea virginica*) no golfo do México, pelo favorecimento da contaminação por protozoários parasitas (*Perkinsus marinus*) (HARVELL et al., 1999). O peixe-leão, por sua vez, é uma espécie invasora na Flórida, EUA, no golfo do México, no Caribe, e mais recentemente chegou ao Brasil (LUIZ et al., 2013), o que tem reduzido a abundância de peixes nativos, particularmente por ser um predador voraz e generalista (ALBINS; HIXON, 2008; BALLEW et al., 2016).

Construir uma imagem sólida de como fatores como a pesca predatória e as mudanças climáticas podem afetar a saúde e o bem-estar humano não é uma tarefa fácil, mas o exemplo a seguir facilita essa compreensão. A pesca intensiva e o aumento na temperatura da água têm causado declínio em estoques pesqueiros, e dessa forma reduzido o provimento de óleo de peixe/ômega-3 para populações humanas (LLORET et al., 2016). Esse tipo de ácido graxo é benéfico para o sistema cardiovascular dos consumidores, por reduzir a concentração de triglicerídeos, a pressão sanguínea e a agregação de plaquetas (RUXTON et al., 2004). Além disso, o ômega-3 é encontrado principalmente em peixes como a sardinha (*Sardina* sp.), a anchova (*Engraulis* sp.), o salmão (família Salmonidae) e o bonito (Scombrinae), cuja captura pesqueira tem declinado substancialmente ao longo das últimas décadas (FAO, 2014; LLORET et al., 2016).

É crucial que os serviços ecossistêmicos sejam tratados como bens essenciais à saúde e ao bem-estar humano, os quais dependem de alimento, água potável, clima estável e a diluição da transmissão patógenos

Uma das alternativas para mitigar a perda de biodiversidade e seus serviços é a valoração destes. Alguns autores consideram que serviços e benefícios são sinônimos, mas outros defendem que são diferentes (BOYD; BANZHAF, 2007). A pesca recreativa e o abastecimento de água para beber são exemplos de serviços, como o abastecimento de água de boa qualidade por corpos hídricos, enquanto o benefício constitui o acesso a um recurso crucial à vida e ao bem-estar

humano (BOYD; BANZHAF, 2007). Apesar da necessidade de uma nomenclatura padronizada, a valoração de serviços ecossistêmicos é uma alternativa de difícil aplicação, pois o número variado de culturas e formas de perceber o mundo inviabiliza o balanço entre a degradação de ambientes e a quantidade e qualidade de serviços obtidos (VILLAMAGNA; ANGERMEIER; BENNETT, 2013). É crucial que os serviços ecossistêmicos sejam tratados como bens essenciais à saúde e ao bem-estar humano, os quais dependem de alimento, água potável e clima estável, por exemplo (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Poluição marinha e seus impactos sobre a saúde humana e ambiental

No último século, foi estrondoso o crescimento da indústria química e, conseqüentemente, as concentrações e tipos de poluentes químicos liberados nos ambientes têm se elevado. Na prática, todos os anos, inúmeras substâncias químicas de toxicidade e efeitos pouco desconhecidos para a saúde humana e ambiental são descartados em diferentes ecossistemas. Como consequência, os contaminantes químicos têm deteriorado a qualidade da água e do ar, afetando a biodiversidade nos ecossistemas e comprometendo a saúde humana (PORTO, 1998; HACON; BARROCAS; SICILIANO, 2005). A maioria dos dejetos químicos oriundos de diversas atividades humanas inevitavelmente alcança os oceanos e se dispersa de forma atenuante ao largo de amplas áreas geográficas, podendo chegar até regiões livres da liberação de poluentes, como a Antártida (AONO et al., 1997).

A grande maioria dos poluentes químicos que alcança os oceanos tem sua origem nos continentes, associada a atividades humanas, e acompanha o aumento das demandas e produções globais ainda em ascensão (NRC, 2004). Os contaminantes químicos chegam aos oceanos por variadas rotas ambientais, incluindo vias fluviais ou atmosféricas, além de descargas diretas ou indiretas por efluentes agrícolas, urbanos e industriais (SANDIFER et al., 2004). A elevada densidade de populações humanas habitando as regiões costeiras tem ainda potencializado os problemas dos ambientes marinhos no contexto da contaminação química (COHEN, 1995).

Concentrações extremamente elevadas detectadas em mamíferos e aves marinhas são bons exemplos da interação entre poluentes químicos e cadeia trófica marinha. Pelo elevado consumo de pescado, a população humana também é vulnerável à poluição marinha

Os contaminantes químicos mais nocivos aos organismos e humanos expostos são aqueles que, além da natureza tóxica (ex. PCBs, DDTs), apresentam alta persistência ambiental e características químicas que facilitam sua assimilação e interação com a cadeia trófica (HACON; BARROCAS; SICILIANO, 2005). Uma vez disponíveis no ambiente, e em níveis elevados, certos poluentes podem magnificar de forma expressiva a medida em que se eleva a cadeia trófica, podendo causar efeitos negativos em grandes predadores (GRISÓLIA, 2005; FLEMING et al., 2006). Concentrações extremamente elevadas, detectadas em aves e mamíferos marinhos, geralmente servem como parâmetros para a avaliação ambiental e da integração dos poluentes químicos pela cadeia trófica marinha (SICILIANO; ALVES; HACON, 2005). Pelo elevado consumo de pescado, a população humana também é especialmente vulnerável à poluição marinha (MOURA et al. 2011).

Os poluentes orgânicos persistentes (POPs), os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e os metais são exemplos da diversidade de contaminantes químicos classificados pelas características supramencionadas (PEREIRA NETTO et al., 2000; ROSS; BIRNBAUM, 2003). Os POPs representam riscos potenciais para os organismos expostos, incluindo os humanos. Um dos POPs de maior importância para a vigilância ambiental ainda na atualidade é o inseticida DDT (diclodifeniltricloroetano), que, apesar de ter sua comercialização e aplicação proibida na maioria dos países, ainda é utilizado em algumas nações tropicais na formulação de produtos contra a proliferação de vetores, como os da malária (SNEDECKER, 2001). Similarmente, as bifenilas policloradas (PCBs) têm causado imensuráveis impactos sobre a biodiversidade exposta e à saúde pública, principalmente pelo consumo de pescado (FLORES et al., 2004; DEWAILLY; KNAP, 2006).

Um fato interessante a ser considerado é a recente declaração da Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) de que o consumo de carne vermelha processada está associado com a chance elevada de desenvolver câncer (BOUVARD et al., 2015). Esse pronunciamento pode levar à elevação do consumo global de pescado, e, por conseguinte, aumentar o risco e a ingestão de poluentes químicos também com propriedades carcinogênicas. Segundo a mesma agência, o DDT é classificado como possivelmente carcinogênico e exposições subagudas podem desencadear efeitos no sistema nervoso central, além de afetar a integridade imunológica (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, 2015).

Os HPAs são poluentes de proeminente persistência ecossistêmica, formados a partir da transformação térmica de combustíveis fósseis (PEREIRA NETTO et al., 2000; FLEMING et al., 2006). Impactos ambientais, tais como atividades petroquímicas, incêndios florestais e má gestão de efluentes industriais, são potenciais contribuintes para a elevação das concentrações de HPAs no ambiente (MEIRE; AZEVEDO; TORRES, 2007). Apesar de acontecer a emissão ambiental de HPAs a partir de fontes naturais, sua liberação associada a atividades humanas é preocupante. Juntamente com seus derivados, os HPAs têm relevantes efeitos carcinogênicos e mutagênicos (FLEMING et al., 2006). Eles são altamente lipossolúveis e rapidamente absorvidos pelas vias pulmonares, pelos intestinos e pela pele de animais experimentais, independentemente da via de administração (PEREIRA NETTO et al., 2000).

Assim como os grupos de poluentes químicos acima citados, os metais também são motivo de investigações ambientais direcionadas em diversas instituições e laboratórios ao redor do mundo, por seu potencial de causar efeitos prejudiciais aos humanos, especialmente em condição de exposição ocupacional (FLEMING et al., 2006). Apesar de serem elementos naturais, constituintes de diversos compartimentos ambientais e ecossistemas, o problema relacionado aos metais cresce na proporção das atividades humanas que liberam níveis preocupantes de certos elementos (KNAP et al., 2002). Os elementos metálicos podem ser observados em diversas formas químicas e, conseqüentemente, aumentar ou reduzir suas propriedades tóxicas. O mercúrio, por exemplo, entra no ambiente marinho geralmente na forma inorgânica e com limitada capacidade acumulativa e tóxica, entretanto bactérias podem transformá-los em forma orgânica, potencializando as suas propriedades ecotoxicológicas (metilmercúrio) (FLEMING et al., 2006). O metilmercúrio pode ser facilmente bioacumulado e biomagnificado ao longo da cadeia trófica e causar efeitos citotóxicos (DEWAILLY et al., 2001). Além disso, pode ser altamente nocivo para o desenvolvimento de fetos, que são expostos ao mercúrio através da transferência materna, já que este metal possui a capacidade de trespassar a barreira placentária (FLEMING et al., 2006). Indivíduos que consomem pescado com certa frequência, principalmente de regiões com histórico de contaminação por mercúrio, apresentam os mais altas concentrações de metilmercúrio em seus tecidos. Entretanto, o risco populacional está associado à origem dos pescados consumidos, com os oriundos de ambientes contaminados. Habitantes do Iraque e do Japão, por exemplo, podem apresentar concentrações entre 50 e 100 ppm de metilmercúrio em amostras de cabelo, quando em média os níveis de Hg são inferiores a 1 ppm em tecido capilar de humanos (HARADA, 1995). O cádmio também apresenta a capacidade de bioacumulação no ambiente marinho e é frequentemente encontrado em amostras biológicas oriundas deste ambiente. O cádmio é reconhecido como carcinógeno humano, embora os maiores riscos relacionados à sua exposição sejam a proteinúria e a falha renal (IARC, 2008).

Importância dos serviços ecossistêmicos marinhos para a saúde e o bem-estar humano

Os oceanos desempenham papel crucial para a manutenção da vida de forma geral. Eles estão associados com a saúde e bem-estar humano por meio dos serviços ecossistêmicos; como fonte expressiva de material biológico de importância para o desenvolvimento da biomedicina e da farmacologia; na relação imprescindível com diversas culturas; e também simplesmente pela satisfação das pessoas, derivada da harmonia com os oceanos saudáveis e a biodiversidade estável (MOURA et al., 2011). Além disso, os serviços ecossistêmicos marinhos incluem a estabilização e dinâmica costeira, o gerenciamento de poluentes, a produção de pescado, a manutenção e regulação de nutrientes e do clima, entre inúmeros outros fatores.

Atualmente, têm-se desenvolvido técnicas complexas de valorização econômica sobre os recursos naturais e serviços ecossistêmicos. Na maioria dos casos, a conservação dos ecossistemas analisados é mais viável economicamente do que o valor econômico oriundo da utilização de

seus recursos e os passivos ambientais associados (FLEMING et al., 2006; FISHER; TURNER, 2008). Principalmente as zonas costeiras globais, que compreendem cerca de 8% da superfície continental, são de extrema importância em termos de serviços ecossistêmicos. Os benefícios provenientes desta área são estimados em aproximadamente 43% (12,6 trilhões de dólares) do valor total de serviços ecossistêmicos globais (COSTANZA et al., 1997).

O ambiente marinho se tornou foco principal das descobertas de novas substâncias para o desenvolvimento de produtos naturais, provavelmente em razão da biodiversidade relativamente inexplorada, se comparada com a do ambiente terrestre

A diversidade marinha produz compostos químicos com alto potencial farmacológico. Geralmente, a compreensão sobre os efeitos dos produtos naturais sobre os processos de doenças humanas é maior do que o conhecimento sobre a função dos metabólitos químicos nos organismos em que estes foram isolados (NRC, 1999). O ambiente marinho se tornou foco principal das descobertas de novas substâncias para o desenvolvimento de produtos naturais, provavelmente em razão da biodiversidade relativamente inexplorada, se comparado com a do ambiente terrestre (FLEMING et al., 2006). O potencial de produtos naturais marinhos para o avanço farmacológico foi inicialmente introduzido pelo trabalho pioneiro de Werner Bergmann e Robert Feeney, ainda na década de 1950 (BERGMANN; FEENEY, 1951). Esses autores descreveram a descoberta de duas substâncias de grande relevância para a biomedicina, ainda na atualidade: ARA-C e ARA-A (NRC, 1999; FLEMING et al., 2006). Tais drogas são baseadas em nucleotídeos presentes em esponjas marinhas. O ARA-A é frequentemente utilizado no tratamento de viroses causadas por *Herpes simplex* e *Herpes zoster* (OLIVEIRA; FREITAS, 2001). Já o ARA-C é usado no tratamento de leucemia das meninges, de leucemia mieloide crônica, além de outras doenças (McCONNELL; LONGLEY; KOEHN, 1994; OLIVEIRA; FREITAS, 2001). Outra substância que pode ser citada é a azidotimidina (AZT), derivado sintético originário de esponjas marinhas e atualmente uma das drogas mais eficazes no tratamento contra imunodeficiência adquirida (Aids) (McCONNELL; LONGLEY; KOEHN, 1994; OLIVEIRA; FREITAS, 2001).

O avanço no desenvolvimento de novas substâncias com propriedades bioativas e seus efeitos farmacológicos, originados a partir da pesquisa sobre organismos marinhos, têm sido evidente nas formulações de novos tratamentos anticâncer e contra doenças infecciosas e inflamações

(SCHWARTSMANN, 2000). Grande destaque tem sido atribuído ao desenvolvimento de compostos com potencial anticancerígeno, principalmente devido à oferta de financiamento de pesquisa farmacológica para promover avanços significativos em novas descobertas com relevância para a biomedicina (MOURA et al., 2011). Os oceanos, em particular, têm sido foco de pesquisas na descoberta de novas substâncias químicas com potencial farmacológico, principalmente devido à riqueza de diversidade biológica e química deste bioma, com um número inimaginável de espécies ainda desconhecidas (NRC, 1999; FLEMING et al., 2006). Dessa forma, a combinação de estudos em ecologia e biologia marinha com pesquisas farmacológicas pode revelar produtos essenciais para o tratamento de doenças ainda sem tratamento definido.

2.2 DA TAXONOMIA À METAGENÔMICA: O DESAFIO DA IDENTIFICAÇÃO DE PATÓGENOS, VETORES E HOSPEDEIROS

O processo de descrição de novas espécies exige intenso esforço taxonômico e requer a atenção de taxonomistas experientes, normalmente especializados na análise morfológica de um táxon restrito. Porém, existem grandes dificuldades para o trabalho do taxonomista, tais como o longo tempo necessário para uma análise morfológica detalhada, lacunas no conhecimento, escassez de caracteres informativos, indisponibilidade de fase de desenvolvimento ou órgãos adequados, entre outros. No conjunto, essas dificuldades são chamadas de “impedimento taxonômico” (STOEV et al. 2013). Como uma metodologia auxiliar, às vezes decisiva, para a determinação de grupo taxonômico, análises moleculares têm sido de grande valor. Estas podem ser de três tipos: 1) por códigos de barra de DNA ou marcadores polimórficos, 2) genomas de organelas e 3) genomas completos.

Códigos de barra de DNA constituem uma tecnologia para a identificação de espécies a partir de dados de sequência de DNA. Esta focaliza uma pequena região do genoma, que possui bases invariáveis ou pouco variáveis em todos os membros da mesma espécie

Códigos de barra de DNA (*DNA barcodes*) constituem uma tecnologia utilizada para a identificação de espécies a partir de dados de sequência de DNA (KRESS; ERICKSON, 2008). Esta focaliza uma pequena região do genoma, que possui bases invariáveis ou pouco variáveis em todos os membros

da mesma espécie, mas com bases divergentes de outras espécies, permitindo sua discriminação (SHNEER, 2009). Esta abordagem tem sido amplamente aplicada para a realização de estudos de diversidade biológica. O *barcode gap* é a diferença entre as distâncias inter e intraespecíficas dentro de um grupo de organismos. Para animais, é preconizado o uso do gene mitocondrial que codifica a enzima citocromo oxidase subunidade 1 (COX, 2004). Para plantas, no entanto, a escolha de uma região adequada para representar o código de barra de DNA ainda não está tão bem definida. Adotaram-se principalmente os genes do cloroplasto de *rbcL* e *matK*, mas outros marcadores, como *rpoB* e *rpoC1* (codificantes); *atpF-atpH*, *trnH-psbA*, *psbK-psbI* (não codificantes) e ITS (nuclear) têm sido bastante usados (FAZEKAS et al. 2008; CBOL, 2009; CHASEE; FAY, 2009; HOLLINGSWORTH; GRAHAM; LITTLE, 2011). A produção da informação tem como base a amplificação dos marcadores por PCR e o subsequente sequenciamento Sanger. Em seguida, é realizada a comparação da sequência produzida com um banco de dados. O resultado pode ser a identificação da espécie, ou um grupo taxonômico superior. Pode-se ainda agrupar por identidade de sequência espécimes não reconhecidos, para os quais é designada uma identificação arbitrária de unidade taxonômica operacional (OTU), até que a espécie seja realmente identificada ou descrita. Os dados produzidos compõem um banco mundial de códigos de barra de DNA, o Bold System (RATNASINGHAM; HEBERT, 2007). No Brasil, há um consórcio, o Brazilian Barcode of Life (BrBOL), destinado à produção de marcadores genéticos para a biota do país (BrBOL, 2016).

Apesar do enorme sucesso do uso de códigos de barra de DNA, em certos casos a resolução alcançada não é suficiente. Em outras situações, pretende-se realizar pesquisas de estruturação populacional, por exemplo. Nestas, marcadores com maior poder de resolução são necessários. Uma possível abordagem é o sequenciamento de genomas de organelas, mitocôndrias ou cloroplastos para animais e plantas, que ganhou enorme força com a tecnologia de sequenciamento de segunda geração (NGS)

Apesar do enorme sucesso do uso de códigos de barra de DNA, em certos casos a resolução alcançada não é suficiente. Em outras situações, pretende-se realizar pesquisas de estruturação populacional, por exemplo. Nestas, marcadores com maior poder de resolução são necessários. Uma das possíveis abordagens é o sequenciamento de genomas de organelas, mitocôndrias ou cloroplastos para animais e plantas, respectivamente (HAAG et al. 2014). Essa abordagem ganhou enorme força com a disponibilidade de tecnologia de sequenciamento de segunda geração (NGS).

Existem diversas abordagens para o sequenciamento de organelas. A mais comum é a geração de uma baixa cobertura do genoma nuclear, que gera alta cobertura para o genoma da organela, com o uso de tecnologia NGS. A partir do dado produzido, o genoma pode ser remontado; suas funções, anotadas; e relações filogenéticas, derivadas (TEXTO; SUNDUE, 2016; AGUADO et al., 2016).

O mais alto grau de resolução é dado pelo sequenciamento genômico da espécie de interesse. Com essa abordagem, é possível estudar com detalhe a posição taxonômica de um organismo, suas relações evolutivas, regiões sob pressão seletiva, fluxo de genes entre populações e mecanismos fisiológicos adaptativos, entre outras questões (MEIER et al., 2017; ZHOU et al., 2016). As abordagens são principalmente duas, a montagem de novo (sem o auxílio de um genoma próximo para direcionar a montagem de um novo genoma) ou a partir de um genoma próximo já conhecido. A obtenção de genomas é feita a partir da geração de diferentes tipos de bibliotecas genômicas sequenciadas por NGS. Como estudos de biodiversidade geralmente tratam de espécies não modelo, os genomas devem ser montados de novo. Para tal, dispõe-se de tecnologias de terceira geração que geram sequências de grande tamanho, mas com maior conteúdo de erros. Ressalta-se ainda que é importante o conhecimento dos genes expressos para a geração de bons modelos de genes e também a identificação do perfil de expressão ao longo do ciclo de vida ou em tecidos do organismo-alvo. O sequenciamento de novos genomas é uma tarefa computacionalmente intensa e necessita de bioinformatas especialmente treinados com acesso a computadores de alta *performance* com configuração adequada.

Existem ainda métodos que usam o DNA ambiental para estudos genômicos. Uma abordagem é o código de barra de DNA a partir de um conjunto de espécies. Nesta situação, o DNA é extraído de material agrupado ou naturalmente misturado (conteúdo digestivo, por exemplo) e o método é chamado de *metabarcoding* (BIK et al., 2012). O alvo do código de barra é amplificado do DNA ambiental e sequenciado por tecnologias NGS. Métodos computacionais aplicados permitem, então, atribuir a cada sequência uma identificação taxonômica ou a geração de OTUs (STAATS et al., 2016). A abordagem também pode ser aplicada para o estudo de microorganismos, metagenômica. O DNA do ambiente em questão é extraído e amplificado (região 16S para procariotos) ou completamente sequenciado na abordagem chamada *shotgun*. Em ambos os casos, o sequenciamento massivo por NGS permite a identificação do conteúdo taxonômico e, no caso da abordagem *shotgun*, também é possível inferir funções a partir da identificação de genes sequenciados.

2.3 O PAPEL DAS COLEÇÕES BIOLÓGICAS PARA O ESTUDO DA SAÚDE HUMANA E DE ANIMAIS DOMÉSTICOS E SILVESTRES

Coleções biológicas são infraestrutura de pesquisa e de conservação da biodiversidade.

Os acervos que constituem as coleções biológicas são conjuntos de organismos, ou partes destes, organizados de modo a fornecer informações sobre a procedência, coleta e identificação

de cada um de seus espécimes. Na Fiocruz, as coleções mais antigas começaram a ser compostas no início do século XX, quando, durante as expedições científicas, pesquisadores da instituição coletaram, analisaram e depositaram material biológico de diferentes regiões do Brasil. Atualmente, há 35 coleções reconhecidas institucionalmente, que contam com o apoio institucional para sua manutenção e salvaguarda.

As coleções biológicas constituem a memória epidemiológica e o registro de variações ocorridas em agentes etiológicos, vetores e hospedeiros ao longo do tempo. Representam as populações genéticas de organismos relacionados às pesquisas em saúde pública e acervos microbiológicos com várias potencialidades para a biotecnologia

Na Fiocruz, há quatro categorias de coleções: microbiológica, zoológica, histopatológica e botânica. Os exemplares revelam a biodiversidade genética de arqueias, bactérias, fungos, protozoários, helmintos, insetos, moluscos de importância médica e ambiental, amostras histopatológicas humanas e animais, assim como exsiccatas — amostras secas e prensadas — de vegetais de uso medicinal. Constituem a memória epidemiológica e o registro de variações ocorridas em agentes etiológicos, vetores e hospedeiros ao longo do tempo. Representam as populações genéticas de organismos relacionados às pesquisas em saúde pública e acervos microbiológicos com várias potencialidades para a biotecnologia. Como fontes de recursos genéticos, as coleções biológicas oferecem produtos e serviços qualificados para aplicações em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), que incluem, por exemplo, a produção de insumos para diagnósticos, vacinas e medicamentos.

As coleções microbiológicas têm como principais funções a aquisição, preservação, identificação, catalogação e distribuição de microrganismos autenticados para dar suporte à pesquisa científica, estudos epidemiológicos, bem como ao desenvolvimento e produção de bioprodutos para diagnósticos, vacinas e medicamentos, atuando também como provedores de serviços especializados na área da saúde.

As coleções zoológicas mantêm exemplares que atestam a riqueza zoológica das diversas regiões. Garantem a denominação de grupos de organismos e estabelecem a base de informação para análises de distribuição geográfica, diversidade morfológica, relações de parentesco e evolução das espécies, levando a maior compreensão sobre a relação epidemiológica e ecológica dos vetores e hospedeiros com seus agentes infecciosos.

A coleção botânica é constituída por exsicatas de vegetais de uso medicinal encontrados em diferentes biomas brasileiros, bem como em parte das espécies do Campus Fiocruz da Mata Atlântica (CFMA), sobreposto ao Parque Estadual da Pedra Branca, no Rio de Janeiro. Tem como principal função a identificação botânica e a rastreabilidade de espécies vegetais de interesse medicinal contempladas em projetos de PD&I voltados para as áreas de plantas medicinais e fitoterápicos, bem como para o desenvolvimento de medicamentos a partir da biodiversidade brasileira e para o conhecimento da flora do CFMA.

As coleções histopatológicas são constituídas por espécimes que representam recursos valiosos para a compreensão dos estados de saúde e de doença em humanos e demais animais; estudos da relação epidemiológica e ecológica das doenças e dos ambientes nos quais ocorrem ou ocorreram e possibilitam a maior compreensão sobre a evolução das doenças, patógenos, vetores e hospedeiros; além da reavaliação diagnóstica histopatológica e/ou molecular e o estudo da influência das doenças nos hábitos e costumes da sociedade.

As 35 coleções biológicas institucionais possuem páginas próprias na *web*, com diversas informações e catálogo *on-line*, disponíveis no Portal da Fiocruz (COLEÇÕES BIOLÓGICAS).

2.4 OS IMPACTOS DOS AGROTÓXICOS NA SAÚDE, NO TRABALHO E AMBIENTE NO CONTEXTO DO AGRONEGÓCIO NO BRASIL¹

O modelo de produção agrária hegemônico no Brasil está marcado pela entrada do capitalismo no campo e pela chamada Revolução Verde que lhe dá sustentação, tendo um caráter perverso no modo como se relaciona com a natureza e a força de trabalho. O agrotóxico é uma expressão de seu potencial para causar doenças e mortes, que transforma os recursos públicos e os bens naturais em janelas de negócios (AUGUSTO et al., 2012).

Há cinquenta anos, quando a questão ambiental ainda não estava reconhecida e nomeada como problema na agenda política internacional, Rachel Carson lançou o livro *Primavera Silenciosa*, um alerta agudo e profundo ao mostrar a complexidade e a delicadeza das inter-relações ecológicas feridas pelos agrotóxicos, levantando fortes indagações sobre os impactos da acelerada expansão dos sistemas sociotécnicos do desenvolvimento capitalista sobre a vida (CARSON, 2010 apud AUGUSTO et al., 2012).

¹ Partes deste texto contêm trechos do *Dossiê Abrasco* (AUGUSTO et al., 2012) e partes do livro de DELGADO, 2012.

Agrotóxicos reconhecidos cientificamente como danosos à saúde pública e ao ambiente continuam em circulação no Brasil. Segundo a Anvisa, “dos 50 agrotóxicos mais utilizados nas lavouras de nosso país, 22 são proibidos na União Europeia”, o que faz do Brasil o maior consumidor de agrotóxicos já banidos por outros países

Agrotóxicos reconhecidos cientificamente como danosos à saúde pública e ao ambiente continuam em circulação no Brasil. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), “dos 50 agrotóxicos mais utilizados nas lavouras de nosso país, 22 são proibidos na União Europeia” (CARNEIRO; BÚRIGO; DIAS, 2012), o que faz do Brasil o maior consumidor de agrotóxicos já banidos por outros países. A questão dos agrotóxicos, filha que é da Revolução Verde nos tempos da *Primavera Silenciosa*, reconfigura-se hoje no contexto da modernização agrícola conservadora e desta civilização do capital destrutiva e espoliadora. Possa este cinquentenário grito de alerta romper o silêncio e renovar as forças sociais comprometidas com a vida.

Esse processo de utilização de agrotóxicos na agricultura, iniciado muito antes de 1965, mas a partir dessa data empregado de maneira massiva e indiscriminada, teve amplo respaldo dos governos na ditadura civil-militar brasileira. E se reforçou após 1990, na dinâmica de privatização dos organismos governamentais, de tal maneira que se poderia afirmar que estamos na presença de um Estado máximo para o capital e mínimo para o povo. Em contrapartida a esse Estado forte para o capital, ampliaram-se as políticas públicas compensatórias, de maneira a suscitar uma “consciência feliz” e consumidora das massas, ainda que as mantendo exploradas e subalternas.

É improvável que a ampliação desmesurada do consumo de agrotóxicos na agricultura tivesse ocorrido, por um lado, sem o apoio incontestado do Estado e, por outro lado, sem que um processo político-ideológico de cooptação popular e de desmobilização política tivesse sido estimulado, de maneira a facilitar o afloramento dos valores neoliberais, entre os quais o consumo do efêmero e a perda da memória histórica. Apesar do clamor dos ambientalistas e de alguns setores populares mais atentos à sanidade dos alimentos, pode-se sugerir que, mantida a atual tendência dominante, é muito provável que estejamos no caminho da barbárie (CARVALHO, 2012; AUGUSTO et al., 2012).

Agronegócio: superexploração do trabalho e da natureza

Autores como Jaime Breilh (2008) alertam que “o espaço privilegiado onde a acumulação de capital adquiria maior densidade eram as cidades, com todo o excesso de problemas ecológicos que isto acarretou para os espaços urbanos, mas agora a essa problemática se soma o rápido avanço da transnacionalização rural e novas sequelas para os ecossistemas rurais”. Tal enfoque vai de

encontro ao papel do urbano em relação ao rural, colocado por outros autores na década de 1980. Esse novo padrão envolve a expansão dos latifúndios agroindustriais de alta complexidade tecnológica e com um alto grau de externalidades negativas, como também afirmam Soares e Porto (2007) em referência ao uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. Tais externalidades estão relacionadas aos danos ambientais e à saúde humana, cujos custos acabam sendo socializados (Carneiro, 2007).

Breilh (2008) reconhece que, na raiz da dominação social existente nesses contextos, residem processos estruturais de um novo modelo de acumulação de capital, definido por Harvey (BREILH, 2008) como acumulação por pilhagem. A lógica desse modelo não trabalha só com a extração de mais-valia e os tradicionais mecanismos de mercado, mas mediante práticas predatórias, a fraude e a extração violenta, que se aplicam aproveitando as desigualdades e assimetrias entre os grupos sociais, para pilhar os recursos dos mais frágeis.

Os grupos desfavorecidos vivem um processo de “vulnerabilidade populacional”, que, segundo Wagner L. Soares e Marcelo F. Porto (2007), corresponde aos grupos sociais mais vulneráveis a certos riscos, em função de sua classe, seu gênero, seu grupo étnico ou ainda à sua inserção em territórios e setores econômicos particulares. Portanto, tal conceito não se refere apenas aos grupos de maior exposição, mas às dificuldades que tais grupos têm em reconhecer, tornar público e enfrentar os riscos, influenciando os processos decisórios que os afetam. Um ciclo que só se mantém à custa desse modelo, que vem se intensificando no contexto da globalização e do capitalismo contemporâneo.

Guilherme Delgado (2012) coloca esse debate no campo da contra-hegemonia. A visão agrária da década de 1980 deve ser revista à luz da globalização. A ideia é de que há uma especialização primária exportadora como projeto hegemônico de acumulação de capital, impondo limite ao desenvolvimento. É em tal contexto que se coloca o enfrentamento dos agrotóxicos ora em discussão, como uma questão mais ampla, mais geral.

No quadro de possibilidades e dificuldades da última década, primeiramente temos a inserção da economia brasileira como uma resposta à estagnação econômica das duas décadas precedentes. Estas estiveram marcadas pela gestão da dívida externa, que se complicou muito após a crise cambial de 1999. A saída dessa crise é articulada pelo Brasil como nova forma de inserção na divisão internacional do trabalho (DELGADO, 2012).

Assim, ingressamos como provedores de bens primários no comércio mundial. O Brasil passou a gozar de um fluxo contínuo de capitais externos, a fazer reservas e vem se apresentando como a salvação da pátria pela via conservadora, sem mudanças estruturais. O país ingressa no modelo primário e exportador, dentro de um ciclo econômico mundial liderado pela China. No segundo governo FHC, rearticulou-se o processo de modernização técnica da agropecuária, que se fizera pelos militares no período de 1960-70. Reestruturou-se a aliança das cadeias agroindustriais, da grande propriedade fundiária e do Estado, promovendo-se um estilo de expansão agrícola sem reforma social. Agora, esse pacto se dá com uma nova inserção externa e com um projeto de hegemonia política, que se iniciou no segundo governo FHC e se ampliou e se intensificou no primeiro e no segundo governos Lula. E continuou no governo Dilma (Delgado, 2012). Esse pacto de economia

política nessa fase recente da história trouxe ao setor rural um poder sem par no período republicano, acompanhado de grande poder midiático, parlamentar e acadêmico, que enredou o Estado brasileiro em um conjunto de políticas de acumulação de capital pelo setor primário, que captura recursos primários e renda fundiária ligada ao setor externo. Um processo de caráter altamente concentrador da propriedade e da renda fundiária para responder a uma pressão externa por ajustamento das transações de mercadorias e serviços. No atual estágio de nossa dependência externa, esse modelo apela para a superexploração de recursos naturais, a concentração fundiária e o “descarte” de populações camponesas, mobilizados para suprir, com produtos primários exportáveis, o déficit da indústria e de serviços e responder ao enorme desequilíbrio externo gestado pela própria especialização (DELGADO, 2012).

São elevados e insustentáveis os custos sociais do atual modelo de expansão agrária, assim como os da extração do petróleo, que têm como característica a superexploração da natureza

Foram eleitos alguns segmentos das cadeias agroindustriais (agronegócios) e minerais relacionadas com as *commodities*: a soja, o algodão, as carnes/rações, celulose/papel, etanol/açúcar, ferro, café, laranja, tabaco, alumínio, manganês e bauxita. O petróleo, que também é uma *commodity*, tem outra dinâmica de crescimento industrial, mas fica igualmente sujeito à superexploração e aos riscos ambientais. A agropecuária é capturada pelo comércio mundial e sua expansão se dá de duas maneiras: 1) pela expansão horizontal das áreas de lavoura, especialmente nos últimos dez anos, que vem crescendo em média 5% ao ano; e 2) pela intensificação do pacote tecnológico da Revolução Verde. Isso explica a duplicação do consumo interno de agrotóxicos no período de 2003-2009. As vendas cresceram 130% sem nenhum componente de inovação técnico-industrial ou de pesquisa de ponta. São elevados e insustentáveis os custos sociais desse modelo de expansão agrária, assim como da extração do petróleo, que têm como característica a superexploração da natureza (DELGADO, 2012).

A solução imediata para o déficit de conta corrente e saída da crise com que nos defrontamos em 1999, buscada em empréstimos do Fundo Monetário Internacional (FMI), ocasionou uma aceleração das exportações primárias, principalmente de componentes agrícolas, minerais e produtos de leve beneficiamento industrial. Isso levou à geração imediata de superávits nas transações externas durante o período de 2003 a 2007, criando certa euforia passageira. Mas já em 2008 recrudescu

o déficit externo (na conta corrente com o exterior), que vem sendo relativizado pelo ingresso de capitais externos, o qual ainda não apareceu como um grave problema na economia. No entanto, a gravidade de tudo isto se expressa de duas maneiras: por um lado, na dependência de capital estrangeiro; por outro, na ampliação dos custos sociais desse estilo de crescimento. Os custos sociais da especialização econômica do setor primário ainda não estão suficientemente percebidos pela sociedade (DELGADO, 2012).

Recentemente, na tramitação legislativa do novo Código Florestal, ficou evidenciada a imposição dos conceitos ruralistas – recurso natural como matéria-prima à disposição do capital em contraposição ao pensamento contra-hegemônico, que estabelece limites de interesse público. A bancada ruralista e o governo federal brasileiros estão associados de forma contraditória ao capital externo, evidenciando que uma parte do setor industrial tende a diminuir substancialmente sua importância como polo dinâmico da economia brasileira caso permaneça tal padrão de acumulação pelo setor primário. Este explora vantagens comparativas naturais e se beneficia de custos sociais e ambientais exacerbados, perante uma sociedade sem capacidade de lhe impor limites. Isso tem sido viabilizado nos últimos três governos. Trouxe de volta a modernização técnica sem reforma, uma engenharia política que convence a sociedade de uma saída exitosa, no sentido da hegemonia política segundo Gramsci (DELGADO, 2012).

O pacto do agronegócio foi introduzido com a conquista de mentes e corações pela mídia, pela academia e pela política com representação no Congresso (bancada ruralista), como salvação da pátria, um modo mais ardiloso e difícil de ser combatido (DELGADO, 2012). Por outro lado, há o Brasil com uma população ativa de 105 milhões de pessoas. Esse padrão não tem condições de resolver os problemas de emprego, da urbanização complexa da sociedade e ainda de manter a indústria como um polo dinâmico de inovação que se desloca para a propriedade das terras e para a apropriação da renda fundiária, os grandes filões da acumulação de capital. Isso é conservador e depredador sob vários aspectos. Denunciar as consequências ambientais e sanitárias desse estilo de crescimento é útil e necessário para esclarecer a sociedade e criar condições de mudança estratégica (DELGADO, 2012).

No processo de aprovação do recente Código Florestal, ficou evidente a aliança do poder federal com o setor agrário. Refém da bancada ruralista e do pacto de acumulação de capital primário, o que resta à sociedade brasileira é tentar a desarticulação desse pacto, criando novas alianças e posições. As vantagens com práticas naturais de produtos primários são um campo a ser explorado para essa contraposição.

A superexploração do trabalho e a superexploração dos recursos naturais se amalgamam na abordagem histórico-concreta do agronegócio brasileiro dos anos 2000. Nesse sentido, é conceito útil e necessário para caracterizar o padrão de extração do excedente econômico que se realiza no quadro de relações internacionais fortemente assimétricas. Já existe alguma evidência empírica de que o padrão de exploração dos recursos naturais e do trabalho humano na economia

do agronegócio nesta primeira década do século XXI sugere uma dupla superexploração. No primeiro caso, alguma verificação se extrai da constatação, fortemente comprovada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), da violação sistemática da norma ambiental-florestal exigida sobre limites da Área de Reserva Legal (florestal) e Área de Preservação Permanente (mata ciliar, de topos e encostas de morros). Esses, entre outros ilícitos, têm sido recorrentemente verificados, a ponto de provocar sucessivos decretos de prorrogação dos prazos de punição, previstos em lei (Código Florestal). Por outro lado, ainda considerando a superexploração de recursos naturais, há dois outros vetores de degradação do meio ambiente que se associam ao estilo de expansão agropecuária das *commodities*, sobre os quais se dispõe de sólida evidência empírica: a) o aumento físico de queimadas e desmatamentos, tecnicamente responsáveis pela emissão de dióxido de carbono na atmosfera, e b) a intensificação do uso de agrotóxicos na última década, com forte evidência de vários tipos de contaminação.

Se combinarmos os efeitos da emissão de dióxido de carbono, da redução de biodiversidade e da expansão acelerada dos agrotóxicos, temos vários componentes de morbidade potencial, tanto ambiental quanto humana, que não entram no cálculo privado da produção agrícola, mas provocam evidentes custos sociais. Estes precisam ser conhecidos, avaliados e, principalmente, evitados

Observe-se que aos vários tipos de perda ou degradação de recursos naturais identificados correspondem formas peculiares de pressão pela utilização extensiva ou intensiva da terra. Nos dois primeiros exemplos citados – violação de normas do Código Florestal; e desmatamentos e queimadas – a pressão é por incorporação legal ou ilegal de áreas novas (uso extensivo), dentro e fora da fronteira agrícola. Por sua vez, no terceiro caso – a intensificação do uso de agrotóxicos –, a forma de deterioração de recursos é tipicamente de outra natureza (uso intensivo), qual seja, reflete a pressão por obtenção de rendas fundiárias extraordinárias, mediante intensificação das tecnologias associadas ao uso dos agrotóxicos e fertilização química, relacionadas a variedades biológicas adaptadas. Se combinarmos os efeitos da emissão de dióxido de carbono, da redução de biodiversidade e da expansão acelerada dos agrotóxicos, temos vários componentes de morbidade potencial, tanto ambiental quanto humana, que não entram no cálculo privado da produção agrícola, mas provocam evidentes custos sociais. Tais componentes precisam ser conhecidos, avaliados e, principalmente, evitados.

2.5 ONDE SE ENTRELAÇAM A SAÚDE SILVESTRE E A HUMANA

O Brasil é um país megadiverso e atualmente estão validadas 126.692 espécies de animais na Lista de Espécies da Fauna do Brasil². Consequentemente, apresenta grande diversidade de animais silvestres que, por sua vez, albergam múltiplos e diferentes microrganismos, muitos destes considerados agentes etiológicos de doenças, tanto para os animais quanto para o homem. Como parte do ciclo de transmissão de inúmeros parasitos, a saúde humana está intimamente ligada à saúde dos animais domésticos e silvestres, e reflete as condições ambientais, a história evolutiva das espécies, a cultura e as alterações ambientais naturais ou antrópicas.

As alterações ambientais, incluindo as mudanças climáticas e a perda da biodiversidade, são fatores determinantes para a emergência de doenças oriundas de animais silvestres. Estima-se que 60,3% das doenças infecciosas circulem entre animais e humanos (zoonoses), e que 71,8% destas sejam causadas por patógenos com origem na vida silvestre (JONES et al., 2008). Maya WARDEH et al. (2015) atualizaram a lista de parasitas que circulam entre animais, inclusive os domésticos, e humanos para 2.107 espécies, no universo daquelas com base de nucleotídeos cadastradas na Enhanced Infectious Disease Database³, o que indica que um número bem maior de espécies ainda deve ser cadastrado.

Muitos são os exemplos de parasitos de importância epidemiológica e que geram impactos tanto para a saúde pública quanto para a conservação de fauna. Dentre eles, classicamente podem ser apontados os agentes etiológicos que causam malária, febre amarela, tuberculose, toxoplasmose, leptospirose, febres hemorrágicas, raiva, brucelose, doença de Chagas, oropouche, Mayaro, ebola, coronavírus, e ainda outros, descobertos mais recentemente, como a variedade daqueles que causam hantavirose, arenavirose, febre Q, as influenzas, Nipah, vírus do oeste do Nilo, entre tantos outros.

A biodiversidade cumpre papel importante na proteção da saúde humana e silvestre e se alinha à prevenção, pois é a alta biodiversidade que pode produzir o efeito de diluição de doenças, talvez um dos serviços ecossistêmicos mais importantes para a sustentabilidade humana

² <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>

³ Enhanced Infectious Disease Database (EID2). www.zoonosis.ac.uk/EID2/

Os mecanismos de transmissão de agentes infecciosos são complexos, pois envolvem na maior parte das vezes muitos hospedeiros e vetores (JANSEN et al., 2015; JOHNSON; ROODE; FENTON, 2015). Em ecossistemas biodiversos, o número de indivíduos de uma população somado ao número de espécies pode diminuir a possibilidade de transmissão de parasitos de um hospedeiro para outros, uma vez que o contato entre eles depende da densidade populacional, da disponibilidade de hospedeiros e vetores mantenedores e amplificadores das espécies de parasitas, do comportamento das diversas espécies, da oferta de alimento e abrigo, dentre outros elementos (STEPHENS et al., 2016). Nesse sentido, a biodiversidade cumpre papel importante na proteção da saúde humana e silvestre e se alinha à prevenção, pois é a alta biodiversidade que pode produzir o efeito de diluição de doenças, talvez um dos serviços ecossistêmicos mais importantes para a sustentabilidade humana (XAVIER et al., 2012; CIVITELLO et al., 2015). Dessa forma, a avaliação do estado de conservação da biodiversidade e o monitoramento da saúde de animais silvestres em habitats naturais e nas áreas de fronteira entre ambientes naturais e antropizados são fundamentais para ações de controle e prevenção da emergência de zoonoses. Muitas vezes os animais silvestres adoecem antes das pessoas e, por esse motivo, para algumas doenças são considerados sentinelas para a saúde ambiental e humana. A maior epidemia recente de febre amarela no Brasil é exemplo da importância do monitoramento de epizootias, uma vez que a morte de primatas não humanos antecede sempre os casos humanos (VASCONCELOS, 2010; ROMANO et al., 2011). Outros exemplos também podem ser citados, como o Flavivirus agente da febre do oeste do Nilo, que causa a morte de aves silvestres e, por isso, estas são consideradas indicadoras precoces de ocorrência do vírus na região, permitindo assim medidas preventivas eficientes (HALLIDAY et al., 2007).

As Unidades de Conservação (UCs) têm a função de salvaguardar porções significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente, além de garantir às populações tradicionais o uso sustentável dos recursos naturais

As Unidades de Conservação (UCs) têm a função de salvaguardar porções significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente, além de garantir às populações tradicionais o uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2017b). Atualmente, o Brasil possui

2.100 UCs registradas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)⁴ geridas nas esferas federal, estadual e municipal e situadas nos diferentes biomas brasileiros. Nas 12 categorias que regem o uso e manejo, são 665 as de Proteção Integral e 1.435 as UCs de Uso Sustentável. Embora em variado leque de condições de restrições e tipos de uso pelo homem, todas estão expostas às ações antrópicas em maior ou menor grau. As alterações antropogênicas nos ambientes naturais, como a fragmentação e destruição de habitats naturais, tornam as UCs e outras áreas naturais em ilhas, muitas vezes isoladas e desconectadas entre si ou interligadas por pequenos e estreitos corredores ecológicos. Por esse motivo, condensam os animais silvestres em fragmentos naturais cada vez menores, muitas vezes rodeados por áreas agrícolas, de pastagem, e, em alguns casos, por grandes centros urbanos. Essas mudanças aceleram e promovem o contato entre os animais domésticos, silvestres e o homem, acarretando o aumento do compartilhamento de espécies patogênicas e, conseqüentemente, a possibilidade do surgimento de epizootias, o que constitui não apenas um risco à saúde pública, mas também para as espécies silvestres, algumas já criticamente ameaçadas de extinção (BRADLEY; ALTIZER, 2007; ALEXANDER; MCNUTT, 2010).

A visão holística da saúde deve ser incorporada nos Planos de Manejo de Unidades de Conservação e aos Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção, para que os gestores disponham, em suas práticas, de ações e estratégias que possam assegurar não somente a identificação de problemas, mas principalmente de soluções possíveis e exequíveis. Da mesma forma, a atuação territorializada da saúde humana deve incluir, em seus planos de vigilância em saúde, o conhecimento da fauna local, das zoonoses circulantes e dos mecanismos que gerem o equilíbrio ecológico local, de modo que incorpore a suas ações o entendimento dos ciclos de transmissão silvestre e suas transformações silvestre-rural, rural-urbano e silvestre-urbano. Só a integração do conhecimento científico aos saberes locais permitirá construir planos de controle e prevenção participativos, característica condicionante para a eficácia de ambas as políticas.

Conforme orientação técnica do Ministério do Meio Ambiente, os instrumentos da gestão das UCs devem compatibilizar a ocupação humana com a conservação da biodiversidade e buscar garantir a sobrevivência e a efetividade das áreas naturais protegidas em consonância com as atividades humanas, por meio de ações no território, envolvendo as UCs e seu entorno⁵. Entretanto, essa prática ainda é um desafio em inúmeras UCs do país, onde o conflito se estabelece na falta do conhecimento, do diálogo e na ausência da construção participativa e respeitosa com as tradições locais. Em contraponto, diversas experiências e boas práticas – inclusive na saúde – vêm sendo construídas e reunidas e indicam modelos de sucesso.

Apesar de o conceito de saúde de ecossistemas estar integrado à conservação da biodiversidade, incorporá-lo em atividades e monitorá-lo nas gerências das UCs é desafio constante, considerando a riqueza de ecossistemas, a grandiosidade territorial brasileira e a ausência de indicadores concretos

4 www.mma.gov.br/cadastro_uc

5 <http://www.mma.gov.br/areas-protetidas/instrumentos-de-gestao>.

que identifiquem o estado de saúde da área em questão, o que dificulta o monitoramento da biodiversidade e a conservação das áreas protegidas e, também, das ações da saúde. Nesse sentido, as tecnologias oferecem importantes e diversas ferramentas, que podem auxiliar o monitoramento e a fiscalização das áreas de proteção ambiental.

A Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre da Fiocruz desenvolveu, em parceria com o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), o Sistema de Informação em Saúde Silvestre (SISS-Geo). A plataforma tecnológica integra ferramenta móvel e de *webservice* gratuita para o monitoramento de animais, das condições de saúde e do estado de conservação dos ambientes nos quais esses animais são observados

Diante desse cenário, a Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre (PIBSS) da Fiocruz⁶ desenvolveu, em parceria com o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), o Sistema de Informação em Saúde Silvestre (SISS-Geo)⁵. A plataforma tecnológica integra ferramenta móvel e de *webservice* gratuita para o monitoramento de animais, das condições de saúde e do estado de conservação dos ambientes nos quais esses animais são observados. A utilização do SISS-Geo como ferramenta para o monitoramento da fauna, tanto por funcionários (condutores de trilhas, guarda-parques, gestores, brigadistas), visitantes e moradores do entorno dessas comunidades, bem como de pesquisadores, expande o conhecimento sobre a diversidade biológica das UCs e amplia os esforços de vigilância em epizootias.

O SISS-Geo é considerado ferramenta de ciência cidadã⁷, por ser tecnologia intuitiva acessível a todas as pessoas, capaz de coletar fotos e registros georreferenciados das espécies em ambientes naturais, rurais e urbanos, e disponibilizá-los em tempo real para os colaboradores e gestores de UCs e equipes de saúde. É possível registrar informações detalhadas sobre o tipo, o comportamento e a condição física do animal observado, além de descrever o local de observação com detalhamento sobre os impactos ambientais. O registro de animais mortos ou com comportamento estranho gera

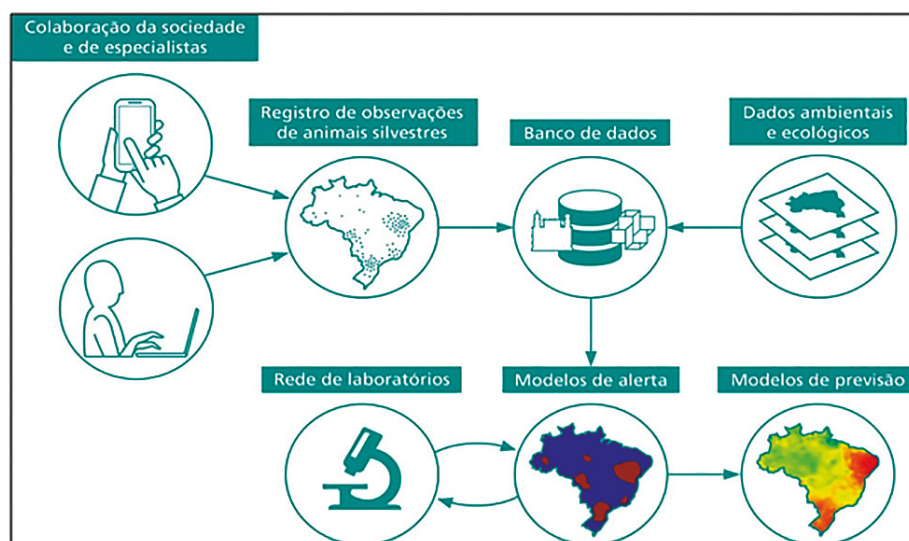
6 <https://www.biodiversidade.ciss.fiocruz.br>

7 O SISS-Geo foi certificado em 2017 pela Fundação Banco do Brasil e passou a compor o Banco de Tecnologia Social (BTS).

alerta automatizado, que é avaliado pela equipe gestora da plataforma. Os registros do SISS-Geo e outras bases de dados de epizootias geram modelos de vulnerabilidade de ocorrência de zoonoses específicas, considerando parâmetros ambientais, socioeconômicos, climáticos advindos de inúmeras bases de dados geoespaciais (Figura 1).

Figura 1

Plataforma Sistema de Informação em Saúde Silvestre – Fluxo de informação e geração de alertas precoce e modelos de previsão de emergência de zoonoses na fauna silvestre e em humanos



A ferramenta foi testada com mais de 2.500 pessoas de comunidades tradicionais e indígenas da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, no Pará, e nos municípios de Uruçuca, Ilhéus e Itacaré e no Parque Estadual da Serra do Conduru (Pesc), na Bahia, para avaliação de usabilidade, integração com as práticas locais e efetividade, durante a execução do Projeto Saúde Silvestre e Inclusão Digital⁸. Em parceria com o Parque Nacional Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro, vem sendo utilizada para o monitoramento da fauna pelos gestores, com apoio dos condutores de trilhas, estagiários, bolsistas, brigadistas.

Assim, considerando que conhecer a diversidade de espécies, mapear, identificar as ocorrências dos agravos à saúde na fauna silvestre, além das mudanças locais e regionais ocorridas, garante melhor compreensão dos fatores associados ao surgimento de epizootias e à circulação de doenças humanas, é premente a integração desses conhecimentos no planejamento estratégico das UCs e nas ações da vigilância em saúde e da Estratégia Saúde da Família. Essa integração possibilitará o planejamento e a adoção de medidas preventivas e de controle de agravos à saúde e da perda da biodiversidade.

⁸ Em 2017, o Projeto Saúde Silvestre e Inclusão Digital (apoio PROBIOII/FUNBIO) que levou o SISS-Geo às comunidades tradicionais e aldeias indígenas, ganhou o Prêmio Nacional da Biodiversidade – setor governo.

Ressalta-se ainda a importância de que, além das pesquisas científicas e do monitoramento da saúde silvestre e ecossistêmica, as UCs desenvolvam atividades de educação em saúde, incluindo todos os elementos que a compõem – humana, animal e ambiental. Um plano de comunicação que leve o tema aos profissionais das UCs e ao público visitante, com a indicação responsável de medidas preventivas para evitar enfermidades oriundas da fauna silvestre, deve ser construído levando em conta as peculiaridades regionais e locais, além da comunicação das ações que devem ser implementadas para evitar a transmissão de agentes infecciosos das pessoas aos animais das UCs.

2.6 O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E A SAÚDE DAS COMUNIDADES TRADICIONAIS E INDÍGENAS

A evolução do marco normativo referente à proteção da biodiversidade e sua relação com a saúde de povos e comunidades tradicionais reflete o embate entre duas visões sobre a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas e a evolução do protagonismo nas políticas públicas de uma fatia invisível da população brasileira, os povos indígenas e os povos e comunidades tradicionais (PCT).

Socioambientalistas, povos indígenas e povos das comunidades tradicionais defendem um conceito mais abrangente de áreas protegidas: a busca pela convivência harmônica entre seres humanos e natureza; e o uso sustentável dos recursos associado à proteção da biodiversidade

De um lado da disputa, os preservacionistas entendem que a conservação da biodiversidade se dá dentro de Unidades de Conservação, que podem ser visitadas, pesquisadas e protegidas pelos humanos. Do outro, socioambientalistas, povos indígenas e PCT defendem o conceito mais abrangente de áreas protegidas: a busca pela convivência harmônica entre seres humanos e natureza e o uso sustentável dos recursos associado à proteção da biodiversidade. Tendo em vista essa dualidade, fazemos a análise da evolução do tema no quadro normativo brasileiro.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), de 2000, define como décimo terceiro e último de seus objetivos “proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e

economicamente”, e em mais 17 menções regula como se dará essa relação, seja para a sua saída das UCs de Proteção Integral, seja para sua permanência nas UCs de Uso Sustentável e, em ambos os casos, para sua participação nos processos de tomada de decisão referentes a estes territórios (BRASIL, 2000, 2002). No entanto, somente se refere a povos indígenas para indicar a necessidade de regularizar as eventuais superposições entre “áreas” indígenas e UCs.

O Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (Pnap) de 2006, na gestão seguinte do Ministério do Meio Ambiente, insere povos indígenas e comunidades quilombolas e locais como protagonistas e beneficiários da conservação e do uso sustentável da biodiversidade (BRASIL, 2006). Seu desafio: estabelecer, até 2015, “um sistema abrangente de áreas protegidas, ecologicamente representativo e efetivamente manejado, (...) bem como a promoção do acesso aos recursos oriundos da biodiversidade, e a repartição justa e equitativa dos custos e benefícios advindos da conservação da natureza”. Mesmo enfocando prioritariamente o Snuc, propõe estratégias específicas para terras indígenas e terras de quilombos. Ressalta o envolvimento de comunidades locais, quilombolas e povos indígenas na gestão, proteção e uso da biodiversidade e a necessidade de resolver conflitos e assegurar direitos territoriais, regular o acesso e documentar os conhecimentos tradicionais, inclusive incorporando-os no estabelecimento e gestão das UCs. Tampouco cita a saúde em seu texto (BRASIL, 2006).

O marco legal seguinte, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT), aprovada em 2007 traz como protagonistas principais os povos e comunidades tradicionais: “grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição”, definição aprimorada em consultas públicas daquela vetada sete anos antes no Snuc (artigo 2º inciso XV) (BRASIL, 2007).

A saúde finalmente aparece nos princípios da política, como parte do direito à segurança alimentar e nutricional, e em dois de seus objetivos: a garantia aos serviços de “qualidade e adequados às suas características socioculturais (SIC), suas necessidades e demandas, com ênfase nas concepções e práticas da medicina tradicional” e na urgência em se criar e implementar uma política pública de saúde voltada a atendê-los.

As discussões sobre a colocação em prática de serviços com essas características se deram na Comissão Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais e na Comissão Nacional de Política Indigenista, com uma forte tensão entre a manutenção do princípio do universal da saúde – previsto no SUS – e a necessidade da adequação às características socioculturais de cada PCT, tensão essa ainda não totalmente equacionada.

2.7 ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS

As espécies exóticas invasoras (EEIs) são organismos que se encontram fora de sua área de distribuição natural e ameaçam a diversidade biológica (CDB, Decisão VI-23, 2002). Além de causarem grandes prejuízos econômicos, constituem uma das principais ameaças não só à biota nativa e aos ecossistemas naturais, mas também à saúde humana, da flora e da fauna. É considerada a segunda causa de extinção de espécies no mundo, uma vez que a perda de habitats é a primeira responsável por maciças extinções.

Recente avaliação do risco de extinção de mais de 16 mil espécies brasileiras indicou que espécies exóticas invasoras ameaçam 88 espécies de animais (7,5% do total de ameaçados) e 163 de plantas (7,7% do total de ameaçadas), com ação preocupante sobre os animais habitantes das ilhas oceânicas (75%) e plantas nativas dos Pampas (25% do total de plantas ameaçadas) (BRASIL, 2016c).

Em razão da importância do impacto das espécies exóticas invasoras, a CDB estabeleceu, no Plano Estratégico da Biodiversidade, ações para sua identificação e controle, que também estão incluídas na Meta 9 de Aichi e na Meta 15.8 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que estabelece “a implementação de medidas para evitar a introdução e reduzir significativamente o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos, e controlar ou erradicar as espécies prioritárias”.

Cumprindo os acordos firmados com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), o Brasil, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), concluiu, em 2006, o I Informe Nacional sobre as Espécies Exóticas Invasoras. O conjunto de informações levantado representa o marco zero do conhecimento organizado sobre o tema no país e foi elaborado e avaliado por mais de uma centena de pesquisadores, de cinco instituições, que trataram especificamente das espécies de seu setor. Assim, a Fiocruz, com 63 pesquisadores, elaborou o informe que trata das EEIs que afetam a saúde humana; a Embrapa, das que afetam o setor agropecuário; o Instituto Oceanográfico da USP, daquelas presentes no ambiente marinho; a Universidade Federal de Viçosa, das espécies que ameaçam os ambientes dulcícolas; e o Instituto Hórus, das que alteram a fauna e a flora silvestres.

O resumo dos resultados das EEIs que afetam a saúde humana foi publicado pelo MMA, no I Informe Nacional⁹. No entanto, o conjunto completo de informações e sua base de dados não foram publicados (CHAME, 2009). Com a decisão de apresentar neste volume a parte introdutória do relatório final do projeto de 2006 queremos não só recuperar e divulgar o esforço realizado, mas também estimular a revisão e a publicação da lista das EEIs que afetam a saúde humana.

9 http://www.mma.gov.br/estruturas/174/_publicacao/174_publicacao17092009113400.pdf

Em 2017, o Ministério do Meio Ambiente retomou os esforços para a revisão da Estratégia Nacional para Espécies exóticas Invasoras e desde então conta com a participação da Fiocruz no grupo técnico de trabalho

Em 2017, o Ministério do Meio Ambiente retomou os esforços para a revisão da Estratégia Nacional para Espécies exóticas Invasoras, com base nos elementos já construídos (MACHADO et al., 2009), e desde então conta com a participação da Fiocruz no grupo técnico de trabalho, tanto para que as questões da saúde sejam incorporadas nessa estratégia quanto para que estas sejam alinhadas tendo em vista as Metas de Aichi e os ODS, com reflexos eficazes nas políticas públicas de vigilância em saúde.

Espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana: a visão de 2006

Parte da história das espécies que afetam a saúde humana está amarrada à evolução cultural do homem, particularmente nos últimos 10 mil anos, desde que a agricultura emergiu e a domesticação de animais se consolidou (RENFREW; BAHN, 1996; ARON; PATZ, 2001; GONÇALVES; ARAÚJO; FERREIRA, 2002). Esses fatores geraram mudanças na dieta humana, nos padrões de transmissão e contágio de patógenos (SIANTO, 2004), na conquista e no uso de novas terras e espécies, nas rotas de comércio, no estabelecimento das primeiras cidades e da vida urbana. Parte do sucesso da colonização de todos os continentes pode ser atribuída à introdução de patógenos exóticos. A varíola, hoje considerada erradicada em todo o mundo, foi introduzida nas Américas pelos colonizadores europeus, em algumas ilhas do Caribe, e contribuiu, juntamente com a tuberculose, para dizimar populações de ameríndios (HINRICHSEN; NETO; ROLIM, 2005) e facilitaram a conquista de vastas e opulentas civilizações nas Américas Central e do Sul (VERANO; UBERLAKER, 1992).

No Brasil, a gripe dizima tribos indígenas (COIMBRA; SANTOS, 1992). A esquistossomose africana, introduzida no país durante o período da escravidão (HINRICHSEN; NETO; ROLIM, 2005), se tornou endêmica, e a dengue (SABROZA; TOLEDO; OSANAI, 1992) e a Aids se tornaram epidêmicas (FONSECA et al., 2003), além da zika e chikungunya, recém-chegadas, entre outras. Essas doenças se estabeleceram por meio de novos arranjos entre hospedeiros e vetores, atingindo não só as populações humanas primitivas, mas espécies autóctones do continente sul-americano.

O desenvolvimento dos meios de transporte permitiu, em tempo recorde, a intensificação das vias de contato entre populações isoladas por muitos milhões de anos e, finalmente, a globalização impõe desafios sobre barreira biológicas e comerciais a serem enfrentadas daqui por diante. O incremento no trânsito e volume de mercadorias, de animais e de pessoas é significativo nas últimas décadas. Segundo a Empresa de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero), só nos primeiros seis meses

de 2005¹⁰ transitaram pelos aeroportos internacionais brasileiros, em operações de embarque e desembarque, 6.240.999 passageiros de voos internacionais. Esse fluxo de pessoas, mercadorias e meios de transporte requer nova atenção e estruturas que devem dar conta não apenas da fiscalização do que é notificado, mas principalmente do que não é notificado, das ocorrências acidentais e de tudo que se desloca de forma visível e também, na maioria das vezes, invisível, como os microrganismos, no caso da saúde (CHAME, 2009).

Com a introdução das EEIs, as espécies autóctones originalmente restritas a determinados ecossistemas, ocupando nichos ecológicos específicos, muitas vezes redirecionam seu caminho evolutivo. As espécies exóticas competem, com maior ou menor eficiência, com as autóctones, o que pode ocasionar a perda da biodiversidade local (DASZAK; CUNNINGHAM; HYATT, 2000).

No caso de patógenos, estes podem alterar a relação parasito-hospedeiro estabelecida há milhares de anos, e desencadear, inclusive em humanos, novas doenças antes inexistentes ou restritas a ciclos silvestres (GONÇALVES; ARAÚJO; FERREIRA, 2002).

Apesar de acompanhar toda a trajetória da espécie pelo planeta, a importância das EEIs somente foi entendida quando seus impactos começaram a ser contabilizados como prejuízo no setor produtivo e, historicamente, na saúde humana e animal (COX, 2004; MOONEY et al., 2005). Diversos relatos mencionam epidemias importantes no passado, como a febre espanhola (VERANO; UBELAKER, 1992; CUNHA, 2003; BARRY, 2004) e, recentemente, a gripe aviária e o mal da vaca louca, que causaram enormes perdas, embargos econômicos e ameaças à segurança. Nestas últimas, a contaminação e expansão territorial não ocorreu pela tradicional entrada de novos organismos, mas pelo ingresso de seus subprodutos, derivados, estruturas biológicas e moleculares, complicando ainda mais o cenário e a eficácia dos mecanismos de prevenção e controle até então implementados pelos diversos países, pela Organização Mundial do Comércio (OMC) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Sem perder de vista a constatação do renomado parasitologista Luiz Rey, que ao tomar conhecimento deste projeto imediatamente postulou que tratar das espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana, e de outras espécies, significaria reescrever a história da humanidade, pretendeu-se contribuir para a consolidação do I Informe Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, utilizando o conhecimento institucional e pessoal acumulado por grupos de pesquisadores de diversas unidades e laboratórios da Fiocruz.

A metodologia preconizada pelo MMA para todos os estudos realizados estabeleceu como objetivos:

- A. Levantamento das espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana distribuídas em oito grupos biológicos de maior importância: Vírus, Bactérias, Protozoários, Fungos,

10 Em 2016, foram transportados 109,6 milhões de passageiros, 88,7 milhões em voos domésticos e 20,9 milhões em voos internacionais, o que representou retração de 6,9% em comparação com o ano anterior. <http://www.anac.gov.br/noticias/2017/anac-apresenta-o-anuario-do-transporte-aereo-2016>

Helmintos, Moluscos, Artrópodes e Plantas, buscando compilar, em banco de dados, por espécie, as informações referentes a:

- Taxonomia e origem da espécie;
- Introdução no Brasil;
- Dados biológicos e ecológicos, incluindo rotas de dispersão, vetores e hospedeiros intermediários envolvidos;
- Risco atual e potencial para a saúde humana;
- Impactos sobre a biodiversidade e impactos socioeconômicos e na saúde;
- Formas de controle e prevenção;
- Distribuição geográfica no Brasil;
- Pesquisadores e projetos em desenvolvimento;
- Bibliografia pertinente.

B. Levantamento dos mecanismos de controle e de prevenção existentes na estrutura governamental do país, procurando identificar:

- As competências específicas de cada ministério, órgão e setor de governo;
- As atividades e responsabilidades específicas de cada ministério, órgão e setor;
- O instrumental legal sobre essas atividades;
- O entendimento sobre as espécies exóticas invasoras por parte dos serviços de controle e prevenção no país;
- O cenário geral da prevenção e do controle de espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana.

Os resultados obtidos englobaram a lista das espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana passíveis de serem levantadas nos grupos biológicos predefinidos; a estruturação de um banco de dados com a ficha técnica de cada espécie (Figura 1); a identificação do cenário brasileiro e principais setores e atores que controlam e previnem a entrada e o fluxo de espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana no Brasil, assim como a estrutura básica disponível para a realização dessas atividades; a compilação dos instrumentos legais para o controle e prevenção das espécies disponíveis nos sites oficiais dos ministérios, órgãos e setores de governo; e avaliação preliminar do conhecimento e da importância dada ao tema pelos serviços de prevenção e controle.

Figura 1

Ficha técnica das espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana

FICHA DA ESPÉCIE
Nome científico
Sinônimos
Nome comum
Reino
Phyllum
Classe
Ordem
Família
Gênero
Espécie (autor)
Subespécie (autor) ou tipo ou genótipo ou variedade
Área nativa
Ambiente natural
Descrição morfofisiológica
INTRODUÇÃO
Causa da introdução
Local
Data
Autor
Título
Descrição da introdução
INFORMAÇÕES
Tipo de dispersão
Rota de dispersão
Vetor de dispersão
Dieta
Reprodução
Ciclo biológico
Uso econômico
Localidades invadidas
Descrição da invasão
Ambientes preferenciais de invasão
RISCOS
Muito alto/alto/médio/baixo
Descrição do risco
IMPACTOS
Organismos afetados
Impacto na biodiversidade
Impacto econômico
Impacto socioeconômico
Impacto na saúde
CONTROLE
Controle físico
Controle químico
Controle biológico
Prevenção

LOCALIDADES DE OCORRÊNCIA
Localidade
Estado
Município
Observações
CONTATOS DE ESPECIALISTAS
Instituição
Pesquisador
Endereço
Telefone
e-mail
PROJETOS ASSOCIADOS
Título do projeto
Coordenador
Espécies relacionadas ao projeto
Área geográfica
Objetivo principal
Breve descrição
Observações
BIBLIOGRAFIA
FOTOS
INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Fonte: BRASIL, 2006.

O estudo foi realizado com o foco taxonômico, considerando a espécie como unidade de análise, pois as ações de controle e prevenção devem ser construídas de acordo com as características de cada uma. Os vírus foram englobados no estudo de modo particular, em função do fato de sua taxonomia ser distinta daquelas das espécies dos reinos Monera, Protista, Fungi, Animalia e Plantae.

A data ou período de introdução das espécies se refere em boa parte ao primeiro relato da espécie em território nacional, orientada pela distribuição geográfica conhecida. Portanto, a lista apresentada é passível de correções com o avanço dos estudos sobre a biodiversidade brasileira.

A análise de risco englobou diversas informações, acúmulo séricos de dados, mapeamentos, estudos epidemiológicos e metodologias específicas para cada modelo de transmissão de doença, disponibilidade de vacinas e medidas de controle e, de forma generalista, levou em consideração, quando disponíveis, os seguintes dados:

- histórico da introdução da espécie;
- características biofísicas e do habitat da espécie;
- tipo de ciclo de vida; formas de infecção, transmissão; e dispersão do agente etiológico;
- espécie e número de vetores e/ou hospedeiros intermediários envolvidos no ciclo vital;

- capacidade reprodutiva e estratégia de vida do agente etiológico, vetores e hospedeiros;
- virulência (de subespécies e/ou cepas); tipos de agravo à saúde atuais e potenciais, dados epidemiológicos ao longo dos anos;
- associação a fatores socioeconômicos e culturais e aos processos de ocupação dos espaços e das relações com o trabalho;
- alterações ecossistêmicas e de estrutura de comunidade e oferta de nichos vazios; e mudança de comportamento da espécie, vetores e/ou hospedeiros.

Como a maior parte dos dados disponíveis para cada espécie não existiam ou estavam dispersos, trabalhou-se com as seguintes categorias sintéticas e generalistas de risco: baixo, médio, alto e muito alto.

Em 2006, foram identificadas 101 espécies/introduzidas no Brasil e que se tornaram invasoras com impacto sobre a saúde humana. Entre elas, 26 correspondem a espécies de helmintos, 20 a espécies de plantas, 23 a artrópodes, 14 a vírus, 10 a bactérias, 7 a moluscos, 4 a fungos e 4 a protozoários (Quadro 1).

Quadro 1

Lista das espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana, compiladas até maio de 2006

REINO / FILO	FAMÍLIA	ESPÉCIE
Vírus (12)		
	Buyanaviridae	<i>Hantavirus</i> var. <i>Seoul</i>
	Deltaviridae	<i>Delta virus</i>
	Flaviviridae	<i>Flavivirus 1</i>
		<i>Flavivirus 2</i>
		<i>Flavivirus 3</i>
	Orthomyxoviridae	<i>Influenzavirus A, B, C</i>
	Orthopoxvírus	<i>Vaccinia</i>
	Paramyxoviridae	<i>Metapneumovirus</i>
		<i>Morbillivirus</i> (sarampo)
	Picornaviridae	<i>Poliovirus</i>
	Retroviridae	HIV
	Roenviridae	<i>Rotavirus</i>

REINO / FILO	FAMÍLIA	ESPÉCIE
MONERA (14)		
Bacteria (10)		
	Brucellaceae	<i>Brucella mellitensis</i>
	Clostridiaceae	<i>Clostridium botulinum</i>
	Corynebacteriaceae	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>
	Enterobacteriaceae	<i>Escherichia coli</i> 0157:H7 <i>Yersinia pestis</i>
	Leptospiraceae	<i>Leptospira interrogans</i>
	Mycobacteriaceae	<i>Mycobacterium leprae</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
	Spirochaetaceae	<i>Borrelia burgdoferi (sensu lato)***</i>
	Vibrionaceae	<i>Vibrio cholerae</i>
Protozoa (4)		
	Babesiidae	<i>Babesia bigemina</i>
	Eimeriidae	<i>Isospora belli</i>
	Trypanosomatiade	<i>Leishmania infantum</i> <i>Leishmania major</i>
FUNGI (4)		
	Filobasidiaceae	<i>Cryptococcus neoformans</i>
	Onygenaceae	<i>Blastomyces dermatitidis</i> <i>Coccidioides immitis</i> <i>Histoplasma capsulatum</i> var. <i>duboisii</i>
ANIMALIA		
Acanthocephala*		
	Polymorphydae	<i>Corynosoma strumosum</i>
	Oligoacanthorhynchidae	<i>Macracanthorhynchus hirudinaceu</i>
	Moniliformidae	<i>Moniliformis moniliformes</i>
Nematoda*		
	Angiostrongylidae	<i>Angiostrongylus cantonensis*</i> <i>Angiostrongylus costaricensis</i>
	Ascarididae	<i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Toxocara canis*</i>
	Capilariidae	<i>Capilaria hepática*</i>
	Syngamidae	<i>Mammamogamus laryngeus*</i>
	Onchocercidae	<i>Dirofilaria immitis*</i> <i>Onchocerca volvulus</i> <i>Wuchereria bancrofti</i>
	Trichuridae	<i>Trichuris trichiura</i>

REINO / FILO	FAMÍLIA	ESPÉCIE
Platyhelminthes*		
	Heterophyidae	<i>Ascocotyle longa</i>
	Opistorchiidae	<i>Clonorchis sinensis</i>
	Diphyllobothriidae	<i>Diphyllobothrium dentriticum*</i> <i>Diphyllobothrium latum</i> <i>Diphyllobothrium pacificum</i>
	Dilepididae	<i>Dypilidium caninum</i>
	Taeniidae	<i>Echinochococcus granulosis</i> <i>Taenia solium</i> <i>Taeniarhynchus saginata</i>
	Fasciolidae	<i>Fasciola hepática*</i>
	Hymenolepididae	<i>Hymenolepis nana*</i>
	Paragonimidae	<i>Paragonimus mexicanus</i>
	Schistosomatidae	<i>Schistosoma mansoni</i>
Molusca (7)		
	Achatinidae	<i>Achatina fulica</i>
	Agriolimacidae	<i>Deroceras laeve</i>
	Bradybaenidae	<i>Bradybaena similaris</i>
	Helicidae	<i>Helix aspersa (= Cornu aspersum)</i>
	Limacidae	<i>Limax flavus</i> <i>Limax maximus</i>
	Thiaridae	<i>Melanooides tuberculata</i>
Artropoda (16)		
Arachnida		
	Ixodidae	** <i>Dermacentor nitens</i> ** <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> <i>Hyalomma hidromedarii</i> <i>Hyalomma marginatum</i> <i>Rhipicephalus Bursa</i> <i>Rhipicephalus sanguineus</i>
	Argasidae	<i>Argas miniatus</i>
Insecta		
	Culicidae	<i>Aedes aegypti</i> <i>Aedes albopictus</i>
	Apidae	<i>Apis melífera</i>
	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i>
	Cyclorrhapha	<i>Chrysomya megacephala</i>
	Cyclorrhapha	<i>Chrysomya putoria</i>
	Cimicidae	<i>Cimex hemipterus</i> <i>Cimex lectularius</i>
	Reduviidae	<i>Triatoma infestans</i>

REINO / FILO	FAMÍLIA	ESPÉCIE
PLANTAE (20)		
	Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i>
	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>
	Asteraceae	<i>Silybum marianun</i>
		<i>Sonchus oleraceus</i>
		<i>Taraxacum officinale</i>
		<i>Chamomilla recutita</i>
		<i>Emilia sonchifolia</i>
	Bignoniaceae	<i>Sapathodea campanulata</i>
		<i>Tecoma stans</i>
	Boraginaceae	<i>Symphytum officinale</i>
	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>
	Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>
	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tirucalli</i>
		<i>Ricinus communis</i>
	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>
	Polypodiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>
	Solanaceae	<i>Brugmansia suaveolens</i>
	Urticaceae	<i>Urtica dióica</i>
	Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>

* Nomenclatura atualizada em 2018.

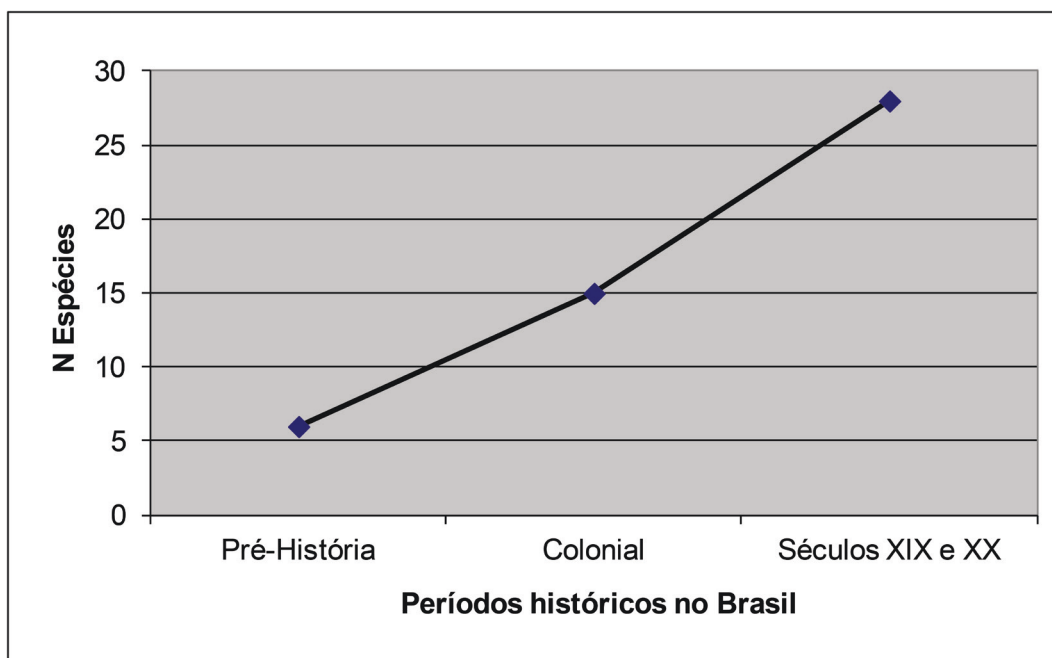
** Em dezembro de 2013, o grupo de Helmintos, coordenado por Marcelo Knoff, reviu as espécies e, em razão de algumas terem sido identificadas em animais silvestres nativos, fato comum e esperado com o avanço das pesquisas, reduziu a lista de helmintos para as seguintes espécies: *Angiostrongylus costaricensis*, *Ascocotyle (Phagicola) longa*, *Clonorchis sinensis*, *Diphyllobothrium latum*, *Dipylidium caninum*, *Echinococcus granulosus*, *Macracanthorhynchus hirudinaceus*, *Moniliformis moniliformis*, *Schistosoma mansoni*, *Taenia saginata*, *Taenia solium*, *Trichuris trichiura*.

*** *Borrelia burgdoferi* – estudos mostram a ocorrência de *Borrelia burgdoferi (sensu lato)* causadora da síndrome de Baggio-Yoshinari, no Brasil, diferente da *Borrelia burgdoferi (sensu stricto)*, que causa a doença de Lyme, na América do Norte, sem ocorrência descrita para o território nacional (BASILE et al., 2017).

A maioria das espécies levantadas foi introduzida no período colonial, pelas navegações, e de maneira acidental, ou em recipientes ou associadas a animais domésticos e ao próprio homem (Figura 2, Quadro 2).

Figura 2

Avanço da entrada de espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana da pré-história a 2006



Quadro 2

Vetores de introdução das espécies exóticas invasoras infecciosas introduzidas no Brasil em 2006

VÍRUS			
Gênero (nome comum)	Modo de introdução	Descrição da introdução	Período da introdução
<i>Flavivirus2</i> (vírus da dengue)	Associado às atividades humanas	Introduzido inicialmente no Brasil, em associação com o vetor <i>Aedes aegypti</i> , no período colonial, provavelmente vindos nos navios negreiros, e reintroduzido no séc. XX.	Provavelmente no séc. XVII e XVIII. O primeiro surto da doença ocorreu no séc. XIX (1846). Reintroduzido no séc. XX (entre 1967 e 1980).
<i>Flavivirus3</i> (vírus da febre amarela)	Associado às migrações humanas	Por intermédio de pessoas infectadas em viagens marítimas	Séc. XVII
<i>Hantavirus Seoul</i> (vírus Seoul)	Associado às atividades humanas	Associada à introdução de roedores do gênero <i>Rattus</i> sp.	Séc. XV
<i>Influenzavirus A/B/C</i> (vírus da Influenza)	Associado às migrações humanas	Introduzido por intermédio de indivíduos infectados procedentes da Europa	Séc. XX (1918)
<i>Lentivirus</i> (HIV-Aids)	Associado às migrações humanas	Introduzido por indivíduo infectado em viagem marítima	Séc. XX - primeiro caso no Brasil foi descrito em 1982
<i>Poliovirus</i> (vírus da poliomelite)	Provavelmente associado às migrações humanas	Desconhecida	Existem relatos de quadros clínicos semelhantes a Poliomelite desde o séc. XIX
<i>Rotavirus</i>	Associado às migrações humanas	Provavelmente introduzida por pessoas infectadas	Séc. XX - primeira notificação ocorreu em 1976

<i>Metapneumovirus</i>	Provavelmente associado às migrações humanas	Desconhecida	A primeira descrição de ocorrência do vírus no Brasil ocorreu em 2002
<i>Morbilivirus</i> (vírus do sarampo)	Associado às migrações humanas	Pessoa contaminada com genótipo importado	Séc. XV - primeira descrição no Brasil
BACTÉRIAS			
Espécie	Modo de introdução	Descrição da introdução	Período da introdução
<i>Brucella melitensis</i>	Associado às atividades humanas	Provavelmente introduzida em associação com animais domésticos, principalmente caprinos e ovinos, podendo ser transmitida por suínos, bovinos, cães e gatos	O primeiro caso de brucelose humana no Brasil foi descrito em 1913
<i>Borrelia burdorferi</i> (<i>latu sensu</i>)	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente introduzida em associação com seus vetores (carrapatos)	O primeiro caso de borreliose no Brasil foi descrito em 1992
<i>Clostridium botulinum</i>	Provavelmente associado às migrações humanas	Supõe-se que tenha sido introduzida na época das grandes navegações com alimentos	Provavelmente introduzida no período colonial
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Provavelmente associado às migrações humanas	Provavelmente introduzida com as migrações humanas oriundas da Europa	O primeiro caso de difteria no Brasil foi descrito em 1898
<i>Leptospira interrogans</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente em associação à introdução de roedores europeus	Provavelmente no período colonial
<i>Mycobacterium leprae</i>	Provavelmente associado às migrações humanas	Provavelmente introduzida pelos colonizadores europeus	Provavelmente entre os séculos XVI e XVII
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Provavelmente associada às migrações humanas	Provavelmente sua introdução acompanha as migrações pré-históricas e históricas	Provavelmente associada a diversas levadas migratórias nos últimos 2mil anos
<i>Vibrio cholerae</i> 01	Associado às migrações humanas	Introduzida por indivíduos infectados procedentes de Portugal. Reintroduzida pelo rio Amazonas	Inicialmente introduzida no séc. XIX (1855) e reintroduzida no séc. XX (1991)
<i>Yersinia pestis</i>	Associado às atividades humanas	Introdução associada a roedores em navios procedentes da Europa	Séc. XIX (1899)
PROTOZOÁRIOS			
Espécie	Modo de introdução	Descrição da introdução	Período da introdução
<i>Babesia microti</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente introduzida quando colonos trouxeram gado bovino e outros animais domésticos da Europa	Primeiro caso humano foi descrito no Brasil em 1983
<i>Isospora belli</i>	Associado às migrações humanas	Introduzida após a 1ª Guerra Mundial, provavelmente em virtude da movimentação de tropas	Provavelmente após a 1ª Guerra Mundial
<i>Leishmania infantum</i>	Associado às migrações humanas	Provavelmente introduzida durante a colonização, com a chegada de imigrantes	Primeiro caso de leishmaniose no Brasil foi descrito em 1913
<i>Leishmania major</i>	Associado às migrações humanas	Introduzida por turista infectado (ainda não se adaptou aos vetores do Novo Mundo)	Primeiro caso no Brasil foi notificado em 1997

FUNGOS			
Espécie	Modo de introdução	Descrição da introdução	Período da introdução
<i>Coccidioides immitis</i>	Provavelmente associado à migração humana	Desconhecida. Primeira notificação ocorreu em indivíduo infectado procedente do estado do Piauí	O primeiro caso no Brasil foi descrito em 1978
<i>Cryptococcus neoformans</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente associada à entrada de pombos e galinhas oriundos da Europa	Provavelmente no séc. XVI
HELMINTOS			
Espécie	Modo de introdução	Descrição da introdução	Período de introdução
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Associado às migrações humanas	Associada às migrações pré-históricas	Pré-história. Registros mais antigos datam de mais de 3.490 ± 430 anos.
HELMINTOS			
<i>Ancylostoma duodenale</i>	Associado às migrações humanas	Migrações marítimas oriundas da Polinésia	Pré-história. Os registros mais antigos são de 7.230 ± 80 anos, no Piauí.
<i>Angiostrongylus costaricensis</i>	Desconhecido	Desconhecida	O primeiro relato de infecção humana por <i>A. costaricensis</i> no Brasil data de 1975
<i>Capilaria hepatica</i>	Desconhecido	Desconhecida	Estudos publicados em 1963 relatam um caso de infecção humana por <i>C. hepatica</i>
<i>Diphyllobothrium latum</i>	Associado às atividades humanas	Associada ao comércio de peixes importados	Primeiros casos de difilobotríase no Brasil foram notificados em 2004
<i>Dirofilaria immitis</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente associada à entrada de cães domésticos importados	Provavelmente no séc. XIX (1878). O primeiro caso humano no mundo foi registrado em 1921
<i>Dypilidium caninum</i>	Associado a canídeos silvestres e sua dispersão e à domesticação de cães	Provavelmente por contato com canídeos silvestres ou migrações humanas após a domesticação dos cães	Provavelmente desde a pré-história (casos humanos são descritos no Brasil a partir de 1917)
<i>Echinococcus granulosus</i>	Associado às atividades humanas	Provavelmente associada à introdução de carneiros	Séc. XIX (os primeiros registros na América do Sul datam de 1860-1870, na Argentina e Uruguai, respectivamente)
<i>Fasciola hepatica</i>	Associado às atividades humanas	Provavelmente associada à introdução de gado bovino	Os primeiros trabalhos que tratam da ocorrência de <i>Fasciola hepatica</i> no Rio de Janeiro datam de 1921

HELMINTOS			
<i>Hymenolapis nana</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente associada à introdução de roedores durante a colonização	Provavelmente no período colonial
<i>Macracanthorhynchus hirundinaceus</i>	Associado às atividades humanas	Provavelmente associada à introdução de suínos, durante a colonização	Provavelmente no período colonial
<i>Mammomonogamus laryngeus</i>	Desconhecido	Desconhecida	Desconhecido
<i>Moliniformis moliniformis</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente associada à introdução de roedores durante a colonização	Provavelmente no período colonial
<i>Onchocerca volvulus</i>	Associado às migrações humanas	Provavelmente associada ao tráfico de escravos ou migrações de tropas militares e de povos indígenas	Desconhecido
<i>Schistosoma mansoni</i>	Migrações humanas oriundas da África	Associada ao tráfico de escravos africanos	Período colonial (séc. XVI e XVII)
<i>Taenia solium</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente associada à entrada de suínos durante a colonização	Provavelmente no período colonial
<i>Taeniarynchus saginata</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente introduzida associada ao comércio de bovinos	Desconhecido
<i>Toxocara canis</i>	Associado a canídeos silvestres e sua dispersão e à domesticação de cães	Provavelmente por contato com canídeos silvestres ou migrações humanas após a domesticação dos cães	Provavelmente desde a pré-história
<i>Trichuris trichiura</i>	Associado às migrações humanas	Associada às migrações pré-históricas	Pré-história (provavelmente há cerca de 5 mil anos)
<i>Wuchereria bancrofti</i>	Associado às migrações humanas	Associada ao tráfico de escravos africanos	Período colonial
MOLLUSCA			
Espécie	Modo de introdução	Descrição da introdução	Período da introdução
<i>Achatina fulica</i>	Criação comercial para alimentação	Venda de matrizes para criadores, rotas comerciais e translocação de maquinários, comércio de mudas e em “containers” marítimos	Década de 1980, em feira agropecuária no Paraná
<i>Bradybaena similaris</i>	Desconhecido	Transporte de alimentos, mudas, maquinários e insumos agrícolas	Desconhecido
<i>Deroceras laeve</i>	Acidental	Indivíduos aderidos em hortaliças, mudas e plantas e insumos agrícolas	Desconhecido
<i>Helix aspersa</i>	Criação comercial para alimentação	Venda de matrizes para criadores, rotas comerciais de alimentos e autopropagação	Há relato de meados da década de 1970 no sul do Brasil, de introdução por imigrantes europeus

<i>Limax flavus</i>	Acidental	Transporte de alimentos e mudas por imigrantes europeus	Início do século XX
<i>Limax maximus</i>	Acidental	Transporte de alimentos e mudas por imigrantes europeus	Início do século XX
<i>Melanooides tuberculata</i>	Acidental	Associada ao comércio de aquarofilia	1967, primeiro relato, no estado de São Paulo
ARTRÓPODES			
Espécie	Modo de introdução	Descrição da introdução	Período da introdução
<i>Dermacentor nitens</i> *	Associado às migrações humanas	Associada a atividades militares	Séc. XX (primeiro registro no Brasil ocorreu em 1944)
<i>Argas (Persicargas) miniatus</i>	Associado à introdução de aves domésticas	Comércio de aves	Séc. XIX (1820)
ARTRÓPODES			
<i>Rhipicephalus* (Boophilus) microplus</i>	Associado às atividades humanas	Associada ao comércio de animais, principalmente bovinos	Período colonial (provavelmente séc. XVI e XVII)
<i>Cimex hemipterus</i>	Provavelmente associado às migrações humanas	Provavelmente associada às navegações, ao comércio de animais, migrações humanas e atividades militares	Provavelmente no período colonial
<i>Cimex lectularius</i>	Provavelmente associado às atividades humanas	Provavelmente associada ao comércio de animais	Em 1985, houve o primeiro registro da espécie no Brasil
<i>Hyalomma hidromedarii</i>	Associado às atividades humanas	Associada à importação de dromedários para atividade de turismo	Séc. XX (ano 2000)
<i>Hyalomma marginatum</i>	Associado às atividades humanas	Associada à importação de equinos	Séc. XX (introdução notificada em 1999)
<i>Rhipicephalus bursa</i>	Associado às atividades humanas	Associada à importação de equinos	Séc. XX (Introdução notificada em 1999)
<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Associado às atividades humanas	Associada à importação de animais de estimação	Período colonial (séc. XVI)

* Nomenclatura atualizada em 2018.

A maioria das espécies possui um ou mais hospedeiro intermediário para completar seu ciclo, e muitas vezes a entrada do patógeno está associada à de seus hospedeiros e vetores. Das espécies identificadas, 35% dependem de vetores para completar seu ciclo de vida, o que pode potencializar a dispersão e novas invasões, uma vez que estas espécies não têm hábitos alimentares restritos. Neste conjunto de espécies, a entrada do vetor foi o principal veículo de introdução no país.

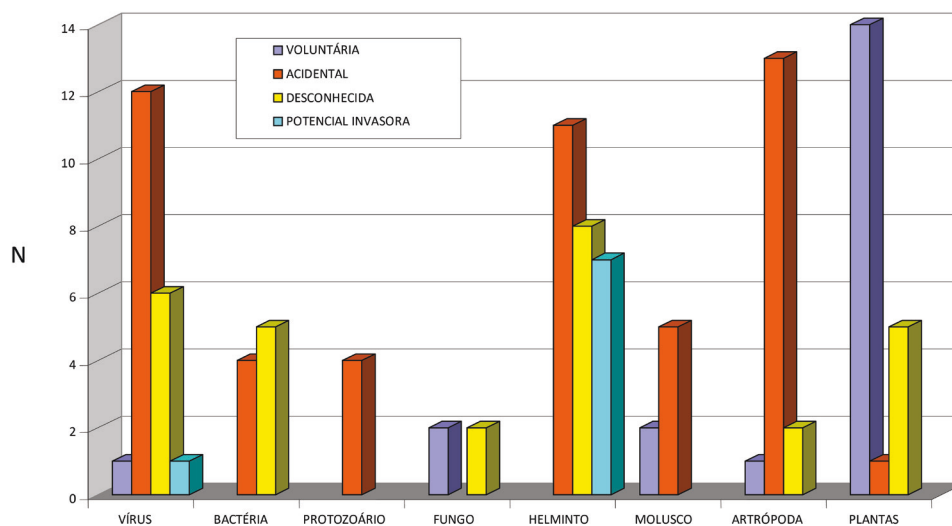
Das 101 espécies analisadas, 86,8% já foram introduzidas e se expandiram no Brasil

Das 101 espécies analisadas, 86,8% já foram introduzidas e se expandiram no Brasil. Somente 7,5% foram consideradas potenciais invasoras, e estas estão compreendidas entre os vírus e helmintos. Os helmintos potenciais invasores são espécies associadas ao novo hábito de ingestão de pescado cru, com a disseminação da culinária japonesa.

Dentre os grupos de espécies levantadas até 2006, 47% delas foram introduzidas acidentalmente; 26,4% entraram de forma desconhecida, possivelmente desde a pré-história; e 18% foram introduzidas de maneira voluntária (Figura 3, Tabela 1). Neste grupo estão as espécies de uso econômico destinadas a múltiplos usos: na pecuária (consumo e melhoria de plantel), em aquariofilia, na medicina e na farmacologia, em ornamentação e como cepas para pesquisas científicas, entre outros.

Figura 3

Tipo de introdução observada no conjunto de espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana no Brasil, até 2006



Apesar da amplitude da legislação e dos esforços de vigilância, o maior risco de entrada de espécies invasoras (42,1%) no país está associado ao comércio e ao trânsito não informados de mercadorias pessoais ou comerciais, pessoas, animais e plantas que servem de transportadores mecânicos ou biológicos de patógenos

Os dados mostram que, até 2006, das EEIs que afetam a saúde humana, 73,4% entraram no país despercebidas (acidentais + desconhecidas), informação que corrobora os resultados obtidos no estudo que identificou a estrutura de prevenção e controle disponível. Conclui-se que, apesar da amplitude da legislação e dos esforços de vigilância, o maior risco de entrada de espécies (42,1%) no país está associado ao comércio e ao trânsito não informados de mercadorias pessoais ou comerciais, pessoas, animais e plantas que servem de transportadores mecânicos ou biológicos de patógenos (Tabela 3).

Tabela 1

Espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana e as diversas formas de entrada no Brasil, até 2006

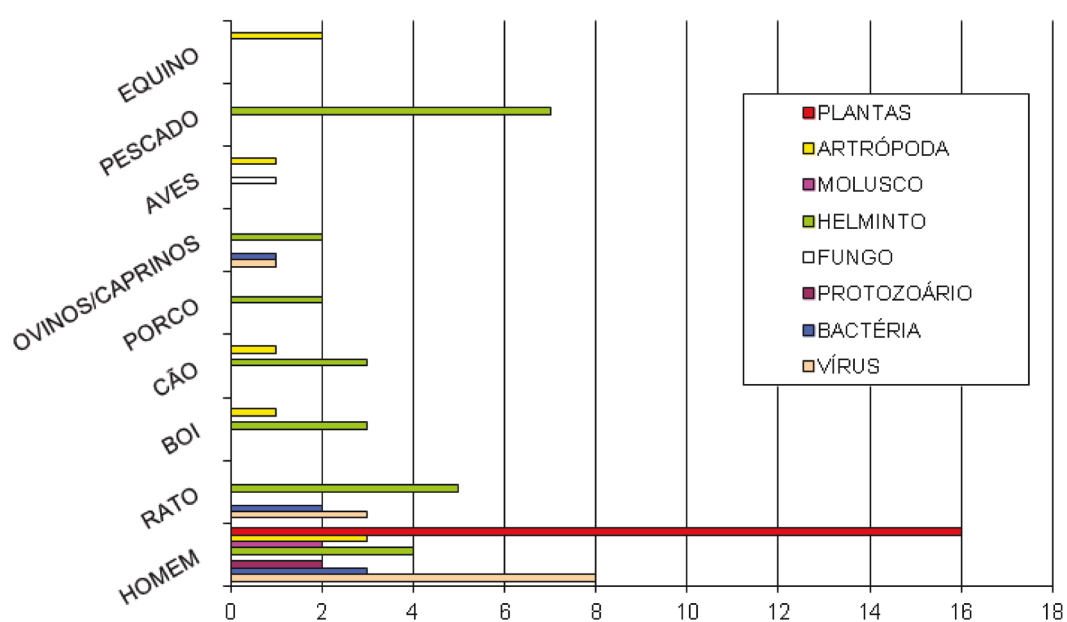
	VOLUNTÁRIA	ACIDENTAL	DESCONHECIDA	ESPÉCIE POTENCIAL INVASORA
Vírus	1	12	6	1
Bactérias		4	5	1
Protozoários		4		
Fungos	2		2	
Helmintos		11	8	7
Moluscos	2	5		
Artrópodes	1	13	2	
Plantas	14	1	5	
TOTAL	20	50	28	8
% total	18	47	26,4	7,5

É considerável a importância de introdução de EEIs de forma não intencional (15,7%) e agregada a outros vetores, como solos contaminados, embalagens, plantas para uso ornamental, fômites e objetos que servem de abrigo para as espécies. Espécies vinculadas a outras – veículos ou vetores

biológicos –, quando reunidas, são responsáveis por 36,84% das introduções. Entre elas, os roedores respondem por 10,52% da entrada de patógenos no país; o pescado, por 7,36%; os bovinos, ovinos/caprinos e cães, por 4,2%; e as aves e os equinos, por 2,1% (Figura 4). O transporte de alimentos, principalmente de víveres, e também os processados de forma inadequada respondem por 5,2% das EElS no Brasil.

Figura 4

Veículos biológicos de dispersão relacionados à entrada de espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana, até 2006



Os dados levantados são importantes porque desmistificam algumas crenças como a da responsabilidade do cão na transmissão de muitas doenças para o homem e para animais, e atestam, mais uma vez, o risco da introdução associada e não notificada, agregada a mercadorias, pessoas, animais e plantas.

As informações levantadas em 2006 foram validadas em duas oficinas, uma no Rio de Janeiro e outra em Brasília, com a presença de 30 e 27 especialistas, respectivamente, externos ao grupo de trabalho.

Políticas e estrutura nacional para o controle e prevenção de EEIs em 2006

Existem instrumentos de controle e prevenção de espécies exóticas disponíveis, mas estes estão dispersos em diversos ministérios e, para as espécies levantadas, mecanismos de controle são conhecidos em 90% dos casos. O resultado da compilação da estrutura de controle e prevenção existente no país reforça que a falta de articulação, integração e, muitas vezes, a ambiguidade estão entre os maiores empecilhos para a vigilância das fronteiras internacionais e nacionais.

Em 2006, o Brasil possuía 24 ministérios e, entre estes, os que de alguma forma tratavam a questão das espécies exóticas invasoras eram: o Ministério da Saúde (MS); o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa); o Ministério do Meio Ambiente (MMA); o Ministério da Justiça e Segurança Pública (MJSP); o Ministério da Fazenda (MF); o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); o Ministério dos Transportes (MT); o Ministério da Defesa (MD); o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); o Ministério das Comunicações (MC) e o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Os ministérios que apresentavam, em suas competências, poderes para prevenir e controlar a entrada e o trânsito de espécies exóticas invasoras e que atuavam como executores de ações de fiscalização e inspeção, além do papel primordial de elaboradores de instrumentos legais, eram o MS, Mapa, MMA e MCT. Neles, órgãos/setores específicos eram responsáveis por normatizar e fiscalizar a entrada das EEIs no âmbito dos comércios nacional e internacional (quadros 1 e 2).

Quadro 1

Estrutura nacional de prevenção e controle de espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana com representação estadual em 2006

MINISTÉRIO	ÓRGÃOS	COMPETÊNCIA DO ÓRGÃO
MS	Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS)	Informar nacionalmente os alertas da Organização Mundial da Saúde e instaurar as normas técnicas sanitárias
	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)	Fiscalização higiênico-sanitária de mercadorias, serviços e da saúde dos viajantes
Mapa	Superintendências federais de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SFA)	Defesa sanitária, inspeção, classificação e fiscalização agropecuárias
MMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)	Fiscalização, registro e licenciamento de atividades potencialmente poluidoras
MJSP	Departamento de Polícia Federal (DPF)	Exercer as funções das polícias marítima, aeroportuária e de fronteiras

Quadro 2

Principais órgãos fiscalizadores, responsáveis pelo controle de mercadorias importadas e de viajantes estrangeiros no Brasil em 2006

ÓRGÃO FISCALIZADOR	MINISTÉRIO
Secretaria da Receita Federal (SRF)	MF
Departamento de Polícia Federal (DPF)	MJSP
Superintendências Federais de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SFA)	Mapa
Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)	MS
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)	MMA

O Ministério da Saúde tem entre suas funções principais a detecção e o controle de epidemias que podem atingir a população brasileira. Para tal, gerencia e executa programas de combate a agentes infecciosos, de vigilância sanitária e de educação popular.

A Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), encarregada de emitir o alerta de risco epidemiológico em todo o território nacional, baixar normas técnicas sobre formas de prevenção e controle de agentes infecciosos e vetores, e coordenar e executar os planos de divulgação dos riscos epidemiológicos, é a articuladora de programas envolvendo a OMS e órgãos brasileiros de vigilância sanitária e de saúde.

A Anvisa desempenha papel fundamental na prevenção e controle de espécies exóticas invasoras, pois é o órgão do MS competente para inspecionar as condições higiênico-sanitárias de mercadorias para o consumo humano e as condições de saúde dos viajantes, com o intuito de controlar vetores de doenças de notificação internacional, bem como de autorizar o funcionamento e fiscalizar as empresas prestadoras de serviços de interesse da saúde pública em postos alfandegários, aeroportos, portos e postos de fronteira seca.

Vale ressaltar a importância da Anvisa nas ações de controle de doenças nas fronteiras, portos e aeroportos, desde que sejam informadas pelos sistemas internacionais de alerta. Quando a fiscalização não tem objeto de busca direcionada, a ação ainda necessita de incrementos, e o risco de entrada de espécies exóticas invasoras no país é real.

Apesar de ter suas atividades voltadas para a qualidade e a sanidade da produção agropecuária, o Mapa tem o papel fundamental de evitar o ingresso e o trânsito, no país, de espécies patogênicas ao homem, pois atua de forma direta no controle das zoonoses. Dessa forma, suas atividades evitam não só que enfermidades exóticas ao território brasileiro adentrem nossas fronteiras internacionais, como também previne que doenças já existentes no país se disseminem para regiões indenes.

Para que suas ações sejam efetuadas, o Mapa dispõe de legislação específica, manuais, planos, programas de controle de doenças infectocontagiosas, regulamentos e outros dispositivos, como o sistema Vigiagro, que determinam ações de fiscalização e inspeção fitozoossanitária e de defesa agropecuária.

O MMA, por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e do Ibama, regulamenta e executa, respectivamente, as ações para preservação da qualidade do ambiente. Ao Ibama compete, além da fiscalização, o registro e o licenciamento de atividades envolvendo o comércio e a criação de espécies da fauna e da flora, nativas ou exóticas, e de atividades que envolvam risco à saúde ambiental e à saúde pública, como o licenciamento para tratamento e destinação final de resíduos, bem como a coordenação de programas de manutenção dos ecossistemas brasileiros e a coordenação nacional do Programa Global de Gerenciamento de Água de Lastro (Globallast).

O MJSP, por intermédio do DPF e de sua atuação nos postos de fronteira, portos e aeroportos brasileiros, apresenta relevante atuação, pois regulamenta e controla a entrada de estrangeiros no território nacional, atividade que representa potencial risco para a disseminação de novas doenças transmissíveis.

O MDIC gerencia, juntamente com o MF, o Sistema Integrado de Comércio Exterior (Siscomex), que registra e acompanha, em plataforma informatizada, as etapas dos processos de exportação e importação de mercadorias. Dessa forma, os agentes que realizam a fiscalização aduaneira podem, desde que capacitados, solicitar assessoria de órgãos competentes em caso de mercadorias suspeitas de veicularem espécies exóticas invasoras.

Passados mais de dez anos do I Informe, é possível reafirmar as recomendações descritas em 2006. Entre elas, a criação do Sistema Nacional de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas Invasoras

Passados mais de dez anos do I Informe, é possível reafirmar as recomendações descritas em 2006 (MACHADO et al., 2009):

- Criar o Sistema Nacional de Prevenção e Controle de Espécies Exóticas Invasoras, para que as ações sigam padrões e normas, os alertas sejam integrados e informatizados em base de dados para consulta *on-line*, e as ações de capacitação e fiscalização ocorram de forma conjunta, contínua e articulada entre órgãos e setores.
- Veicular na mídia de massa os impactos e a necessidade da prevenção e controle de espécies exóticas invasoras como forma de conservar a biodiversidade brasileira e promover a saúde humana, animal e vegetal;
- Promover e melhorar os programas de informação aos viajantes para que não tragam nem dispersem espécies exóticas invasoras no Brasil;

- Criar Fórum Técnico periódico para discussão e melhoria da estrutura de prevenção e controle de espécies exóticas invasoras; e
- Criar programa integrado de capacitação e treinamento de todos os agentes envolvidos nas ações de prevenção e controle de espécies exóticas invasoras.

Essas recomendações tornam a fazer parte da atenção de diversos órgãos e ministérios em 2018, com o resgate das discussões, a revisão e elaboração da Estratégia Nacional das EEIs, que se reiniciaram em 2017.

Coordenadores e equipes técnicas por grupo taxonômico responsáveis pelo

I Informe Nacional de Espécies Exóticas e Invasoras que Afetam a Saúde Humana 2006

COORDENAÇÃO GERAL E DA ESTRUTURA E POLÍTICA NACIONAL	
Marcia Chame, Martha Lima Brandão, André Batouli Santos, Ronaldo Justo	
VÍRUS	BACTÉRIAS
Elba Regina Sampaio de Lemos (coordenadora) , Edson Elias da Silva, Tatiana Rozental, Renata Carvalho de Oliveira	Martha Maria Pereira (coordenadora) , Ernesto Hofer, Ilana Teruskin Balassiano
PROTOZOÁRIOS	FUNGOS
Sylvio Celso da Costa (coordenador) , Caroline Carvalho de Almeida, Flávia de Oliveira Cardoso, Reginaldo Peçanha Brazil	Aurea Maria Lage de Moraes (coordenadora) , Cintia de Moraes Borba, Maria Inês Pessanha de Azevedo, Verônica Leite de Holanda Gomes
HELMINTOS	MOLUSCOS
Rosângela Rodrigues e Silva (coordenadora) , Daniel Daipert Garcia, Delir Corrêa Gomes Maués da Serra-Freire, Dely Noronha de Bragança Magalhães Pinto, Fernanda Barbosa de Almeida da Cunha, Marcelo Knoff, Rodrigo Jorge de Alcantara Guerra	Silvana Carvalho Thiengo (coordenadora) , Monica Lemos Ammon Fernandez, Sonia Barbosa dos Santos, André Favaretto, Pablo Menezes Coelho, Maria Inês Pessanha de Azevedo
ARTRÓPODES	PLANTAS
Elizabeth Rangel (coordenadora) , André de Figueiredo Barbosa, Arion Túlio Aranda, Cheryl Gouveia, Gilberto Salles Gazêta, Jacenir Reis do Santos Mallet, Joyce Mendes Pereira, Magda Clara Costa, Marcelo Pereira, Marcelo Quintela, Márcia Gonçalves de Castro, Marilza Maria Herzog, Marinete Amorim, Maurício Luiz Vilela, Natalia Zúniga, Nataly Araújo de Souza, Nicolau Maués Serra-Freire, Nildimar Alves Honório, Rafael Maciel de Freitas, Ricardo de Godoi Mattos Ferreira, Ricardo Lourenço, Roberto da Costa Peres, Simone Castro de Souza, Tamara Nunes, Teresa Cristina Monte Gonçalves, Verônica Marchon Silva	Maria Auxiliadora Kaplan (coordenadora) , Maria Raquel Figueiredo, Aline Thompson Coelho Garcia do Carmo, Livia Regly Stutz Soares

2.8 BIODIVERSIDADE URBANA

As cidades nascidas como pequenos aglomerados humanos constituem-se, desde a Antiguidade, como estrutura de proteção, troca de serviços e bens, centros de poder religioso e político para os humanos. Na escolha de sua disposição geográfica, são considerados a proximidade de oferta de água doce e de terra fértil, estoque de pescado, presença de barreiras geográficas estratégicas para a segurança, caminhos para comunicação, rotas de fuga, riscos de desastres naturais, experiência adquirida de comunidades ancestrais. Com essa visão, essencial para os povos antigos, a geografia favoreceu o poderio de Roma e tantas outras cidades que se tornaram centros da civilização ao longo da nossa história (MUMFORD, 1968).

Em geral muito pequenas na sua origem, com cerca de 10 mil habitantes ocupando algo como 1 km², as cidades se tornaram, com os meios de transporte, os avanços tecnológicos no campo e o êxodo rural, e a industrialização, verdadeiros “formigueiros” humanos onde, em 2016, moravam 54,5% de toda a população mundial e onde se estima que, em 2030, estarão morando 60% de todas as pessoas do planeta. Em 2016, 23% da população mundial viviam em cidades de pelo menos 1 milhão de habitantes, e a ONU projeta que, em 2030, 730 milhões de nós estarão em cidades com mais de 10 milhões de pessoas, a maioria nas regiões em desenvolvimento (UNITED NATIONS, 2016).

Em 2010, pela primeira vez, a população humana se tornou predominantemente urbana, ocupando cerca de 2% da superfície terrestre, consumindo cerca de 75% dos recursos da Terra e gerando impactos ecossistêmicos a longa distância, muitas vezes em outros países, e de efeitos extensos e globais

Em 2010, pela primeira vez, a população humana se tornou predominantemente urbana, ocupando cerca de 2% da superfície terrestre, consumindo cerca de 75% dos recursos da Terra¹¹ e gerando impactos ecossistêmicos a longa distância, muitas vezes em outros países, e de efeitos extensos e globais, como a deposição e dispersão de compostos químicos em rios, lagos e zona

11 <http://atlas.aas.org/pdf/91-94.pdf>

costeira, transformação do solo, alteração climática, consumo de água e madeira¹². Como centro de poder econômico, as cidades atraem as pessoas em busca de melhores condições de vida, emprego, conforto e, por isso, geram de 65 a 80% do PIB dos países em desenvolvimento¹³. A cidade de São Paulo, sozinha, contribui com cerca de 10% do PIB nacional do Brasil¹⁴.

De fato, as cidades trouxeram qualidade de vida a diversas pessoas, com a mortalidade infantil mais baixa que no campo, maior acesso à educação, à água encanada e ao esgotamento sanitário. Entretanto, esses benefícios não são universais e, nos grandes centros urbanos dos países em desenvolvimento, milhões de pessoas vivem em ambientes precários, sem qualquer serviço público¹⁵.

Da transformação da paisagem verde das florestas e do campo para o mundo cinza do concreto e marrom da poluição, as cidades geram impactos que transformam e causam perda da biodiversidade e ameaçam a qualidade de vida. Nesses espaços, que se adensam e verticalizam, doenças infecciosas como as diarreias, a tuberculose e as sexualmente transmissíveis e as transmitidas por vetores, bem como a violência, se alastram (MINAYO, 2006).

Impactos das cidades sobre a biodiversidade

A fragmentação dos ambientes naturais provoca o isolamento das populações, forçando a deriva genética, a sobreposição de áreas de uso por espécies distintas, o que favorece a transmissão de patógenos inespecíficos e cria condições privilegiadas para as espécies generalistas. Esses fatores, entre outros, provêm condições propícias ao rompimento de barreiras biológicas e ao *spillover* (transbordamento) de patógenos entre animais silvestres, domésticos e homens (MCCALLUM; DOBSON, 2002; WOOLHOUSE; GOWTAGE-SEQUERIA, 2005; JONES et al., 2008; TRACEY et al., 2014).

Nos ambientes urbanos, a perda de habitat, maior responsável pela extinção de espécies, dificulta a sobrevivência da fauna e da flora nativa. O ambiente transformado gera espaços homogêneos, simplificados e ecologicamente desequilibrados

12 Worldwatch Institute, State of the World 1995

13 World Bank, World Development Report 1998

14 <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>

15 World Bank, World Development Report 1998

Nos ambientes urbanos, a perda de habitat, maior responsável pela extinção de espécies, dificulta a sobrevivência da fauna e da flora nativa, especialmente das espécies predadoras e das de grande porte, que necessitam de áreas extensas e condições especiais para viver. O ambiente transformado gera espaços homogêneos, simplificados e ecologicamente desequilibrados (NORTON; EVANS; WARREN, 2016; NILON et al., 2017). Mas se por um lado essas transformações impedem a maioria das espécies de viver, por outro propiciam novos espaços e nichos ecológicos a serem ocupados, o que favorece o sucesso de espécies exóticas e a adaptação de espécies nativas de grande plasticidade genética. Na conquista desses novos espaços, muitas se tornam pragas urbanas, com impacto para a saúde, a economia e a biodiversidade local (GAERTNER et al., 2016; NILON et al., 2010).

As cidades são ilhas de calor, pois concentram indústrias, meios de transporte, equipamentos geradores e consumidores de energia e depósitos de lixo que geram emissões de gases de efeito estufa (UN-Habitat, 2011); construções e impermeabilização do solo com materiais e revestimentos que acumulam calor; aglomeração de construções verticalizadas que bloqueiam as correntes e a circulação de ar, eliminam a cobertura vegetal e nativa, retificam cursos de água e aterram áreas alagadas. Vivendo ondas de altas temperaturas nos últimos quarenta anos e episódios de chuvas intensas em poucos dias (MARENGO; SCARANO, 2016), as cidades se transformaram no espaço adequado para o estabelecimento e o crescimento do *Aedes aegypti*, que, com o calor, expande sua distribuição geográfica, diminui o período de incubação de agentes infecciosos, como os vírus da dengue, zika e chikungunya, e aumenta a taxa de picada das fêmeas (HONÓRIO; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2001). Os “n” espaços urbanos acumulam água e oferecem milhares de locais disponíveis para a postura dos ovos e o desenvolvimento dos estágios larvares de mosquitos vetores. Os períodos de seca favorecem a expansão das formas aladas, que buscam novas áreas para viver (PAZ; SEMENZA, 2016). Soma-se a esses fatores a baixa presença de predadores, tanto no ambiente dos adultos quanto nos ambientes aquáticos (AKRAM; ALI-KHAN, 2016), artificiais ou modificados.

A homogeneização de habitats nas cidades é especialmente danosa às aves silvestres (ARONSON et al., 2014). A baixa oferta de abrigos e de alimento (frutos, flores e insetos, entre outros) reduz a riqueza de espécies e propicia a colonização de espécies exóticas e domesticadas, como o pombo (*Columbia livia*), habitante adaptado às cidades de todo o mundo (McKINNEY, 2002). Entretanto, algumas aves que se adaptaram ao ambiente urbano desenvolveram estratégias comportamentais especiais, como a modificação do canto (FRANCIS; ORTEGA; CRUZ, 2009). Na Europa, na Ásia e no norte da África, o pássaro chapim-real (*Parus major*) apresenta a mais evidente adaptação acústica ao ruído antrópico. Para garantir sua comunicação em meio à poluição sonora, tornou seu canto mais curto e mais rápido do que o dos indivíduos que vivem na floresta (SLABBEKOORN; BOER-VISSER, 2006).

A luz artificial, que estende o período das atividades humanas, também gera impactos sobre animais e plantas (BENNIE et al., 2016; CHEPESIUK, 2009; KEMPENAERS; BONG, 2010). O fotoperíodo prolongado confunde as árvores, alterando o ciclo de crescimento, floração e frutificação

e, conseqüentemente, o ciclo de polinizadores e herbívoros (BENNIE et al., 2016). As lâmpadas atraem insetos, especialmente mariposas que invadem as casas, varandas e, ao se debaterem no foco de luz, perdem suas escamas e cerdas, que em contato com a pele humana causam alergias, como as observadas no sul do Brasil, em diversos episódios¹⁶. A orientação das tartarugas ao nascerem é perturbada pelo clarão das cidades, e ao invés de se guiarem pelo luar no mar elas acabam sendo atropeladas ou caindo nos bueiros das ruas à beira-mar (CHEPESIUK, 2009; SEA TURTLE CONSERVANCY, 2017).

Nesse cenário, em constante e rápida transformação, alterações inusitadas têm sido identificadas em populações silvestres que permanecem na zona urbana. Recente estudo evidenciou o resultado da pressão seletiva sobre populações urbanas do rato-de-pata-branca (*Peromyscus leucopus*), nativo da América do Norte, na cidade de Nova York. Os indivíduos da cidade apresentaram modificações genéticas envolvidas em processos metabólicos de lipídios e carboidratos, indicando a adaptação biomolecular à nova dieta *fast-food* ofertada por Nova York, quando comparados àqueles de áreas mais naturais (HARRIS; MUNSHI-SOUTH, 2017).

A oferta de alimento, água e de abrigo que protege de predadores e variações climáticas é fator de atração para muitas espécies de grupos distintos de animais. Assim, observam-se espécies silvestres que se adaptam aos ambientes construídos e passam a se beneficiar dos recursos disponibilizados pelas cidades, como as garças-brancas (*Ardea alba*), os gambás (*Didelphis spp.*), as corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*) e as corujas-de-igreja (*Titus alba*), muitas espécies de morcegos, jararacas, insetos, dentre muitas outras. Essa aproximação vem se tornando mais intensa em todo o mundo. Javalis, ursos, cervos e coiotes são visitantes frequentes das cidades no hemisfério norte¹⁷. No Rio de Janeiro, primatas entram nas casas e aprenderam a buscar alimento em coletores de lixo (Figura 1); onças-pardas rondam estacionamento de *shopping centers* no estado de São Paulo¹⁸; capivaras se alimentam nas margens de lagoas e rios; e os flebotomíneos transmissores da leishmaniose visceral se adaptaram ao centro urbano de Belo Horizonte (BEVILACQUA et al., 2001).

16 <http://paranaportal.uol.com.br/cidades/paranagua-registra-500-casos-de-alergia-a-mariposas-em-quatro-dias/>

17 <https://www.theguardian.com/cities/2014/apr/14/cities-animals-urban-environment-species>

18 <http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2012/04/cameras-flagram-onca-perto-de-estacionamento-do-stj-em-brasilia.html>

Figura 1

Macaco-prego (*Sapajus nigritus*) coletando “quentinha” na lixeira do Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro



Foto: Marcia Chame

Neste contexto, vale destacar a presença de morcegos que vêm em busca de insetos, atraídos pelas luzes artificiais das cidades, frutos de árvores exóticas, como as amendoeiras, e abrigo, frequentemente encontrado nas construções, espaços excelentes para a reprodução e criação de filhotes. Pesquisadores que estudam morcegos urbanos e a utilização de abrigos diurnos registraram, no sudeste do Brasil, em 2015, 37 espécies de morcegos vivendo em construções artificiais nas grandes cidades. Destas, 15 espécies viviam em forros e 22 em porões, pontes, cisternas, vãos de dilatação de viadutos, dutos de refrigeração, espaços entre prédios. Espécies frutívoras e insetívoras utilizam diversos tipos de abrigos e muitos deles são compartilhados com *Desmodus rotundus*, espécie hematófaga, principal transmissora do vírus rábico para animais e humanos (BIAVATTI; COSTA; ESBÉRARD, 2015).

O compartilhamento de habitats entre espécies de morcegos favorece a circulação do vírus da raiva, mesmo naqueles não hematófagos, uma vez que o vírus pode ser transmitido pelo ar e inalado em condições especiais, por pessoas e animais. O risco de mordedura de morcegos encontrados doentes e manipulados sem proteção também é comum nos ambientes urbanos, e verifica-se que cada vez mais, em todo país, eles recorrem aos humanos como fonte alimentar (SCHNEIDER et al., 2009). O acesso aos abrigos normalmente pouco ventilados, escuros, úmidos e repleto de fezes de morcegos – e muitas vezes de pombos, que também se abrigam nesses locais – proporciona a infecção humana por *Histoplasma capsulatum*, fungo que coloniza as fezes desses animais e se dispersa por esporos que são inalados com a poeira, provocando a histoplasmose, doença pulmonar grave (ZANCOPÉ-OLIVEIRA; WANKE, 1986).

No entanto, a solução para os problemas de ocupação de residências e construções por morcegos, gambás e pequenos marsupiais, roedores, cobras, escorpiões, aves, assim como a aproximação de outros de médio e grande porte, é sempre a captura ou a exterminação dos animais. Não se encontram projetos arquitetônicos ou de engenharia e planejamento urbano que mitiguem, minimizem os danos sobre animais e plantas ou promovam espaços compartilhados de convívio saudável. Para isso, entretanto, há muito que se investir em educação e conscientização para a sustentabilidade (McKINNEY, 2002).

Adaptação significa evolução, e os espaços urbanos promovem pressões evolutivas importantes sobre animais, plantas e pessoas, e tornaram as cidades espaços antropocêntricos, mal planejados e manejados, que promovem o crescimento de pragas, a transmissão e a persistência de doenças

Adaptação significa evolução, e os espaços urbanos promovem pressões evolutivas importantes sobre animais, plantas e pessoas (JOHNSON; MUNSHI-SOUTH, 2017), e tornaram as cidades espaços antropocêntricos, mal planejados e manejados, que promovem o crescimento de pragas, a transmissão e a persistência de doenças (BRADLEY; ALTIZER, 2007; ANTONIO-NKONDJI, 2014). Ao longo do tempo, os espaços construídos tendem a se tornar predominantes e a abrigar populações de espécies que a eles se adaptarão de alguma forma. Nesse cenário, nos tornamos a maior biomassa disponível para as espécies parasitas e vetoras. Urge, portanto, o planejamento adequado que busque soluções sinérgicas entre qualidade de vida humana, desenvolvimento, eficácia e eficiência de transporte, moradia e trabalho e a conservação da biodiversidade nos grandes centros (FAETH; SAARI; BANG, 2012; GAERTNER et al., 2014).

Tornar as cidades mais verdes e harmônicas é um desafio em todo o mundo, e alguns países avançam nesta busca. Proteger as florestas ao redor de Nova York é sete vezes mais barato que construir e operar uma planta de tratamento de água

Tornar as cidades mais verdes e harmônicas é um desafio em todo o mundo, e alguns países avançam nesta busca. A conservação de grandes áreas naturais afastadas dos grandes centros gera benefícios imperceptíveis, mas cruciais para seus moradores. Estudos do Banco Mundial e da World Wildlife Fund apontam que a preservação do monte Kenya, na África, economiza US\$ 20 milhões/ano ao proteger a captação de água para dois grandes rios e que proteger as florestas ao redor de Nova York é sete vezes mais barato que construir e operar uma planta de tratamento de água¹⁹.

Em 2009, a Convenção de Diversidade Biológica (CBD) reuniu os países partes em Bonn, na Alemanha, e propôs a implementação de um índice para medir a biodiversidade urbana, que foi implementado em 2010, durante a reunião em Nagoya, no Japão. O Índice de Biodiversidade Urbana ou Índice de Singapura²⁰ tem como objetivo

medir a biodiversidade urbana; apoiar os governos nacionais e as autoridades locais na criação de pontos de referência nos esforços de conservação da biodiversidade; auxiliar na avaliação do progresso na redução da taxa de perda de biodiversidade em ecossistemas urbanos; ajudar a medir a pegada ecológica das cidades; ajudar a desenvolver diretrizes para preparar um plano de ação para a biodiversidade das cidades, de forma a alcançar os objetivos da Convenção e consciencializar as cidades das lacunas de informação sobre a sua biodiversidade (CHAN et al., 2014).

Para avaliação do índice, as estruturas urbanas são classificadas em:

- Estruturas cinzas (*Grey structures*) – todo o meio construído composto por superfícies impermeáveis, tais como edifícios, estradas e calçadas;
- Estruturas ou Infraestruturas verdes (*Green structures* ou *Green infrastructures*) – áreas plantáveis da cidade (áreas permeáveis), como parques e jardins urbanos, público e privados, ruas arborizadas, taludes e encostas, sebes, zonas verdes presentes em cemitérios, zonas agrícolas e florestas residuais, espaços vagos em vários estágios de sucessão, vegetação de zonas úmidas, de beira das estradas e autoestradas, de fendas etc.;
- Estrutura azuis (*Blue structures*) – rede hidrográfica da cidade, incluindo rios, estuários, canais artificiais, lagos, charcos, reservatórios e linhas de drenagem natural;
- Estruturas marrons (*Brown fields*) – o solo ocupado por estrutura permanente, que se tornou vaga ou abandonada.

A biodiversidade é base da sustentabilidade e a saúde, no seu aspecto mais amplo, é o seu melhor indicador. Além dos seus serviços e benefícios calculáveis, há ainda os que serão eternamente incalculáveis e imateriais, como os espaços de reflexão, os sagrados, a percepção de sons, cores, sensações e inspirações que trazem bem-estar e equilíbrio mental e físico (WHO, 2015). Nas cidades de hoje, esses espaços são raros, e o desafio está em como provê-los no futuro.

19 World Bank-WWF. Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use, Running Pure: The Importance of Forest Protected Areas to Drinking Water, 2003

20 <https://www.cbd.int/subnational/partners-and-initiatives/city-biodiversity-index>

3

DESAFIOS

3.1 NOVAS DINÂMICAS, VELHAS DOENÇAS

Nas últimas décadas, mudanças significativas na dinâmica das doenças têm sido observadas e relacionadas com aspectos culturais, socioeconômicos, políticos, tecnológicos e ambientais. Essas mudanças, das quais o homem é o ator principal, impactam diretamente as relações saúde/doença, proporcionando, entre outros, modificações de padrões, o surgimento e a disseminação de novas e velhas doenças, caracterizando perfil epidemiológico extremamente complexo (LUNA; SILVA JR., 2013). Surge assim o conceito das doenças infecciosas emergentes e reemergentes, que seriam aquelas cuja incidência em humanos vem aumentando nas últimas décadas ou ameaça aumentar num futuro próximo (CDC, 1994).

De modo geral, a melhoria nas condições de vida da população vem proporcionando uma redução significativa nas taxas de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias já conhecidas. O maior acesso aos serviços de saúde, a expansão do saneamento e a maior cobertura vacinal estão entre os principais fatores responsáveis por essa redução (LUNA; SILVA JR., 2013). Pode-se mencionar, por exemplo, a taxa de mortalidade por tuberculose, que decresceu 33,3% entre os anos de 1990 e 2012, registrando-se que em 2015 o Brasil atingiu a meta de redução dos coeficientes de prevalência e incidência propostos pela OMS (BRASIL, 2016a). Óbitos causados por malária também vêm diminuindo anualmente, e em 2013 o Brasil registrou o menor número de casos dos últimos 33 anos (BRASIL, 2015a). A incidência das diarreias também declinou em paralelo à ampliação das redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário (BARRETO et al., 2007).

Doenças consideradas negligenciadas, como hanseníase, helmintoses, tracoma e Chagas, também têm alcançado bons resultados na diminuição da incidência e da prevalência (BRASIL,

2015b, 2016b). Sobre a doença de Chagas, ainda considerada como problema de saúde pública, discute-se no Brasil sua reemergência nos dias atuais, caracterizada pelo novo perfil epidemiológico, que independe da transmissão domiciliar pelo *Triatoma infestans*. Este novo cenário é constituído pela possibilidade de transmissão por vetores autóctones nas regiões originalmente endêmicas; transmissão vetorial sem colonização ou extradomiciliar na região amazônica e transmissão oral, atualmente considerada o principal mecanismo de infecção (CONSENSO, 2015). O controle dessa nova dinâmica de transmissão deve ser analisado sob a ótica do risco existente, levando-se em consideração os cenários regionais. Sobre este aspecto, a atenção da vigilância se mantém como prioridade nos municípios, além das ações de educação em saúde, com o objetivo de identificar oportunamente novos casos de transmissão.

Muitos são os avanços, mas a convivência da espécie humana com a inesgotável fonte de agentes infecciosos deverá continuar em ambientes cada vez mais modificados pelo homem. Nesse sentido, a influência das alterações ambientais tem impactado a biodiversidade em muitos aspectos, incluindo a dinâmica de doenças

Muitos são os avanços, mas a convivência da espécie humana com a inesgotável fonte de agentes infecciosos deverá continuar em ambientes cada vez mais modificados pelo homem. Nesse sentido, a influência das alterações ambientais tem impactado a biodiversidade em muitos aspectos, incluindo a dinâmica de doenças (ALHO, 2012). No Brasil, as alterações antrópicas ocorridas ao longo dos anos foram significativas, tendo em vista a expansão das fronteiras agrícola, pecuária, da mineração e da urbanização, com altas taxas de desmatamento em todos os biomas. Como consequência, hospedeiros e vetores são atraídos para os domicílios e peridomicílios, em busca de abrigo e alimentação, podendo ocasionar surtos e epidemias, como os de malária, leishmanioses e febre amarela (CONFALONIERI et al., 2002; MAYER, 2000; VILELA et al., 2011).

Outro agravante é o aumento da temperatura global, que tem diferentes causas e promove condições adequadas à dispersão dos vetores (KOVATS et al., 2001; SHUMAN, 2010). Também não poderia deixar de ser mencionado o processo de globalização, que favorece a migração e o trânsito de mercadorias, possibilitando o transporte de vetores, patógenos e hospedeiros para regiões onde não existiam anteriormente. Em função desses e de outros fatores, verificou-se que, na última década, as enfermidades transmitidas por vetores aumentaram, e foram responsáveis por 22,8% das doenças infecciosas emergentes (JONES et al., 2008).

A peste, cujo agente etiológico é transmitido por pulgas de roedores, dizimou cidades inteiras durante a Idade Média. Trata-se de uma zoonose que, apesar de ter sido controlada, tem sua reemergência considerada em regiões onde a produção e estocagem de grãos promove o crescimento populacional de roedores (MORENS; FOLKERS; FAUCI, 2004; WEISS; McMICHAEL, 2004). No Brasil, a transmissão da peste ainda é considerada endêmica em algumas regiões. Esta está ligada aos episódios de “ratada”, que ocorrem quando períodos secos tornam o alimento escasso, aumentam a mortalidade dos roedores e obrigam os animais a buscar alimentos em outras áreas, quase sempre se aproximando das casas (OLIVEIRA; FRANCO, 2005; BRASIL, 2009).

Precisamos conscientizar a população sobre a necessidade de preservação e uso racional da biodiversidade, bem como estabelecer estratégias e planos de ação capazes de lidar com as complexidades e as incertezas promovidas pelas mudanças ambientais, a fim de garantir o alinhamento entre saúde e ambiente

Muitos são os desafios para a saúde pública no Brasil, especialmente aqueles relacionados à emergência de doenças infecciosas (CARDOSO; NAVARRO, 2007). Tanto os exemplos de sucesso anteriormente mencionados quanto as incertezas relacionadas aos efeitos produzidos pelas alterações ambientais devem continuar a alimentar a busca de conhecimento em prol da saúde e de políticas públicas voltadas para o controle e a prevenção de doenças. Concretamente, sabemos que a perda da biodiversidade pode gerar, entre outros, a maximização da transmissão de patógenos antes limitados à vida silvestre, que adquirem capacidade para romper barreiras biológicas e causar sérios problemas à população humana em áreas urbanizadas (PATZ et al., 2000). Assim, precisamos conscientizar a população sobre a necessidade de preservação e uso racional da biodiversidade, bem como estabelecer estratégias e planos de ação capazes de lidar com as complexidades e as incertezas promovidas pelas mudanças ambientais, a fim de garantir o alinhamento entre saúde e ambiente.

A DOENÇA DE CHAGAS E A SITUAÇÃO NO BRASIL

Triatomíneos: 150 espécies descritas.

A espécie mais domiciliada – *Triatoma infestans* – foi eliminada por ser exótica e nunca ter se adaptado ao ambiente natural no Brasil. Entretanto, outras cerca de 60 espécies ocorrem no país, colonizando os mais diferentes tipos de ecótopos naturais: fendas entre rochas, ocos e sob cascas de árvores, copas de palmeiras, ninhos de aves, morcegos etc., alimentando-se do sangue de diferentes hospedeiros (inclusive animais de sangue frio), e mantendo o risco de transmissão em diferentes modelos epidemiológicos.

Padrão clássico de transmissão – continua importante, atualmente caracterizado por alta infestação e baixa densidade de insetos: colonização das habitações por barbeiros de origem silvestre, e a presença de animais sinantrópicos infectados com o *Trypanosoma cruzi*.

Desafios – apesar de o controle químico ser eficaz, a reinfestação das estruturas intra e peridomiciliares exige vigilância e a identificação precoce de novos focos de triatomíneos. Para isso, é desejável o desenvolvimento de armadilhas para captura dos insetos; reconhecimento dos padrões de infestação/reinfestação por espécies autóctones; manejo ambiental (eliminação de estruturas propícias à colonização); capacitação e treinamento de agentes para a captura de triatomíneos, borrifação, supervisão e avaliação.

Transmissão vetorial sem colonização – forma alternativa de transmissão, na qual o triatomíneo adulto invade as casas e transmite o parasito, apesar de não haver colonização. Não há indicação de uso de inseticidas, o que exige presteza no diagnóstico da fase aguda já instalada, para tratamento do infectado. Importante considerar as alterações ambientais das últimas décadas, alternando a ecoepidemiologia de vetores e reservatórios, e conseqüentemente a distribuição geográfica de espécies e o risco de transmissão, favorecendo especialmente as espécies adaptadas a ambientes mais áridos.

Transmissão oral – cresceu com evidência principalmente na Amazônia (destaque para o Pará), associada à ingestão de suco de frutos de palmeiras. Esta forma de transmissão também ocorre na área extra-amazônica, com surtos relatados nas regiões Sul (Paraná/ingestão de caldo de cana) e Nordeste (Rio Grande do Norte, Paraíba/caldo de cana)

Situação atual – há pouca informação sobre a situação atual da área endêmica no Brasil, uma vez que o processo de descentralização ocorrido no início dos anos 2000 não se dedicou a preservar as atividades e o sistema de informação na “área de transmissão extra-amazônica”. Sabe-se que houve grande desmobilização das atividades de controle vetorial, tendo a coordenação do programa de governo do Ministério da Saúde se transformado em grupo técnico, com recursos limitados. A Portaria nº 1.378 do Ministério da Saúde definiu o papel do SUS para o controle de vetores, mas, na prática, sua aplicação é muito limitada. Seguindo sua missão institucional e histórica, a Fiocruz tem papel fundamental na revisão e na consolidação das práticas do SUS, em suas diferentes instâncias, para o controle de vetores.

3.2 PLATAFORMAS, INFORMAÇÃO, DADOS E MODELOS EM BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Integrar dados de biodiversidade e saúde é desafio primordial para a produção de informações de qualidade que apoiem a tomada de decisão nas políticas de saúde pública, para o planejamento de territórios sustentáveis e também para a conservação de espécies ameaçadas de extinção no Brasil e o manejo de unidades de conservação. Diversos dados relacionados à biodiversidade brasileira, ainda que insuficientes, estão disponíveis. Porém, sua utilização torna-se muitas vezes limitada, visto que os dados encontram-se dispersos entre diversas instituições, armazenados em estruturas não padronizadas ou em sistemas de informação independentes.

Para a utilização dos dados de biodiversidade nos estudos de saúde torna-se necessário grande esforço prévio de compilação de dados e qualificação da informação. Ações e iniciativas do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) vêm contribuindo para a disponibilização, no Portal da Biodiversidade, dos dados de espécies informados por pesquisadores que realizam coletas de espécimens e material biológicos no Brasil. Por outro lado, o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr) busca integrar dados e informações disponíveis nas coleções biológicas brasileiras e estrangeiras e, ainda, aquelas provenientes de pesquisas científicas. No entanto, tratando-se da utilidade dessas bases de dados para os estudos das condições ecológicas que favorecem a ocorrência de zoonoses, as limitações são ainda maiores. A coleta de invertebrados/vetores de modo geral é informada em lotes, por localidades aproximadas, e não há, nessas bases, conexão entre a ocorrência do parasito com o indivíduo hospedeiro ou vetor no qual o mesmo foi isolado ou diagnosticado. Dificuldade semelhante se apresenta quando é necessário correlacionar a ocorrência de zoonoses em humanos e animais e a identificação do patógeno nos indivíduos, nas epizootias, e entre os diversos sistemas da saúde – Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL).

Apesar das dificuldades e limitações, a construção de plataformas, sistemas e diretrizes técnicas para o armazenamento, o compartilhamento e a publicação de dados e informações de biodiversidade (SILVA et al., 2015) indicam a tendência progressiva de utilização e integração das informações da biodiversidade nos estudos ecológicos de doenças infecciosas e parasitárias, como os desenvolvidos pela Fiocruz.

Alguns esforços e iniciativas vêm trabalhando na especificação dos requisitos e descrições necessárias à construção de sistemas de análises em saúde e sua interface com o ambiente e territórios. Nesta perspectiva, algumas experiências já identificaram requisitos que devem ser considerados em tal construção, dentre eles: a necessidade de o estudo refletir a multidimensionalidade dos conceitos de saúde, qualidade de vida e biodiversidade; a importância da interdisciplinaridade da equipe de pesquisadores e dos processos colaborativos entre pesquisadores e tomadores de decisão; a preocupação de estabelecer métodos quantitativos que auxiliem na tomada de decisão e métodos que combinem medidas e indicadores em diversas categorias temáticas; a viabilidade do acesso e da obtenção dos dados e a definição de objetivos e produtos claros, úteis e cientificamente construídos, de modo que possam ser repartidos e gerar análises de lacunas e implicações futuras (ICSU, 2011).

A complexidade da ecologia das doenças infectoparasitárias, em especial as zoonoses, direciona os estudos epidemiológicos para a análise de grandes bancos de dados e cria demandas por novas formas de análise de dados complexos e desestruturados. O crescimento da quantidade e complexidade dos dados tem também gerado alguns desafios em relação à escolha da metodologia estatística. Tradicionalmente essas técnicas de análise de dados apresentam algumas limitações para *big data*, principalmente em relação aos dados multidimensões e às correlações indiretas.

A modelagem computacional baseada em dados é uma linha de pesquisa que se apropria de métodos estatísticos de aprendizagem de máquina, em especial de métodos de modelagem simbólica, visando à interpretabilidade de modelos. Uma propriedade importante dos métodos de modelagem baseados em dados, como as árvores de decisão, algoritmos de extração de regras, meta-heurística e programação genética, é que o modelo é a representação explícita do conhecimento extraído dos dados e pode ser verificado e profundamente analisado por não especialistas em modelos matemáticos. Esta talvez seja uma das principais vantagens do uso desses modelos, uma vez que *a priori* é possível correlacionar diversos fatores entre si e entre a base de dados, sem a escolha prévia do pesquisador e, a partir dos resultados gerados, identificar e avaliar correlações não explícitas, fatores dependentes ou sintéticos e, o mais importante, o significado biológico do modelo gerado.

Estudos desenvolvidos na Fiocruz vêm evoluindo para a modelagem de sistemas dinâmicos e complexos de ecologia de doenças

Estudos desenvolvidos na Fiocruz vêm evoluindo para a modelagem de sistemas dinâmicos e complexos de ecologia de doenças, baseada em métodos de aprendizagem de máquina. Consideram de modo contínuo a integração de densa massa de dados geograficamente referenciados ou alfanuméricos da saúde, da biodiversidade, do ambiente e socioeconômicos, dentre outros, para a busca de padrões ou regras de associação que identifiquem relacionamentos.

O crescimento da quantidade e complexidade dos dados tem também gerado alguns desafios em relação à escolha da metodologia de modelagem, visto que as técnicas estatísticas tradicionais de análises de dados apresentam limitações para problemas de grande escala, principalmente em relação aos dados com alta dimensionalidade e correlações indiretas e não lineares.

Em tais estudos, a modelagem busca padrões ou regras de associação que caracterizem relacionamentos sistemáticos entre múltiplas variáveis e a ocorrência/distribuição das zoonoses em estudo. Entretanto, recaem sobre o processo de modelagem as limitações inerentes aos dados de ocorrência da doença ou do patógeno e aos dados geograficamente referenciados utilizados, entre elas: a coleta de amostras em intervalos de tempo irregulares; a escassez de dados de ausência reais (ou indicação de regiões isentas à ocorrência da doença); a imprecisão cartográfica dos dados de ocorrência (dados de ocorrência agrupados por municípios); a desatualização ou descontinuação de mapeamentos sistemáticos; a produção do mapeamento nacional apenas em médias e pequenas escalas (< 1:500.000).

Na busca da mitigação ou minimização dessas limitações, o processo de modelagem elaborado incorporou novos mecanismos de agrupamento e extração de informações a partir dos originais, ampliando ainda mais as potencialidades dos métodos empregados. Destacam-se entre eles: a potencialidade do trabalho, a acurácia, simplicidade e interpretabilidade dos diferentes modelos produzidos, assim como a capacidade de adaptação e aplicação da metodologia estabelecida para um vasto grupo de doenças e novas camadas de informação.

O uso de novas abordagens, metodologias e técnicas computacionais e matemáticas tem como objetivo contribuir e somar aos densos estudos epidemiológicos realizados, especialmente por pesquisadores da Escola Nacional de Saúde Pública e do Programa de Computação Científica da Fiocruz, em busca do entendimento das complexidades da ecologia das doenças.

3.3 FORTALECIMENTO DAS PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS PARA A DIVERSIDADE BIOLÓGICA

As ciências da vida transformaram-se com o advento de novas tecnologias de alta vazão em áreas como a genômica, proteômica, metabolômica (entre outras chamadas de ômicas) e a bioinformática. Essa mudança de paradigma alcançou primeiro a área biomédica, mas se faz presente na pesquisa ambiental e taxonômica (HAHN et al., 2016). Porém, o acesso à tecnologia por mecanismos tradicionais de instalação de infraestrutura por laboratório é um modelo antiquado para as demandas contemporâneas. Hoje, o acesso ocorre principalmente por meio de *core facilities*, laboratórios institucionais de serviço, ou por meio de contratação de empresas prestadoras de serviço. As plataformas tecnológicas, em especial a genômica e bioinformática, são essenciais para a execução da pesquisa básica, mas também participam integralmente do processo de translação da pesquisa em atividade econômica, como já demonstrado na área de medicina personalizada (BLAU et al., 2016). Entretanto, no Brasil, o estabelecimento desse tipo de infraestrutura tem encontrado dificuldades.

Existem casos de sucesso, como o da plataforma de sequenciamento de nova geração instalada na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) (LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIOS CENTRALIZADO) ou o supercomputador Santos Dumont instalado no Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), em Petrópolis (LABORATÓRIO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA). Este último, porém, tem passado por dificuldades de manutenção de atividades em razão da falta de recursos financeiros (SABÓIA, 2016). De forma geral, a infraestrutura brasileira encontra-se fragmentada, com dificuldades de operação por falta de recursos para pessoal e para manutenção e de um modelo de negócios sustentável. Além disso, a aquisição de insumos tem alto custo e é uma das principais dificuldades para a pesquisa e também para prestadores de serviço, que ficam pouco competitivos (ESCOBAR, 2013). O principal modelo encontrado (com exceções) é o de captação de material biológico e exportação para uma empresa terceirizada no exterior. No caso de estudos taxonômicos, o uso de abordagem de código de barra de DNA trouxe nova demanda, pois

o sequenciamento Sanger tem sido demandado em larga escala. Um laboratório no Canadá catalisa a geração de códigos de barra de DNA no mundo, o Centro Canadense de Código de Barra de DNA (CANADIAN CENTRE FOR DNA BARCODING). No Brasil, instalou-se o BrBOL, com financiamento inicial e já finalizado do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que teve uma estrutura de bioinformática centralizada (Fiocruz Minas), mas não conseguiu fazer o mesmo com a estrutura de sequenciamento Sanger, o que gerou um gargalo na produção (BrBOL, 2016).

Além da infraestrutura de pesquisa, as coleções biológicas são essenciais para estudos taxonômicos. O modelo usual é de manutenção de coleções em museus públicos. Este modelo encontra desafios de financiamento e operação adequados (SIMON, 2011; SUAREZ; TSUITSUI, 2004). Novos modelos de negócio e a atração de um novo público impulsionam as instituições a buscarem novos modos de operação. Especificamente no caso de estudos taxonômicos, há também uma notória escassez de taxonomistas treinados, fenômeno amplamente reconhecido como impedimento taxonômico, que requer ações para a formação de RH (RODMAN; CODY, 2003). Interessantemente, o avanço de ferramentas moleculares trouxe novo fôlego para a atividade, que tem, assim, atraído jovens pesquisadores.

A Fiocruz estabeleceu uma robusta infraestrutura de rede de plataformas tecnológicas, provavelmente a maior do país, a Rede de Plataformas Tecnológicas da Fiocruz (Rede de Plataformas Tecnológicas da Fiocruz, 2016). Além da Rede, a Fiocruz fez substantivos investimentos em suas coleções (COLEÇÕES BIOLÓGICAS). Porém, a Rede e as Coleções também sofrem dos mesmos problemas acima descritos. Sem um modelo de negócios próprio em momentos de menor disponibilidade de recursos, a infraestrutura é colocada em risco.

Há que se desenvolver um modelo de negócios para o país que permita que as infraestruturas de suporte à pesquisa básica e translacional, assim como as empresas prestadoras de serviço, possam ser mantidas de maneira sustentável

Dessa forma, há que se desenvolver um modelo de negócios para o país que permita que as infraestruturas de suporte à pesquisa básica e translacional, assim como para que as empresas prestadoras de serviço possam ser mantidas de maneira sustentável. Neste ecossistema, há amplo espaço para instâncias públicas e privadas. A existência de tal estrutura é uma necessidade absoluta para a pesquisa em diversas áreas, incluindo a ambiental e a taxonômica.

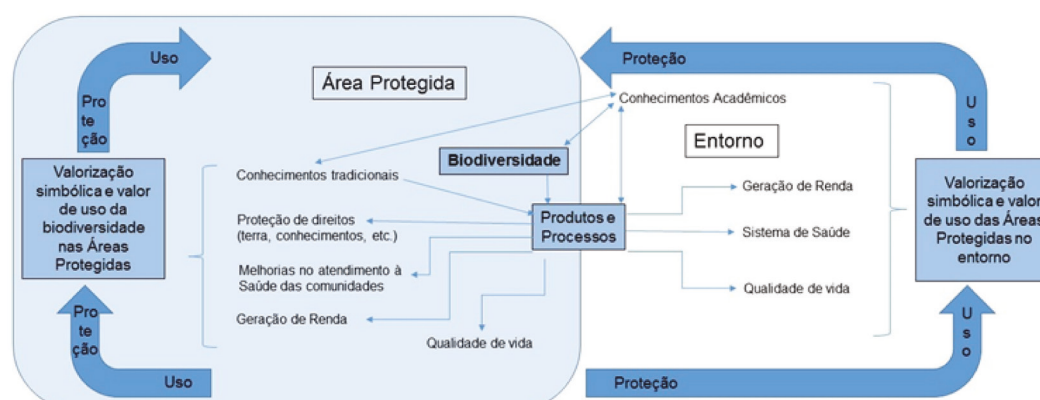
3.4 CONSERVAÇÃO E SAÚDE: UMA SAÍDA PARA OS CONFLITOS NO CAMPO

A garantia do território e uma economia alicerçada no uso da biodiversidade, associada ou não a conhecimentos tradicionais, são elementos essenciais para o estabelecimento de paisagens sustentáveis que, de forma simultânea, criam condições para a proteção e uso da biodiversidade e para uma resolução pacífica e estável de conflitos no campo.

As Áreas Protegidas, sejam elas Unidades de Conservação (UCs), Terras Indígenas (TIs), Terras de Quilombo, Reservas Legais (RLs) ou Áreas de Proteção Permanentes (APPs), sofrem pressão por parte de seu entorno direto, que tende a considerá-las “improdutivas”, um empecilho ao desenvolvimento de “atividades econômicas”. São, assim, muitas vezes invadidas para a apropriação dos seus recursos naturais, sem maiores cuidados com manejo ou proteção da biodiversidade (SILVA; MOTA, 2002).

O desafio posto é criar círculos virtuosos, em que o desenvolvimento de processos e produtos associados à saúde gerariam, ao mesmo tempo: qualidade de vida e recursos financeiros para os produtores; proteção da biodiversidade e dos conhecimentos sobre seu uso e manejo; oportunidades de emprego e renda dentro e no entorno das Áreas Protegidas do país

O desafio posto é criar círculos virtuosos, em que o desenvolvimento de processos e produtos associados à saúde gerariam, ao mesmo tempo: melhoria direta e indireta da qualidade de vida e recursos financeiros para os produtores (habitantes ou não da área protegida); proteção da biodiversidade e dos conhecimentos sobre seu uso e manejo (conhecimento tradicional ou acadêmico); oportunidades de emprego e renda dentro e no entorno das Áreas Protegidas do país, entre outros benefícios (Figura 1).



Estes círculos se baseiam na valorização tanto simbólica quanto do uso com sustentabilidade da biodiversidade e dos recursos naturais, e, portanto, do valor simbólico e de uso das próprias Áreas Protegidas para as comunidades que vivem dentro ou no seu entorno. O pressuposto seria de que essa valorização geraria uma relação de proteção associada à defesa de direitos (à terra e ao território, à saúde, à educação, ao meio ambiente saudável, à segurança alimentar e nutricional, para citar alguns) por parte dessas comunidades, similar ao que verificamos dentro das Reservas Extrativistas ou Terras Indígenas, com a vantagem de envolver as comunidades do entorno.

A definição legal das diferentes unidades que compõem essas paisagens sustentáveis (UC/TI/Quilombos/APP/RL/Agricultura/Urbano), em especial a definição da posse e destinação da terra, assim como as melhorias na qualidade de vida que potencialmente gerariam, são elementos centrais da pacificação de conflitos no campo.

4 INICIATIVAS

4.1. CONTRIBUIÇÕES DA FIOCRUZ AO PLANO ESTRATÉGICO DE BIODIVERSIDADE: AS METAS DE AICHI

Na 10ª Conferência das Partes da Convenção da Diversidade Biológica (CDB), realizada em Nagoya, foi aprovado o Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020. O Plano contempla 20 metas acordadas entre os 193 países e a União Europeia, que deverão ser implementadas até 2020, em nível global, nacional e regional.

O Brasil discutiu e estruturou as Metas Nacionais 2011-2020 por meio de reuniões intersetoriais, constituídas como os Diálogos sobre a Biodiversidade, e da elaboração da Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (Epanb) (BRASIL, 2013, 2016).

A Fiocruz participou integralmente da construção da Epanb e da elaboração das Metas Nacionais. Paralelamente, diversas de suas ações e atividades contribuem para que o Brasil atinja as metas acordadas

A análise dos avanços nacionais foi consolidada e compreende o *5º Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica*, apresentado em 2016 na reunião dos países partes da CDB – COP 13, realizada em Cancún, no México (BRASIL, 2016).

Assim como havia feito em 2014, a Fiocruz encaminhou ao MMA atividades, programas e ações condensados que foram realizados no biênio 2015-2016 e contribuem para que o Brasil atinja as Metas de Aichi 2011-2020. Ao todo, a instituição colabora com 13 das 20 Metas Nacionais.

As atividades relatadas e apresentadas a seguir não compreendem a integralidade das atividades institucionais, que sabemos ser mais amplas, mas sua divulgação busca estimular os diversos

grupos a difundir seus trabalhos. As incluídas neste mapeamento são aquelas que formalmente compõem programas institucionais disponíveis no Portal Fiocruz e em outros meios de divulgação e, ainda, as informadas por diretores de unidades e seus responsáveis.

O documento da Fiocruz foi encaminhado ao Ministério do Meio Ambiente e as atividades nele contidas integraram o *5º Relatório Nacional do Brasil para a Convenção sobre Diversidade Biológica* (BRASIL, 2016), preparado de acordo com o artigo 26 da Convenção e a decisão X/10 da Conferência das Partes, entregue ao Secretariado da Convenção da Diversidade Biológica e ao Science for Biodiversity Forum, que reuniu em Cancún, na COP 13, instituições científicas que discutem e compartilham esforços para que soluções científicas auxiliem no enfrentamento dos desafios na agricultura, pesca, florestas e turismo.

Metas de Aichi

OBJETIVO ESTRATÉGICO A

Tratar as verdadeiras causas da perda de biodiversidade internalizando o tema “biodiversidade” em todo o governo e a sociedade.



Meta 1: Em 2020, no mais tardar, as pessoas devem estar cientes dos valores da biodiversidade e do que podem fazer para conservá-la e para usá-la sustentavelmente.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Ciência Móvel - Museu itinerante, em caminhão, que leva exposições, jogos, equipamentos interativos, multimídias, oficinas e outras atividades a municípios da região Sudeste.	Promover a divulgação científica e da saúde. O museu itinerante busca aproximar a ciência do cotidiano dos visitantes, oferecendo um espaço de descoberta, reflexão e encantamento pela ciência e pela tecnologia, por meio de atividades interativas. Seus temas centrais são a vida e sua diversidade, a promoção da saúde e a intervenção do homem sobre a vida e o ambiente.	Museu da Vida/ Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz
Borboletário Fiocruz - único no Rio de Janeiro	Promover o conhecimento dos lepidópteros e sua importância ecológica.	Museu da Vida/ Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz
Expresso da Ciência	Levar ciência, em um caminhão especialmente preparado, a escolas públicas de Manguinhos ou da Rede Cultural Território em Transe, formada por escolas de territórios socialmente vulnerabilizados.	Museu da Vida/ Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz
Exposições itinerantes do Museu da Vida	Exposições do Museu da Vida por diversas capitais brasileiras. A mostra <i>Biodiversidade e Saúde</i> foi realizada na Quinta da Boa Vista-RJ, durante o mês de outubro de 2015, quando recebeu mais de 2.800 visitantes.	Museu da Vida/ Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Educação para professores e jovens	O Serviço de Educação em Ciências e Saúde (Seducs) tem entre seus objetivos subsidiar a dimensão educativa das diferentes áreas de visitação que compõem o Museu da Vida e promover trabalho educativo em colaboração com as escolas. O Seducs oferece uma série de atividades e eventos oferecidos ao público em geral e, especialmente, para os educadores e jovens.	Museu da Vida/ Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz
Informativo <i>Ciência & Sociedade</i>	Informativo eletrônico publicado pelo Núcleo de Estudos da Divulgação Científica do Museu da Vida (COC) e Instituto Oswaldo Cruz (IOC). O objetivo é disponibilizar novidades nas áreas de divulgação científica, compreensão pública da ciência, ciência e arte e educação não formal de maneira geral. Inclui dicas de artigos, sites, livros, eventos e outros, nacionais e internacionais, destinadas a profissionais que trabalham em divulgação científica e áreas afins, bem como aos demais interessados nos temas.	Museu da Vida/ Casa de Oswaldo Cruz e Instituto Oswaldo Cruz (IOC)/Fiocruz
Revista <i>Fitos</i>	Publica artigos com elevado mérito científico relativos a plantas medicinais, que contribuam para os campos temáticos de: pesquisa, desenvolvimento e inovação de medicamentos da diversidade vegetal; e para estudos e aprofundamentos de temas e disciplinas afins.	Farmanguinhos/ Fiocruz, Anvisa/ MS, Embrapa/ Mapa, Esalq/USP
<i>Memórias do Instituto Oswaldo Cruz</i>	Revista científica de maior acesso na América Latina, divulga pesquisas nas áreas de biologia, microbiologia, genética e afins, com aporte relevante à biodiversidade de microrganismos, vetores e hospedeiros vertebrados e invertebrados, desde 1909.	IOC/Fiocruz
Programa de Pós-graduação <i>strictu sensu</i> em Biodiversidade e Saúde	Criado em 2010, visa à formação de mestres e doutores capazes de atuar em pesquisa, docência e atividades técnicas em estudos sobre a biodiversidade e sobre os problemas de saúde humana decorrentes das alterações ambientais naturais ou devidas à ação antrópica.	IOC/Fiocruz
Centro de Informação em Saúde Silvestre - CISS	Ampliar o conhecimento da sociedade e dos tomadores de decisão sobre a importância da conservação da biodiversidade para a saúde de animais silvestre, domésticos e humanos, por meio de acesso livre em site de informações especializadas, boletins informativos, oficinas, cursos, vídeos, material educativo e mídias digitais (FB, Youtube)	Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre (PIBSS)/ Presidência da Fiocruz

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Sistema de Informação em Saúde Silvestre - SISS-Geo	Por meio de aplicativo móvel, tem as funções de integrar pessoas no conhecimento e monitoramento de animais silvestres para o desenvolvimento de alertas de emergência de zoonoses advindas da biodiversidade; apoiar planos de manejo de espécies e ecossistemas na Reserva Extrativista (Resex) Tapajós-Arapiuns e Sul da Bahia (Probioll) e Parque Nacional (Parna) Serra dos Órgãos; divulgar boletins e materiais em linguagem acessível à sociedade sobre a saúde silvestre e humana. Integra o SiBBr/ GBIF.	Programa Institucional Biodiversidade & Saúde/ Presidência da Fiocruz
Canal Saúde	Canal aberto de televisão do Sistema Único de Saúde (SUS), criado e gerido pela Fiocruz, disponível na multiprogramação da TV Brasil, canal 2.4, no Rio de Janeiro e em Brasília, e no canal 3.4, em São Paulo, em rede aberta no Sistema Brasileiro de TV Digital. No ar diariamente, das 8 às 12h. Produz nove programas, cujos temas englobam políticas públicas, cidadania, tratamentos, atualidades, comportamentos, desenvolvimento tecnológico, meio ambiente e sustentabilidade, entre outros. Em 2015, produziu programa sobre a Lei da Biodiversidade.	Canal Saúde/ Fiocruz
Vídeo Saúde	A Vídeo Saúde Distribuidora, da Fiocruz, guarda, produz e dissemina materiais audiovisuais de saúde e ambiente, com a missão de compartilhar conhecimento. Atua em pesquisa, captação, catalogação, produção, fomento e distribuição de produtos audiovisuais, de forma a contribuir para o fortalecimento do SUS e a melhoria das condições de vida e saúde da população brasileira. O acervo da distribuidora é composto por 7.967 títulos, entre produções próprias e com parceiros institucionais, além de aquisições de instituições públicas e privadas e de produtores independentes. O acervo está disponível para consulta e aquisição no Banco de Recursos Audiovisuais em Saúde (Bravs), sistema de busca da Vídeo Saúde, ou diretamente no catálogo de vídeos. As produções também são veiculadas pelo Canal Universitário do Rio de Janeiro – UTV, transmitido pelo canal 11 da NET.	Video Saúde/ Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnologia em Saúde (Icict)/ Fiocruz
Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente - OBSMA	A Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente (Obsma) é um projeto educativo bienal promovido pela Fundação Oswaldo Cruz para estimular o desenvolvimento de atividades interdisciplinares nas escolas públicas e privadas de todo o país. Dentre seus principais objetivos estão o reconhecimento do trabalho desenvolvido por professores e alunos nas escolas e a cooperação com a divulgação de ações governamentais criadas em prol da educação, da saúde e do meio ambiente.	COC/Fiocruz



Meta 2: Em 2020, no mais tardar, os valores de biodiversidade devem estar integrados a estratégias de desenvolvimento e de redução da pobreza, a processos de planejamento nacionais e locais e estar incorporados à contabilidade nacional, de maneira adequada, e a sistemas de documentação e comunicação.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Programa Institucional Territórios Sustentáveis e Saudáveis	Gerar propostas de atuação que integrem os saberes científicos e tradicionais e possibilitem a construção de modos de ação sobre o território, que possam ser replicados e adaptados a outras realidades, de modo a criar soluções territorializadas para as questões ligadas ao desenvolvimento sustentável e à promoção da saúde.	Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde (VPAAPS); Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina (OTSS) - Parceria entre o Fórum das Comunidades Tradicionais de Angra dos Reis, Parati (RJ) e Ubatuba (SP) e a Fiocruz, apoiada pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp)/ Fiocruz; Territórios Sustentáveis e Saudáveis do Semiárido – Diretoria Regional de Brasília da Fiocruz (Direb)
Mapa de conflitos envolvendo injustiça ambiental e saúde no Brasil	Apoiar a luta de inúmeras populações e grupos atingidos em seus territórios por projetos e políticas baseadas numa visão de desenvolvimento considerada insustentável e prejudicial à saúde por tais populações, bem como movimentos sociais e ambientalistas parceiros; sistematizar e socializar informações disponíveis, dando visibilidade às denúncias apresentadas pelas comunidades e organizações parceiras; contribuir para o monitoramento de ações e de projetos que enfrentem situações de injustiça ambiental e problemas de saúde em diferentes territórios e populações das cidades, campos e florestas, sem esquecer as zonas costeiras.	Fiocruz, Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional (Fase) e MS

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Atlas da Água - Sistema digital de visualização e análise de indicadores sobre a qualidade da água, saneamento e saúde.	Reunir indicadores e dados sobre condições de saúde, água e saneamento básico no Brasil para a produção de mapas temáticos; retratar as condições dos sistemas de saneamento, da qualidade da água e das doenças de veiculação hídrica nos municípios brasileiros; possibilitar o uso dessas informações pelos gestores, como uma forma de minimizar os riscos à população e elaborar políticas públicas para o saneamento e recursos hídricos. A integração desses dados é inédita no Brasil e os resultados do estudo estão acessíveis para a sociedade civil, técnicos de vigilância em saúde e gestores interessados no tema.	Icict/Fiocruz, SVS/MS
Laboratório de Monitoramento Epidemiológico de Grandes Empreendimentos	Monitorar as principais causas de adoecimento, morte e insegurança pública nos municípios do entorno de grandes empreendimentos e formar rede de profissionais locais atuantes nas áreas de vigilância em saúde e promoção do desenvolvimento social.	Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz



Meta 3: Em 2020, no mais tardar, incentivos – incluindo subsídios – nocivos à biodiversidade devem estar eliminados ou reformulados para minimizar ou evitar impactos negativos, e incentivos positivos para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade devem estar desenvolvidos e aplicados, em consistência e harmonia com a Convenção e outras obrigações nacionais relevantes, levando em conta as condições socioeconômicas nacionais.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox)	Coordenar a coleta, a compilação, a análise e a divulgação dos casos de intoxicação e envenenamento notificados no país. Os registros são realizados pela Rede Nacional de Centros de Informação e Assistência Toxicológica (Renaciat), composta por diversas unidades, presentes em todas as regiões do Brasil. Os resultados do trabalho são divulgados anualmente.	Icict/Fiocruz
Grupo de Trabalho sobre Agrotóxicos	Implementar políticas institucionais de enfrentamento dos impactos dos agrotóxicos sobre a saúde, como parte de uma série de compromissos que a Fiocruz firmou para o combate aos agrotóxicos junto à Campanha Permanente Contra os Agrotóxicos e Pela Vida.	Fiocruz
RedesFito	O Sistema Nacional RedesFito contribui na discussão de políticas públicas e na implementação de ações baseadas na construção de modelo colaborativo de gestão, visando à promoção da inovação em medicamentos, a partir da biodiversidade brasileira. A RedesFito oferece serviços e produtos em parceria com atores de toda a cadeia produtiva dos principais biomas brasileiros.	Farmanguinhos/ Fiocruz, Anvisa, Embrapa, Esalq



Meta 4: Em 2020, no mais tardar, governos, negócios e tomadores de decisão, em todos os níveis, devem seguir etapas para alcançar ou ter planos implementados para consumo e produção sustentável e devem manter os impactos do uso de recursos naturais dentro dos limites ecológicos seguros.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Gestão Ambiental dos Campi	A Diretoria de Administração dos Campi Fiocruz (Dirac) promove, por meio do Departamento de Gestão Ambiental, campanhas para redução de consumo de energia e de água, bem viver, coleta de pilhas e reciclagem de materiais.	Dirac/Fiocruz

OBJETIVO ESTRATÉGICO B

Reduzir as pressões diretas sobre a biodiversidade e promover sua utilização sustentável.



Meta 5: Em 2020, a taxa de perda de todos os habitats naturais, incluindo florestas, deve estar reduzida a mais que a metade e, se possível, levada a zero, e a degradação e a fragmentação devem ser significativamente reduzidas.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Campus Fiocruz da Mata Atlântica (CFMA)	O Campus Fiocruz da Mata Atlântica (CFMA), com 506 ha, sobreposto em parte ao Parque Estadual da Pedra Branca, na cidade do Rio de Janeiro, tem como foco ampliar a pesquisa de fármacos, conservação da biodiversidade e controle de zoonoses para o desenvolvimento de tecnologias que conciliem saúde e ambiente. Destina-se a elevar a qualidade de vida da população local e compor um equilíbrio sustentável e saudável entre a ocupação humana e o ambiente, tanto natural quanto urbano.	CFMA/ Presidência da Fiocruz



Meta 9: Em 2020, espécies exóticas invasoras e rotas de introdução devem estar identificadas e priorizadas; espécies prioritárias devem estar controladas ou erradicadas e devem ser adotadas medidas para gerenciar as rotas, prevenindo a introdução e o estabelecimento de espécies exóticas invasoras.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Coleções Biológicas da Fiocruz	São 28 coleções institucionalizadas, que disponibilizam o conhecimento taxonômico da biodiversidade de espécies nativas e exóticas de arqueias, bactérias, fungos, protozoários, helmintos, insetos, moluscos de importância médica e ambiental, assim como amostras histopatológicas humanas e animais; a memória epidemiológica e o registro de variações ocorridas em agentes etiológicos ao longo do tempo; e registros sobre as populações genéticas de organismos relacionados a pesquisas em saúde pública, além de acervos microbiológicos com potencialidade para a produção de novos insumos de interesse biotecnológico. As coleções integram o SiBBR/Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Scientific Collections International (SciColl) e World Culture Collections.	Vice- Presidência de Pesquisa e Serviços de Referência (VPPSR)
Revisão das espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana	Revisar e atualizar o I Informe Nacional de Espécies Exóticas Invasoras que Afetam a saúde Humana, realizado em 2006.	Plataforma institucional Biodiversidade & Saúde Silvestre – Presidência da Fiocruz

OBJETIVO ESTRATÉGICO C

Melhorar a situação (*status*) da biodiversidade, protegendo ecossistemas, espécies e diversidade genética.



Meta 11: Em 2020, pelo menos 17% das zonas terrestres e de águas continentais e 10% das zonas costeiras e marinhas, especialmente áreas de importância particular para biodiversidade e serviços ecossistêmicos, devem estar conservadas por meio de gerenciamento eficiente e equitativo, ecologicamente representadas, com sistemas bem conectados de áreas protegidas e outras medidas eficientes de conservação baseadas em área, e integradas em mais amplas paisagens terrestres e marinhas.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Campus Fiocruz Mata Atlântica	Conservação de 506 ha de Mata Atlântica em ambiente urbano.	CFMA/ Presidência da Fiocruz

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Apoio técnico-científico aos Planos de Ação de Espécies Ameaçadas do ICMBio e à gestão de unidades de conservação	Realizar pesquisa básica para grupos taxonômicos de interesse. Aporta dados e Informações oriundas do SISS-Geo para espécies em todos os estados brasileiros, e detalhadamente para Resex Tapajós-Arapiuns-PA, Parque Estadual Serra do Condurú-BA, Parque Nacional da Serra dos Órgãos-RJ. Apoio à gestão do Parque Estadual da Pedra Branca-RJ, Parque Estadual Serra do Condurú-BA, Parna Serra da Capivara-PI, Parna Serra das Confusões-PI, Parque Nacional da Serra dos Órgãos-RJ. Conta com a participação de especialistas nos Planos de Ação de Mamíferos da Mata Atlântica Central - PAN-Mamac, PAN-Toninhas, PAN-Xingu, Parna Serra do Cipó.	Programa Institucional Biodiversidade & Saúde/ Presidência da Fiocruz



Meta 13: Em 2020, a diversidade genética de plantas cultivadas e animais domésticos e de seus parentes selvagens, incluindo outras espécies de importância social, econômica e cultural, deve estar mantida, e devem ser desenvolvidas e implementadas estratégias para minimizar a erosão genética e proteger sua diversidade genética.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Profito	Cultivar plantas medicinais nas comunidades da região do Parque Estadual da Pedra Branca, no Rio de Janeiro. A meta é oferecer alternativas de desenvolvimento sustentável com estímulo à produção local por meio da capacitação dos produtores agrícolas.	Farmanguinhos, CFMA/Fiocruz
Rede de Plataformas Tecnológicas Fiocruz	Base tecnológica para promover pesquisa básica e projetos de desenvolvimento de vacinas, medicamentos, bioinseticidas e insumos para diagnóstico, além de apoiar a execução de projetos de pesquisa em geral. A rede é atualmente constituída por 12 plataformas tecnológicas, que possuem equipamentos de alto desempenho e recursos humanos com excelente capacitação técnica e uma subunidade com equipamentos multiusuários com diversos equipamentos de PCR RT. Apoio projeto Genoma, BarCode e SciColl no âmbito mundial.	Programa de Desenvolvimento Tecnológico em Insumos para Saúde (PDTIS), Centro de Desenvolvimento Tecnológico em Saúde (CDTS), Fiocruz Minas Gerais, IOC.
Representação institucional em comitês e organizações internacionais	A Fiocruz conta com as seguintes representações: World Federation of Culture Collection (WFCC) Executive Board member 2013-2016; Scientific Collection International (SciColl) Executive Board member; Identifying Species with DNA Barcoding – The International Barcode of Life Project (IbOL) regional node; GBIF associated country; High Level political Forum on Sustainable Development of United Nations - membro.	Presidência da Fiocruz

OBJETIVO ESTRATÉGICO D

Ressaltar os benefícios da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para todos.



Meta 14: Em 2020, ecossistemas que fornecem serviços essenciais, incluindo serviços relacionados à água, e contribuem para a saúde, o sustento e o bem-estar, devem estar restaurados e protegidos, levando em conta as necessidades da mulher, dos indígenas e de comunidades locais, e dos pobres e vulneráveis.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Campus Fiocruz da Mata Atlântica	Reflorestamento de 344 ha de Mata Atlântica em áreas no Campus Fiocruz da Mata Atlântica (CFMA) e no Parque Estadual da Pedra Branca, Município do Rio de Janeiro (RJ), com investimento de R\$ 2,5 milhões nas atividades: reativação do Horto-Escola; marcação de matrizes nativas regionais para o fornecimento de sementes de diversidade florística e genética; implantação de viveiro florestal para produção de mudas de espécies regionais; realização de cursos de capacitação na área de ambiente junto às comunidades pertencentes ao Campus e de seu entorno, incluindo módulos de produção de mudas de espécies nativas, técnicas de recuperação e restauração e mapeamento das matrizes; monitoramento, envolvendo avaliação de parâmetros relativos ao sucesso do plantio e reflexos na incidência de zoonoses na comunidade do entorno.	CFMA/ Presidência da Fiocruz; Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - Projeto Mutirão do Reflorestamento e Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ)
Plataforma Agroecológica de Fitomedicamentos (PAF)	Apoia, em conjunto, a Coleção Botânica de Plantas Medicinais e o Sistema Nacional de Redes Fito, além de desenvolver o projeto Saúde e Plantas Medicinais em Sistemas Produtivos Agroecológicos no extremo sul da Bahia em parceria com Embrapa, Esalq/USP, Ensp/Fiocruz, Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST).	Farmanguinhos/ Fiocruz



Meta 16: Em 2015, o Protocolo de Nagoya sobre o Acesso a Recursos Genéticos e a Repartição Justa e Equitativa de Benefícios Resultantes de sua Utilização deve estar em vigor e operante, consistindo em legislação nacional.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Participação na elaboração da Lei da Biodiversidade (Lei nº 13.123/2015) e sua regulamentação (Decreto nº 8.772/2016)	Ampliar a discussão da lei e sua regulamentação na comunidade científica Fiocruz, por meio de seminários internos abertos e, por meio de representação junto ao MMA e MCTIC, influenciar na elaboração da legislação brasileira para o favorecimento da pesquisa científica, a repartição de benefícios e a conservação da biodiversidade.	Vice-Presidência de Pesquisa e Serviços de Referência (VPPSR), Gestão Tecnológica (Gestec) e Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) das unidades da Fiocruz

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Participação oficial nas missões do governo brasileiro e nos fóruns internacionais sobre o Protocolo de Nagoya	Divulgar a legislação brasileira sobre o acesso à biodiversidade na instituição e nos fóruns nacionais e internacionais, para facilitar projetos e programas de pesquisa. Fóruns: (i) Diálogo entre o Brasil e a União Europeia sobre o Protocolo de Nagoya: construindo pontes para o intercâmbio de recursos genéticos, realizado entre 7 e 10/6, em Brasília; (ii) oficina Utilization of Brazilian Genetic Resources in the EU: understanding ABS expectations and legal requirements, organizada pelo Museu de História Natural em Londres, na Inglaterra, de 27 e 28 de junho de 2016.	Vice-Presidência de Pesquisa e Serviços de Referência (VPPSR) e Centro de Relações Internacionais em Saúde(Cris) - IOC, MMA, MCTIC, Embrapa e Ministério das Relações Exteriores (MRE)

OBJETIVO ESTRATÉGICO E

Aprimorar, ampliar a implementação por meio do planejamento participativo, gestão de conhecimento e capacitação.



Meta 17: Em 2015, cada parte deve desenvolver, adotar como instrumento de política, e iniciar a implementação de um plano de ação e uma estratégia de biodiversidade nacional, participativa e atualizada.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Apoio à Epanb	Participar da elaboração e monitoramento da Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (Epanb). Informar ao MMA as ações da Fiocruz que auxiliam o cumprimento das Metas de Aichi para que sejam incorporadas aos documentos nacionais.	Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre - Presidência e colaboradores institucionais da Fiocruz
Fiocruz - Estratégias 2022	A Fiocruz completará 122 anos em 2022 e pretende seguir como instituição diferenciada no campo da ciência e da tecnologia em saúde, de forma coerente com sua história. Para alcançar a posição desejada, a Fundação definiu macrodiretrizes estratégicas, que norteiam sua agenda de mudanças. Uma das macrodiretrizes é a abordagem integrada de saúde, ambiente e sustentabilidade, em que a biodiversidade é um dos eixos estruturantes de seus programas e ações, avaliados nos Planos Plurianuais (PPAs).	Fiocruz



Meta 18: Em 2020, o conhecimento tradicional, inovações e práticas de indígenas e comunidades locais relevantes para a conservação e uso sustentável da biodiversidade, e seu uso costumeiro de recursos biológicos, devem estar respeitados, sujeitos a legislação nacional e a obrigações internacionais relevantes, e totalmente integrados e refletidos na implementação da Convenção, com a participação total e efetiva de comunidades indígenas e locais, em todos os níveis relevantes.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Política Nacional de Saúde Integral das Populações do Campo e da Floresta	Apoio à elaboração de políticas e programas de saúde que incluem as atividades tradicionais de povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais na área de segurança alimentar e saúde, no contexto amplo de bem-estar.	Ensp, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (ESPJV)/Fiocruz
Pesquisa em saúde indígena e formação de agentes comunitários indígenas	Formar agentes comunitários indígenas na Amazônia, realizar pesquisas sobre a saúde indígena e seu modo de vida	Fiocruz Amazônia, Ensp, Funasa, Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro



Meta 19: Em 2020, o conhecimento, a base de ciência e tecnologias relacionadas à biodiversidade, seus valores, funcionamento, situação e tendências, e as consequências de sua perda, devem estar melhorados, amplamente compartilhados, transferidos e aplicados.

AÇÃO	OBJETIVOS	RESPONSÁVEIS
Integração da bases de dados das Coleções Biológicas da Fiocruz ao SciColl, World Federation of Culture Collections e GBIF/SiBBR	Tornar acessíveis as informações sobre os acervos biológicos mantidos na Fiocruz e integrá-los às bases de dados mundiais de livre acesso.	Fiocruz, MCTI
Integração da base de dados biológicos, ambientais e modelagem matemática do SISS-Geo no SiBBR e Portal Bio	Aportar resultados e serviços de modelagem matemática e geoespacial de distribuição de espécies e oportunidades ecológicas de zoonoses aos sistemas de informação de biodiversidade no Brasil (SiBBR e Portal Bio).	Programa Institucional Biodiversidade & Saúde/ Presidência da Fiocruz
Arca - Repositório Institucional da Fiocruz	O Arca tem por objetivo principal reunir, preservar, disseminar e dar visibilidade à produção técnico-científica da instituição, e representa parte significativa do esforço da pesquisa pública em saúde no Brasil.	Icict/Fiocruz
Pesquisas básicas em ciências biológicas, da saúde e sociais que dão suporte a ações e políticas em saúde e ambiente	Promover atividades de pesquisa, ensino, desenvolvimento tecnológico e cooperação técnica voltada para preservação do meio ambiente e da biodiversidade. Entre as iniciativas, a formação em 32 cursos de pós-graduação <i>stricto sensu</i> .	Fiocruz em todas as suas unidades

REFERÊNCIAS

Capítulo 1 - Antecedentes

1.1 A contribuição brasileira da saúde para os estudos da biodiversidade

ACHA, P.; SZYFRES, B. *Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a los Animales*. Washington, D.C.: Opas, 1986.

ARAGÃO, H. B. Uma estação biológica para o estudo dos mosquitos e dos outros animais silvestres relacionados com a febre amarela. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 38(1): 21-52, 1943.

AVILA-PIRES, F. D. Biologia dos quirópteros e a raiva dos herbívoros. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RAIVA, II, Rio de Janeiro, 1966. *Anais...*

AVILA-PIRES, F. Mudanças nas práticas de coleta e estudo dos mamíferos a partir do século XVIII. *Filosofia e História da Biologia*, 6(2): 211-226, 2011.

AVILA-PIRES, F. D.; ARAGÃO, M. B. *A Ecologia no Brasil na Primeira Metade do Século XX*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 1994. Panorama.

BALFOUR, A. The wild monkey as a reservoir for the virus of yellow fever. *Lancet*, 183: 1.176-1.178, April 25 1914.

BALTAZARD, M. Viagem de estudo ao Brasil para a organização de um projeto de pesquisas sobre a peste. *Revista Brasileira de Malária e Doenças Tropicais*, 20: 335-370, 1968.

BOUREL-RONCIÈRE, P. M. V. La station navale du Brésil et de La Plata. *Archives de Médecine Navale*, 17: 121, 1872.

BRASIL. Ministério da Saúde. Campanha contra a peste. *Manual: instruções para auxiliares em epidemiologia da peste*. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde, Sucam, 1973.

CAPANNA, E. Grassi versus Ross: who solved the riddle of malaria? *International Microbiology*, 9: 69-74, 2006.

- DARWIN, C. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*. London: John Murray, 1859.
- DARWIN, C. *La Descendance de l'Homme*. Paris: C. Reinwaldt, 1873.
- DAVIS, D. E. The annual cycle of plants, mosquitoes, birds, and mammals in two forests. *Ecological Monographs*, 15(3): 243-95, 1945a.
- DAVIS, D. The home range of some Brazilian mammals. *Journal of Mammalogy*, 26(2): 119-127, 1945b.
- EVANS, G. Griffith Evans papers. The National Library of Wales, 1880. Disponível em: <<https://archives.library.wales/downloads/griffith-evans-papers-2.pdf>>.
- FIENNES, R. *Zoonoses and the Origin and Ecology of Human Diseases*. London: Academic Press, 1978. 196 p.
- FOSTER, W. *A History of Parasitology*. Livingston: E. & S. Edinburgh, 1965.
- FOWLER, J. K. Recent work on yellow fever. *British Medical Journal*, 1(3.653): 73, Jan. 10 1931.
- GILMORE, R. M. Mammalogy in an epidemiological study of jungle yellow fever in Brazil. *Journal of Mammalogy* 24(2): 144-162, 1943.
- HERRER, A.; CHRISTENSEN, H. Implication of Phlebotomus sand flies as vectors of bartonellosis and leishmaniasis as early as 1764. *Science*, 190(4.210): 154-155, 1975.
- HOOGSTRAAL, H. Faunal exploration as a basic approach for studying infections common to man and animals. *The East African Medical Journal*: 1-8, 1956.
- HUXLEY, T. *An Introduction to the Classification of Animals*. London: John Churchill & Sons, 1869.
- HUXLEY, T. *Man's Place in Nature*. New York: Appleton, 1896.
- JENNER, E. *An Inquiry into the Causes and Effects of the Variolæ Vaccinæ*, 1798.
- KLEIN, R.M. Aspectos do problema "bromélia-malária" no sul do Brasil. *Sellowia*, 19(19): 125-135, 1967.
- LAEMMERT JR., H. W.; FERREIRA, L. C.; TAYLOR, R. M. An epidemiological study of jungle yellow fever in an epidemic area in Brazil. II - Investigations of vertebrate hosts and arthropod vectors. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 26, suppl. 6: 23-69, 1946.
- LEVINE, N. (Ed.). *Natural Nidality of Diseases and Questions of Parasitology*. Illinois: Unillinois Press, 1968.
- LUTZ, A. Waldmosquitos und Waldmalaria. *Centralblatt fur Bakteriologie, Parasitenkunde und Infectiouskrankheiten*, 33(4): 282-292, 1903.
- LUTZ, A. Reminiscências da febre amarella no Estado de São Paulo. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 24(3): 127-142, 1930.

MOOJEN, J.; SILVA JR., M. Roedores domésticos e silvestres: sua relação com a peste e normas gerais da respectiva caracterização específica. *Arquivos de Hygiene*, 12: 145-167, 1942.

OLIVEIRA, J. A.; FRANCO, S. M., A coleção de mamíferos do Serviço Nacional de Peste no Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 63(1): 13-20, 2005.

PACHECO, J. F.; BAUER, C. Adolf Schneider (1881-1946): alguns dados sobre a vida e a obra do chefe da expedição de 1939 do Museu de Ciências Naturais de Berlim que trouxe Helmut Sick ao Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 65: 10-13, 1995.

PISO, W. *História Natural do Brasil*. Ed. brasileira. 1648. Trad. Prof. Alexandre Correia, seguido do texto original, da biografia do autor e de comentários. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1948.

REITZ, R. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. In: REITZ, R. (Ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí: Herbáreo Barbosa Rodrigues, 1983.

SIMOND, P. La propagation de la peste. *Annales de l'Institut Pasteur*, 12(10): 625-687, 1898.

SMITH, T. E.; KILBORNE, F.L. *Investigations into the Nature, Causation, and Prevention of Texas or Southern Cattle Fever*. v. 1. Washington, D.C.: Bull. Bureau Animal Industry, 1893.

SOPER, F. L. et al. Yellow fever without *Aedes aegypti*: study of a rural epidemic in the Valle do Chanaan, Espírito Santo, 1932. *American Journal of Hygiene*, 18: 555-587, 1933.

SOUZA, G. S. *Tratado Descritivo do Brasil em 1587*. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1938.

VAZ, S. M. Mamíferos colecionados pelo Serviço de Estudos e Pesquisas sobre a Febre Amarela nos municípios de Ilhéus e Buerarema, estado da Bahia, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 63(1): 21-28, 2005.

VELLOSO, H. P. As comunidades e as estações botânicas de Teresópolis, Estado do Rio de Janeiro. *Boletim do Museu Nacional*, 3: 1-95, 1945.

1.2 Os cenários sociais da biodiversidade e da saúde

ALMEIDA, A. W. B. Territórios quilombolas e conflitos: comentários sobre povos e comunidades tradicionais atingidos por conflitos de terra e atos de violência no decorrer de 2009. In: ALMEIDA, A. W. B. et al. (Orgs.). *Territórios Quilombolas e Conflitos*. 2. *Cadernos de Debates Nova Cartografia Social*, 1(2): 317-349, 2010.

ALMEIDA, A. W. B.; MARIN, R. A. Campanha de desterritorialização na Amazônia: o agronegócio e a reestruturação do mercado de terras. In: BOLLE, W.; CASTRO, E.; VEJMEKKA, M. (Orgs.). *Amazônia, Região Universal e Teatro do Mundo*. São Paulo: Globo, 2010.

ARAÚJO, A. Samarco, a agonia do capitalismo financeiro. *GGN, O Jornal de Todos os Brasis*, 21 nov. 2015. Disponível em: <<http://jornalggn.com.br/noticia/samarco-a-agonia-do-capitalismo-financeiro>>.

CARNEIRO, F. F. et al. (Orgs.). *Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2015.

CARAVANA TERRITORIAL DA BACIA DO RIO DOCE. Carta política da Caravana Territorial da Bacia do Rio Doce. 2016. Disponível em: <<https://www.abrasco.org.br/site/wp-content/uploads/2016/04/Carta-Polit%C3%ADca-Caravana-Territorial-da-Bacia-do-Rio-Doce.pdf>>.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA (CPT). *Conflitos no Campo: Brasil 2015*. Goiânia: Centro de Documentação Dom Tomás Balduino, 2016.

DIAMOND, J. *Armas, Germes e Aço: os destinos das sociedades humanas*. São Paulo: Record, 2003.

DICKENS, P. A. Green marxism? Labor processes, alienation and the division of labor. In: DUNLAP, R. E. et al. (Eds.). *Sociological Theory and the Environment*. New York: Rowman and Littlefield Publishers, 2002.

LEFF, E. *Ecologia, Capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental*. Petrópolis: Vozes, 2009.

LE PRESTE, P. *Ecopolítica Internacional*. São Paulo: Editora Senac, 2000.

LA VIA CAMPESINA. International Peasant Movement. Disponível em: <http://viacampesina.org/en/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=27&Itemid=44>.

GRUPO POLÍTICA, ECONOMIA, MINERAÇÃO, AMBIENTE E SOCIEDADE (POeMAS). *Antes Fosse Mais Leve a Carga: uma avaliação dos aspectos econômicos, institucionais e sociais do desastre da Vale/BHP/Samarco em Mariana (MG)*. Relatório Preliminar. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015.

MIRANDA, A. C. *Reflexões acerca da Situação e dos Problemas referentes à Crise Socioambiental e seus Reflexos à Saúde Humana: uma contribuição a partir do materialismo histórico e dialético*, 2012. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz.

MOVIMENTO DOS TRABALHADORES RURAIS SEM TERRA (MST). 2011. Disponível em: <<http://www.mst.org.br/taxonomy/term/329>>. Acessado em: jun. 2011.

O'CONNOR, J. *Natural Causes: essays in ecological marxism*. New York: The Guilford Press, 1998.

PETERSEN, P. F.; WEID, J. M.; FERNANDES, G. B. Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza. *Informe Agropecuário*, 30(252): 7-15, 2009.

STEDILE, J. P. História da questão agrária no Brasil. In: STEDILE, J. P. (Org.). *A Questão Agrária no Brasil*. v. 1: *O Debate Tradicional: 1500-1960*. São Paulo: Expressão Popular, 2005.

1.4 A contribuição da Fiocruz às políticas da biodiversidade

BARCELLOS, C; HACON, S. S. Um grau e meio. E daí? *Cadernos de Saúde Pública*, 32(3), 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v32n3/0102-311X-csp-32-03-e00212315.pdf>>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. *Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade – EPANB 2016-2010*. Brasília: MMA, 2017.

CHAME, M. Dois séculos de crítica ambiental no Brasil e pouco mudou. In: MINAYO, M. C. S. E.; MIRANDA, A. C. (Orgs.). *Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002.

CHAME, M. Espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana. *Ciência e Cultura*, SBPC, 61: 31-34, 2009.

CONFALONIERI, U. Global environmental change and health in Brazil: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects. In: HOGAN, D. J.; TOLMASQUIM, M. T. (Eds.). *Human Dimensions of Global Environmental Change*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

GIBBS, E. P.J. The evolution of One Health: a decade of progress and challenges for the future. *Veterinary Record*, 174: 85-91, 2014.

LEAL, M.C. et al. (Orgs.). *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento: uma análise interdisciplinar*. I. São Paulo, Rio de Janeiro: Hucitec, Abrasco, 1992a.

LEAL, M.C. et al. (Orgs.). *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento: processos e consequências sobre as condições de vida*. II. São Paulo, Rio de Janeiro: Hucitec, Abrasco, 1992b.

MACHADO, C. J. S. et al. Recomendações para elaboração e consolidação de uma estratégia nacional de prevenção e controle das espécies exóticas no Brasil. *Ciência e Cultura*, SBPC, 61: 42-45, 2009.

MINAYO, M. C. S.; MIRANDA, A. C. (Orgs.). *Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2002.

WILSON, E. O. (Org.). *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Secretariat of the Convention on Biological Diversity. *Connecting Global Priorities: biodiversity and human health a state of knowledge review*. Geneva: WHO, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Biodiversity and human health. In: CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 21, 2017, Montreal, Canada. Geneva: WHO, UNEP, 2017. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/c/72d6/b5bb/9244e977048688ec45735d2c/sbstta-21-04-en.pdf>>.

1.6 Biodiversidade e ensino na Fiocruz

LIEVORE, C.; PICININ, C. T.; PILATTI, L. A. As áreas do conhecimento na pós-graduação *stricto sensu* brasileira: crescimento longitudinal entre 1995 e 2014. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 25(94): 207-237, 2017.

1.7 Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente

AROUCA, A. S. S.; SILVA, G. R. (Orgs.). Relatório Final da 8ª Conferência Nacional de Saúde, 1986. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/biblioteca/Relatorios/relatorio_8.pdf>.

GUIMARÃES, M. C. S. et al. Observatório da Fiocruz em Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde: perfil da pesquisa. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Laboratório de Informação Científica e Tecnológica em Saúde, 2016. Disponível em: <http://observatorio.fiocruz.br/sites/default/files/relatorio_perfil_da_pesquisa_fiocruz_2015_-_final.pdf_atualizado.pdf>.

SHIVA, V. *Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento*. Petrópolis: Vozes, 2001.

Capítulo 2 - Abordagens

2.1 Os serviços ecossistêmicos

AALTO, E. A. et al. Quantifying 60 years of declining European eel (*Anguilla anguilla* L., 1758) fishery yields in Mediterranean coastal lagoons. *Ices Journal of Marine Science*, 73: 101-110, 2016.

ALBINS, M.A.; HIXON, M.A. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367: 233-238, 2008.

AONO, S. et al. Persistent organochlorines in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) and their prey species from the Antarctic and the North Pacific. *Environmental Pollution*, 98, 1: 81-89, 1997.

BALLEW, N. G. et al. Invasive lionfish reduce native fish abundance on a regional scale. *Scientific Reports*, 6(32.169), 2016. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/srep32169.pdf>>.

BARNOSKY, A. D. et al. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471(7.336): 51-57, 2011.

BERGMAN, W; FEENEY, R. J. Contributions to the study of marine products. XXXII. The nucleosides of sponges. *Journal of Organic Chemistry*, 16(6): 981-987, 1951.

BOUVARD, V. et al. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *Lancet Oncology*, 16(16): 1-2, 2015.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63: 616-626, 2007.

BRANDER, K. M. Global fish production and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 19.709-19.714, 2007.

BURKLE, L.A.; MARLIN, J.C.; TIFFANY, M.K. Plant-pollinator interactions over 120 years: loss of species, co-occurrence, and function. *Science*, 339: 1.611-1.615, 2013.

CARDINALE, B. J. et al. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486: 59-67, 2012.

COHEN, J. E. Population growth and earth's human carrying capacity. *Science*, 269: 341-346, 1995.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(15): 253-260, 1997.

DEWAILLY, E. et al. Exposure of the Inuit population of Nunavik (Arctic Quebec) to lead and mercury. *Archives of Environmental Health*, 56(4): 350-357, 2001.

DEWAILLY, E.; KNAP, A. Food from the oceans and human health: balancing risks and benefits. *Oceanography*, 19(2): 84-93, 2006.

EDENHOFER, O. et al. (Eds.). *Climate Change 2014: mitigation of climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Roma: FAO, 2014.

FISHER, B. E.; TURNER, R. K. Ecosystem services: classification for valuation. *Biological Conservation*, 141(5): 1.167-11.69, 2008.

FLEMING, L. E. et al. Oceans and human health: emerging public health risks in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 53: 545-560, 2006.

FLORES, A. V. et al. Organoclorados: um problema de saúde pública. *Ambiente & Sociedade*, 7(2): 111-125, 2004.

FORISTER, M. L. et al. Compounded effects of climate change and habitat alteration shift patterns of butterfly diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5): 2.088-2.092, 2010.

FORREST, J. R. K. Plant-pollinator interactions and phenological change: what can we learn about climate impacts from experiments and observations? *Oikos*, 124: 4-13, 2015.

GIANNINI, T. C. et al. Pollination services at risk: bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling*, 244: 127-131, 2012.

GRISOLIA, C. K. *Agrotóxicos: mutações, câncer e reprodução. Riscos ao homem e ao meio ambiente, pela avaliação de genotoxicidade, carcinogenicidade e efeitos sobre a reprodução*. Brasília: Editora UnB, 2005.

HACON, S.; BARROCAS, P.; SICILIANO, S. Avaliação de risco para a saúde humana: uma contribuição para a gestão integrada de saúde e ambiente. *Cadernos Saúde Coletiva*, 13(4): 811-835, 2005.

HARADA, M. Minamata disease: methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. *Critical Reviews in Toxicology*, 25(1): 1-25, 1995.

HARVELL, C. D. et al. Emerging marine diseases: climate links and anthropogenic factors. *Science*, 285: 1.505-1.510, 1999.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CÂNCER (IARC). Overall evaluations of carcinogenicity to humans: list of all agents, mixtures and exposures evaluated to date. IARC, 2008. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>>.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CÂNCER (IARC). Monographs evaluate DDT, lindane, and 2,4-D. Lyon: IARC, 2015. Press release n. 236. 2015. Disponível em: <https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr236_E.pdf>.

KEVAN, P. G.; VIANA, B. F. The global decline of pollination services. *Biodiversity*, 4(4): 3-8, 2003.

KNAP, A. et al. Indicators of ocean health and human health: developing a research and monitoring framework. *Environmental Health Perspectives*, 110(9): 839-845, 2002.

LLORET, J. et al. Challenging the links between seafood and human health in the context of global change. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96: 29-42, 2016.

- LUIZ, O. J. et al. Perspectives for the lionfish invasion in the South Atlantic: are Brazilian reefs protected by the currents? *Marine Ecology Progress Series*, 485: 1-7, 2013.
- MCCONNELL, O. J.; LONGLEY, R. E.; KOEHN, F. E. The discovery of marine natural products with therapeutic potential. *Biotechnology*, 26: 109-174, 1994.
- MEIRE, R. O.; AZEVEDO, A.; TORRES, J. P. M. Aspectos ecotoxicológicos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. *Oecologia Brasiliensis*, 11(2): 188-201, 2007.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-Being: synthesis*. Washington: Island Press, 2005.
- MILLER, H. L. et al. (Eds.). *Climate Change: the physical science basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- MOURA, J. F. et al. A interface da saúde pública com a saúde dos oceanos: produção de doenças, impactos socioeconômicos e relações benéficas. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16(8): 3.469-3.480, 2011.
- NEIVA, A. Um notável precursor de observações parasitológicas na América do Sul. In: RIBEIRO, L. *Medicina no Brasil*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1940.
- PEREIRA NETTO, A. D. et al. Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): uma revisão metodológica. *Química Nova*, 23(6): 765-773, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *From Monsoons to Microbes: understand the ocean's whole in human health*. Washington: National Academic Press, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Air Quality Management in the United States*. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2004.
- OLIVEIRA, J. S.; FREITAS, J. C. Produtos naturais marinhos: características dos envenenamentos alimentares e substâncias de interesse farmacológico. *Higiene Alimentar*, 15(20): 22-33, 2001.
- OLLERTON, J. et al. Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. *Science*, 346: 1.360-1.362, 2014.
- PORTO, M. F. Saúde, ambiente e desenvolvimento: reflexões sobre a experiência da Copasad – Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente no Contexto do Desenvolvimento Sustentável. *Ciência & Saúde Coletiva*, 3(2): 33-46, 1998.
- POTTS, S. G. et al. Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe. *Journal of Apicultural Research*, 49: 15-22, 2010.
- REYNOLDS, J. D. et al. Biology of extinction risk in marine fishes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1.579): 2.337-2.344, 2005.
- ROBBIRT, K. M. et al. Potential disruption of pollination in a sexually deceptive orchid by climatic change. *Current Biology*, 24(23): 2845-2849, 2014.

ROCKSTRÖM, J. et al. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2): 32, 2009.

ROSS, P. S.; BIRNBAUM, L. S. Integrating human and ecological risk assessment: a case of persistent organic pollutants (POPs) in humans and wildlife. *Human and Ecological Risk Assessment*, 9(1): 303-324, 2003.

RUXTON, C. H. S. et al. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 17: 449-459, 2004.

SANDIFER, P. A. et al. The ocean and human health. *Environmental Health Perspectives*, 112: A454-A455, 2004.

SCHWARTSMANN, G. A natureza como fonte de novas drogas anticâncer: a contribuição dos oceanos. *Anais da Academia Nacional de Medicina*, 160(2): 95-103, 2000.

SETTELE, J.; BISHOP, J.; POTTS, S.G. Climate change impacts on pollination. *Nature Plants*, 2: 16.092, 2016.

SICILIANO, S.; ALVES, V. C.; HACON, S. Aves e mamíferos marinhos como sentinelas ecológicas da saúde ambiental: uma revisão do conhecimento brasileiro. *Cadernos Saúde Coletiva*, 13(4): 927-946, 2005.

SNEDECKER, S. M. Pesticides and breast cancer risk: a review of DDT, DDE, and Dieldrin. *Environmental Health Perspectives*, 109(1): 35-47, 2001.

TAVARES, D. C. et al. Environmental and anthropogenic factors structuring waterbird habitats of tropical coastal lagoons: implications for management. *Biological Conservation*, 186: 12-21, 2015.

VANBERGEN, A. J. et al. Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5): 251-259, 2013.

VILLAMAGNA, A. M.; ANGERMEIER, P. L.; BENNETT, E. M. Capacity, pressure, demand, and flow: a conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. *Ecological Complexity*, 15: 114-121, 2013.

WAKE, D. B.; VREDENBURG, V. T. Are we in the midst of the sixth mass extinction? a view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105: 11.466-11.473, 2008.

WORM, B. et al. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5.800): 787-790, 2006.

2.2. Da taxonomia à metagenômica: o desafio da identificação de patógenos, vetores e hospedeiros

AGUADO, M. T. et al. Syllidae mitochondrial gene order is unusually variable for Annelida. *Gene*, 16: 30.696-30.705, 2016.

BIK, H. M. et al. Sequencing our way towards understanding global eukaryotic biodiversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 27: 233-243, 2012.

BRAZILIAN BAR CODE OF LIFE (BrBOL). Disponível em: <<http://www.brbol.org/pt-br>>. Acesso em: 1 out. 2016.

CBOL Plant Working Group (CBOL). A DNA barcode for land plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 106(31): 12.794- 12.797, 2009.

CHASE, M. W.; FAY, M. F. Barcoding of plants and fungi. *Science*, 325(5.941): 682-683, 2009.

FAZEKAS, A. J. et al. Multiple multilocus DNA barcodes from the plastid genome discriminate plant species equally well. *PLoS One*, 3(7): e2802, 2008.

HAAG, K. L. et al. Evolution of a morphological novelty occurred before genome compaction in a lineage of extreme parasites. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 111(43): 15.480-15.485, 2014.

HOLLINGSWORTH, P. M.; GRAHAM, S. W.; LITTLE, D. P. Choosing and using a plant DNA barcode. *PLoS One*, 6(5): e19254, 2011.

KRESS, W. J.; ERICKSON, D. L. DNA barcodes: genes, genomics, and bioinformatics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 105(8): 2.761-2.762, 2008.

MEIER, J. I. et al. Demographic modeling with whole genome data reveals parallel origin of similar *Pundamilia* cichlid species after hybridization. *Molecular Ecology*, 26(1): 123-141, 2017.

RATNASINGHAM, S.; HEBERT, P. D. N. Bold: the Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>). *Molecular Ecology Notes*, 7(3): 355-364, 2007.

SHNEER, V. S. DNA barcoding is a new approach in comparative genomics of plants. *Genetika*, 45(11): 1.436-1.448, 2009.

STAATS, M. et al. Advances in DNA metabarcoding for food and wildlife forensic species identification. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408(17): 4.615-1.630, 2016.

STOEV, P. et al. *Eupolybothrus cavernicolus* Komerički & Stoev sp. n. (Chilopoda: Lithobiomorpha: Lithobiidae): the first eukaryotic species description combining transcriptomic, DNA barcoding and micro-CT imaging data. *Biodiversity Data Journal*, 1: e1013, 2013.

TESTO, W.; SUNDUE, M. A. 4000-species dataset provides new insight into the evolution of ferns. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 105: 200-211, 2016.

ZHOU, X. et al. Population genomics reveals slow genetic diversity and adaptation to hypoxia in snub-nosed monkeys. *Molecular Biology and Evolution*, 33(10): 2670-2681, 2016.

2.3 O papel das coleções biológicas para o estudo da saúde humana e de animais domésticos e silvestres

COLEÇÕES BIOLÓGICAS. Portal Fiocruz. Disponível em: <<http://portal.fiocruz.br/pt-br/content/cole%C3%A7%C3%B5es-biol%C3%B3gicas>>.

2.4 Os impactos dos agrotóxicos na saúde, no trabalho e ambiente no contexto do agronegócio no Brasil

AUGUSTO, L. G. S. et al. Saúde, ambiente e sustentabilidade. In: CARNEIRO, F. F. et al. (Orgs.). *Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2015. 2ª Parte.

BREILH, J. Pilhagens, ecossistemas e saúde. In: MIRANDA, A. C. et al. (Orgs.). *Território, Ambiente e Saúde*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008.

CARNEIRO, F. F.; BÚRIGO, A. B.; DIAS, A. P. Saúde no campo. In: CALDART, R. S. et al. (Orgs.). *Dicionário da Educação do Campo*. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012.

CARVALHO, H. M. Modelo de produção agrária no Brasil. In: SEMINÁRIO DE ENFRENTAMENTO AOS IMPACTOS DOS AGROTÓXICOS NA SAÚDE HUMANA E NO MEIO AMBIENTE, 2012, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Ensp/Fiocruz, 2012.

DELGADO, G. C. *Do Capital Financeiro na Agricultura à Economia do Agronegócio: mudanças cíclicas em meio século (1965-2012)*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1): 131-143, 2007.

2.5 Onde se entrelaçam a saúde silvestre e a humana

ALEXANDER, K. A.; MCNUTT, J. W. Human behavior influences infectious disease emergence at the human-animal interface. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(10): 522-526, 2010.

BRADLEY, C. A.; ALTIZER, S. Urbanization and the ecology of wildlife diseases. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(2): 95-102, 2007.

CIVITELLO, D. J. et al. Biodiversity inhibits parasites: broad evidence for the dilution effect. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 12: 8.667-8.671, 2015.

HALLIDAY, J. E. et al. A framework for evaluating animals as sentinels for infectious disease surveillance. *Journal of The Royal Society Interface*, 4: 973-84, 2007.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Plano de Manejos. Brasília: ICMBIO. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/planos-de-manejo>>.

JANSEN, A. M.; XAVIER, S. C. C.; ROQUE, A. L. R. The multiple and complex and changeable scenarios of the *Trypanosoma cruzi* transmission cycle in the sylvatic environment. *Acta Tropica*, 151: 1-15. 2015.

JOHNSON, P. T. J.; ROODE, J. C.; FENTON, A. Why infectious disease research needs community ecology. *Science*, 349(6.252): 1.259.504, 2015.

JONES, K. et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451: 990- 993, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. O que são Unidades de Conservação. 2017b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/o-que-sao>>.

ROMANO, A. P. M. et al. Febre amarela no Brasil: recomendações para a vigilância, prevenção e controle. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 20(1): 101-106, 2011.

STEPHENS, P. R. et al. The macroecology of infectious diseases: a new perspective on global-scale drivers of pathogen distribution and impacts. *Ecology Letters*, 19(9): 1.159-1.171, 2016.

VASCONCELOS, P. F. C. Yellow fever in Brazil: thoughts and hypotheses on the emergence in previously free areas. *Revista de Saúde Pública*, 44(6), 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v44n6/2025.pdf>>.

XAVIER, S. C. et al. Lower richness of small wild mammal species and Chagas disease risk. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6: e1647, 2012.

WARDEH, M. et al. Database of host-pathogen and related species interactions, and their global distribution. *Science Data - Nature*, 2: 150049, 2015.

2.6 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação e a saúde das comunidades tradicionais e indígenas

BRASIL. Lei n. 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. *Diário Oficial da União*, 19 jul. 2000.

BRASIL. Decreto n. 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 23 ago. 2002.

BRASIL. Decreto n. 5.758, de 13 de abril de 2006. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 17 abr. 2006.

BRASIL. Decreto n. 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. *Diário Oficial da União*, 08 fev. 2007.

2.7 Espécies exóticas invasoras

ARON, J.; PATZ, J. *Ecosystem Change and Public Health*. Baltimore: Johns Hopkins UniPress, 2001.

BARRY, J. M. *The Great Influenza: the epic story of the deadliest plague in history*. New York: Viking, 2004.

BASILE, R. C. et al. Brazilian borreliosis with special emphasis on humans and horses. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48(1): 167-172, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Espécies Exóticas Invasoras: situação brasileira*. Brasília: MMA, Secretaria de Biodiversidade, 2006.

COP 6 Decision VI/23. Alien species that threaten ecosystems, habitats or species. Convention on Biological Diversity. Disponível em: <<https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7197>>.

CHAME, M. Espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana. *Ciência e Cultura, SBPC*, 61: 31-34, 2009.

COIMBRA, C. E. A.; SANTOS, R. V. Paleoepidemiologia e epidemiologia de populações indígenas brasileiras: possibilidades de aproximação. In: ARAÚJO, A. J. G.; FERREIRA, L. F. (Org.). *Paleopatologia e Paleoepidemiologia: estudos multidisciplinares*. Rio de Janeiro: Panorama, 1992.

COX, G. W. *Alien Species and Evolution: the evolutionary ecology of exotic plants, animals, microbes, and interacting native species*. Washington, D.C.: Island Press, 2004.

CUNHA, S. *A História e suas Epidemias: a convivência do homem com os microrganismos*. Rio de Janeiro: Senac Rio, 2003.

DASZAK, P; CUNNINGHAM, A. A.; HYATT, A. D. Emerging infectious diseases of wildlife: threats to biodiversity and human health. *Science*, 287(21): 443-449, 2000.

FONSECA, G. M. et al. Distribuição social da Aids no Brasil, segundo participação no mercado de trabalho, ocupação e status socioeconômico dos casos de 1987 a 1998. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(5): 1.351-1.363, 2003.

GONÇALVES, M. L. C.; ARAÚJO, A.; FERREIRA, L. F. Paleoparasitologia no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 7(1): 191-196, 2002.

HINRICHSEN, S. L.; NETO, J. M. J.; ROLIM, H. Varíola. In: HINRICHSEN, S. L. *DIP: doenças infecciosas e parasitárias*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

MACHADO, C. J. S. et al. Recomendações para elaboração e consolidação de uma estratégia nacional de prevenção e controle das espécies exóticas no Brasil. *Ciência e Cultura, SBPC*, 61: 42-45, 2009.

MOONEY, H. A. et al. *Invasive Alien Species: a new synthesis*. Washington, D.C.: Island Press, 2005.

RENFREW, C.; BAHN, P. (Eds.). *Archaeology: theories, methods and practice*. London: Thames & Hudson, 1996.

SABROZA, P. C; TOLEDO, L. M.; OSANAI, C. H. A organização do espaço e os processos endêmico-epidêmicos. In: LEAL, M. C. et al. (Orgs.). *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento*. II. São Paulo, Rio de Janeiro: Hucitec, Abrasco, 1992.

SIANTO, L. *Parasitismo por Echinostoma sp. (Trematoda: Digenea: Echinostomatidae) em Populações Pré-Colombianas: um estudo de caso*, 2004. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz.

VERANO, W. J.; UBERLAKER, H. D. *Disease and Demography in Americas*. Washington, D.C.: Smithsonian Institute Press, 1992.

2.8 Biodiversidade urbana

- AKRAM, W.; ALI-KHAN, H. A. Odonate nymphs: generalist predators and their potential in the management of dengue mosquito, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 10(2): 252-257, 2016.
- ANTONIO-NKONDJIO, C. et al. Rapid evolution of pyrethroid resistance prevalence in *Anopheles gambiae* populations from the cities of Douala and Yaoundé (Cameroon). *Malaria Journal*, 14: 155, 2015.
- ARONSON, F. A. et al. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society of London B – Biological Sciences*, 281: 2013.3330, 2014.
- BENNIE, J. et al. Ecological effects of artificial light at night on wild plants. *Journal of Ecology*, 104(3): 611-620, 2016.
- BEVILACQUA, P. D. et al. Urbanização da leishmaniose visceral em Belo Horizonte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 53(1): 1-8, 2001.
- BIAVATTI, T.; COSTA, L. M.; ESBÉRARD, C. E. L. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em refúgios diurnos artificiais na região Sudeste do Brasil. *Mastozoología Neotropical*, 22(2): 239-253, 2015.
- BRADLEY, C. A.; ALTIZER, A. Urbanization and the ecology of wildlife diseases. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(2): 95-102, 2007.
- CHAN, L. et al. *User's Manual on the Singapore Index on Cities' Biodiversity (also known as the City Biodiversity Index)*. Singapore: National Parks Board, 2014.
- CHEPESIUK, R. Missing the Dark: health effects of light pollution. *Environmental Health Perspectives*, 17(1): A20-A27, 2009.
- FAETH, S. H.; SAARI, S.; BANG, C. *Urban Biodiversity: patterns, processes and implications for conservation*. San Francisco: John Wiley & Sons, 2012.
- FRANCIS, C. D.; ORTEGA, C. P.; CRUZ, A. Report noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology*, 19(16): 1.415-1.419, 2009.
- GAERTNER, M. et al. Managing invasive species in cities: a framework from Cape Town, South Africa. *Landscape and Urban Planning*, 151: 1-19, 2016.
- HARRIS, S. E.; MUNSHI-SOUTH, J. Signatures of positive selection and local adaptation to urbanization in white-footed mice (*Peromyscus leucopus*). *Molecular Ecology*, 26(22): 6.336-6.350, 2017.
- HONÓRIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Frequência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 35(4): 385-391, 2001.
- JOHNSON, M. T. J.; MUNSHI-SOUTH, J. Evolution of life in urban environments. *Science*, 358(6.363): eaam8327, 2017.

- JONES, K. E. et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451: 990-993, 2008.
- KEMPENAERS, B.; BORG, P. Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds. *Current Biology*, 20: 1.735-1.739, 2010.
- MARENGO, J. A.; SCARANO, F. R. (Eds.). *Impacto, Vulnerabilidade e Adaptação das Cidades Costeiras Brasileiras às Mudanças Climáticas: relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC)*. Rio de Janeiro: PBMC, Coppe/UFRJ, 2016.
- MCCALLUM, H.; DOBSON, A. Disease, habitat fragmentation and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 269: 2041-2049, 2002.
- MCKINNEY, M. L. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52: 883-890, 2002.
- MINAYO, M. C. S. *Violência e Saúde*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006. (Temas em Saúde).
- MUMFORD, L. *The City in History: its origins, its transformations, and its prospects*. New York: Harvest Books, 1968.
- NILON, C. H. Urban biodiversity and the importance of management and conservation. *Landscape and Ecological Engineering*, 7(1): 45-52, 2010.
- NILON, C. H. et al. Planning for the future of urban biodiversity: a global review of city-scale initiatives. *BioScience*, 67(4): 332-342, 2017.
- NORTON, B. A.; EVANS, K. L.; WARREN, P. H. Urban biodiversity and landscape ecology: patterns, processes and planning. *Current Landscape Ecology Reports*, 1(4): 178-192, 2016.
- PAZ, S.; SEMENZA, J. C. El Niño and climate change: contributing factors in the dispersal of Zika virus in the Americas? *Lancet*, 387(10.020): 745, 2016.
- SCHNEIDER, M. C. et al. Rabies transmitted by vampire bats to humans: an emerging zoonotic disease in Latin America? *Revista Panamericana de Salud Pública*, 25(3): 260-269, 2009.
- SEA TURTLE CONSERVANCY. Information about sea turtles: threats from artificial lighting. 2017. Disponível em: <<https://conserveturtles.org/information-sea-turtles-threats-artificial-lighting/>>.
- SLABBEKOORN, H.; DEN BOER-VISSER, A. Cities change the songs of birds. *Current Biology*, 16: 2.326-2.331, 2006.
- TRACEY, J. A. et al. An agent-based movement model to assess the impact of landscape fragmentation on disease transmission. *Ecosphere*, 5(9): 1-24, 2014.
- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-Habitat). *Cities and Climate Change: global report on human settlements*, 2011. London: UN-Habitat, 2011.
- UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. *The World's Cities in 2016*. Data Booklet, 2016. Disponível em: <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Secretariat of the Convention on Biological Diversity. *Connecting Global Priorities: biodiversity and human health a state of knowledge review*. Geneva: WHO, 2015.

WOOLHOUSE, M. E. J.; GOWTAGE-SEQUERIA, S. Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 11: 1.842-1.847, 2005.

ZANCOPÉ-OLIVEIRA, R. M.; WANKE, B. Isolamento do *Histoplasma capsulatum* de animais silvestres no município do Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde Pública*, 2(1): 42-52, 1986.

Capítulo 3 - Desafios

3.1 Novas dinâmicas, velhas doenças

ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. *Estudos Avançados*, 26(74): 151-165, 2012.

BARRETO, M. L.; CARMO, E. H. Padrões de adoecimento e de morte na população brasileira: os renovados desafios para o Sistema Único de Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12, supl.: 1.779-1.790, 2016.

BARRETO, M. L. et al. Effect of the city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhoea in Northeast Brazil: assessment by two cohort studies. *Lancet*, 370(9.599): 1.622-1.628, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Guia de Vigilância Epidemiológica*. 7. ed. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Situação epidemiológica da malária no Brasil, 2012 e 2013. *Boletim Epidemiológico*, 46(43), 2015a. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/dezembro/16/2015-003---Mal--ria.pdf>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Doença de Chagas aguda no Brasil: série histórica de 2000 a 2013. *Boletim Epidemiológico*, 46(21), 2015b. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/agosto/03/2014-020.pdf>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Perspectivas brasileiras para o fim da tuberculose como problema de saúde pública. *Boletim Epidemiológico*, 47(13), 2016a. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2016/marco/24/2016-009-Tuberculose-001.pdf>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Hanseníase, verminoses e tracoma têm cura: a experiência de uma campanha integrada. *Boletim Epidemiológico*, 46(21), 2016b. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2016/maio/12/2015-038---Campanha-publica---o.pdf>>.

CARDOSO, T. A. O.; NAVARRO, M. B. M. A. Biossegurança e ambiente: complexidade e instrumentalização. *Gaia Scientia*, 1: 107-114, 2007.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). *Addressing Emerging Infectious Diseases Threats: a prevention strategy for the United States*. Atlanta: CDC, 1994.

CONFALONIERI, U. et al. Mudanças globais e desenvolvimento: importância para a saúde. *Informe Epidemiológico do SUS*, 11(3): 139-154, 2002.

CONSENSO BRASILEIRO EM DOENÇA DE CHAGAS, 2, 2015. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 7(25): 7-86, 2016. Núm. esp.

JONES, K. E. et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451: 990-993, 2008.

KOVATZ, R. S. et al. Early effects of climate changes in vector-borne disease? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356: 1.057-1.068, 2001.

LUNA, E. J. A.; SILVA Jr., J. B. Doenças transmissíveis, endemias, epidemias e pandemias. In: FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *A Saúde no Brasil em 2030: prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro*. 2: População e perfil sanitário. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2013.

MAYER, J. D. Geography, ecology and emerging infectious diseases. *Social Science & Medicine*, 50: 937-952, 2000.

MORENS, D. M.; FOLKERS, G. K.; FAUCI, A. S. The challenge of emerging and reemerging infectious diseases. *Nature*, 430: 242-249, 2004.

OLIVEIRA, J. A.; FRANCO, S. M., A coleção de mamíferos do Serviço Nacional de Peste no Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 63(1): 13-20, 2005.

PATZ, J. A. et al. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *International Journal for Parasitology*, 30: 1.394-1.405, 2000.

SHUMAN, E. K. Global climate change and infectious diseases. *New England Journal of Medicine*, 362(12): 1.061-1.063, 2010.

VILELA, M.L. Phlebotomine fauna (Diptera: Psychodidae) and putative vectors of leishmaniasis in impacted area by hydroelectric plant, state of Tocantins, Brazil. *PLoS One*, 6(12): e27721, 2011.

WEISS, R. A.; McMICHAEL, A. J. Social and environmental risk factors in the emergence of infectious diseases. *Nature Medicine*, 10: 70-76, 2004.

3.2 Plataformas, informação, dados e modelos em biodiversidade e saúde

INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE (ICSU). *Report of the ICSU Planning Group on Health and Wellbeing in the Changing Urban Environment: a system analysis approach*. Paris: ICSU, 2011.

SILVA, D. L. et al. *Diretrizes para a Integração de Dados de Biodiversidade*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015.

3.3 Fortalecimento das plataformas tecnológicas para a diversidade biológica

BLAU, A. et al. The translational genomics core at partners personalized medicine: facilitating the transition of research towards personalized medicine. *Journal of Personalized Medicine*, 26(6): E10, 2016.

BRAZILIAN BARCODE OF LIFE (BrBOL). Disponível em: <<http://www.ibol.org/phase1/about-us/what-is-ibol/>>. Acesso em: out. 2016.

CANADIAN CENTRE FOR DNA BARCODING. Disponível em: <<http://ccdb.ca/>>. Acesso em: out. 2016.

COLEÇÕES BIOLÓGICAS. Portal Fiocruz. Disponível em: <<http://portal.fiocruz.br/pt-br/content/cole%C3%A7%C3%B5es-biol%C3%B3gicas>>. Acesso em: out. 2016.

ESCOBAR, H. Cientistas buscam solução para o gargalo da importação. *Estadão*, 24 jul. 2013. Disponível em: <<http://ciencia.estadao.com.br/blogs/herton-escobar/cientistas-buscam-solucao-para-gargalo-da-importacao/>>. Acesso em: out. 2016.

HAHN, A. S. et al. The information science of microbial ecology. *Current Opinion in Microbiology*, 31: 209-216, 2016.

LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIOS CENTRALIZADO. Disponível em: <<http://genfis40.esalq.usp.br/multi/index.php>>. Acesso em: 01 out. 2016.

LABORATÓRIO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA. SDumont. Disponível em: <<http://sdumont.lncc.br/machine.php?pg=machine#>>. Acesso em: out. 2016.

REDE DE PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS FIOCRUZ. Disponível em: <<http://plataformas.fiocruz.br/>>. Acesso em: out. 2016.

RODMAN, J. E.; CODY, J. H. The taxonomic impediment overcome: NSF's partnerships for enhancing expertise in taxonomy (Peet) as a model. *Systematic Biology*, 52(3): 428-435, 2003.

SABÓIA, G. Sem dinheiro para conta de luz, supercomputador é desligado. *CBN*, 22 jun. 2016. Disponível em: <<http://cbn.globoradio.globo.com/editorias/ciencia-saude/2016/06/22/SEM-DINHEIRO-PARA-CONTA-DE-LUZ-SUPERCOMPUTADOR-E-DESLIGADO.htm>>. Acesso em: 01 out. 2016.

SIMON, N. What are the most important problems in our field? *Museum 2.0*, Oct. 03 2011. Disponível em: <<http://museumtwo.blogspot.com.br/2011/10/what-are-most-important-problems-in-our.html>>. Acessado em: out. 2016.

SUAREZ, A. V.; TSUTSUI, N. D. The value of museum collections for research and society. *BioScience*, 54(1): 66-74, 2004.

3.4 Conservação e saúde: uma saída para os conflitos no campo

SILVA, N. C. B.; MOTA, J. A. Gestão de parques nacionais: o caso do Parque Nacional da Serra da Capivara. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE - ANPPAS, I, Indaiatuba, 2002: São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/gestao_ambiental/Nubia%20Cristina%20Bezerra%20da%20Silva.pdf>

Capítulo 4 - Iniciativas

4.1 Contribuições da Fiocruz ao Plano Estratégico de Biodiversidade: as Metas de Aichi

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão Nacional de Biodiversidade. Resolução Conabion 6, de 3 setembro 2013. Dispõe sobre Metas Nacionais para a Biodiversidade 2020. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/anuariomataatlantica/pdf/metas_nacionais_biodiversidade_cdb_2020.pdf>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. *5º Relatório Nacional para a Convenção Sobre Diversidade Biológica*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016a. (Série Biodiversidade, 50).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade – EPANB. 2016-2010. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016b.

ANEXO

AUTORES E AFILIAÇÕES

Alyne Thompson Coelho Garcia do Carmo

Laboratório Químico Farmacêutico do Exército

André Batouli Santos

Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro

André de Figueiredo Barbosa

Laboratório de Doenças Parasitárias, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

André Favaretto

Coordenação Geral de Petróleo e Gás, Ibama

Arion Túlio Aranda

Laboratório de Simulídeos e Oncocercose, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Ary Carvalho de Miranda

Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz

Aurea Maria Lage de Moraes

Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Caroline Carvalho de Almeida

Laboratório de Imunomodulação e Protozoologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Cheryl Gouveia

Instituto de Biologia do Exército

Cíntia de Moraes Borba

Laboratório de Taxonomia, Bioquímica e Bioprospecção de Fungos, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Cristina Araripe

Observatório Juventude, Ciência e Tecnologia, Museu da Vida, Casa de Oswaldo Cruz, Fiocruz

Cristina Guilam

Coordenação Geral de Pós-Graduação da Fiocruz

Daniel Daipert Garcia

Laboratório de Helminhos Parasitos de Vertebrados, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Davi Castro Tavares

Laboratório de Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Norte Fluminense

Delir Corrêa Gomes Maués da Serra-Freire

Laboratório de Helminhos Parasitos de Vertebrados, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Dely Noronha de Bragança Magalhães Pinto

Laboratório de Helminhos Parasitos de Vertebrados, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Douglas Adriano Augusto

Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, Presidência, Fiocruz

Edson Elias da Silva

Laboratório de Enterovírus, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Eduardo Krempser

Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, Presidência, Fiocruz

Elba Regina Sampaio de Lemos

Laboratório de Hantavírus e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Elizabeth Rangel

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Díptera e Hemíptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Ernesto Hofer

Laboratório de Zoonoses Bacterianas, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Fernanda Barbosa de Almeida da Cunha

Laboratório de Helminhos Parasitos de Vertebrados, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Fernando Avila-Pires

Medicina Tropical, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Fernando Ferreira Carneiro

Fiocruz Ceará

Flávia de Oliveira Cardoso

Laboratório de Imunomodulação e Protozoologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Gilberto Salles Gazêta

Serviço de Referência Nacional em Vetores das Riquetsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Guilherme Corrêa de Oliveira

Laboratório de Parasitologia Molecular e Celular, Instituto René Rachou, Fiocruz

Guilherme Delgado

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Ilana Teruszkin Balassiano

Laboratório de Zoonoses Bacterianas, Instituto René Rachou, Fiocruz

Jacenir Reis do Santos Mallet

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Díptera e Hemíptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Jailson Fulgêncio Moura

System Ecology Group, Department of Theoretical Ecology and Modelling, Leibniz Center for Tropical Marine Ecology, Germany

Joyce Mendes Pereira

Coordenação Geral de Laboratórios de Saúde Pública, Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde

Lia Girado da Silva Augusto

Fiocruz, Bahia

Liléia Gonçalves Diotaiuti

Laboratório de Triatomíneos e Epidemiologia da Doença de Chagas, Instituto René Rachou, Fiocruz

Lívia Abdalla

Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, Presidência, Fiocruz

Lívia Regly Stutz Soares

Bolsista do Projeto Espécies Exóticas que Afetam a Saúde Humana, Fiocruz

Magda Clara Costa

Laboratório de Parasitologia Molecular, Universidade Federal do Paraná

Manuela da Silva

Vice-Presidência de Pesquisa e Coleções Biológicas, Fiocruz

Marcelo Knoff

Laboratório de Helminhos Parasitos de Vertebrados, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Marcelo Pereira Garcia

Bolsista do Projeto Espécies Exóticas que Afetam a Saúde Humana, Fiocruz

Marcelo Quintela

Laboratório de Transmissores de Hematozoários, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Marcia Chame

Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, Presidência, Fiocruz

Márcia Gonçalves de Castro

Laboratório de Transmissores de Hematozoários, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Maria Auxiliadora Kaplan

Instituto de Pesquisas de Produtos Naturais, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Maria Inês Pessanha de Azevedo

Bolsista do Projeto Espécies Exóticas que Afetam a Saúde Humana, Fiocruz

Maria Inez de Moura Sarquis

Laboratório da Coleção de Culturas de Fungos, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Maria Raquel Figueiredo

Química de Produtos Naturais, Instituto de Tecnologia em Fármacos, Fiocruz

Marilza Maria Herzog

Laboratório de Simulídeos e Oncocercose, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Marina Galvão Bueno

Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre, Presidência, Fiocruz

Marinete Amorim

Laboratório de Referência Nacional em Vetores das Riquetsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Martha Lima Brandão

Bolsista Campus Fiocruz da Mata Atlântica, Fiocruz

Martha Maria Pereira

Laboratório de Zoonoses Bacterianas, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Maurício Luiz Vilela

Laboratório de Transmissores de Leishmanioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Mônica Lemos Ammon Fernandez

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Muriel Saragoussi

Bolsista no Instituto Leônidas e Maria Deane, Fiocruz

Natalia Zúniga

Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Nataly Araújo de Souza

Laboratório de Transmissores de Leishmanioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Nicolau Maués Serra-Freire

Laboratório Nacional e Internacional de Referência em Taxonomia de Triatomíneos do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Nildimar Alves Honório

Laboratório de Transmissores de Hematozoários, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Pablo Menezes Coelho

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Rafael Maciel de Freitas

Laboratório de Transmissores de Hematozoários, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Reginaldo Peçanha Brazil

Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Renata Carvalho de Oliveira

Laboratório de Hantavíroses e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Ricardo de Godoi Mattos Ferreira

Fiocruz Rondônia

Ricardo Lourenço

Laboratório de Mosquitos Transmissores de Hematozoários, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Roberto da Costa Peres

Laboratório de Transmissores de Mosquitos Transmissores de Hematozoários, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Rodrigo Jorge de Alcantara Guerra

Laboratório de Biologia Molecular, Instituto de Pesquisas Biomédicas, Hospital Naval Marcílio Dias

Ronaldo Justo

Departamento de Meio Ambiente, Associação dos Proprietários do Iporanga

Rosângela Rodrigues e Silva

Laboratório de Helmintos Parasitas de Vertebrados, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Salvatore Siciliano

Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Silvana Carvalho Thiengo

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Simone Castro de Souza

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Díptera e Hemíptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Sonia Barbosa dos Santos

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Sylvio Celso da Costa

Laboratório de Imunomodulação e Protozoologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Tamara Nunes

Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo

Tatiana Rozental

Laboratório de Hantavírus e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Teresa Cristina Monte Gonçalves

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Díptera e Hemiptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

Vanira Matos Pessoa

Fiocruz Ceará

Verônica Leite de Holanda Gomes

Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Verônica Marchon Silva

Laboratório de Doenças Parasitárias, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz

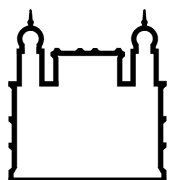
Vicente Soares de Almeida

Embrapa Vegetais

A coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade inaugura a

SÉRIE FIOCRUZ — DOCUMENTOS INSTITUCIONAIS

e foi elaborada pela Vice-Presidência de Ambiente,
Atenção e Promoção da Saúde (VPAAPS)



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz

Avenida Brasil, 4.365 - Manguinhos

21.040-360 - Rio de Janeiro, RJ

Tel: (21) 2598-4242

Home page: www.fiocruz.br