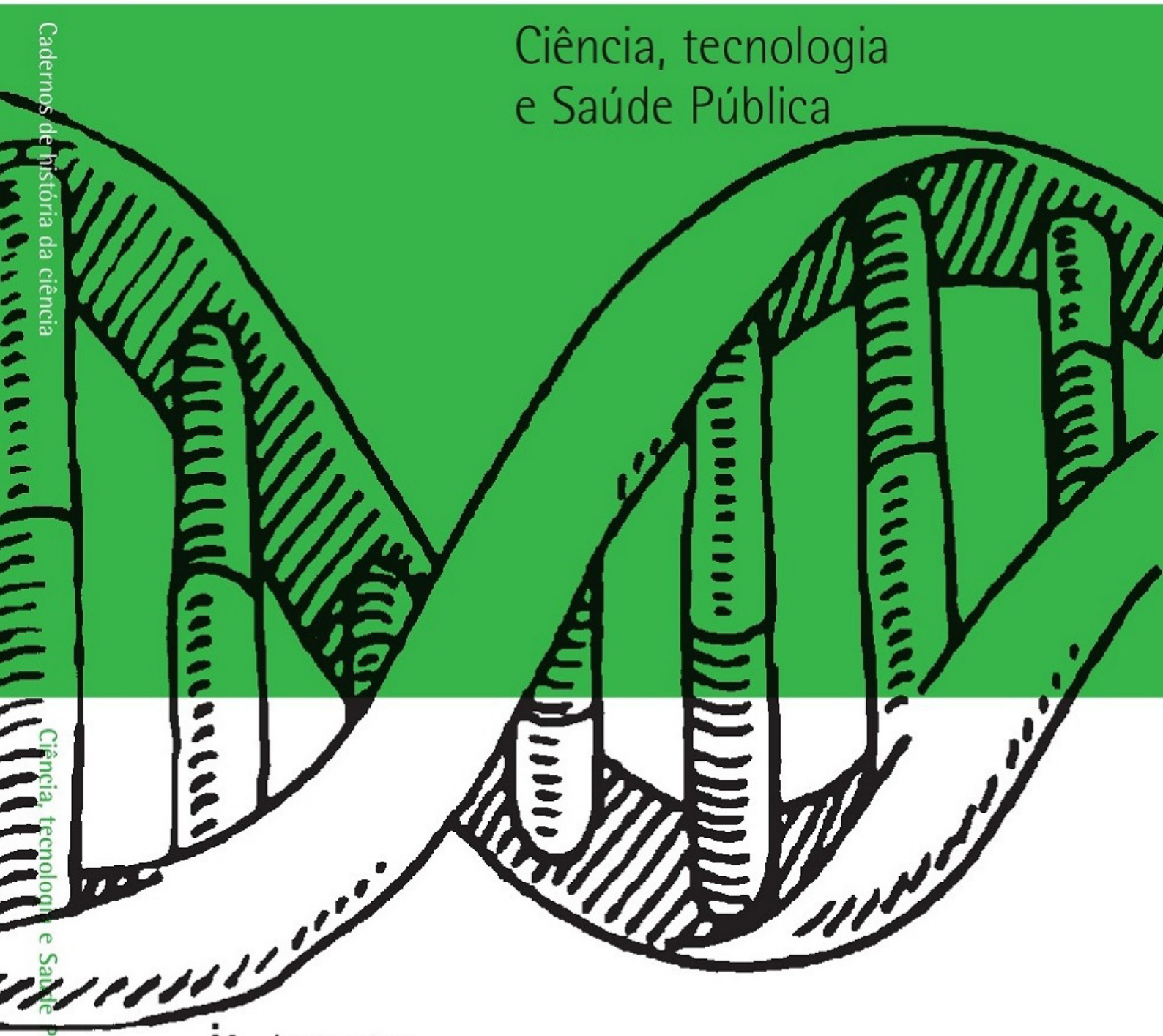
vol 11 n.1

Cadernos de história da ciência

vol 11 n.1
jan/jun 2015

Ciência, tecnologia e Saúde Pública



Cadernos de história da ciência

Ciência, tecnologia e Saúde Pública

ib butantan

Cadernos de história
da ciência

Ciência, tecnologia
e Saúde Pública

Cadernos de História da Ciência / Laboratório de
História da Ciência. Instituto Butantan.– v.1,
n.1 (2005).– São Paulo: Laboratório de
História da Ciência, 2005–.

Semestral

ISSN 1809-7634

1.História da Ciência – Periódicos. I.Instituto Butantan.
Laboratório Especial de História da Ciência.

CDD 505.09

Instituto Butantan

Diretor
Dimas Tadeu Covas

Editor Responsável
Nelson Ibañez

Editores do número
Nelson Ibañez

Editores Assistentes
Cristiano Correa de Azevedo Marques
Josiane Roza de Oliveira
Olga Sofia Fabergé Alves
Paulo Henrique Nico Monteiro

Conselho Editorial
Ana Luiza D'Avila Viana – FMUSP, André Felipe Cândido da Silva – Fiocruz, André Mota – FMUSP, Antônio Luiz Macêdo e Silva Filho – UFC, Áurea Ianni – Faculdade de Saúde Pública/USP, Betânia Gonçalves Figueiredo – UFMG, Cássio Silveira – FCM/Santa Casa de São Paulo, Cláudio Bertolli Filho – UNESP, Dante Marcello Claramont Gallian – Unifesp, Esmeralda Blanco Bolsonaro de Moura – FFLCH/USP, Fan Hui Wen – Instituto Butantan, Fernanda Rebelo – UFBA, José Carlos Barreto Santana – UEFS, Julio Cesar Schweickardt – Fiocruz-Amazônia, Ivomar Gomes Duarte – Instituto Butantan, Lilia Blima Schraiber – FMUSP, Lorelai Kury – Fiocruz, Luis Antonio Teixeira – Fiocruz, Márcia Regina Barros da Silva – FFLCH/USP, Maria Alice Rosa Ribeiro – UNESP, Maria Amélia Mascarenhas Dantes – FFLCH/USP, Maria Cristina da Costa Marques - Faculdade de Saúde Pública/USP, Maria Gabriela S. M. da Cunha Marinho – UFABC, Mitie Tada L. R. F. Brasil – Instituto Butantan, Nísia Trindade Lima – Fiocruz, Osvaldo Augusto Sant'Anna – Instituto Butantan, Regina Gifoni Marsiglia – PUC/SP, Robert Wegner – Fiocruz, Shozo Motoyama – CHC/USP, Suzana Cesar Gouveia Fernandes – Instituto Butantan, Vanderlei Sebastião da Silva – Unioeste, Yara Nogueira Monteiro – Instituto de Saúde/SP

Biblioteca do Instituto Butantan
Bruno De Carvalho Trindade
Joanita Lopes
Rafaella Marino Lafraia

Secretaria Executiva
Sabrina Acosta

Secretaria
Ivani Aparecida de Moura Machado

Correspondência Editorial dos Cadernos de História da Ciência
Laboratório Especial de História da Ciência
e-mail:
lhciencia.ib@butantan.gov.br e
chciencia.ib@butantan.gov.br

Instituto Butantan
Av. Vital Brazil, 1500,
05503-000 Butantã
São Paulo – SP
lhciencia.ib@butantan.gov.br e
chciencia.ib@butantan.gov.br

Publicação Semestral
Tiragem
1000 exemplares

Capa
Representação de uma fita de DNA

Diagramação
Ilana Tschiptschin

Revisão ortográfica
Leandro Rodrigues

CTP/Impressão/Acabamento
Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

Sumário

7 **Apresentação**
Comissão Editorial

12 Revisão dos conceitos da profilaxia antivariólica no Brasil colonial
Review of the concepts of the prophylaxis of smallpox at colonial Brazil
Camila Sloboda Pacheco da Silva

26 O pioneirismo da Bahia no isolamento do vírus da "gripe coreana" em 1951 e a possibilidade de desenvolvimento de uma vacina específica
The pioneering of Bahia in the isolation of the "Korean flu" virus in 1951 and the possibility of development of a specific vaccine
Guilherme Augusto Vieira
Amílcar Baiardi

46 Desenvolvimento da infraestrutura para abastecimento de água na capital paulista durante o século XX
Infrastructure development for water supply in the city of São Paulo during the 20th century
Vanessa Meloni Massara

70 A trajetória institucional do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, por meio das revistas Amazoniana e Acta Amazonica (1965-1975).
The institutional trajectory of the National Research Institution of Amazonia - INPA, through the journals Amazoniana and Acta Amazonica (1965-1975)
Ângela Nascimento dos Santos Panzu

87 A história da descoberta dos introns. I. A descoberta dos genes interrompidos e dos introns de pré-mRNAs.
The history of the discovery of Introns I. The discovery of split genes and the introns of pre-mRNAs
Mario Mayer

103 Dificuldades de comunicação científica em um contexto de censura: o caso Galileu
Scientific Communication Obstacles in a Censorship Context: Galileo's Affaire
Wellington Gil Rodrigues e Amílcar Baiardi

131 **Seção Ensaio/Textos didáticos**
William Harvey e a descoberta da circulação sanguínea
William Harvey and the discovery of blood circulation
Nelson Ibañez

147 **Seção Depoimentos**
Projeto PPSUS
Entrevista com Dra. Cosue Miyaki
da produção de soros e vacinas
Interview with Dr. Cosue Miyaki of
Production of Serums and Vaccines

177 **Resenha**
O Estado empreendedor – Desmascarando
o mito do setor público vs. setor privado,
de Mariana Mazzucato
Deconstructing myths.
The Entrepreneurial State: debunking the public
vs private sector myths, by Mariana Mazzucato
Cristiano Correa de Azevedo Marques

Apresentação

Este número dos *Cadernos de História da Ciência* traz temas e abordagens em diferentes períodos históricos, tendo como fio condutor as relações estabelecidas entre ciência, tecnologia e problemas ligados à saúde pública. Seu título "Ciência, tecnologia e Saúde Pública" procura iluminar e contemplar a temática desses textos.

O primeiro artigo, "Revisão dos conceitos da profilaxia antivariólica no Brasil colonial", traz a contribuição da profa. Camila Sloboda Pacheco da Silva, que enfoca os conceitos que condicionaram a profilaxia antivariólica no Brasil daquele período e as práticas desenvolvidas nesse sentido por médicos brasileiros – ligadas ao método da inoculação – no período que antecedeu a introdução da vacina antivariólica, entre o século XVI e o século XIX, objetivando a possibilidade de reduzir a incidência e prevenir a enfermidade.

O artigo sobre "O pioneirismo da Bahia no isolamento do vírus da 'gripe coreana' em 1951 e a possibilidade de desenvolvimento de uma vacina específica", de Guilherme Augusto Vieira e Amílcar Baiardi, constrói a historiografia de um fato científico-tecnológico pouco conhecido, que foi o isolamento do vírus da gripe que assolou o Brasil em 1951. O isolamento do vírus da "gripe coreana", ocorrido em laboratórios do Estado da Bahia, foi de grande relevância para o combate à doença na época, pois permitiu sintetizar uma vacina específica e eficiente para o combate à pandemia. As pesquisas foram realizadas no Instituto Biológico da Bahia e no Instituto de Saúde Pública da Fundação Gonçalo Muniz pelo

professor e pesquisador Fúlvio Alice. Os ensaios de laboratório confirmaram a maior eficácia de vacinas produzidas com vírus isolado em embriões se comparadas às importadas

Vanessa Meloni Massara traz em seu artigo, fruto de seu trabalho de mestrado, o "Desenvolvimento da infraestrutura para abastecimento de água na capital paulista durante o século XX". Através de uma breve narrativa histórica, é possível verificar que a expansão do serviço de água canalizada na capital paulista seguiu a ocupação do território, partindo de seu centro, no final do século XIX, até chegar aos extremos leste e sul do município entre as décadas de 1970 e 1980, e aos 100% de atendimento ao final dos anos 1990. A evolução de sua distribuição territorial relacionada ao trabalho traz as informações numéricas sobre a extensão das redes, o número de ligações e a população atendida.

No artigo "A trajetória institucional do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, por meio das revistas *Amazoniana e Acta Amazonica* (1965-1975)", Ângela Nascimento dos Santos Panzu analisa a circulação do conhecimento científico praticado por esse instituto durante aquele período. Para isso, são observados os resultados publicados nos primeiros periódicos científicos lançados pelo INPA, a revista *Amazoniana*, editada com parceria alemã, e a revista *Acta Amazonica*, primeira revista do INPA editada no Brasil, com recursos nacionais, desde 1971. A autora infere que as diferenças observadas na produção brasileira e a reduzida publicação na revista editada com parceria alemã estariam relacionadas àqueles que financiavam e difundiam os projetos.

O artigo "A história da descoberta dos Introns. I. A descoberta dos genes interrompidos e dos introns de pré-mRNAs", de Mario Mayer (biólogo pesquisador do Instituto Butantan), é parte de sua tese de mestrado. Realiza-se ali um pequeno estudo historiográfico sobre a descoberta da configuração de genes interrompidos, com a discriminação de sequências denominadas exons e introns reconhecida como passo fundamental para o entendimento da

arquitetura, do funcionamento e da regulação da expressão dos genes. O resgate da história da descoberta dos genes interrompidos e a descrição dos processos e métodos ali implicados têm sua importância na origem do vasto arsenal de técnicas e análises utilizadas atualmente nos estudos dos mecanismos de regulação gênica – a qual tem profundo impacto em várias atividades humanas.

Wellington Gil Rodrigues e Amílcar Baiardi, utilizando uma metodologia apoiada em leituras, questionamentos e interlocução crítica, em trabalho que envolveu material documental e bibliográfico, em seu artigo/ensaio "Dificuldades de comunicação científica em um contexto de censura: o caso Galileu", discutem a questão histórica e atual sobre a censura ao conhecimento científico. O trabalho, dividido em três partes, aborda os mecanismos de censura utilizados historicamente pela Igreja; destaca as aplicações dos mesmos no caso Galileu e focaliza os resultados provenientes da aplicação da censura baseada no decreto inquisitorial e a engenhosidade de Galileu para contornar a censura, principalmente a partir de 1616.

Esta edição do *Cadernos* inaugura uma nova seção, "Ensaios/ Textos didáticos", que convoca autores da história da ciência a produzir textos visando à difusão cientifica para um público em formação e para aqueles que se dedicam à educação básica. "William Harvey e a descoberta da circulação sanguínea" é um texto de Nelson Ibañez centrado em um tema hoje compreendido e divulgado com facilidade por diferentes públicos e que tem na figura de Willian Harvey (1578-1675) um de seus mais importantes autores. Harvey é um expoente da história do saber médico e biológico, especificamente sobre a descoberta da circulação sanguínea maior. A descoberta de William Harvey ressalta a profunda mudança ocorrida na medicina cientifica em relação aos períodos anteriores e demonstra como o "espirito da época" (Zeitgeist) afeta todas as criações da mente e penetra até os mais remotos campos do conhecimento humano.

A seção “Depoimentos” traz a entrevista com a Dra. Cosue Miyaki, da Divisão de Produção de Soros e Vacinas do Instituto Butantan, realizada em 29 de março de 2011. Os entrevistadores foram Dr. Nelson Ibañez, Olga Sofia Faberge Alves e Suzana Cesar Gouveia Fernandes. Trata-se de um projeto ligado ao PPSUS, com apoio da Fapesp e da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES-SP). A entrevista mostra a trajetória profissional da pesquisadora, bem com sua inserção em projetos estratégicos do instituto – mais especificamente na transferência de tecnologia para a produção da vacina da influenza pelo Butantan.

Finalizando esta edição, temos a seção “Resenha”, que traz a leitura de Cristiano Correa de Azevedo Marques do livro de Mariana Mazzucato, *O Estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. Mais uma contribuição para a compreensão do tema da Ciência e Tecnologia.

Boa leitura!
Comissão Editorial

Revisão dos conceitos da profilaxia antivariólica no Brasil colonial

Review of the concepts of the prophylaxis of smallpox at colonial Brazil

Camila Sloboda Pacheco da Silva[1]

1.
Doutora em História da Ciência (PUCSP). Mestre em Ciência Animal (PUCPR), Médica Veterinária (PUCPR) e Bióloga (FIES). Contato: camilasloboda@gmail.com.

Resumo
Ao elaborar o presente trabalho, detive-me longamente na pesquisa sobre a melhor maneira de enfocar os conceitos que condicionaram rigorosamente a profilaxia antivariólica no Brasil do período colonial. Mais especificamente, ocorreu-me a ideia de definir as práticas desenvolvidas entre o século XVI e o século XIX referentes à possibilidade de reduzir a incidência e prevenir a enfermidade. Este trabalho remonta parcialmente às noções acerca do contágio e de sua possível prevenção para aprofundar a análise da erradicação da varíola, ficando, portanto, muito aquém de exaurir o assunto, podendo a pesquisa ser ampliada quer sobre a prática do método da inoculação por médicos brasileiros, quer na teoria da introdução da vacina antivariólica.

Palavras-chave
varíola; variolação; quarentena; vacinação.

Abstract
In preparing this work, I searched for the better way to focus on the concepts that rigorously conditioned

smallpox prophylaxis in Brazil's colonial period. More specifically, the idea of defining the practices developed between the sixteenth and the nineteenth century referred to the possibility of reducing the incidence and prevent diseases. This work goes back partially to the notions of contagion and its possible prevention for further analysis of the eradication of smallpox. Without exhausting the subject, the research can be extended on the practice of inoculation method by Brazilians doctors, and in the theory of the introduction of the smallpox vaccine.

Keywords
smallpox; variolation; quarantine; vaccination.

Introdução

Verificamos entre os dados do Ministério da Saúde de 1973 que a primeira referência à varíola no Brasil data de 1563, na ilha de Itaparica, na Bahia. A partir dali, ela teria se disseminado para Salvador, causando óbitos – em sua maioria, entre os indígenas. Como é sabido, essa moléstia contagiosa, epidêmica e letal ceifava vidas em Belém do Pará, São Luís do Maranhão, Rio de Janeiro e São Paulo. O presente trabalho procura aprofundar os conceitos sobre a epidemia brasileira e o desenvolvimento da prevenção que culminou em controle dos casos variólicos no Brasil colonial.

A varíola e os escravos africanos que chegavam ao Brasil

Tudo indica que o comércio de escravos através do Oceano Atlântico trouxe para o Novo Mundo os escravizados africanos das partes central e ocidental do continente. Entretanto, outras rotas de introdução são sugeridas em publicações, por exemplo, em Alden e Miller (1987).

Conta-se que, entre as tropas que chegavam à América, as doenças infecciosas foram introduzidas por meio de contágio. No Brasil, consequentemente, a importação de escravos teria aberto uma porta de entrada para a varíola. Em documentos de Gurgel e Pereira da Rosa (2012), lemos: "apinhados em

condições deploráveis nos navios negreiros, os africanos que conseguiam sobreviver à travessia atlântica eram uma importante fonte de transmissão das mais diversas doenças infectocontagiosas".

No século XVI, o Brasil recebeu infusões regulares de potenciais portadores da doença, principalmente oriundos da Senegâmbia e Angola. No século XVII, os africanos eram importados de Togo, Benin e sudeste da Nigéria, e no início do século XVIII esse tráfico se dava a partir de Moçambique. Os escravos em questão chegavam ao Brasil em números exorbitantes, que variavam de 4 mil a 17 mil.

Padrões demográficos no Brasil, semelhantes aos da África, compostos por tribos semiagriculturais, explicam a subsequente disseminação da doença de forma epidêmica entre a população. Quando os escravos alcançaram os maiores portos brasileiros, em Recife de Pernambuco, Salvador da Bahia e Rio de Janeiro na costa leste e na costa norte, Belém do Pará e São Luís do Maranhão, eles espalharam o contágio rapidamente, dos galpões onde esperavam para ser inspecionados aos centros comerciais dessas cidades. Como eles se moviam, após a negociação, para o interior das minas, plantações e assentamentos, também transmitiam os vírus aos nativos índios e aos escravos sadios com os quais tinham contato próximo. (Alden e Miller, 1987, p.196)[2]

Ainda no século XVII, a epidemia de varíola atingiu a região amazônica, ocasionando a morte de 30 mil índios da população aldeada. Nessa região, a frequência dos surtos epidêmicos esteve associada às orientações econômicas realizadas à época pela Coroa portuguesa, que visavam ao incremento da agricultura comercial de exportação e à introdução de mão de obra escrava. Outros fatores, além das doenças, como mortes por fome, suicídio, ferimentos de guerra e fuga, contribuíam para a depopulação indígena, segundo afirma Romero Sá (2008, p.819) na obra *A "peste branca" nos navios negreiros: epidemias de varíola na Amazônia colonial e os primeiros esforços de imunização.*

2. As traduções foram realizadas pela autora.

Nascido em 1538 em Bragança, Portugal, o padre Leonardo do Valle foi admitido na Companhia de Jesus e formou-se em humanidades no Brasil. Alguns autores apontam os estudos de Leonardo do Valle focalizando os índios de Porto Seguro e São Paulo. Para ele, a mortalidade variólica em aldeamentos no Recôncavo baiano, ao mesmo tempo que frisava o caráter contagioso da varíola, impelia o aspecto punitivo que se atribuía à doença na interpretação jesuítica.

O pecado do homem foi castigado por uma peste tão estranha que, por ventura, nunca nestas partes houve outra semelhante [...] a mortandade era tal que havia casa que tinha 120 doentes e a uns faltavam já os pais, a outros os filhos e parentes... (Carta do Padre Leonardo do Valle da Bahia para o Padre Gonçalo Vaz, Provincial da Companhia de Jesus de Portugal, a 12 de Maio de 1563).

Johann Spix e Karl Martius, autores do livro *Travels in Brazil, in the Years 1817-1820* (Viagens ao Brasil...), de 1824, afirmam sobre a disseminação das doenças, varíola e sífilis: "O clima, o temperamento dos colonos, e, acima de tudo, a introdução da raça negra como escravos, cooperaram de forma assustadora para a desordem geral, não só no litoral, mas nas partes mais remotas das províncias do interior do continente" (Spix e Martius, 1824, p.144).

Variolação

A variolação foi caracterizada pela manipulação do material contaminado das feridas da varíola e sua prática incluiu também a inserção do material de uma pessoa em outra. Descrita vastamente em literatura, a prática da variolação, segundo Fenner et al. (1988), foi a instilação da varíola num hospedeiro sadio. A introdução desse procedimento na Europa no século XVIII teve importante mediação de Lady Mary Montagu (1689-1742), britânica aristocrata e escritora de romances.

A variolação introduzida em colônias portuguesas, inclusive no Brasil, em geral revertia o quadro

prejudicial evidenciado entre as populações ameríndias. Teoriza-se que aqui o método teria sido iniciado por jesuítas missionários em 1728. Entretanto, outra rota de introdução do método de variolação pode estar relacionada à entrada no país dos escravos africanos que tinham essa prática como costume.

Todos os aldeamentos indígenas na colônia foram alvo da ação jesuítica na área de medicina e saúde. Durante duzentos anos, os jesuítas viram muitos indivíduos adoecerem de varíola, com toda sorte de manifestações. O argumento em literatura que encontramos na obra de Calainho (2005, p.70), *Jesuítas e medicina no Brasil colonial*, publicada em 2005, se refere, pontualmente, à varíola mais branda e amena, que era o efeito esperado da variolação: "A observação arguta do cotidiano devastador fê-los perceber variações da doença: algumas brandas, de tratamento mais fácil, outras mais virulentas e mortíferas".

Charles-Marie de La Condamine (1701-1774), que se encontrava no Pará, deixou registrado em seu diário de viagem o quanto a varíola havia sido funesta para os indígenas, atingindo principalmente os recém-chegados às missões religiosas. Condamine comentou com pesar, em 1743, que não estava sendo utilizada a variolação nos índios cativos, técnica que havia sido introduzida com sucesso na região paraense por um missionário carmelita. De fato, Frei José Madalena utilizou a técnica de variolação na Amazônia durante um surto de varíola que irrompera na região, na década de 1720, salvando inúmeros índios. La Condamine assim descreveu o feito do missionário carmelita:

Há 15 ou 16 anos antes um missionário carmelita das cercanias do Pará, vendo todos os seus índios morrerem um após outro, e tendo sido informado pela leitura de um jornal sobre o segredo da inoculação, que tanto estardalhaço fazia na Europa, [...] ousou mandar inocular a varíola em todos os índios que ainda não haviam sido atacados, e não perdeu um sequer. [...] Outro missionário do rio

Negro seguiu seu exemplo com o mesmo sucesso. (La Condamine, 1992, p.110-111).

No final do século XVIII, Diogo de Souza, governador do Maranhão, promoveu a variolação e protegeu com o método a vida de brancos, negros e índios. O procedimento continuou a ser realizado e foi amplamente conhecido no Pará e no Rio de Janeiro. Entre os registros incluídos no artigo "Out of Africa: The Slave Trade and the Transmission of Smallpox to Brazil, 1560-1831" (Além da África: o comércio de escravos e a transmissão de varíola ao Brasil...) de Alden e Miller, publicado em 1987, menciona-se uma circular geral, datada em nove de julho de 1799, na qual a Coroa portuguesa dirige a todos os governadores da colônia brasileira uma autorização para o início dos programas de variolação.

Em Lisboa, o *Archivo Popular* publicou um artigo em 1840, intitulado "O Contágio das Bexigas, a sua História e a Vaccinia", anunciando o apogeu da prática do contágio de matéria variolosa e descrevendo detalhadamente suas consequências, como se vê a seguir:

Se praticava a inoculação, isto é, quando o mal havia atacado alguém, e se mostrava menos perigoso e violento em seus efeitos, tomava-se então, na ponta de uma agulha, ou de qualquer outro instrumento delicado e agudo, uma porção de pus do enfermo e com o instrumento, picava-se qualquer parte do corpo da pessoa a quem se queria inocular. As bexigas declaravam-se logo com a mesma intensidade, porém benignas e sem perigo; e como o mal não atacava nunca, ou quase nunca, duas vezes o mesmo indivíduo, ficava-se assim preservado de seus terríveis efeitos. (Cruz, 1840, p.82).

Sobre a divulgação dos conhecimentos sobre a variolação no Brasil, a autora de *Imunização Antivariólica no Século XIX no Brasil: inoculação, variolização, vacina e revacinação*, Tania Fernandes, conta que o termo "variolação" estava pouco presente nos textos institucionais, nas publicações localizadas nos

periódicos científicos brasileiros, com destaque para a *Gazeta Médica da Bahia e a Gazeta Médica do Rio de Janeiro* e as publicações da Academia Imperial de Medicina (Fernandes, 2003, p.462). De acordo com ela: "quanto às práticas da variolação e inoculação, estas eram indicadas nos periódicos médicos sendo identificadas como 'inoculação do vírus variólico' e defendidas" (Fernandes, 2003, p.465).

Quarentena

Outro método de controle das doenças executado no Brasil foi a quarentena, ou seja, a reclusão de humanos ou animais sadios pelo período máximo de incubação da doença, para que se protegessem os indivíduos contra a contaminação. Segundo Fenner et al. (1988), esse método foi praticado ainda antes da variolação. A quarentena combinada com a vacinação forneceu o melhor controle da varíola. O termo é originário do latim quarantum e inicialmente se aplicava ao período de detenção que os navios eram obrigados a cumprir quando procediam de países com epidemias. Aparentemente, a quarentena também correspondia à prática de separar cabanas ou aldeias em que graves doenças infecciosas, como a peste ou varíola, estivessem presentes. A medida parece ter surgido de maneira independente em vários povos da África, Ásia e Europa.

No Brasil também se praticava a quarentena. Com isso, alcançamos o isolamento dos tripulantes portadores de doenças epidêmicas. Quando a doença esteve presente nos navios que chegavam aos portos livres de enfermidades, foi-lhes aplicada a quarentena, incluindo o isolamento de pacientes em terra durante quarenta dias. A eficiência desse método dependia da existência de agentes treinados como enfermeiros nos portos e de estrutura operacional organizada – como a presença de enfermarias no local. As restrições da quarentena foram impostas progressivamente, à medida que a medida era motivada pela ocorrência de casos da doença entre os viajantes que aportavam.

A preocupação com a disseminação da doença fez com que Portugal ordenasse que embarcações fossem vistoriadas e aquelas vindas de portos infeccionados ou com escravos doentes fossem submetidas a longas quarentenas. A falta de vigilância adequada permitiu que navios entrassem e descarregassem no porto escravos doentes de varíola, desencadeando assim novos surtos epidêmicos. Nesse sentido, a construção de lazaretos próximos aos portos passou a ser uma prioridade. Foi aprovada pela Coroa portuguesa, a construção dos portos, em 1787, com a exigência de que todas as embarcações que chegassem ao porto e que trouxessem escravos ficassem indistintamente em quarentena. (Romero Sá, 2008, p.822).

A varíola esteve presente no Brasil colonial em surtos epidêmicos, relatados principalmente durante o século XIX, em 1834, 1836, 1844, 1848, 1850 e 1865. Notavelmente, a ideia de usar a quarentena para prevenir a entrada da varíola veio mais para repetir o sucesso ocorrido nas colônias da América do Norte e Austrália. Conta-se que já em 1621 a quarentena era praticada na Argentina, em Buenos Aires. A quarentena latina preveniu a introdução e a disseminação da varíola por meio do controle dos escravos importados. Acerca da primeira quarentena no Brasil, Alden e Miller (1987) relatam que o controle de escravos angolanos recém-chegados foi reproduzido na Bahia em 1655.

Uma visão fóbica acompanhava os brasileiros em tempos de varíola. Por isso, durante todo o século XIX, a atenção pública se voltou majoritariamente às ações da quarentena. Os oficiais da Saúde Pública engajaram-se no desenvolvimento de regulamentos para essa estratégia, que é uma das mais antigas existentes para evitar os prejuízos causados por novos casos variólicos. Havendo a incidência de doentes nos navios que chegavam ao Brasil, todos em terra que haviam estado em contato com os doentes eram suspeitos de trazer ao país os vírus e, portanto, deveriam permanecer por 40 dias em galpões ou hospitais de quarentena (lazaretos) próximos ao porto. Após o período quarentenário, esses pacientes eram

inspecionados pelos oficiais do serviço sanitário e os que estivessem livres da infecção poderiam adentrar as cidades sem o risco de transmitir as mazelas.

Isolamento dos casos

A ocorrência de mais casos de varíola no Brasil levou ao aumento das ações governamentais. O isolamento de pessoas contagiosas, tanto em suas casas como em postos de saúde e hospitais, foi uma das medidas mais comumente tomadas. Em meados do século XIX, a medida se tornou o foco de novas atenções e foi apresentada prioritariamente em legislação. Esse isolamento dos doentes como ação preventiva também protegeu o espraiamento da varíola entre os índios. Entretanto, havia a dificuldade de se controlar o isolamento e os oficiais encarregados recebiam apenas o apoio local. Os incentivos dispensados correspondiam primeiramente à mobilização de fontes internacionais, que repassavam o modelo de sucesso de seus programas de prevenção para evitar os novos casos. O aclaramento da demanda por casos isolados e esporádicos é abordado na obra de Gilberto Hochman (2009), *Priority, Invisibility and Eradication: The History of Smallpox and the Brazilian Public Health Agenda* (Prioridades, Invisibilidade e Erradicação: a história da varíola e a agenda da saúde pública brasileira).

A ideia de isolamento para controlar a propagação da varíola recebeu um estímulo considerável com a popularização da variolação, medida descrita anteriormente, que era realizada como prevenção. Uma vez que se dava o contato com essa prática, a transferência de varíola entre seres humanos significava um perigo iminente. Devido à manipulação da doença, reconheceu-se o risco de propagação da varíola para pessoas não inoculadas. Tornou-se assim um costume que as crianças, em grupos, fossem mantidas em isolamento para se protegerem do ataque da varíola.

O livro de Renato Cymbalista (2002) explica que a população e o governo paulistas conheciam as ameaças provenientes dos mortos. Na ocasião de um surto na capital, em 1735, foram proibidos os enterros públicos e os sepultamentos só se

fizeram à noite. Nesse contexto de cautela, como precaução, em 1799, os sepultamentos só poderiam acontecer na Capela de Nossa Senhora do Ó, fora do perímetro urbano.

Até o final do século XVIII, alguns autores já haviam concebido a ideia de isolar os pacientes e os mortos para evitar novos casos e praticar a inoculação de material contaminado para proteger as pessoas de uma forma mais letal da varíola. As medidas estavam sendo realizadas em conjunto. Um exemplo disso é o autor John Haygarth (1740-1827), que publicou um bom guia intitulado *Inquiry On How to Prevent the Small Pox*, para a cidade de Chester, na Grã-Bretanha, desenvolvido com base num plano de prevenção e erradicação da varíola.

Se no Brasil as medidas preventivas ainda não ocupavam uma posição de destaque entre as políticas sanitárias, isso viria a se concretizar pela prática pública da vacinação, num momento posterior – isso ocorreria quase cem anos mais tarde, com o advento da vacina antivariólica. De acordo com Fernandes (2004), o isolamento do paciente em hospitais e a desinfecção das roupas e dos ambientes apresentaram-se como temas recorrentes a partir da década de 1870.

Vacinação antivariólica

Como se sabe, a introdução da primeira vacina ocorreu em Gloucestershire, um condado britânico, no final do século XVIII, quando o médico e naturalista Edward Jenner (1749-1823) criou a vacina antivariólica, com base em observações e experimentos relacionados com uma doença em animais de fazenda. Essa vacina foi introduzida no Brasil em 1804, quando comerciantes portugueses como Francisco Caldeira Brant, estabelecido na Bahia, financiaram a viagem de sete escravos que haviam sido inoculados na Europa. Os escravos, quando chegaram ao Brasil, traziam nas feridas da inoculação em seu corpo o "pus vacinal", que foi repassado para outros escravos, como no experimento jenneriano de 1796.[3]

3. Veja o experimento de Jenner em An Inquiry Into the Causes and Effects of the Variolae Vaccinae, Or Cow-Pox, de 1798.

Segundo Hochman, em 1808, na época da invasão napoleônica, quando o rei de Portugal fugiu de Lisboa e se transferiu para o Brasil, importantes medidas sanitárias começaram a ser implantadas e aperfeiçoadas. Apesar das críticas, dos receios com base em convicções religiosas e filosóficas e da existência de efeitos colaterais, a realização da vacinação em território europeu levou à disseminação dessa prática de inoculação voluntária no Brasil desde o início do século XIX. Portugal tinha recebido amostras de linfa e comunicado às autoridades da colônia que uma nova substância que poderia proteger o organismo do ataque variólico estava sendo utilizada em um novo procedimento preventivo contra a varíola.

De acordo com Romero Sá, o governo português já havia introduzido a vacina jenneriana em Belém do Pará antes mesmo da eclosão epidêmica de 1819. Nesse episódio, particularmente, 4 mil pessoas foram atacadas, com morte registrada de 36 a 40 pessoas diariamente.

Segundo alguns autores, em 1811 a corte no Rio de Janeiro já havia criado a *Junta Vacínica da Corte*, que foi instituída por d. João VI e tinha por objetivo a difusão plena da vacina antivariólica na capital e nas províncias. Já o tema da revacinação estava incluído entre os assuntos tratados nas publicações da Academia brasileira que especificavam as formas mais eficazes de proteção da população, além da obrigatoriedade da aplicação da vacina, como afirma Fernandes (2004). A primeira tomada de lei obrigatória de vacinação no Rio de Janeiro remonta a 1832.

No que diz respeito à ação da vacina no organismo, alguns médicos explicavam-na, também, por meio de uma analogia com a saturação de um líquido por determinada substância, na convicção de que um corpo saturado de vírus não seria mais suscetível de receber outra saturação por uma nova infecção virulenta. Assim a vacina e a própria varíola serviriam para impregnar de vírus o organismo, que, em virtude dessa saturação, ganharia condições de se proteger (Fernandes, 2004, p.150).

Em 1840, mais amostras de vírus utilizadas para vacinação chegaram ao país, trazidas pelo Barão de Barbacena, sendo utilizadas principalmente na prevenção de famílias nobres. Posteriormente, o cirurgião Barão de Pedro Afonso formou uma instituição privada para o preparo de vacina antivariólica – instituição que se tornaria o Instituto Municipal Soroterático e, anos mais tarde, seria chamada de Instituto Oswaldo Cruz (IOC), de acordo com Schatzmayr (2001, p.1526). Em 1846, foi constituído o Instituto Vacínico do Império (Fernandes, 2004, p.150), que foi incorporado, juntamente com o serviço de saúde pública dos portos, em 1850, à Junta Central de Higiene Pública. Essas informações correspondem à primeira tentativa do Brasil de padronizar e nacionalizar sua administração sanitária. A centralização do serviço sanitário foi seguida por uma legislação que teve como objetivo tornar a vacinação obrigatória mais eficiente e pelos esforços para melhorar a qualidade da vacina. De acordo com Gilberto Hochman, essa estrutura continuou com poucas alterações até o fim do império, em 1889.

Considerações finais

O presente trabalho procurou desenhar um mapa dos conceitos sobre a varíola e sua prevenção – mais especificamente a introdução da doença no Brasil, envolvendo o período colonial, entre os séculos XVI e XIX. Como pôde ser observado, os esforços brasileiros para conter a varíola incluíram a quarentena, o isolamento dos doentes, a passagem da técnica da variolação até a inoculação da vacina antivariólica e a institucionalização da profilaxia. Embora ao primeiro olhar parecesse que o governo brasileiro, na época da colônia, empenhou-se na prevenção, mesmo com recursos escassos e restrições, a pesquisa em artigos de Tania Fernandes (2003 e 2004) indicou a presença, na *Gazeta Médica da Bahia e na Gazeta Médica do Rio de Janeiro,* de referências à prevenção por diversos métodos. Nosso texto sugeriu também a formação de alianças entre a Sociedade de Medicina do Rio de Janeiro e fontes internacionais, oriundas

da França e Portugal, que impulsionaram relevantemente a erradicação da varíola no Brasil, em 1973.

Novos estudos são necessários para elucidar o papel e a trajetória histórica dos médicos e cirurgiões que inoculavam a varíola e a linfa vacinal quando o Brasil era ainda uma colônia de Portugal. Um novo tema que deve ser considerado é a relação entre ciência, sociedade e história, evidenciada juntamente com os contextos histórico e social da "Revolta da Vacina", de 1904.

Referências

Alden D, Joseph CM. Out of Africa: The Slave Trade and the Transmission of Smallpox to Brazil, 1560-1831. J. interdiscip. hist. 1987, v(18), n(2): 195-224.

Calainho DB. Jesuítas e Medicina no Brasil Colonial. Tempo, 2005, v(19): 61-75.

Cartas Avulsas (1550-1568). Carta do Padre Leonardo do Valle da Bahia para o Padre Gonçalo Vaz, Provincial da Companhia de Jesus de Portugal, aos 12 de Maio de 1563. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1887.

Cruz AJC. Archivo Popular: leituras de instrução e recreio. Volume 4. Lisboa: Tipografia AJC da Cruz, 1840.

Cymbalista R. Cidade dos Vivos: arquitetura e atitudes perante a morte nos cemitérios do estado de São Paulo. São Paulo: Annablume, 2002.

Fernandes TMD. Imunização antivariólica no século XIX no Brasil: inoculação, variolização, vacina e revacinação. Hist. Ciênc. Saúde-Manguinhos, 2003, v(10), n(2): 461-474.

_____, Vacina antivariólica: visões da Academia da Medicina no Brasil Imperial. Hist. Ciênc. Saúde-Manguinhos, 2004, v(11), n(1): 141-163.

_____, Chagas D; Souza, ÉM. Varíola e vacina no Brasil no século XX: institucionalização da educação sanitária. Ciênc. Saúde Colet. 2011, v(16), n(2): 479-489.

Fenner F, Henderson DA, Arita I, Jezek Z, Ladnyi ID. Smallpox and Its Eradication. Geneva: World Health Organization, 1988.

Gurgel CBFM, da Rosa CAP. História da medicina: a varíola no Brasil colonial (séculos XVI e XVII). Revista de Patologia Tropical, 2012, v(41), n(4): 387-399.

Haygarth J. An Inquiry how to Prevent the Small-pox and Proceedings of a Society for Promoting General Inoculation at Stated Periods, and Preventing the Natural Small-pox, in Chester. Chester: J. Monk, 1785.

Hochman G. Priority, Invisibility and Eradication: The History of Smallpox and the Brazilian Public Health Agenda. Medical History, 2009, v(53): 229-252.

Jenner E. An Inquiry into the Causes and Effects of the Variolae Vaccinae, a Disease Discovered in Some of the Western Counties of England, Particularly Gloucestershire, and Known by the Name of the Cow-Pox. Londres: s. ed., 1798.

La Condamine CMD. Viagem pelo Amazonas, 1735-1745. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1992.

Ministério da Saúde. Boletim da Campanha de Erradicação da Varíola, 1973, v(7), n(8): 1-27

Rodrigues, BA. Smallpox Eradication in the Americas. PAHO Bulletin, 1975, v(9), n(1): 53-68.

Romero Sá M. A "peste branca" nos navios negreiros: epidemias de varíola na Amazônia colonial e os primeiros esforços de imunização. Rev. Latinoam. Psicopatologia, 2008, v(11), n(4): 818-826.

Schatzmayr, HG. "A varíola, uma antiga inimiga". Cad. Saúde Pública, 2001, v(17), n(6): 1525-1530.

Von Spix JB, Von Martius KFP. Viagem pelo Brasil 1817-1820. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1981.

Teixeira LA. Alastrim, varíola é? Hist. Ciênc. Saúde-Manguinhos, 2000, v(7), n(1): 49-72.

Data de recebimento: 06/06/2014
Data de aprovação: 26/02/2016

O pioneirismo da Bahia no isolamento do vírus da "gripe coreana" em 1951 e a possibilidade de desenvolvimento de uma vacina específica

The pioneering of Bahia in the isolation of the "Korean flu" virus in 1951 and the possibility of development of a specific vaccine

Guilherme Augusto Vieira[1]
Amílcar Baiardi[2]

1.
Doutorando do Programa de Ensino, Filosofia e História das Ciências – UFBA/UEFS. E-mail: guilhermevet1@hotmail.com.

2.
Professor permanente do Programa de Ensino, Filosofia e História das Ciências – UFBA/UEFS e professor da Universidade Católica do Salvador. E-mail: amilcar.baiardi@uol.com.br.

Resumo
O presente trabalho constrói a historiografia de um fato científico-tecnológico pouco conhecido, que foi o isolamento do vírus da gripe que assolou o Brasil em 1951. O isolamento do vírus da "gripe coreana", ocorrido em laboratórios do Estado da Bahia, foi de grande relevância para o combate à doença na época, uma vez que permitiu sintetizar uma vacina específica e eficiente para o combate à pandemia. A técnica utilizada foi a de inoculação e isolamento de vírus em ovos embrionados de galinhas, que se mostrou mais eficaz que o procedimento em mamíferos. As pesquisas foram realizadas no Instituto Biológico da Bahia e no Instituto de Saúde Pública da Fundação Gonçalo Muniz, pelo professor e pesquisador Fúlvio Alice. Os ensaios de laboratório confirmaram a maior eficácia de vacinas produzidas com vírus isolado em embriões comparativamente às importadas.

Palavras-chave
Epidemia, gripe, virologia , história das ciência.

Abstract
This paper builds the historiography of an almost unknown scientific and technologic fact: the isolation of influenza virus that hit Brazil in 1951. The isolation of the "Korean flu" virus happened in laboratories at the State of Bahia and brought great importance to control this illness, because it became possible to synthesize a specific and effective vaccine aiming to control the pandemic. The technique used was inoculation followed by virus isolation in embryonated chicken eggs, which was more effective than the procedure in mammals. The searches were performed in the Bahia Biological Institute and in the Institute of Public Health Gonçalo Muniz Foundation, by the professor and researcher Fúlvio Alice. Laboratory tests have confirmed the greater effectiveness of vaccines produced with viruses isolated from embryos compared to the imported.

Keywords
Epidemic, flu, virology , history of science.

1. Introdução

O presente trabalho tem por objetivo narrar o pioneirismo da Bahia nas pesquisas de isolamento do vírus da gripe que assolou o Brasil (em especial a Bahia) em 1951 e o protagonismo de Fúlvio Alice na demonstração da viabilidade de fabricação da vacina para essa epidemia. Na época, esse fato científico foi de grande relevância para o controle da enfermidade e o isolamento do vírus possibilitou desenvolver uma vacina específica e eficiente para debelar a epidemia. Durante o surto da gripe, as autoridades sanitárias procuraram dar uma resposta à sociedade em termos de imunização da população por meio da importação de vacinas dos Estados Unidos. A importação foi questionada por alguns profissionais – entre eles, Fúlvio Alice, que suspeitava ser o agente da epidemia na Bahia uma outra cepa de vírus, provavelmente o vírus H1N1 e seus subtipos, o que exigiria uma vacina diferente da que seria importada.

As suspeitas de Fúlvio Alice levaram-no a realizar nos Laboratórios do Instituto Biológico da

Bahia e da Fundação Gonçalo Moniz ensaios de inoculação viral em ovos embrionados. A fonte de contágio foram amostras recolhidas de secreção da orofaringe de pessoas infectadas na cidade de Salvador. A experiência teve sucesso e se obteve o isolamento e a identificação do vírus da influenza H1N1, subtipo do vírus da gripe adaptado às condições locais, que era diferente das cepas presentes nas vacinas importadas.

O fato foi comunicado à comunidade médica por meio de publicação específica e mereceu amplo destaque na imprensa local e nacional. Na redação deste texto, foi possível acessar algumas dessas fontes, como jornais da época e boletins editados pela Fundação Gonçalo Moniz.

Fúlvio Alice, graduado em veterinária, viveu na Bahia entre 1940 e 1980. Além de professor universitário e pesquisador, foi também realizador institucional, atribuindo-se a ele a criação do Instituto Biológico da Bahia, IBB, instituição na qual realizou diversas pesquisas que deram visibilidade à organização e levaram seus laboratórios a ser referência em pesquisa veterinária. Seus estudos e pesquisas, dirigidos principalmente para virologia, contribuíram para a saúde e para a economia do Estado da Bahia e do Brasil.

2. O vírus na história da ciência e as epidemias e pandemias provocadas pelo vírus da *Influenza*

A palavra "vírus", cujo significado em latim é "veneno", foi, segundo relatos de Mayr et al (1984), utilizada pela primeira vez nos anos 50 depois de Cristo, por Cornelius Celsus, ao dizer que a raiva era produzida por um "vírus".

As primeiras ações para controlar, prevenir e mesmo curar infecções provocada por vírus antecederam sua visualização e a análise de sua estrutura. Segundo Bynum (2012), Pasteur tinha uma ideia clara da existência de um microrganismo diferente das bactérias e dos fungos, que provocava doenças infecciosas letais. Chegou mesmo a fazer culturas de vírus e a produzir vacinas e soros para aplicação em humanos, sem poder ver ou descrever o vírus em sua

integridade. Sabia, inclusive, que eram seres vivos de dimensões inferiores às das bactérias e que não podiam ser vistos com a microscopia da época, os microscópios óticos.

Os vírus só puderam ser vistos e descritos a partir da descoberta do microscópio eletrônico, ocorrida em 1931. A versão de microscópios eletrônicos de fluorescência permitiu ultrapassar a barreira celular e verificar que os vírus são estruturas subcelulares, com um ciclo de replicação exclusivamente intracelular, sem nenhum metabolismo ativo fora da célula hospedeira. Uma partícula viral (vírion) é composta de uma molécula de ácido nucleico circundado por uma capa de proteínas, podendo conter lipídios e açúcares (Gribbin, 2005; Bynum, 2012).

A primeira vez que se comprovou a existência de um microrganismo que provocava doenças em homens, animais e plantas, cujos agentes não eram bactérias, protozoários ou fungos, foi em 1892, pouco antes da morte de Pasteur. Isto se deu por meio das pesquisas de Dimitri Ivanowsky, cientista russo que filtrou o sumo de folhas do tabaco atacadas pela doença do mosaico do fumo. Esse fato proporcionou a primeira definição de vírus como partículas filtráveis em filtros de porcelanas. Alguns anos mais tarde, em 1898, Loeffler e Frosch foram os primeiros pesquisadores a relatar o isolamento do vírus da febre aftosa. Na mesma ocasião, Walter Reed, médico norte-americano radicado em Cuba, fez o mesmo com o vírus da febre amarela. No início do século XX, a comunidade científica se referia aos vírus como “agentes filtráveis”.

O médico e bacteriologista canadense Felix d’Herelle é considerado o pai da virologia, pois foi o primeiro cientista a classificar os vírus como partículas e não como líquidos. A partir de experimentos, desenvolveu diluições para o plaqueamento, fazendo a primeira titulação ou primeiro método de quantificação de vírus e determinando assim a primeira etapa da infecção viral. Descreveu também a lise e liberação de partículas infecciosas (Mayr et al, 1984, p.11; Santos et al, 2008, p.2-4).

A partir de Felix d'Herelle, estabeleceram-se critérios para entender melhor o vírus e seus fundamentos:

- Os vírus são partículas muito pequenas, menores que bactérias, não podem ser visualizadas em microscopia óptica e passam através de poros de filtros esterilizantes usados para remoção de bactérias e outros contaminantes;
- Os vírus não podem ser cultivados em meio artificial, pois são estruturas intracelulares que requerem metabolismo celular ativo para ampliação de seu material genético e sua progênie. Outros microrganismos que possuem essas características são o agente da sífilis, as riquétsias e as clamídias;
- Fora de uma célula animal ou vegetal viva, o vírus é incapaz de realizar sua replicação (Mayr et al, 1984, p.11; Flores, 2007, p.94; Santos et al, 2008, p.5-6).

Os protocolos de virologia estabelecidos a partir de Felix d'Herelle recomendavam que na execução dos diversos trabalhos em laboratórios haveria necessidade de uma grande quantidade de vírus para a realização de testes sorológicos (soro-neutralização – SN, HI), para a produção de antígenos para a imunização de animais (obtenção de antissoros ou anticorpos monoclonais) ou para uso como imunógenos em vacinas. Para isso, haveria o imperativo de serem os vírus isolados, identificados e caracterizados. Assim, a rotina de um laboratório de virologia envolve necessariamente etapas repetidas e contínuas de multiplicação de vírus com finalidades diversas (Flores, 2007).

Segundo Mayr et al (1984), são vários os motivos para isolamento e identificação dos vírus:

- Para orientação dos tratamentos;
- Controle epidemiológico ou epizootiológico;
- Comprovação dos diagnósticos de epidemias ou epizootias;
- Orientação de trabalhos de pesquisas;
- Oferecer garantias aos laboratórios de imunologia que se dedicam ao preparo de vacinas.

Como os vírus necessitam de células vivas para se multiplicar, sistemas biológicos são utilizados

com esse propósito. Três sistemas biológicos têm sido classicamente utilizados para a multiplicação de vírus: inoculação em animais de laboratórios, ovos embrionados de galinha (OE) e cultivos celulares:

I) Animais de laboratórios: foi a primeira técnica utilizada para multiplicação de vírus, tanto para isolamento como para identificação de vírus humanos e animais. Devido a questões ambientais, éticas, custo elevado e imunidade prévia dos animais, essa técnica não tem sido abandonada, mas ficou restrita a alguns procedimentos como a prova biológica para o diagnóstico da raiva em camundongos.

II)Inoculação em ovos embrionados de galinhas: o embrião em desenvolvimento no ovo, com suas formulações suplementares, representa um meio de cultura ideal para muitos vírus. O processo tem importância tanto nos protocolos rotineiros laboratoriais como no cultivo e isolamento de vírus procedentes do homem e do animal, para diagnóstico, controle de vacinas, obtenção de maiores quantidades de vírus (preparo de vacinas ou antígenos), identificação e quantificação de vírus.

Em relação a esse sistema, no qual Fúlvio Alice obteve treinamento, os ovos embrionados podem ser inoculados nas formas mais variadas: na cavidade alantoide, na membrana da corio-alantóide, na gema e por via intravenosa, conforme demonstra a Figura 1.

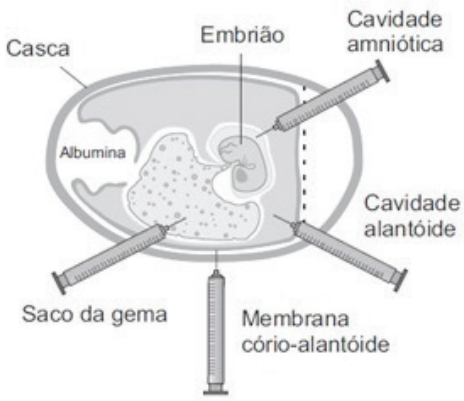


Figura 1.
Vias de inoculação de vírus em ovos embrionados
Fonte: Flores, 2007, p.74.

Os avanços em virologia tornaram-se de grande utilidade quando se desenvolveu a propagação de vírus em cultura celulares (histoculturas). Essa técnica, considerada o "marco" da virologia moderna, começou a ser adotada em 1955, nos Estados Unidos. Após o domínio da técnica de conservar vivas as células de animais (com a utilização de antibióticos e nutrientes), as mesmas são induzidas a se dividir e formar novos tecidos – e, com isso, induz-se a replicação do vírus nos materiais, possibilitando condições ideais para propagação do vírus em larga escala em laboratórios e gerando novos estudos, principalmente nas especificidades de cada vírus. A técnica possibilitou melhoria na qualidade das vacinas e na observação da propagação do vírus nas células (Mayr et al, 1984; Flores, 2007; Santos et al, 2008).

De acordo com Santos et al (2007), os vírus da *influenza*, aquele que tem relação mais próxima com o presente texto, acometem homens e outros animais e pertencem à família *Orthomyxoviridae*. Esses vírus sofrem mutações de caráter antigênico e funcional, o que ocasiona, frequentemente, o surgimento de surtos, epidemias e pandemias – relatados desde Hipócrates.

A primeira pandemia conhecida ocorreu entre 1889 e 1892. Teve início na Rússia e foi uma das mais graves da história, levando à morte de 50 milhões de pessoas. A pandemia de 1918, ou Gripe Espanhola, espalhou-se pelo mundo e provocou a morte de mais de 60 milhões de pessoas. No século XX ainda ocorreriam cinco outras pandemias. No âmbito deste trabalho, interessa destacar aquela que ocorre entre 1951-53, conhecida também como a "Gripe Coreana".

O Quadro 1 mostra um resumo das pandemias e epidemias[3] ocorridas no mundo e o número de mortes que causaram.

3. A diferença entre epidemia e pandemia é sua escala de propagação, muito maior no caso da segunda.

Fonte: Grecco et al, 2007.

Quadro 1. Mortalidade provocada por diferentes epidemias/pandemias da influenza

Ano	Cepa circulante	Excesso de mortes por 100 mil pessoas/ano
1918-1919	H1N1 (introdução)	598,0
1928-1929	H1N1(mutação)	96,7
1934-1934	H1N1 (mutação)	52,0
1951-1953	H1N1(mutação intras-subtipos)	34,1
1957-1958	H2N2 (Troca de material genético) Pandemia	40,6
1968-1969	H3N2(Troca de material genético) Pandemia	16,0
2003-2004	H3N2 A Fujian (troca entre subtipos) e H1N1 (mutação)	17,1

3. As pesquisas em virologia no Instituto Biológico da Bahia e na Fundação Gonçalo Muniz nas décadas de 1940-1960 do século XX

A criação do Instituto Biológico da Bahia se dá no contexto do quadro de expansão do sistema baiano de ciência e tecnologia, que tem início no fim da década de 1930, quando o estado tinha no executivo um interventor que mostrava visão avançada em relação à modernização da produção vegetal e animal e à agricultura como um todo. Landulfo Alves de Almeida, antes de ser nomeado interventor federal na Bahia, ocupara o cargo de diretor do Departamento de Indústria Animal do Ministério da Agricultura. Ao tomar posse, o interventor declarou, segundo Tavares (2008), que sua administração seria dedicada à agricultura e à educação. Essas diretrizes impulsionaram não só a consolidação profissional das ciências agrárias na Bahia como também

a criação da Faculdade de Filosofia, que se tornou o embrião da Universidade Federal da Bahia.

Durante quatro anos e sete meses, o interventor Landulfo Alves reestruturou a Secretaria da Agricultura e abriu concursos para veterinários e agrônomos. Nesse mesmo período, investiu na implantação de "fazendas experimentais" destinadas a melhorar o plantel bovino para abate e para a produção de leite, na construção do primeiro aviário da Bahia, em Feira de Santana, além de investir em pocilgas e outras instalações pecuárias espalhadas pelo estado. Com tais avanços, a Bahia ingressava em outro patamar de desenvolvimento científico voltado para a área das ciências agrárias, concorrendo para isso a transferência da Escola de Agronomia de Salvador para o campus de Cruz das Almas – onde passou a ter instalações, laboratórios e campos experimentais em condições satisfatórias – e, posteriormente, as criações da Escola de Medicina Veterinária (EMEV), do Instituto Biológico da Bahia (IBB), bem como dos órgãos federais de pesquisa, como o Instituto Agronômico do Leste (IAL), depois designado como Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Leste (IPEAL).

Com o fim da ditadura de Vargas e a realização das amplas eleições, posteriores à Constituição de 1946, é conduzido ao governo do Estado da Bahia em janeiro de 1947 o intelectual Otávio Mangabeira. Político progressista, Mangabeira decide retomar investimentos em ciência e tecnologia, vendo essas iniciativas como parte de um programa de modernização da Bahia e tendo como intuito principal tirar o estado da estagnação econômica (Dias, 2005; Tavares, 2008, p.462-463).

Esse programa foi antecedido de um diagnóstico que indicava os problemas e entraves para incremento da produção vegetal e também animal, bases da economia agroexportadora da Bahia, além de introduzir a técnica do planejamento visando direcionar as ações governamentais baianas (Dias, 2005).

Baseado nesse estudo, o governo de Mangabeira funda institutos com a finalidade de fornecer suporte técnico às atividades produtivas nas áreas agrícola e

agroindustrial, que então se expandiam na Bahia. Entre eles, estavam o Instituto de Tecnologia da Bahia, voltado para a indústria e a agroindústria, e o Instituto Biológico da Bahia, este último com objetivo de realizar atividades de pesquisa e eventualmente de extensão (Mendes e Baiardi, 2010, p.40-41).

O Instituto Biológico da Bahia foi criado pelo Decreto 637, de 13 de agosto de 1947. Embora sua concepção tenha se inspirado no Instituto Biológico de São Paulo, o projeto final tinha a marca de Fúlvio Alice, seu primeiro diretor, que permaneceu no cargo até 1964 (Torres et al, 2003). Alice empenhou-se para que o Instituto Biológico da Bahia tivesse instalações adequadas para pesquisas sobre saúde animal, pois identificava a sanidade dos rebanhos da Bahia como uma grande limitação para incremento da produção.

A principal edificação do Instituto Biológico foi inaugurada em 1950, baseada nos modelos arquitetônicos dos *colleges* norte-americanos, inspiração que Fúlvio teve em sua estadia nos Estados Unidos quando da realização do mestrado. Suas dependências foram adaptadas para pesquisas e práticas de defesa sanitária animal e vegetal. Contudo, como o principal interesse científico de Fúlvio Alice era a virologia, a infraestrutura para pesquisa nesse tema se destacava em relação às demais. Além de contar com equipamentos e bancadas, o IBB possuía também uma planta piloto para realizar desenvolvimento de fármacos e vacinas, atividades de pesquisa e desenvolvimento e P&D.

Em seu espaço, foram realizadas pesquisas experimentais com animais e vegetais, destacando-se as pesquisas sobre as seguintes enfermidades: raiva, doença de Newcastle, encefalomielite equina e brucelose. Com a finalidade de divulgar suas pesquisas, o IBB começou a publicar em 1953 o periódico *Boletim do Instituto Biológico da Bahia*, que foi extinto em 1976.

Após a inauguração do IBB, o governo de Mangabeira inicia procedimentos visando criar

Figura 2.
Inauguração do Instituto Biológico da Bahia.
Fonte. Arquivos Centro Acadêmico Fúlvio Alice da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia –UFBA

a Escola de Medicina Veterinária da Bahia, o que ocorre em 1951, pelas mãos do professor Fúlvio Alice, que coordenou a elaboração do projeto. Fúlvio contou com a colaboração de um conjunto de médicos veterinários, entre eles Joaquim Laurentino de Medeiros e Mauro Ferreira de Camargo. Isso acontece na gestão de Luiz Régis Pacheco Pereira, que substituiu Otávio Mangabeira no governo estadual. Na Figura 2, observa-se o registro da inauguração do Instituto Biológico da Bahia.

Outro fato a se destacar é a preocupação com as pesquisas na área da saúde por parte do governador Otávio Mangabeira, que o levou, após alerta da comunidade médica sobre as condições inadequadas para o desenvolvimento da pesquisa experimental na então Faculdade de Medicina da Bahia, a empreender iniciativas visando recuperar o prestígio que no passado desfrutaram a medicina baiana e sua comunidade de professores / pesquisadores.

Foi em tal conjuntura que o governador Mangabeira, cujo mandato vigorou entre 1946 e 1950, contou com a colaboração de Otavio Mangabeira Filho, pesquisador de reconhecida competência e que fazia parte da “Escola de Manguinhos”, para

idealizar um centro de pesquisas voltado para a saúde humana. Essa percepção do problema e a decisão política subsequente levaram à criação do Instituto de Pesquisas na Bahia, com inspiração no renomado Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro. Nascia assim um ente de pesquisa que tinha como escopo a saúde pública (Andrade, 2007).

Por meio da lei n.262, de 3 de abril de 1950, é criada a Fundação Gonçalo Moniz (FGM), com o objetivo de desenvolver a pesquisa científica, bem como de manter um laboratório central de saúde pública destinado a executar análises clínicas e fornecer soros e vacinas. A coincidência entre os objetivos do IBB e da FGM levaram à cooperação institucional. Nas atividades de preparação e administração da vacina antirrábica e outras pesquisas sobre viroses, operavam em equipe especialistas como José dos Santos Pereira, José Figueiredo, Manoel Eugênio da Silva, Fúlvio José Alice, entre outros, dos quadros do IBB e da FGM. O primeiro diretor da FGM foi Otávio Mangabeira Filho.

A Fundação Gonçalo Moniz desenvolveu diversos trabalhos e pesquisas experimentais sobre patologia das doenças parasitárias, isolamento e caracterização de diferentes vírus e fungos, estudos sobre calazar e leptospirose, entre outros. Muitas dessas pesquisas se complementavam com outras realizadas no IBB. Todos os trabalhos foram divulgados pelo *Boletim da Fundação Gonçalo Moniz*, criado por Otávio Mangabeira Filho em 1954 e publicado até 1964, totalizando dezessete números. Em relação à cronologia da institucionalização da ciência na Bahia, observe-se o Quadro 2, que elenca as instituições de pesquisa fundadas durante o Governo Mangabeira.

Fonte: Adaptado de Torres et al, (2003); Andrade (2007); Mendes et al, (2010).

Quadro 2 – Instituições científicas fundadas durante Governo Mangabeira.

Ano	Instituição	Instrumento Legal
1947	Instituto Biológico da Bahia	Decreto 637, de agosto de 1947
1948	Instituto de Tecnologia da Bahia (originário do Instituto de Química Agrícola e Tecnologia da Bahia)	Lei 153, de 30 de maio de 1948
1951	Fundação Gonçalo Moniz	Lei 262, de 3 de abril de 1950
1951	Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia	Lei 347, de 13 de dezembro de 1951

O contexto social e cultural da Bahia no fim da década de 1940 e início da década de 1950 favorecia a expansão e o fortalecimento do sistema estadual de ciência e tecnologia e do ensino superior, com destaque para a criação, em 1946, da Universidade da Bahia, mais tarde Universidade Federal da Bahia, que aglutinaria institucionalmente vários cursos superiores já existentes. Um fato alvissareiro para aquele período foi a criação e o funcionamento da Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia, por iniciativa de Anísio Teixeira, constituindo a primeira agência estadual de fomento à ciência e à tecnologia, anterior à Fundação para Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Fapesp (Baiardi et al., 2006).

A atmosfera propícia à pesquisa e a emergência de uma cultura de ciência e tecnologia nesse período contribuíram para as pesquisas em saúde humana e para que a comunidade científica baiana ousasse questionar a eficiência de uma vacina que, provavelmente, não tinha sido produzida em condições adequadas – vale lembrar que se estava lidando com patógenos com grande capacidade de mutação. Tem-se aí a principal determinante do isolamento do vírus da “Gripe Coreana”.

4. O fato científico – Isolamento do vírus da Gripe Coreana na Bahia por Fúlvio Alice

Em 1951, o Brasil foi afetado por um surto de gripe, denominada de "Gripe Coreana". Com o intuito de promover ações para combater a epidemia e dar uma resposta sociedade, o governo brasileiro promoveu uma série de ações, como isolamento de doentes, campanhas sanitárias e o uso de vacinas importadas, principalmente dos Estados Unidos.

A Bahia possuía na ocasião duas instituições de pesquisa (conforme descrito anteriormente), o Instituto Biológico da Bahia e o Instituo de Saúde Pública da Fundação Gonçalo Moniz, que desenvolviam trabalhos na área da saúde humana e animal. A primeira, o IBB, já desenvolvia pesquisas em microbiologia e virologia veterinária, utilizando técnicas modernas no isolamento dos agentes causadores das moléstias, assim como na busca de soluções para o controle destas. Tais pesquisas eram lideradas por Fúlvio Alice, que, dentro do quadro de cooperação interinstitucional, assumiu também a coordenação do Laboratório de Virologia da FGM. Combinando recursos humanos e materiais do IBB e da FGM, Fúlvio teve sucesso no isolamento do vírus da "Gripe Coreana", que estava presente nos casos de contágio.

Ao ser entrevistado por jornais da época, Fúlvio Alice demonstrava preocupação com a eficácia imunológica das vacinas importadas pelo governo brasileiro, denominando-as de "falsas vacinas". Dizia ele que "para combater-se o surto da moléstia, seria necessário proceder à identificação do tipo de vírus causador da doença". Por essa razão, informo "que colocou de lado todas as tentativas de produzir vacinas sem um estudo prévio, detalhado, sobre o vírus e sobre seu raio de ação". Fúlvio Alice complementa a entrevista enfatizando que havia (na época) estudos avançados sobre a *influenza* no Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, onde se produziam vacinas antigripais, "contendo em verdade o vírus puro sem associações de bactérias".

Diante da pouca eficácia das vacinas importadas e frente à inquietação da sociedade civil e do

Estado quanto a que tipo de vírus deveria estar presente nas vacinas, Fúlvio Alice deu início, em janeiro de 1951, aos experimentos de isolamento e identificação do vírus da *influenza* que se manifestavam na Gripe Coreana na Bahia.

Com a análise de documentos da época (boletins da FGM e jornais), verifica-se que as técnicas e procedimentos utilizados pelo pesquisador e relatados pelos jornalistas entrevistadores embutiam conhecimentos avançados de virologia.

Além de Fúlvio Alice, nas pesquisas realizadas nos laboratórios de virologia da FGM e no IBB estavam presentes Ivone Sampaio, pesquisadora, e Oscar Coelho e Pedro Bispo dos Santos, auxiliares de laboratório. As amostras analisadas foram obtidas em Salvador, oriundas de secreção da orofaringe proveniente de pessoas infectadas pela doença. Após a coleta, o material foi acondicionado adequadamente e conduzido ao laboratório para análise.

A técnica utilizada para isolamento do vírus foi a "Inoculação em ovos embrionados". Segundo Fúlvio Alice:

É uma técnica que apresenta resultados melhores. Não utilizei a cultura do vírus em mamíferos (como utilizara antes), pois, quando inoculamos em mamíferos, o vírus pode ser modificado em seu estado primitivo, podendo apresentar resultados falsos. (Aguiar et al,1951)

O cientista relatou aos jornalistas os procedimentos da técnica utilizada:

Pega-se o ovo embrionado, leva-se à luz para verificação da presença do embrião. Após esta verificação, faz-se a perfuração do ovo. Logo após a perfuração, é realizada a inoculação do material coletado nas vias amniótica e alantoide. Após a inoculação, realiza-se a "obturação" do ovo com mistura de cera e parafina. Depois, os ovos inoculados são incubados a estufa por quarenta e oito horas. Depois de passar por esses processos, os ovos são retirados da estufa, são abertos novamente e, por intermédio de uma pipeta e

REVOLUÇÃO NOS MEIOS CIENTIFICOS
SEPARADO na BAHIA o VIRUS da GRIPE
Diario da Bahia

Figura 3.
Destaque da imprensa local às pesquisas de Fúlvio Alice.
Fonte: Arquivos Centro Acadêmico Fúlvio Alice EMEVE-UFBA.

pinça, é retirado o líquido do alantoide com o vírus, o qual é colocado em refrigeração e logo após procede-se aos processos de identificação do vírus.

Após esses procedimentos, foi isolado e identificado o vírus causador da Gripe Coreana na Bahia. Concluiu-se, então, que era de tipo e subtipo totalmente diferentes daqueles observados nas cepas presentes nas vacinas importadas. Com base nesse relato, foi recomendada a elaboração das vacinas apropriadas para o controle da doença. O fato mereceu destaque na imprensa baiana (Figura 3).

Como se viu, o principal protagonista na Bahia no avanço em virologia e na fabricação de vacinas foi o professor e pesquisador Fúlvio José Alice, nascido em Curitiba, no Paraná, em 1913. Após a conclusão de seus estudos básicos, ingressou em 1935 no Curso de formação de Oficiais Veterinários, na Escola de Veterinária do Exército, no Rio de Janeiro, de onde se transferiu para Escola Nacional de Veterinária, tendo se graduado nesta última em 1938. Fúlvio Alice veio para o Nordeste em 1939, após haver sido aprovado em um concurso público, tendo sido o primeiro veterinário concursado a integrar o quadro permanente da Secretaria de Agricultura da Bahia, a partir de 1940.

No ano de 1941, com bolsa oferecida pela Secretaria de Agricultura da Bahia, Fúlvio Alice foi cursar o mestrado na área de virologia na Universidade de Iowa, nos Estados Unidos, defendendo a dissertação *Identificação do vírus da Coriomeningite Linfocitária isolado de camundongos*. Em sua pesquisa durante o mestrado, utilizou como técnica de isolamento e identificação do vírus o procedimento de inoculação em ovos embrionados.

Como pesquisador, foi o pioneiro no Brasil e na Bahia em isolamento e identificação de vírus utilizando as técnicas de inoculação em ovos embrionados e cultura de tecidos, contribuindo, assim, para a elaboração de vacinas e a prevenção de doenças em humanos e animais. Realizou também pesquisas em bacteriologia, relatando diversas doenças diagnosticadas pela primeira vez na Bahia e no Brasil. Em

suas pesquisas, vale destacar o isolamento do vírus da doença de Newcastle em embriões de galinhas, fato significativo que serviu de base para a tecnologia de fabricação de vacinas contra essa enfermidade, tecnologia que é utilizada até hoje. Também se destacam seus trabalhos no isolamento do vírus rábico e, em 1957, do vírus da "Gripe Asiática", seis anos depois das experiências com o vírus da "Gripe Coreana". Esses fatos foram reconhecidos e por eles recebeu Comenda do Ministério da Saúde.

No campo das realizações institucionais, Fúlvio Alice se destaca pela criação do Instituto Biológico da Bahia (IBB), da Escola de Medicina Veterinária, e pela consolidação da Fundação para o Desenvolvimento da Ciência, criada por Anísio Teixeira e da qual Fúlvio Alice foi presidente.

No período de 1964 a 1967, Fúlvio assume a Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia, realizando inúmeros trabalhos em prol da produção agrícola e pecuária. Em sua gestão, programou a campanha para o combate à comercialização do leite clandestino, fato relevante para a preservação da saúde pública.

Vale ressaltar ainda outros cargos e funções ocupados por Fúlvio Alice, tais como: conselheiro da primeira diretoria do Conselho Federal de Medicina Veterinária e coordenador da instalação do Conselho Regional de Medicina Veterinária. Recebeu também reconhecimento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), onde exerceu funções de assessoria, tendo também sido Pesquisador I A dessa agência entre 1977 e 1978. (Abamev, 2004).

5. Considerações finais

A narrativa da performance científica e institucional de Fúlvio Alice sugere contribuições para a saúde pública da Bahia e do Brasil. Ademais, essa performance também indica que, quando de sua ida para os Estados Unidos para realizar a pós-graduação, Fúlvio foi portador de conhecimento autóctone e específico, gerado em suas pesquisas na Bahia, configurando um caso de cooperação científica com

ganhos bilaterais, conforme Baiardi et al (2012).O texto procurou reconstruir historicamente aspectos desse desempenho, enfatizando o isolamento do vírus da Gripe Coreana em 1951 e contextualizando as determinantes econômicas, sociais e políticas do ambiente no qual houve a atuação de Fúlvio Alice, cujo marco político e institucional era dado pelo governo desenvolvimentista de Otávio Mangabeira.

Ao analisar os documentos referentes ao surto da gripe coreana na Bahia em 1951, verificou-se que as respostas oferecidas à sociedade pelos governantes durante as epidemias, na forma de importação de vacinas, não foram as mais adequadas. Essa evidência resultou da atuação de Fúlvio Alice ao isolar o vírus da influenza que provocava o surto da gripe, provando cientificamente – como protocolo de práxis científica, neste caso – a necessidade de identificar o vírus e, a partir daí, elaborar a vacina adequada.

Referências

Aguiar V, Paraguassú L. Revolução nos meios científicos: separado na Bahia o vírus da Gripe. *Diário da Bahia*, Salvador, 6 de dezembro de 1951.

Alice FJ. Dados bibliográficos. In: Academia Baiana de Medicina Veterinária, Brasília. *Anais*... Brasília: Conselho Federal de Medicina Veterinária, 2004.

_____. Cultura do vírus da raiva bovina em embrião de galinha. *Boletim da Fundação Gonçalo Muniz,* Salvador, 1951, v(1): 1-18.

_____. Estudo sobre o vírus da influenza isolado na Bahia na epidemia de 1951. *Boletim da Fundação Gonçalo Muniz,* Salvador, 1954, v(2): 1-18.

Andrade SG. Evolução dos estudos experimentais aplicados à área médica na Bahia. *Gazeta Médica da Bahia,* Salvador, jul.-dez. 2007, v(77), n(2): 245-254.

Baiardi A, Santos AV. O pioneirismo baiano na criação da Fundação de Amparo à Pesquisa. In: Encontro Regional da Associação Nacional de Professores Universitários de História, ANPUH

2006, Niterói. *Anais*... Rio de Janeiro: ANPUH, 2006, v(1): 73-84.

Baiardi A, Vieira GA. A cooperação em ciências agrárias entre o Brasil e os Estados Unidos, o caso da Bahia na década de quarenta do século passado. In: 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, 2012, São Paulo. *Anais*... Rio de Janeiro: SBHCT, 2012, v(1): 730-743.

Bynum W. *Uma breve história da ciência*. Porto Alegre: L&PM, 2012.

Capdeville G. O ensino superior agrícola no Brasil. *Rev. Bras. Estud. Pedagóg.,* Brasília, set-dez. 1991, v(72): 229-261.

Dias ALM. A universidade e a modernização conservadora na Bahia: Edgard Santos, o Instituto de Matemática e Física e a Petrobrás. *Rev. Soc. Bras. Hist. Ciênc.*, Rio de Janeiro, jul-dez. 2005, v(3), n(2): 125-145.

Flores EF (org.). *Virologia veterinária*. Santa Maria: Editora UFSM, 2007.

Grecco D, Tupinambás, U, Fonseca, M. Influenza A (H1N1): histórico, estado atual no Brasil e no mundo, perspectivas. Belo Horizonte, *Rev. Méd. Minas Gerais*, 2009, v(19), n(2): 132-139.

Gribbin J. *História da ciência de 1543 ao presente*. Lisboa: Publicações Europa-América Ltda, 2005.

Maciel BB. Políticas culturais no Estado da Bahia 1945/1964. [internet]. Acessado em 29/08/2016. Disponível em: *http://www.cult.ufba.br/arquivos/Pol_ticas_Culturais_da_Bahia_1945___1964___Bruno_III.pdf*.

Mayr A, Guerreiro M. *Virologia veterinária*. Porto Alegre: Sulina, 1981.

Mendes J, Baiardi A. A construção do sistema estadual de C&TI na Bahia na segunda metade do século XX. In: Baiardi A, Santos AV. (Orgs.). *A ciência e a sua institucionalização na Bahia: reflexões sobre a segunda metade do Século XX e diretrizes para o Século XXI*. 1.ed. Cachoeira/ Salvador: Mestrado em Ciências Sociais da

UFRB e Instituto Rômulo Almeida de Altos Estudos, IRAE, 2010, v(1): 39-60.

Santos NSO, Romanos MTV, Wigg MD. *Introdução à virologia humana*. 2ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

Silva GAV, Baiardi A. Surgimento do ensino veterinário na Bahia e suas condicionantes. *Cad. hist. ciên*, São Paulo, 2011, v(7): 87-101.

Tavares LHD. *História da Bahia*. São Paulo/Salvador: Unesp; EDUFBA, 2008.

Torres GCV, Leal AJ. Instituto Biológico da Bahia, primeira referência da Medicina Veterinária da Bahia, In: XXX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária. *Anais*... Manaus, SBMV, 2003, v(1): 534-535, CD ROM.

Data de recebimento: 30/06/2014
Data de aprovação: 15/04/2016

Desenvolvimento da infraestrutura para abastecimento de água na capital paulista durante o século XX[1]

Infrastructure development for water supply in the city of São Paulo during the 20th century

Vanessa Meloni Massara[2]

1. Dissertação de mestrado fomentada pelo CNPq. Declaro ausência de conflito de interesses.

2. Engenheira Civil (EE Mauá), Mestre em Engenharia de Construção Civil e Urbana (Poli/USP), Doutora em Energia (IEE/USP), Pós Doutora em Engenharia de Produção (Poli/USP) – Pesquisadora Colaboradora – Poli/USP. E-mail: vmmassara@usp.br.

Resumo

Este artigo pretende fornecer uma visão geral sobre a implantação e a expansão da infraestrutura de abastecimento de água na cidade de São Paulo durante o século XX, mostrando a evolução da sua distribuição territorial associada a informações numéricas sobre a extensão das redes, o número de ligações e a população atendida. Através da breve narrativa histórica, é possível verificar que a expansão do serviço de água canalizada na capital paulista seguiu a ocupação do território, partindo do centro, no final do século XIX, até chegar aos extremos leste e sul do município, entre as décadas de 1970 e 1980, e aos 100% de atendimento ao final dos anos 1990.

Palavras-chave

Sistemas de abastecimento de água (HI-15285); serviços de abastecimento de água potável (HI-15285); aprovisionamento público de água (HI-15285); captação em mananciais (HI- 25023).

Abstract
This paper aims to provide an overview of the implementation and expansion of water supply infrastructure in the city of São Paulo during the twentieth century, showing the evolution of their territorial distribution associated with numerical information about the extent of networks, the number of connections and population served. Through this brief historical narrative, is possibleverify that the expansion of piped water service followed the occupation of the territory, from the center in the late nineteenth century to reach the extreme east and south of the city between the 70 and 80 and at 100% in late 90s.

Keywords
Water supply systems (HI-15285); public water supply (HI-15285), water supply (HI-15285); water sources capture systems (HI-25023)

1. Introdução: infraestrutura, desenvolvimento urbano e qualidade de vida

No caso do saneamento, é evidente que a implantação de redes de abastecimento de água e coleta de esgotos é imprescindível.

A demanda por água pode ser estipulada pela necessidade de saúde, insumo de produção ou bem de consumo (Nucci, 1983, p.24), enquanto a coleta de esgotos funciona como um agente de qualidade ambiental.

Munford (1938, p.437) mostra, em uma análise histórica, como as redes de infraestrutura ganharam importância no desenvolvimento das cidades, mencionando as questões de higiene que eram problemáticas no século XIX e a consequente implantação de sistemas de abastecimento de água e deposição de esgotos para suprir as necessidades que se impunham:

A higiene acentuava a importância do fornecimento de água, exigindo não simplesmente a pureza, mas aumentando continuadamente a quantidade necessária à medida que os hábitos de banho

e lavagem propagavam-se em ondas concêntricas de um a outro grupo econômico.

Zmitrowicz et al. (1997, p.2) definem as redes segundo sua função na cidade:

A infraestrutura urbana pode ser conceituada como um sistema técnico de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, podendo estas funções ser vistas sob aspectos social, econômico e institucional. Sob o aspecto social, a infraestrutura urbana visa promover adequadas condições de moradia, trabalho, saúde, educação, lazer e segurança.

Em trabalho sobre estruturação territorial urbana, Zmitrowicz (1997, p.35) conclui:

[...] considerando as "infraestruturas" – energia, saneamento e comunicação como "fluxos" que conectam os locais em que se processa a "produção" aos ambientes onde se processa o "consumo" –, sua perfeita adequação no espaço, além de melhorar a qualidade de vida, favorece o crescimento da economia e o desenvolvimento integrado de todas as funções da cidade.

Visando contribuir para a recuperação da história do saneamento no Brasil e para o detalhamento da análise sobre a existência das redes e sua real condição de uso, este artigo pretende fornecer uma visão geral sobre a implantação e a expansão da infraestrutura de abastecimento de água na cidade de São Paulo durante o século XX.

2. Método de pesquisa, seleção e breve caracterização da área de estudo e do material utilizado

Com o objetivo de compilar dados numéricos e mapas sobre evolução da rede de abastecimento de água em São Paulo e estabelecer uma narrativa cronológica sobre essas informações, foi utilizado o método fenomenológico que, segundo Vargas (1985,

p.42), corresponde a: “visualizar a essência do fenômeno através de sua descrição dos fatos passados, baseada em coleta e seleção de documentos históricos, seguida sempre de uma tentativa de interpretação do que se passou; às vezes como explicação, mas sempre como compreensão”.

A escolha da cidade de São Paulo foi baseada na complexidade do município paulistano, fonte inesgotável de debates e conclusões sociais, econômicas e técnicas para expansão de infraestruturas.

Como limitação espacial dentro da cidade de São Paulo, usaremos a divisão em 96 distritos, em conformidade com as informações disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (São Paulo, 2006).

O período de estudo foi selecionado por abranger o início da implantação da rede canalizada de abastecimento de água e sua expansão até os 100% de cobertura.

Com base em nosso objetivo, buscamos o respaldo de informações no âmbito técnico sobre a evolução das redes de infraestrutura no município de São Paulo.

Considerando o enfoque histórico sobre sua expansão, alguns trabalhos forneceram material importante para caracterizar o incremento da rede e os déficits dos sistemas: os trabalhos da Agência Nacional das Águas (2007), de Motta (1911), Novaes (1927), Rolnik (1997), catálogos e mapas da Sabesp (1976; 1995; 1998; 2002) e D.A.E.E. (1970), Telles (1984, Vol.2), os artigos da Revista D.A.E. (1936-1995) sobre os planos para a evolução do abastecimento de água – representados pelos artigos de Azevedo Netto (1958); Azevedo Netto et al. (1984); Queiroz (1964); Santiago (1964); Whitaker (1943; 1946) e Yassuda (1976) e os Censos do IBGE (1970; 1991).

O relatório da Associação Nacional dos Geógrafos, organizado por Azevedo (1958, 4 vol.), apresenta várias informações sobre infraestrutura e sobre o perfil socioeconômico da população do início do século até a década de 1950. O Plano Urbanístico Básico – PUB (PMSP, 1968) –, em seus volumes 2 (Serviços urbanos) e 5 (Infraestrutura), traça o perfil

das redes através de mapas e dados quantitativos que foram combinados a informações sobre as questões de expansão da cidade.

Os relatórios da prefeitura de 1961 e 1985 descrevem a condição das redes e possibilitaram a montagem dos primeiros mapas "rua a rua".

Os sumários de dados (1977/1998) e o livro sobre a memória estatística de São Paulo (1993) produzidos pela Emplasa forneceram dados que, após serem reunidos, foram compilados em tabelas muito úteis para a caracterização da expansão dos serviços a partir da década de 1970.

Os trabalhos da Secretaria Municipal de Planejamento (SEMPLA: Diagnóstico regionalizado do Município de São Paulo, 1983) e a coletânea sobre o perfil socioeconômico da cidade (2000) detalham a situação por região. O Plano do Município de São Paulo 1985/2000 (1985), da Coodenaria Geral de Planejamento (Cogep, 1975, 16 vol.) e da Companhia de Processamento de Dados (Prodam, 2001; 2006) também colaboraram com dados relativos à década de 1980, fornecendo tabelas com a captação dos mananciais à época e informações detalhadas sobre o salto na implantação desse serviço, verificado na primeira metade da década de 1980.

Colaboraram também os estudos de Jorge (2006), que tratam da situação dos rios da capital enquanto captação de água para abastecimento; Bernardini (2008), que faz um amplo estudo sobre a evolução urbana de São Paulo e suas questões sociais e de infraestrutura; e Sant'Anna (2007), com a história dos rios e chafarizes que abasteciam a cidade no século XIX.

No campo político-administrativo, importantes contribuições são dadas pelos trabalhos de Sanchez (2000), que apresenta aspectos do controle público-privado das concessionárias de saneamento, em especial da Sabesp; Campos (2005), que detalha a estrutura administrativa dos órgãos responsáveis pelo saneamento durante o século XIX; e Faria (2010), com a descrição do trabalho da *Comissão de obras novas de abastecimento de águas da capital de São Paulo.*

3. Abastecimento de água na cidade de São Paulo

Durante todo o período colonial, para garantir minimamente o abastecimento, a população de São Paulo serviu-se de fontes que brotavam nos declives dos morros e da margem esquerda do Anhangabaú. As pessoas também buscavam água nos ribeirões e socorriam-se ainda em poços construídos em seus quintais. As fontes, em especial, eram muito utilizadas, e se formavam aglomerados enormes de pessoas carregando vasilhas de todo tipo e gerando confusões que não raro obrigavam as autoridades a intervir (ANA, 2007).

Segundo alguns historiadores, a captação começou nas nascentes do Jacuba, Açú Gavo e Moranguinho. Em 1744, os frades franciscanos eram os responsáveis pela primeira experiência de adução de água via conduto para consumo. Segundo Campos (2005, p.191),

A atividade de infraestrutura, ramo em que se insere o saneamento, é precedida por um surto de desenvolvimento econômico. Por volta de 1860, a cidade de São Paulo pouco impacto causava dentro da economia imperial, gerando assim pouca movimentação financeira, sendo os investimentos em infraestrutura parciais.

No século XIX, o suprimento de água da cidade era feito por chafarizes ou carros-pipa. Em 1842, José Joaquim da Costa Henriques elaborou um primeiro plano para adução e distribuição de água, recusado pelo governo da província (Telles, 1984).

Em 1863 foi apresentado um novo projeto, que propunha o uso do manancial da Cantareira. Nesse momento, por meio de contrato entre o governo da província e a concessionária – representada pelo coronel Antonio Proost Rodovalho, pelo major Benedicto Antônio da Silva e por Daniel Makinson Fox –, foi formada a Companhia Cantareira de Águas e Esgoto, que iniciou a obra proposta.

Em 1877, a mesma concessionária solicitou um contrato para concessão de "um

sistema completo de esgotos e despejos dos prédios desta capital" (Motta, p.36).

Até 1892, os serviços foram prestados por essa companhia. Naquele ano, devido à impossibilidade, confessada pela própria Companhia, de cumprir o que fora acordado, o governo do Estado decidiu rescindir o contrato.

Por falta de planejamento da empresa, rapidamente o sistema de abastecimento tornou-se falho e restrito a determinadas regiões. Conforme menciona Sant'Anna (2007, p.168), "A venda da água tornou-se mais cara do que havia sido até então: $030 por um barril de vinte litros". Assim, em decreto de janeiro de 1893, foi criada a Repartição de Águas e Esgotos da Capital.

Em 1905 (com modificações em 1926), depois da crise no abastecimento de água, foi instituída a comissão das Obras de Saneamento da Capital, à qual caberia, entre outras funções, um estudo para o Plano Geral da rede de águas pluviais e esgotos.

Faria (2010, p.176) explica que, em 1926,

"a Comissão de Abastecimento de Águas tinha como responsabilidade, realizar as seguintes atividades:

1. O estudo do Plano Geral de abastecimento de água de São Paulo para a população tripla da actual;

2. A organização do projecto definitivo, o orçamento e a direção technica das obras de aproveitamento das águas do Rio Claro;

3. Executar outros trabalhos de que houver por bem incumbir-lhe o Secretário da Agricultura, Commercio e Obras Publicas".

Santos (2006, p.2) afirma que, como reflexo do adensamento urbano ocorrido em meados do século XX, "as questões ligadas aos problemas de limpeza urbana, retificações e canalizações de rios, moradia, carência nos serviços de água e esgoto [...], preocupavam a elite na cidade – sob o enfoque da época de 'combate à sujeira, física e moral.'"

Na década de 1930, foi elaborado um "plano de emergência" que visava regularizar e expandir o abastecimento de água da capital.

Até 1954, o panorama administrativo se manteve o mesmo. Nesse ano, foi criado o DAE (Departamento de Águas e Esgotos), que tinha sob seu comando, além da capital, os municípios vizinhos da região do ABC e Guarulhos, sendo submetido à Secretaria de Viação e Obras Públicas.

No início dos anos 1960, foi aprovado um plano que criava seis sistemas para coleta e tratamento de esgotos. Os sistemas incluíam os municípios vizinhos do ABC, de Guarulhos, Mauá e Osasco. Em 1968 e 1970, respectivamente, foram criadas a Comasp (Companhia Metropolitana de Água de São Paulo), a Sanesp (Companhia Metropolitana de Saneamento de São Paulo) e o Fesb (Fomento Estadual de Saneamento Básico).

Em 1973, com o Planasa (Plano Nacional de Saneamento), todas as empresas foram reunidas em uma única, responsável pelo abastecimento de água e coleta de esgotos – a Sabesp (Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo), que até hoje coordena esses serviços na capital e em mais 672 municípios do Estado.

Em 1995, foi instituída a divisão do Estado em cinco Unidades de Negócios, utilizando como unidades de planejamento as bacias hidrográficas. O município de São Paulo, por sua complexidade, é o único integrante da Unidade Centro.

No gerenciamento dos serviços no município, a Sabesp utiliza, desde 1969, os distritos regionais da Superintendência de Água e Esgotos da Capital (Saec), que inicialmente foram divididos em: Centro, Santo Amaro, Lapa, Santana, Penha, Ipiranga, Mooca e Vila Mariana.

Conforme avançaram a ampliação da rede e o aproveitamento de novos sistemas de captação, esses distritos foram sendo subdivididos e, em 1987, apresentavam a seguinte estrutura: Centro, Ipiranga, Mooca, Lapa, Penha, Pinheiros, Santana, Santo Amaro, Vila Mariana, Pirituba, São Miguel Paulista, Freguesia do Ó, Vila Maria, Capela do Socorro,

Itaquera, Vila Prudente, Butantã e Campo Limpo. Em 1997, essa divisão passou por pequenas alterações em seu perímetro, mas manteve estrutura semelhante.

Sanchez (2000, p.37) comenta:

O setor de saneamento, estatal desde o primeiro governo Vargas, com a promulgação da referida lei, que estabeleceu diretrizes para a concessão de serviços públicos e solucionou em grande parte o marco legal requerido para a privatização de sistemas municipais de saneamento, passou a ser o alvo de empresas nacionais e multinacionais, que se empenharam em abrir o novo e expressivo mercado paulista, formado por uma grande empresa estadual, a Saneamento Básico de São Paulo (Sabesp), e quase três centenas de serviços municipais autônomos.

Portanto, a criação da Sabesp incrementou a evolução dos serviços. Nos anos de 1975 a 1978, começou a ser executado um projeto visando a uma grande expansão do sistema de abastecimento de água da região metropolitana.

Na Tabela 1, apresentam-se dados sobre: a extensão da rede de água, a evolução do número de ligações da rede e a população atendida por ela a população total do Município.

Na década de 1990 teve início o Projeto Tietê, cujos objetivos principais eram a melhoria do sistema de coleta de esgotos e despoluição do rio Tietê. As décadas de 1980 e 1990 constituem o período de maior evolução do saneamento na grande São Paulo. Além da ampliação das redes, houve a intensificação de estudos e ações para a proteção de mananciais e para o combate ao desperdício de água – este por meio do projeto Pura (Programa de Uso Racional da Água), que visou o equilíbrio na utilização dos recursos naturais e a consequente melhoria na qualidade de vida da população.

A cronologia de concessão dos serviços de saneamento pode ser resumida da seguinte forma:

1875: Companhia Cantareira de Água e Esgotos;

1893: RAE (Repartição de Águas e Esgotos da Capital);

Tabela 1. Evolução da extensão de rede de água, do número de ligações e da população atendida com rede de abastecimento de água.

Ano	Geral	Abastecimento de água			
	População total (hab.)	Número Ligações à Rede de água	pop. atendida pela rede de água (hab.)	pop. atendida (%)	extensão da rede (km)
1894	160.000	8.642	147.692	92,3	73
1908	274.000	23.742	não localizado		416
1921	579.086	29.559	não localizado		661
1930	887.810	101.447	850.000	95,74121	968
1940	1.378.539	135.242	não localizado		1.377
1945	1.696.493	179.218	771.904	45,5	1.585
1950	2.278.000	211.021	1.054.714	46,3	1.758
1955	2.916.000	256.459	1.291.788	44,3	2.164
1960	3.709.274	377.056	1.891.730	51	3.543
1964/65	4.929.674	513.130	2.770.477	56,2	5.594
1970	5.978.977	622.810	3.360.185	56,2	6.223
1975	7.710.000	787.270	5.242.800	68	8.742
1980	8.493.226	1.334.874	7.813.768	92	14.403
1985	8.864.706	1.614.077	7.978.235	90	15.363
1990/91	9.646.185	1.766.267	8.874.490	92	15.728
1996	9.839.436	1.969.249	9.839.436	100	16.659
2000	10.406.166	2.172.440	10.406.166	100	16.758

Fonte: Azevedo Netto, 1958; Emplasa, 1977/1998; Emplasa, 1993; IBGE, 1970, 2001; DAEE, 1970;

1954: DAE (Departamento de Águas e Esgoto);

1968: Comasp (Companhia Metropolitana de Água de São Paulo);

1970: Sanesp (Companhia Metropolitana de Saneamento de São Paulo) e o Fesb (Fomento Estadual de Saneamento Básico);

1973: Sabesp (Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo).

Vale ressaltar que, conforme apresenta Bernardini (2008), a Secretaria de Agricultura, Comércio e Obras Públicas do governo estadual paulista teve importante papel na implantação das redes de água e esgoto da capital em um período compreendido entre o final do século XIX e a década de 1920.

4. Mananciais e adutoras

Durante o período em que a Companhia Cantareira esteve no controle do fornecimento de serviços de água e esgoto, os mananciais explorados eram somente dois:

- Os provenientes da Cantareira, através de duas ramificações: 1) atendendo o centro da cidade, a ligação entre a adutora do Guaraú e o reservatório da Consolação; 2) atendendo o bairro do Paraíso e o espigão da avenida Paulista, a ligação entre a "caixa" do Guapira e o reservatório da Liberdade (atual Reservatório Avenida);
- Os recursos do córrego Ipiranga, represado no bairro da Água Funda (local onde atualmente se localiza o Jardim Zoológico), abastecendo a parte baixa da cidade: Brás, Mooca e Ipiranga.

Em 1893, com a R.A.E. (Repartição de Água e Esgotos), foi melhorada a adução das águas do Ipiranga, aumentada a captação na ala direita do Cantareira e iniciada a construção da adutora do Guaraú (com captação dos córregos Bispo, Itaguassú e Menino). No ano seguinte, foram canalizados na Serra da Cantareira os mananciais do Cassununga, Campo Redondo e Engordador, fontes que são ligadas ao reservatório Avenida (no Largo Treze de Maio).

Ainda no final do século XIX, os recursos restantes do Cantareira (ala esquerda) foram aduzidos. Nessa mesma época, foram realizadas obras de

emergência para utilização do rio Tietê, visando ao melhor abastecimento de Belenzinho, Brás e Mooca. Eram águas sem tratamento, cujo uso causou inúmeros problemas de saúde. Jorge (2006) menciona a grande preocupação com epidemias em São Paulo no final do século XIX, que estimulou obras de saneamento para atender as reivindicações da população.

Em meados de 1903, enfatizou-se a captação dessas águas. Devido à estiagem de 1905, que causou crise do abastecimento, fez-se a primeira etapa da adução do Cabuçú (no período de 1905-1907) para alimentação de zonas baixas da cidade: Santana, Luz, Bom Retiro e Brás. A segunda etapa dessa obra foi concluída em 1911, utilizando recursos do vale do Barrocada. Com nova deficiência no abastecimento em 1910, teve início a construção da Barragem de Pedro Beicht, que aproveitava o manancial a oeste da capital (Zmitrowicz, 1984, p.60). A primeira etapa dessa obra terminou em 1914, e a segunda foi concluída no período de 1929-1933, visando à regularização da vazão do Cotia.

Também em 1914, a adução do Cotia (que constava em anteprojeto desde 1898) foi colocada em prática, enviando os recursos dali provenientes para o reservatório do Araçá. Dividida em duas etapas, a obra foi inaugurada em 1923, passando a reforçar o reservatório da Consolação, através da linha Jaguaré – Água Branca – Consolação.

Devido à estiagem de 1925, teve início entre 1926 e 1927, pela Comissão de Obras Novas, a adução do Rio Claro; como as obras não seguiam a contento para suprir as necessidades emergenciais da cidade, no final da década de 1920 a Comissão de Saneamento da Capital começou a utilizar os recursos da Represa de Guarapiranga, encaminhados para a cidade pela adutora Santo Amaro e tendo como destino a Estação Elevatória França Pinto. Em 1930, as obras da adutora do Rio Claro passaram para a Repartição de Águas e Esgoto, sendo reiniciadas em 1932 e só finalizadas em 1939, com a construção das Estações Elevatória e de Tratamento de Água de Casa Grande e a adução desse ponto até a barragem do Poço Preto. Em 1952, essa adutora

contava com a barragem do Ribeirão do Campo e com a adução das águas do Rio Guaratuba.

Em 1954, foi executada a derivação desse sistema para alimentar o setor Vila Alpina e outros bairros da zona Leste, integrantes do chamado "conjunto Vila Formosa", através de novas subadutoras e reservatórios, e para fornecimento às cidades da região do ABC, serviço desativado em 1958, quando da inauguração do novo sistema Billings.

Já o Sistema Guarapiranga, que perdeu sua característica de fonte para geração de energia em 1958 por contrato assinado entre a Light e o Governo do Estado, passou a ser utilizado somente para abastecimento de água, sendo objeto de várias obras, executadas em etapas:

- A primeira etapa, em 1948, com a construção de algumas estações de tratamento, estações elevatórias e reservatórios, resultando na expansão do serviço e reforçando a adução do Cotia (ligação com o reservatório da Mooca) e setores de abastecimento como o Jabaquara (até então, não abastecido), avenida Paulista e Jardins;
- A segunda etapa, com a execução de nova adutora, teve início em 1954, seguida da terceira adutora, em 1956, e da quarta, em 1957, etapas encerradas no início da década de 1960, quando o sistema assumiu o fornecimento de 52,7% do total de consumo (porcentagem da época), repassando a captação para os reservatórios da Vila Mariana, Vila Deodoro e Mooca e outros recém-inaugurados, expandindo-se então a rede para regiões como, por exemplo, Vilas Anastácio e Vila Leopoldina.

Nesse mesmo período, a fim de alimentar a região da Lapa e arredores, ampliou-se o Sistema Cotia com a construção de reservatório e torre. Esse sistema, dividido em três adutoras, continuou a alimentar a linha Araçá, Água Branca e suas respectivas áreas de abastecimento, além de abastecer o conjunto do Ipesp no bairro do Caxingui.

Também o sistema Cabuçú, com a construção, em 1954, de uma estação de tratamento completa na região norte da cidade, pôde incrementar a alimentação dos reservatórios da Mooca e de Santana.

Em 1958, o Departamento de Águas e Esgotos adquiriu o conjunto completo do Tanque Grande, constando de barragem, adutora de gravidade, estação de tratamento, reservatório e torre. Esse conjunto interligou a estação de tratamento de Cumbica ao distrito de São Miguel, passando a alimentar pequena parte daquela região.

No período entre 1970 e 1980, iniciou-se o aproveitamento dos Sistemas Juqueri e Alto Tietê, beneficiando áreas dos bairros da Lapa, Santana, Freguesia do Ó, Penha e São Miguel Paulista. Em março de 1974 é inaugurado o Sistema Cantareira, possibilitando o aumento no número de ligações, principalmente em bairros das zonas Leste e Norte: Ermelino Matarazzo, Cangaíba, São Miguel Paulista, Vilas Brasilândia e Nova Cachoeirinha e, através da Estação Elevatória Santa Inês (ligada ao Reservatório Águas Claras e à Estação de Tratamento de Guaraú), a bairros da zona sul: Santo Amaro, Pinheiros, Vila Mariana e Pirituba. Em meados de 1977, terminou-se a duplicação do Sistema Rio Claro, expandindo a rede para Guaianases, Itaquera, Itaim Paulista, Vila Formosa e Vila Alpina, Arthur Alvim, Sapopemba e parte ainda não abastecida da Mooca. Também nessa época, enfatizou-se a captação do Sistema Cantareira, que atualmente é o responsável pelo abastecimento de grande parte do município e cidades vizinhas, sendo o maior produtor e distribuidor de água do Sistema Integrado da Grande São Paulo.

A captação do Cabuçú foi desativada em 1979. A partir de 1992, a utilização do Sistema Alto Tietê ganhou importância, ocupando lugar de destaque na capacidade de distribuição de água potável para a Grande São Paulo, sendo sua produção superada somente pela dos sistemas Cantareira e Guarapiranga.

Informações do final do período abordado por esta pesquisa (Sabesp, 2002) mostram que a região metropolitana contava com sete sistemas de captação de água e 28 estações de tratamento (ETAs) espalhados pela região metropolitana, sendo que as estações mais importantes em volume tratado correspondem aos sete principais mananciais.

Como já foi mencionado, o Cantareira é o maior desses sistemas, captando águas dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Juqueri e abastecendo as zonas Central e Norte e parte das zonas Leste e Oeste da cidade, além do município vizinho de São Caetano do Sul.

O segundo maior sistema produtor, o Guarapiranga, capta águas da cabeceira do rio Capivari e serve as zonas Sul e Sudoeste da Capital.

O sistema Alto Tietê – o terceiro em produção – está localizado nas nascentes do rio Tietê, e suas águas são distribuídas para a zona Leste de São Paulo e para Guarulhos, Mogi das Cruzes, Mauá e Santo André.

Já os outros sistemas colaboram com volumes bem menores:

- O sistema Cotia é dividido em dois setores, captando água do rio Cotia e abastecendo os municípios de Barueri, Jandira, Itapevi, Embu, Cotia e Itapecirica da Serra.
- O manancial do Rio Grande é um braço da represa Billings e serve as cidades de Diadema, São Bernardo do Campo e parte de Santo André.
- O Rio Claro produz volume semelhante, que é direcionado ao bairro de Sapopemba, em São Paulo, e a Ribeirão Pires, parte de Mauá e de Santo André.
- O menor dos sistemas, o Ribeirão da Estiva, abastece o pequeno Município de Rio Grande da Serra.

O Gráfico 1 resume a captação dos mananciais no período 1894-2000.

Gráfico 1. Captação total dos mananciais (m3/s) no período 1894-2000.

Fonte: Sabesp, 1976, 2002; Whitaker, 1943, 1946; Queiroz, 1964; Emplasa, 1977/ 98.

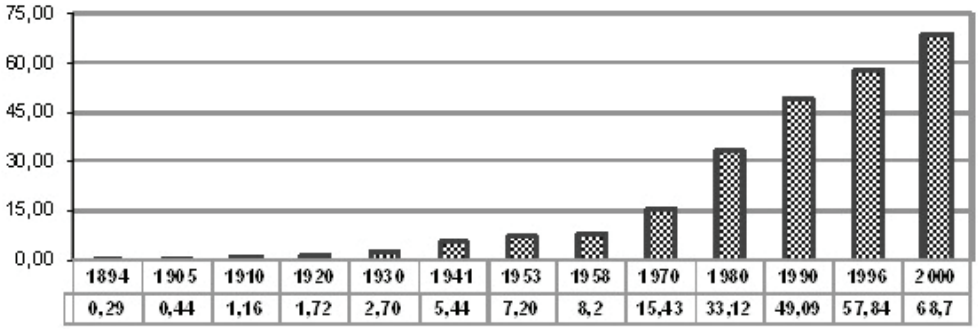


Gráfico 1. Captação total dos mananciais (m3/s) no período 1894-2000.

Fonte: Sabesp, 1976, 2002; Whitaker, 1943, 1946; Queiroz, 1964; Emplasa, 1977/ 98.

A Tabela 2 detalha a participação de cada manancial.[3]

Tabela 2. Detalhamento do volume captado nos mananciais no período 1883-2000.

	1883	1894	1905	1910	1920	1930	1941	1953	1958	1970	1980	1990	1996	2000
Guarapiranga						2,70	1,00	3,00	3,99	9,50	10,42	11,82	12,3	15,00
Rio Grande										1,60	3,32	3,41	3,50	4,20
Rio Claro							2,60	5,00	2,60	2,60	3,78	3,64	3,60	4,00
Alto Cotia+ Baixo Cotia					1,72		1,00	0,80	0,80	0,98	1,31	1,50	1,71	2,40
Cabuçu				0,72			0,50	0,50	0,50	0,50				
Cantareira	0,07	0,29	0,44	0,44			0,30	0,30	0,29	0,20	14,21	28,63	33,30	33,30
Alto Tietê													5,60	10,00

Fonte: Sabesp, 1958, 1998, 2000; Whitaker, 1943; Queiroz, 1964; Emplasa, 1977/ 98.

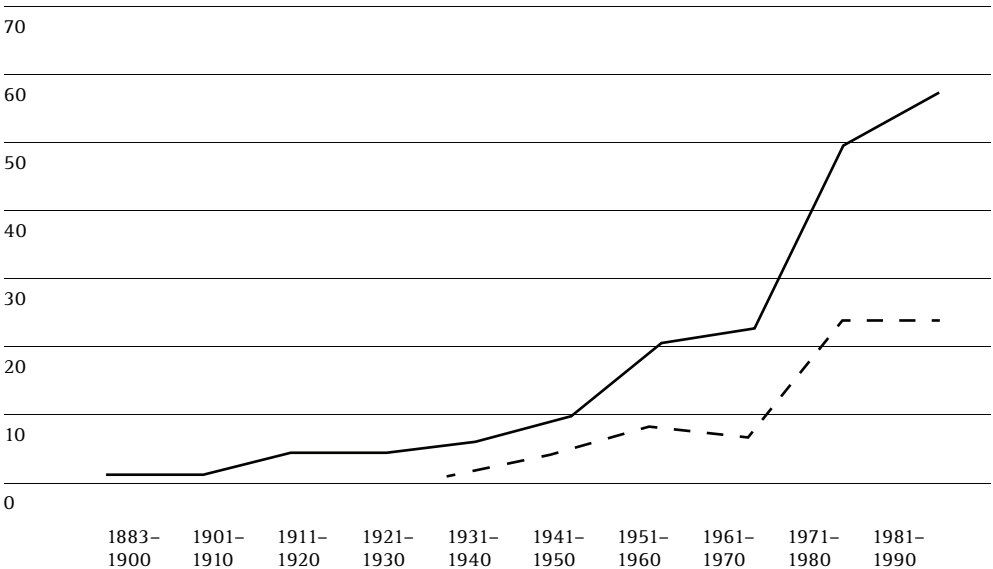
3. Considerar o manancial Tietê E Engordador em 1905, com vazão de 0,44 m3/s, e Poços Profundos do Belenzinho, em 1930, com vazão de 2,82 m3/s.

5. Sobre reservatórios e torres

A topografia acidentada e de diferentes níveis, somada à extensão da cidade, impôs a execução de vários reservatórios em pontos determinantes dos bairros. O primeiro reservatório da cidade foi o da Consolação, de 1883, como já mencionamos, que recebia as águas da adutora Cantareira.

Sem data precisa, mas antes do início do século XX, já temos notícia do reservatório da Rua Taquari e do reservatório Avenida (antigo Liberdade), de 1896. Depois de 1900, são construídos vários reservatórios e torres, conforme se observa no Gráfico 2.

Gráfico 2. Evolução da implantação de reservatórios e torres no período 1883-1990.[4]



Reservatórios (número acumulado)

Torres (número acumulado)

Fonte: Sabesp, 1976; Santiago, 1964; Whitaker, 1946; Yassuda, 1976; Sabesp, 1998.

4. Preferimos omitir a década de 1990, pois sobre esse período encontramos maior dificuldade em compatibilizar informações de várias fontes.

6. Distribuição territorial da rede

A expansão do serviço de abastecimento de água não acompanhou o grande crescimento do município. Em 1899, relatório afirmava:

Há nesta Capital bairros populosos e importantes que não têm ainda o necessário abastecimento de água: Perdizes, Água Branca, Lapa, Vila Cerqueira Cézar, Vila Clementino... não têm ainda água canalizada e não a terão decerto enquanto não se fizerem obras complementares [...] (Motta, 1911, p.14).

No período de 1929-1930, como já foi dito, executou-se um plano de emergência com o intuito de reforçar o abastecimento dos reservatórios já existentes e expandir a rede para outros distritos. Na década de 1940 houve grande preocupação com a revisão do sistema. Em 1946, foi apresentado um relatório pelo diretor do R.A.E., Plínio Whitaker, utilizando um mapa de 1942, indicando que ainda não eram abastecidos:

- Na zona Oeste: Vila Leopoldina, Bela Aliança, Vila Romana, Vila Ipojuca e Alto da Lapa;
- Na zona Norte: bairro do Limão, a parte alta da Casa Verde, Tucuruvi, Vilas Mazzei, Leonor, Gustavo, Guilherme e Maria (parte alta e baixa) e parte do Carandiru;
- Na zona Sudeste: Vila Prudente, Vila Alpina, Pedro I e Independência;
- Na zona Sudoeste: Vila Conceição e Vila Madalena e o Itaim-Bibi;
- Na zona Sul: Bosque da Saúde, Jabaquara, Indianópolis e Alto do Brooklin.

No final dos anos 1950, a rede de abastecimento de água se concentrava na região Central, estendendo-se pelo vetor Oeste em direção ao Butantã, um pouco ao Norte e a Leste. O relatório do Plano Urbanístico Básico de 1968 menciona que o abastecimento de água cobria 85% da área ocupada, sendo que a periferia não era servida.

O Censo Demográfico de 1970, realizado pelo IBGE, aponta as zonas Leste, Sul e parte da Norte como as áreas com maiores porcentagens de inexistência da rede de distribuição de água.

Em 1975 (Cogep, 1975), considerando a divisão em administrações regionais da época,[5] verificamos que na região de Campo Limpo a rede de água era inexistente. Era precária nas áreas de Butantã, Santo Amaro, Ermelino Matarazzo/São Miguel Paulista, Itaquera/Guaianases, Pirituba/Perus e Freguesia do Ó, e apresentava pontos críticos nas regiões de Santana, Vila Prudente e Penha. O projeto elaborado no período 1975 a 1978 possibilitou a expansão da rede na década seguinte.

Na segunda metade da década seguinte (Sempla, 1983, 1985), outro levantamento feito pela prefeitura demonstra que na regional Freguesia do Ó o problema havia sido sanado, assim como em praticamente toda a área de Itaquera, Guaianases, São Miguel Paulista/ Ermelino Matarazzo e Santo Amaro. No entanto, ainda era bastante deficiente em Campo Limpo.

O Censo Demográfico do IBGE de 1991 indicou que os distritos com menor número de ligações à rede de água geral eram Anhanguera, Parelheiros e Marsillac, esta a região com pior situação, onde inexistiam domicílios ligados à rede de água. Outras áreas, como Cidade Tiradentes, Grajaú, Iguatemi e Jardim Ângela, apresentavam considerável número de poços ou nascentes, assim como, em menor escala, os bairros de Tremembé e Vila Maria.

Os mapeamentos de 1995 (Sabesp) e 2000 (Prodam) mostram que a rede foi implantada em praticamente todo o município, com exceção de pontos dos extremos Leste e Sul.

As informações obtidas no período 1900 a 2000 foram compiladas na Figura 1, que mostra a sobreposição de camadas para um século de expansão da rede de abastecimento de água na capital paulista.

5. Neste trabalho foi utilizada a divisão oficial de 1991, expressa em administrações regionais com 91 distritos ao todo (vigente até a implantação das 28 subprefeituras, em 2002). Assim, para padronizar a organização dos distritos, listamos as modificações entre 1975 e 1991: Santo Amaro, em: Capela do Socorro, Santo Amaro e Cidade Adhemar; Pirituba/Perus em: Pirituba, Jaguará e Perus; Vila Mariana, em: Vila Mariana e Jabaquara; Freguesia do Ó, em: Freguesia do Ó e Casa Verde; Santana, em: Santana, Jaçanã e Tremembé; Mooca, em: Mooca, Aricanduva e Vila Formosa; Vila Prudente, em: Vila Prudente e São Mateus; Itaquera e Guaianases, em: Itaquera, Guaianases e São Mateus.

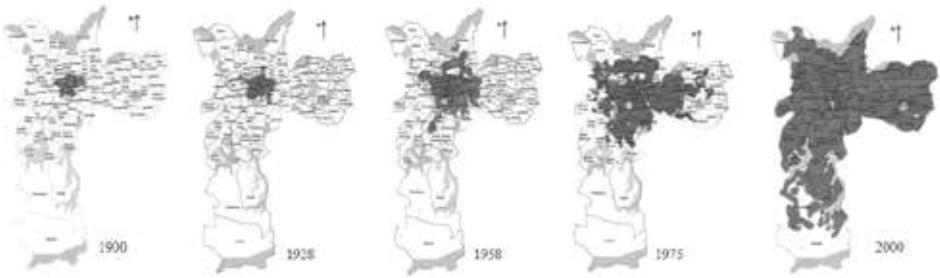


Figura 1.
Evolução da distribuição territorial da rede de abastecimento de água no período 1900-2000.

Fonte: Massara, 2002, com base em Cogep, 1975; PMSP, 1961; 1968b, 1985; Rolnik, 1997; Sabesp, 1995; 2000; Prodam, 2001, 2006.

7. Conclusões

Este artigo teve como intenção compilar dados numéricos e mapas sobre a evolução do sistema de abastecimento de água no século XX e convertê-los em tabelas, gráficos e figuras que permitissem uma rápida visualização da dinâmica de expansão da rede de abastecimento de água no período entre 1900 a 2000, tendo como base de referência a atual divisão administrativa da capital em 96 distritos.

Sem entrar no mérito das questões sociais, administrativas, políticas e econômicas, o texto pretendeu propiciar a qualquer pessoa – ligada ou não às questões urbanas – uma ideia de como se deu a expansão desse serviço e, do ponto de vista científico, ser base de outros estudos sobre qualidade de vida e condição das infraestruturas na cidade de São Paulo.

O levantamento aqui apresentado evidencia de maneira objetiva os períodos de maior incremento na implantação da rede de abastecimento de água e, simultaneamente, sua expansão pelos distritos paulistanos, considerando também a evolução nos sistemas de captação, adução, distribuição e tratamento da água.

Dessa forma, verifica-se que até os anos 1950 houve pouca expansão da rede, concentrada apenas na região central da cidade. Após a criação da Sabesp, na década de 1970, o serviço teve significativo aumento da cobertura em direção às regiões Norte, Sul e Leste, alcançado o índice de 100% em 2000, período final deste estudo – índice que permanece inalterado até os dias de hoje.

Referências

Azevedo A. (org). *A cidade de São Paulo*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958.

Azevedo Netto, JM. Cronologia do abastecimento de água até 1970. *Revista do D.A.E,* 1984. v(x) n(137):s.p.

_____, NADRUZ N. A estação de tratamento de esgotos de Vila Leopoldina. *Revista R.A.E.*, 1958, v(x), n(31): V-XVI.

Bernardini SP. *Construindo infra-estruturas, planejando territórios: a Secretaria de Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Governo Estadual Paulista (1892-1926)*. [Tese] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2008.

Brasil. Agência Nacional de Águas. *A história do uso da água no Brasil. Do descobrimento ao século XX*. Brasília: ANA, 2007.

Campos C. A promoção e a produção das redes de águas e esgotos na cidade de São Paulo, 1875-1892. *Anais do Museu Paulista* (Impresso), São Paulo, 2005, v.(13): 189-234.

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Metas para o Abastecimento de Água da Região Metropolitana 1975-78. *Folheto: Água para a Grande São Paulo,* 1976.

_____. Mapa da Rede de Abastecimento de Água. Sabesp, 1995.

_____. Mapa simplificado dos manaciais da Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: Sabesp, 1998.

_____. Histórico. Sabesp, 2002 [internet] Acessado em: 05/09/2016. Disponível em: http://www.sabesp.com.br.

Empresa Metropolitana de Planejamento – Emplasa. *Sumário de Dados da Grande São Paulo*. São Paulo: Emplasa, 1977/1998.

_____. *Reconstituição da memória estatística da Grande São Paulo*. São Paulo: Emplasa, 1993.

Faria RS. A engenharia na construção-estruturação dos setores públicos de obras urbanas do Estado de São Paulo: o caso da Comissão de Obras Novas de Abastecimento de Águas da

Capital de São Paulo (1926-1927). In: Salgado I, Bertoni A. (Orgs.). Da construção do território ao planejamento das cidades: competências técnicas e saberes profissionais na Europa e nas Américas (1850-1930). 1.ed. São Carlos: 2010, *RIMA*, v(1): 171-179.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Censo Predial. Região Sudeste*. São Paulo: IBGE, 1970.

_____. Censo 2000. *Indicadores socioeconômicos*. São Paulo: IBGE, 2001.

Jorge J. *Tietê: o rio que a cidade perdeu*. São Paulo, 1890-1940. São Paulo: Alameda/Fapesp, 2006.

Mascaro JL. *Custos de Infra-Estrutura: um ponto de partida para o desenho econômico urbano*. [Tese] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

Massara VM. *O perfil da infra-estrutura no Município de São Paulo e sua relação com as transformações de uso do solo: o centro expandido e a região de São Miguel Paulista*. [Dissertação] Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

Motta A. *Estudos preliminares para o reforço do abastecimento d'água na cidade de São Paulo*. São Paulo: S.N., 1911.

Munford L. *The Culture of The Cities. New York:* Harcourt, Brace and Company, 1938.

Novaes H. *Relatório da Comissão de Obras novas do abastecimento de água da Capital*. São Paulo: TYP. Brazil, 1927.

Nucci NLR. Avaliação da demanda urbana de água. Aspectos econômicos e urbanísticos. A área edificada como possível variável explicativa e prospectiva. *Revista do D.A.E,* 1983, v(x), n(135): 22-29.

Prefeitura do Município de São Paulo. *Plano Urbanístico Básico – Desenvolvimento Urbano. São Paulo:* Consórcio Asplan, Daily, Montreal, Wilbur Smith, v(2) – Desenvolvimento Urbano, 1968a.

_____. *Plano Urbanístico Básico – Infra-estrutura*. São Paulo: Consórcio Asplan, Daily, Montreal, Wilbur Smith, 1968b.

_____. *Planos para cinco regiões administrativas do Município de São Paulo*. São Paulo: PMSP, 1985.

_____. *Relatório da gestão Ademar de Barros 1958-1961*. São Paulo: PMSP, 1961.

Queiroz VOS. Abastecimento de água na cidade de São Paulo. R*evista do D.A.E,* 1964, v(x), n(527): 29-48.

Rolnik R. *A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo*. São Paulo: Studio Nobel / Fapesp, 1997.

Sanchez OA. *Águas de São Paulo. Um estudo sobre as tentativas de privatização dos sistemas de saneamento básico*. [Dissertação] Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2000.

Sant'Anna DB. *Cidade das águas: usos de rios, córregos e chafarizes em São Paulo (1822-1901)*. São Paulo: Editora Senac, 2007.

Santiago FA. Quadro dos reservatórios que abastecem a cidade de São Paulo. *Revista do D.A.E,* 1964, v(x), n(52): 54-55.

Santos FA. *Domando as águas. Salubridade e ocupação do espaço na cidade de São Paulo, 1875-1930*. [Tese] Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, 2006.

São Paulo (Cidade) – Coordenadoria Geral de Planejamento – Cogep. *Administrações Regionais,* 16 v. São Paulo: PMSP, 1975.

_____. Companhia de Processamento de Dados do Município de São Paulo – Prodam. *Atlas ambiental*. São Paulo: PMSP, 2001.

_____. *Informações urbanas*. 2006. [internet] Acessado em 12/05/2012]. Disponível em: http://www.prodam.sp.gov.br

_____. Secretaria Municipal de Planejamento – Sempla. *Diagnóstico regionalizado do município de São Paulo*. São Paulo: PMSP, 1983.

_____. Plano do Município de São Paulo 1985-2000. São Paulo: Sempla, 1985.

_____. Perfil socioeconômico do Município de São Paulo. São Paulo: Sempla, 2000.

São Paulo (Estado) – Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Distribuição de água e coleta de esgotos em São Paulo: afastamento e disposição de esgotos na área metropolitana*. São Paulo: DAEE, 1970.

Telles PCS. *História da Engenharia no Brasil – século XX*, v(2). Rio de Janeiro: Clube de Engenharia, 1984.

Vargas M. *Metodologia da pesquisa tecnológica*. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1985.

Whitaker PP. Relatório referente ao ano de 1942. *Revista do R.A.E*, 1943, v(x), n(12): 24-35.

_____. Abastecimento de água na Cidade de São Paulo. Sua Solução. *Revista do R.A.E*, 1946, v(x)n(17):3-22.

Yassuda ER. Projeto de Abastecimento de água para a região metropolitana de São Paulo 1975-78. *Revista do D.A.E,* 1976, v(x), n(106): 24-27.

Zmitrowicz W. O*bras públicas de engenharia e sua função na estruturação da cidade de São Paulo.* [Tese] Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1984.

_____. *A estruturação da cidade pelas rotinas urbanas*. [Tese de Livre-Docência] Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

_____. Angelis Neto G. *Infra-Estrutura Urbana*. [Boletim Técnico] Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

Data de recebimento: 28.01.2014

Data de aprovação: 26.02.2016

A trajetória institucional do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, por meio das revistas *Amazoniana* e *Acta Amazonica* (1965-1975)

The institutional trajectory of the National Research Institution of Amazonia - INPA, through the journals Amazoniana and Acta Amazonica (1965-1975)

Ângela Nascimento dos Santos Panzu[1]

1.
Mestre em História pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). É analista em Ciência e Tecnologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). E-mail: panzu@inpa.gov.br.

Resumo:
Este trabalho se propõe a analisar a circulação do conhecimento científico praticado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), no período de 1965 a 1975, por meio da análise desses resultados nos primeiros periódicos científicos lançados pelo INPA: a revista *Amazoniana*, editada com parceria alemã; e a revista *Acta Amazonica*, primeira revista do INPA editada no Brasil, com recursos nacionais, desde 1971. Proponho-me a entender os vários aspectos da produção e da disseminação do reduzido número de artigos publicados pelos pesquisadores brasileiros na revista *Amazoniana* em relação àqueles publicados pelos estrangeiros na revista *Acta Amazonica*.

Palavras chave
História das ciências; disseminação científica; Amazônia; história institucional.

Abstract
The present work aims to analyze the circulation of the scientific knowledge practiced at the National

Research Institute of Amazonia (INPA), from 1965 to 1975. This has been accomplished through the analysis of those results by the two scientific journals being by INPA: Amazoniana, published in Germany's cooperation; Acta Amazonica, the first journal published by INPA in Brazil with national resources, since 1971. I propose to come to understand the various aspects of the production and dissemination of the small number of papers published by Brazilian researchers in the journal Amazonina compared to that published by foreign researchers, in the journal Acta Amazonica.

Keywords
Sciences history; scientific dissemination; Amazonia; institutional history.

Introdução

Este trabalho se propõe a analisar a circulação do conhecimento científico praticado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), no período de 1965 a 1975, por meio da análise desses resultados nos primeiros periódicos científicos editados pelo INPA, quais sejam, a revista *Amazoniana: limnologia et oecologia regionalis systemae fluminis Amazonas*, editada na Alemanha em parceria com o Instituto Max-Planck, e a revista *Acta Amazonica*, primeira revista do INPA editada no Brasil com recursos nacionais.

Apresento de início e de forma panorâmica alguns fatores que marcaram sobremaneira o início das atividades do INPA, sobretudo a carência de recursos financeiros e humanos. Em seguida, observo o caráter internacional no processo de construção do conhecimento científico produzido no INPA com a participação efetiva de grupos de pesquisa estrangeiros como moduladores da produção científica praticada no instituto.

Por fim, analiso de forma comparativa os resultados que circularam nos primeiros periódicos científicos editados pelo instituto, quais sejam, a revista *Amazoniana* e a revista *Acta Amazonica*. Procurei observar se os pesquisadores brasileiros que

atuavam no INPA encontraram nesses periódicos uma plataforma para disseminação de seus trabalhos, comparando os dados apresentados na revista *Amazoniana* (editada na Alemanha) com aqueles publicados na *Acta Amazonica* (editada no Brasil), a fim de entender os vários aspectos da produção e da circulação daqueles textos.

INPA: alguns fatores de ordem extracientífica que modularam sua trajetória

Para melhor compreensão do estudo aqui pretendido, é preciso considerar a conjuntura da criação do INPA como resposta do governo brasileiro, sob a presidência de Getúlio Dornelles Vargas, às intenções de alguns organismos internacionais de internacionalizar a hileia amazônica, em 29 de outubro de 1952, pelo Decreto n.31.672, subordinado ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq).[2] O INPA foi instalado em 28 de julho de 1954, em Manaus, como braço amazônico do CNPq, passando a gerir também as coleções do Museu Paraense Emílio Goeldi, até 1983.[3]

No início de suas atividades, até o ano de 1966, o INPA, segundo seus diretores, foi marcado por incerteza e dificuldades de toda ordem, sobretudo a instabilidade política. A carência de recursos financeiros e humanos comprometia suas atividades e ameaçava sua existência. Nas palavras de Djalma Batista, diretor do INPA entre 1959 e 1968, o instituto poderia "morrer sem glória" (INPA, 1967).

Por determinação legal, o INPA, embora imerso em grandes dificuldades orçamentárias, precisava responder aos reclamos do desenvolvimento regional e da produção de conhecimentos. Assim, desde o primeiro momento, articulou-se com a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), que preconizava o desenvolvimento regional, estabelecendo convênios que lhe garantissem recursos. Os atrasos e o pequeno valor da receita prejudicavam as questões administrativas, sobretudo o recrutamento de pessoal qualificado para trabalhar no instituto, visto que os baixos salários oferecidos e a falta de estrutura não atraíam os pesquisadores de outras regiões do país. Deve ser considerado o fato

2.
O Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) foi criado em 15/01/1951 pela Lei n.1.310, sancionada pelo presidente Eurico Gaspar Dutra, com a finalidade de promover e estimular o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica, mediante a concessão de recursos para pesquisa, formação de pesquisadores e técnicos, cooperação com as universidades brasileiras e intercâmbio com instituições estrangeiras. Em 1975, a Lei n.1.619 altera a natureza jurídica do conselho de autarquia para fundação, mudando sua denominação de Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) para Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, mantendo a mesma sigla, vinculado diretamente à Secretaria de Planejamento da Presidência da República. O INPA esteve subordinado ao CNPq no período de 1954 a 1987, passando então ao Ministério da Ciência e Tecnologia, hoje Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

3.
Para um melhor conhecimento sobre o projeto de criação do INPA, ver em: INPA. Relatório geral sobre as atividades do INPA, durante o período de 4 de junho de 1954 a 20 de outubro de 1955: apresentado à Presidência do Conselho Nacional de Pesquisas, pelo Professor Dr. Olympio Oliveira Ribeiro da Fonseca, então diretor daquela instituição. Rio de Janeiro: INPA, 1958, p.18-25; Rodrigues W et al. (1981); Magalhães; Maio (2007); Maio (2001); Petitjean; Domingues (2000); Faulhaber; Toledo (2001); Panzu (2015).

de que em Manaus não havia então uma instituição de ensino superior ou técnico voltada à formação de pesquisadores para o instituto (INPA, 1964).

Desde sua fundação, o INPA, de acordo com o decreto de aprovação de seu regimento, conferiu um caráter internacional ao desempenho de sua pesquisa científica e tecnológica, de tal modo que o pessoal técnico, científico ou docente era recrutado tanto entre brasileiros como entre estrangeiros, segundo seus gestores, para driblar a falta de pessoal qualificado e a limitação de orçamento para pesquisa.

A dependência – sobretudo, econômica –, fazia que a investigação científica estivesse atrelada à participação de grupos de pesquisa estrangeiros que detinham verba, tecnologia e interesse em pesquisar na Amazônia. Isso influiu diretamente nas atividades de pesquisa do instituto, como se observará adiante (INPA, 1958).

Essas ações não encontraram entraves da parte dos estrangeiros porque as nações industrializadas sempre demonstraram interesse em desenvolver parcerias desse tipo como forma de explorar cientificamente ambientes específicos que só podem ser encontrados nos países em desenvolvimento. A Amazônia configura um ambiente desse tipo.

Ora, na Amazônia, o interesse das nações economicamente mais fortes parece não ter encerrado seu ciclo de vitalidade, conforme afirmava Arthur Cezar Ferreira Reis (1960, p.4). A concentração de recursos genéticos nos países periféricos não confere a tais países vantagens competitivas, já que o conhecimento científico necessário para a transformação desses recursos pertence aos países desenvolvidos, o que reforça a necessidade de interação entre essas regiões (Gama; Velho, 2005).

A questão da cooperação internacional no INPA tem sido apresentada em diferentes trabalhos apoiados em fontes documentais e estudos atualizados sobre o tema, que, entre outros aspectos, sublinham a predominância dos interesses dos participantes estrangeiros que dificultam o acesso às informações sobre as pesquisas científicas desenvolvidas. Esses trabalhos destacam ainda a pequena

participação dos pesquisadores brasileiros em tais convênios e o número reduzido de trabalhos publicados (Gama, 2004; Toni e Velho, 1996).[4]

Peter Weigel (1994, p.482) acrescenta que muitas das cooperações existentes no INPA, como a parceria com o Instituto Max-Planck, são convênios amplos e genéricos, e que conferem grande liberdade de atuação aos pesquisadores externos. Esses pesquisadores estrangeiros tendem a perseguir seus próprios objetivos de pesquisa, o que impede "o acompanhamento das atividades em realização, do fluxo de pesquisadores estrangeiros, do fluxo de material científico e dos conhecimentos efetivamente gerados".

A circulação do conhecimento científico praticado no INPA por meio das revistas *Amazoniana* e *Acta Amazonica* (1965-1975)

A atividade científica produz conhecimento, e este deve ser disseminado para garantir o desenvolvimento científico e a consolidação do saber. Por essa razão, do ponto de vista dos sociólogos da ciência, aqueles que não submeterem os resultados de seus trabalhos para serem validados pela comunidade científica[5] não podem ser chamados de cientistas (Velho, 1997).

As publicações de artigos em periódicos especializados são instrumentos utilizados pelos cientistas para fazer circular os resultados de suas pesquisas na comunidade científica, o que lhes atribui credibilidade e reputação. Desse modo, conforme Schwartzman (1984, p.20), a publicação científica é essencial para a pesquisa, que só passa a existir a partir do momento em que é publicada – caso contrário, é como se não existisse. Nas ciências exatas e naturais, as revistas científicas "são aquelas dedicadas predominantemente à publicação de resultados originais de pesquisa, em linguagem técnica, e destinadas à circulação entre os especialistas" (Ibid., p.30).

A publicação de trabalhos científicos em revistas estrangeiras desperta a preferência dos pesquisadores do INPA pela amplitude de sua difusão, de seu reconhecimento internacional, da melhor

4. Ver mais em: Guimarães (1994); Machado (1999); Toni (1994).

5. Na percepção de Thomas Kuhn (1991, p.220), uma comunidade científica é formada pelos praticantes de uma mesma especialidade científica.

estrutura e saúde financeira que asseguram a regularidade desses periódicos, que por sua vez contam com a colaboração dos melhores cientistas em suas respectivas áreas de atuação. Essas publicações garantem muitos pontos no currículo do cientista, o qual geralmente é avaliado pelo número de trabalhos publicados e pelo conceito atribuído ao periódico que divulgar seus trabalhos (Weigel, 1994).

O processo de circulação do conhecimento científico envolve todo um sistema de comunicação, consoante com cada área do saber científico para que o cientista socialize os resultados de suas pesquisas com seus pares, podendo então ser validado por eles, a fim de "garantir controle de qualidade". Define-se assim um referencial que se tornou institucionalizado, em meados do século XX, como "método e procedimento para alocar recursos para a ciência, para premiar e construir reputações e para distribuir poder e prestígio dentro da comunidade científica". Desse modo, a pesquisa científica deve ser publicada e compartilhada para assegurar sua existência, bem como deve ser submetida a um complexo mecanismo de aferição que se constitui em indicador de desempenho científico (Velho, 1997, p.16).

Empreendendo esforços para a construção de uma identidade institucional própria, desde os primeiros anos de sua criação as realizações do INPA circulavam por meio de revistas especializadas nacionais (e algumas estrangeiras), mas havia então outras formas de dar a conhecer seus resultados – por meio de livros, catálogos e publicações seriadas que reuniam monografias sobre a Amazônia editadas pelo próprio Instituto com recursos do CNPq.

A criação das revistas *Amazoniana: limnologia et oecologia regionalis systemae fluminis Amazonas*,[6] em 01 de setembro de 1965 e *Acta Amazonica*, em abril de 1971, trouxe a público os primeiros periódicos científicos que de alguma forma deram visibilidade às pesquisas realizadas no INPA. A revista *Amazoniana* é uma publicação especializada nos campos da limnologia e ciências ecológicas na região amazônica. A revista é resultado da colaboração estabelecida entre INPA e CNPq no Brasil,

6. Artigos da revista *Amazoniana* publicados a partir de 2007, disponíveis em: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/iroh.19800650503/abstract.

e o Instituto de Hidrobiologia da Sociedade Max-Planck para o Desenvolvimento da Ciência, em Plöen (Holstein), Alemanha.

Com artigos inéditos redigidos em língua alemã, espanhola, francesa, inglesa e portuguesa, e conforme editorial de seu primeiro número, a revista deveria incluir um resumo em alemão ou inglês, se o artigo fosse escrito numa língua latina, e em português, se o artigo fosse escrito em língua germânica. Com periodicidade irregular, a *Amazoniana* trazia ao cenário internacional a dinâmica da natureza amazônica nos processos químicos, físicos e biológicos ocorridos nas águas da região (Batista; Sioli, 1965).

Os redatores da *Amazoniana* em seus primeiros anos de criação, Djalma da Cunha Batista, diretor do INPA, e Harald Sioli,[7] bem como os autores que ali tiveram seus artigos publicados, estiveram de alguma forma filiados ao INPA ou ao Instituto Max-Planck (eventualmente a ambos), seja como funcionários, como bolsistas ou na condição de pesquisadores visitantes.

Com características gráficas diferenciadas, *Amazoniana* e *Acta Amazonica* têm ilustrações em P&B com gráficos, mapas e fotografias. A *Acta Amazonica*[8] é uma publicação quadrimestral de caráter multidisciplinar, com foco nas pesquisas realizadas com material coletado na Amazônia. Os editoriais da *Acta Amazonica* se propunham a divulgar as atividades administrativas do INPA, dando ênfase a matérias sobre inauguração da sede, implantação do curso de pós-graduação, histórico do INPA, criação do símbolo do instituto, entre outros acontecimentos. A *Amazoniana*, por sua vez, destacava em seus editoriais homenagens póstumas a eminentes cientistas.

Entretanto, há uma questão a ser observada, que diz respeito ao número reduzido de artigos publicados pelos pesquisadores brasileiros em relação àqueles publicados pelos estrangeiros nas revistas *Amazoniana* e *Acta Amazonica*, considerando que os resultados dos trabalhos científicos realizados em parceria estabelecida entre o INPA e o Instituto Max-Planck deviam ser publicados preferencialmente na revista *Amazoniana* (Gama, 2004).

7.
Harald Félix Ludwig Sioli, considerado precursor das pesquisas em limnologia, vem ao Brasil pela primeira vez em 1934, como assistente de Friedrich Lenz, do Instituto Max-Planck, para estudar os açudes do sertão nordestino. Em 1940, chega à Amazônia, em um intercâmbio realizado entre o Instituto Biológico de São Paulo e o Conselho de Pesquisas da Alemanha. Impossibilitado de retornar à Alemanha, por ocasião da deflagração da Segunda Guerra Mundial, deu continuidade às pesquisas limnológicas de caráter ecológico na região amazônica, participando ativamente dos primeiros anos de atividades do INPA. Sioli (2006, p.287-298).

Até 1968, Djalma da Cunha Batista foi corredator da revista *Amazoniana*. Após o término de sua gestão à frente do INPA (1959-1968), passou a figurar como fundador desse periódico ao lado de Harald Sioli. Heitor Grillo, vice-presidente do CNPq, assume como corredator até sua morte, em 27 jun. 1971. A partir do v.3, n.2, de 1972, José Cândido de Melo Carvalho torna-se corredator da *Amazoniana*, até 1975.

8.
Inicialmente publicada com três números por ano, a partir de 1976 passou a ter quatro números por ano. Publica artigos impressos e online, em português, espanhol e inglês. Disponível em: http://acta.inpa.gov.br. Artigos publicados a partir de 2004 também estão disponíveis em: http://www.scielo;br/aa.

Para melhor compreender a situação, procurei analisar comparativamente os artigos publicados em dezesseis fascículos apresentados nas duas revistas desde seu lançamento até 1975: da *Amazoniana* foram analisados 74 artigos, publicados de 1965 até 1975; da *Acta Amazonica*, 151 artigos, compreendendo os do primeiro número lançado em 1971 até 1975.

Retomando a análise da circulação da produção científica resultante das pesquisas em colaboração com instituições estrangeiras, observei na revista *Amazoniana*, que deveria ser uma plataforma de circulação dos resultados das pesquisas realizadas pelo Instituto Max-Planck na Amazônia em colaboração com o INPA, a quase ausência de artigos escritos por autores brasileiros. Dos 74 artigos apresentados no período, apenas 6 pesquisadores brasileiros publicaram seus trabalhos como primeiro autor, e, destes, 4 artigos foram em língua portuguesa.

A revista *Amazoniana* traz em seu primeiro número, além do editorial bilíngue português/alemão, um artigo assinado por Harald Sioli: "A limnologia e sua importância em pesquisas da Amazônia"; os entomólogos Nelson Leandro Cerqueira, em coautoria com José Alberto Nunes de Mello, publicaram dois artigos em português sobre o Simuliidae[9] da Amazônia – no primeiro número da revista, em 1965, e no terceiro, em 1968. Neste último, aparece também em língua portuguesa um artigo do zoologista alemão Ludwig Beck, que realizou trabalhos sobre sistemática e fisiologia da fauna do solo dos diferentes biótopos, quais sejam, terra firme, várzea e igapó, durante o ciclo anual das águas amazônicas. Com o título de "Sobre a biologia de alguns aracnídeos na floresta tropical da Reserva Ducke", o artigo de Ludwig Beck teve como tradutor Herbert Otto Roger Shubart, brasileiro de origem alemã, que seria diretor do INPA no período 1985 a 1990. Entretanto, Herbert Shubart publicou dois artigos na *Amazoniana*, em alemão, e um artigo na revista *Acta Amazonica*, em inglês.

A brasileira Cecília Volkmer Ribeiro publicou dois artigos em língua inglesa sobre esponjas de água doce na Amazônia; William Rodrigues,

9. *Simuliidae* (Nematocera, Diptera), denominados popularmente como "borrachudos", são espécies de insetos diminutos, medindo de 1 a 5 mm de comprimento. A ocorrência desses insetos se dá normalmente perto de rios de águas correntes e encachoeiradas no qual suas larvas se desenvolvem. Na maioria das espécies de *simulídeos*, as fêmeas têm hábito hematófogo, necessitando se alimentar de sangue para a maturação dos ovos. No gênero *Simulium* estão os vetores das filárias: *Onchocerca volvulus*, agente da oncocercose, "cegueira dos rios" ou "mal do garimpeiro", raramente fatal, mas a segunda maior causa infecciosa de cegueira; e da *Mansonella ozzardi*, agente da mansolenose. Simulídeos são importantes ferramentas para o biomonitoramento da contaminação em ambientes de água doce, em virtude de seus estágios imaturos (larva e pupa) serem sensíveis a poluentes orgânicos e inorgânicos.

Antônio Vieira Neto e Antônio dos Santos aparecem como coautores de pesquisadores alemães em trabalhos distintos, também em inglês.

De modo diferente, a revista *Acta Amazonica*, desde o primeiro número, lançado em 1971, até 1975, período de análise, publicou 151 artigos. Desses, 95 são de autores nacionais pesquisadores do INPA. Há também 26 artigos de autores alemães que publicaram tanto na *Amazoniana*, em alemão, quanto na *Acta Amazonica*, em inglês, assim como 30 autores de outras nacionalidades que assinaram seus artigos como primeiro autor na revista *Acta Amazonica* (Quadro 1).

A *Acta Amazonica* destacou no sumário as áreas de pesquisa às quais os artigos estão relacionados: Botânica, Pesquisas Florestais, Fitoquímica, Patologia Tropical, Ciências do Ambiente, Ecologia, Tecnologia, Dinâmica Populacional e Zoologia. Há também a seção "Depoimentos", com os relatos em língua inglesa de expedições realizadas pelos pesquisadores estrangeiros. Tomando como base essa classificação, analisei as áreas que reuniram maior número de artigos, ou melhor, em que houve maior número de resultados divulgados em cada uma das revistas.

Grande parte das páginas da revista *Amazoniana* divulgavam trabalhos referentes ao objeto principal de suas pesquisas na região amazônica –a Biologia de água doce e de seus organismos na perspectiva ecológica –, apresentados sob a forma de estudos na área de Zoologia, com 43 artigos, e Ciências do ambiente, com 26 (Quadro 2).

Observei interesses distintos dos objetos de pesquisa, bem como o número reduzido de pesquisadores brasileiros, o que contraria os termos da cooperação internacional que em princípio visa ao compartilhamento de resultados de uma produção em coautoria que beneficiasse de forma simétrica as partes envolvidas. Mas, como "não há dinheiro para cumprir a lei", como sublinha o antigo diretor do INPA, Warwick Estevam Kerr (2005, p.56), seria necessário que houvesse um entrosamento entre os pesquisadores estrangeiros e brasileiros pautado pela

honestidade. Nessa mesma direção, William Gama (2004, f.122) analisa o convênio de cooperação internacional do Instituto Max-Planck com o INPA, e verifica a escassez de literatura brasileira sobre a pesquisa desenvolvida pelos pesquisadores alemães na região amazônica.

Com relação ao assunto com maior número de artigos na *Acta Amazonica*, houve a prevalência da Botânica, com 56 artigos de autores brasileiros, seguido da Fitoquímica, com 24 artigos, e a Zoologia, com 23 artigos – estes, em sua maioria, escritos pelos autores estrangeiros (Quadro 2).

O destaque da pesquisa em Botânica na descoberta de novas espécies – e, consequentemente, no número maior de artigos – desde os primeiros tempos do INPA esteve aliado a alguns fatores importantes. Para trabalhos iniciais de estudo da flora amazônica, não foi necessário qualquer equipamento: utilizou-se apenas um pequeno espaço para o processo de preparação do material vegetal, denominado "herborização".

Na falta de estufa, a luz solar era utilizada para a secagem de plantas. Outro fato que merece atenção foi a chegada ao instituto, logo no início de suas atividades, de profissionais qualificados como o eminente botânico William Antônio Rodrigues, que aceitou o convite de seu professor, Olympio Oliveira Ribeiro da Fonseca, primeiro diretor do INPA (1954-1955) e fundador do curso de botânica médica do Instituto Oswaldo Cruz (Rodrigues, 2004).

O setor de pesquisas botânicas do INPA apoiou-se em ilustres botânicos como consultores, entre eles João Geraldo Kuhlmann, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Adolfo Ducke, um dos maiores especialistas em flora amazônica, e o não menos ilustre Ghillean Tolmie Prance, do Jardim Botânico de Nova Iorque, que prestou inestimável colaboração nas pesquisas e excursões botânicas. A Botânica, sob a orientação de William Rodrigues, tornou-se o mais produtivo setor do INPA, com merecida reputação internacional no estudo da flora amazônica, descobrindo espécies novas e lançando bases para estudos de Ecologia, Fitossociologia e

Quadro 1. Quantidade de artigos publicados por autores brasileiros, alemães e de outras nacionalidades

Periódicos	Número de artigos	Autores Brasileiros		Autores Alemães		Autores Outras nacionalidades	
		Autor	Coautor	Autor	Coautor	Autor	Coautor
Amazoniana 1965 a 1975	74	6	7	62	3	6	3
Acta Amazonica 1971 a 1975	151	95	49	26	4	30	11

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 2. Quantidade de artigos publicados de acordo com a área de pesquisa

Periódicos	Número de artigos	Botânica	Pesquisas florestais	Fitoquímica	Patologia tropical	Ciências do ambiente
Amazoniana 1965 a 1975	74	3	-	-	-	26
Acta Amazonica 1971 a 1975	151	56	6	24	12	14

Periódicos	Número de artigos	Tecnologia	Dinâmica populacional	Zoologia	Ecologia
Amazoniana 1965 a 1975	74	-	-	43	2
Acta Amazonica 1971 a 1975	151	11	1	23	4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fitogeografia da região, completando, em 1975, a coleta de 50 mil exemplares de plantas prensadas, também chamadas "exsicatas", que foram devidamente agregadas ao herbário do instituto, que passou à categoria dos "grandes" (INPA, 1976).

Os setores de Limnologia, Ciências do Ambiente e Fitoquímica também desenvolveram pesquisas em parceria com instituições estrangeiras e contaram com a colaboração de eminentes pesquisadores visitantes. Harald Sioli, já mencionado, foi consultor científico do INPA, atuando no setor de Limnologia como coordenador do trabalho dos pesquisadores do Instituto Max-Planck em projetos de estudo e classificação de material hidrobiológico coletado nos rios e igarapés da região amazônica.

O INPA também contou com a experiência de pesquisadores em Hidrobiologia e Hidroquímica como Hans Ungemach, Friedrich Reiss e Ernst Josef Fittkau. O responsável pelo laboratório de fatores ambientais, Wilhelm L. F. Brinkmann, desenvolvia, com a pesquisadora Maria Nazaré Góes Monteiro, estudos sobre a temperatura do solo coberto pela floresta tropical úmida na Amazônia Central. Wilhelm Brinkmann destaca-se como único pesquisador do Instituto Max-Planck no período analisado a publicar, como primeiro autor, artigos em língua inglesa nas duas revistas, *Amazoniana* e *Acta Amazonica*, e também ao lado de coautores brasileiros.

Considerações finais

No que diz respeito à exigência da legislação brasileira que dispõe sobre a coleta por estrangeiros de dados e materiais científicos no Brasil, o Decreto n.98.830/1990, em seu Artigo 5, estabelece:

[...] autorizar o MCT e a instituição brasileira coparticipante a efetuarem tradução, publicação e divulgação no Brasil, sem ônus quanto aos direitos autorais, de relatórios, monografias e outras formas de registro de trabalho das coletas e pesquisas realizadas, desde que sempre mencionadas a sua autoria e as circunstâncias que concorrerem para o desenvolvimento e os resultados desses trabalhos (Brasil, 2001).

William Gama (1997, f.117) observa que a letra da lei não favorece a publicação dos resultados das atividades científicas realizadas pelos estrangeiros no Brasil, considerando-a "inócua", pois os autores, ao submeter seus artigos aos periódicos nacionais e estrangeiros, fazem-no subordinados às normas editoriais desses periódicos, que, em sua maioria, proíbem a reprodução parcial ou total desses trabalhos.

No entanto, a complexidade das normas editoriais que atendem aos interesses de determinados grupos e "têm sempre um grande elemento de aleatoriedade", segundo Schwartzman, (1984, p.25), não deveria influir nas negociações das parcerias com os estrangeiros no que se refere ao compartilhamento dos resultados das atividades científicas estabelecidas entre os envolvidos –assegurado pela lei. Entretanto, não é o que ocorre.

Eliana Nogueira (2000, p.173-174), em seu trabalho sobre os padrões de publicação dos botânicos brasileiros, chama a atenção para algumas regras impostas pelas instituições estrangeiras com periódicos reconhecidos internacionalmente e traz como ilustração exemplos de práticas empregadas para cobrar pela publicação de artigos, como ocorre no periódico Novon, do Missouri Botanical Garden, Estados Unidos, que cobra US$50 por página publicada. Em outros casos, os periódicos editados pelas instituições de pesquisa solicitam, como forma de pagamento, duplicatas do material botânico utilizado no trabalho – como exemplo, Nogueira cita o Kew Bulletin, do Kew Gardens.

A fragilidade verificada no acompanhamento da legislação parece de algum modo ter comprometido o acesso aos conhecimentos e eventuais produtos gerados a partir do estabelecimento dessas "parcerias". Assim, o interesse do país hospedeiro nem sempre prevaleceu. Outro fato que merece destaque diz respeito à informalidade com que essas parcerias foram estabelecidas no INPA até 28 de maio de 1969, quando o CNPq regularizou a colaboração que o instituto vinha recebendo do Instituto Max-Planck (CNPq, 1970; Sioli, 2006).

Em síntese, verifiquei que os alemães publicaram a maior parte dos trabalhos na revista *Amazoniana* e fizeram entre si o maior número de artigos em coautoria. Em menor número do que os pesquisadores brasileiros, os alemães publicaram na revista *Acta Amazonica*, em inglês, como primeiro autor, e também em coautoria com brasileiros. Mas tanto a revista *Amazoniana* quanto a *Acta Amazonica* privilegiaram seus representantes nacionais: assim, encontra-se maior número de autores alemães divulgando seus trabalhos na *Amazoniana* (editada na Alemanha) e, de modo análogo, os autores brasileiros têm na *Acta Amazonica* (editada no Brasil) uma plataforma de circulação de seus trabalhos.

Esses resultados evidenciaram alguns entraves na disseminação dos resultados das pesquisas empreendidas no INPA (1965-1975) pelos pesquisadores brasileiros na revista *Amazoniana*, a qual, no período analisado pela pesquisa, apresentou apenas seis trabalhos de autores brasileiros em 74 artigos publicados. Embora, em uma situação de dependência de recursos financeiros, o instituto encontrasse na cooperação internacional a possibilidade de realização das atividades científicas, de algum modo essa condição modulou a circulação dos resultados dos trabalhos dos pesquisadores brasileiros na revista *Amazoniana*.

Em outras palavras, até onde foi possível observar a partir dos dados apresentados, pode-se inferir que os meios de circulação da ciência estariam diretamente subordinados àqueles que financiavam e difundiam os projetos de pesquisa.

Referências

Batista D, Sioli H. Introdução. *Amazoniana: limnologia et oecologia regionalis systemae fluminis Amazonas*, 1965, v(1), n(1): 5.

Faulhaber P, Toledo PM [Coord.]. *Conhecimento e fronteira: história da ciência na Amazônia*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001.

Gama WNG. *O papel do estado na regulação do acesso de pesquisadores estrangeiros na Amazônia*

brasileira na década de 1990: o caso do INPA. [Tese de Doutorado em Política Científica e Tecnológica]. Campinas, SP: Unicamp, 2004.

_____. *O projeto dinâmica biológica de fragmentos florestais-PDBFF (INPA: Smithsonian): uma base científica norte-americana na Amazônia brasileira*. [Dissertação de Mestrado Internacional em Planejamento do Desenvolvimento do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos]. Belém, PA: UFPA, 1997.

_____, Velho, L. A cooperação internacional na Amazônia. *Estud. av.,* 2005, v(19), n(54): p.205-224.

Kerr WE. Warwick Kerr: a Amazônia, os índios e as abelhas. *Estud. av.*, 2005, v(53), n(19): 56.

Kuhn TS. *A estrutura das revoluções científicas*. 3.ed. São Paulo: Perspectiva, 1991.

Guimarães SF. A gestão da cooperação internacional do INPA: diretrizes básicas para consolidação. In: Marcovitch J, Baião MS (Orgs). *Gestão da Cooperação Internacional – experiências e depoimentos*; coletânea de ensaios dos participantes do IV Procint, FEA/ USP, 1994.

Machado CJS. Formação e modo de organização de uma coletividade heterogênea de pesquisadores: o caso do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. *Revista Internacional de Estudos Políticos*, 1999, v(1), n(3).

Magalhães RCS, Maio MC. Desenvolvimento, ciência e política: o debate sobre a criação do Instituto Internacional da Hileia Amazônica. *Hist. cienc. saúde-Manguinhos*. dez. 2007, v(14): 171-172.

Maio MC. A tradução local de um projeto internacional: a Unesco, o CNPq e a criação do INPA. In: Faulhaber P, Toledo PM [Coord.]. *Conhecimento e fronteira: história da ciência na Amazônia*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001.

Nogueira E. *Uma história brasileira da Botânica*. Brasília: Paralelo 15; São Paulo: Marco Zero, 2000.

Panzu ANS. *O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA: trajetória institucional por meio de suas práticas científicas, 1954-1975*.

Manaus: [s.n], 2015. (Dissertação de Mestrado em História Social). Manaus, AM: UFAM, 2015.

Petitjean P, Domingues HMB. A redescoberta da Amazônia num projeto da Unesco: o Instituto Internacional da Hiléia Amazônica. *Revista de Estudos Históricos, Descobrimentos*. Rio de Janeiro, 2000, v(14), n(26).

Rodrigues W et al. Criação e evolução histórica do INPA (1954-1981). *Acta Amazônica*, Manaus, mar. 1981, v(11), n(1): 7-23.

Rodrigues W. Entrevista: William Rodrigues; começamos do zero. *Acta Amazonica*, out./dez. 2004, v(34), n(4): 3.

Reis ACF. *A Amazônia e a cobiça internacional*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1960.

Schwartzman S. A política brasileira de publicações científicas e técnicas: reflexões. *Rev. bras. tecnologia,* 1984, v(15), n(3): 20-33.

Sioli H. 50 anos de pesquisas em limnologia na Amazônia: Dr. Harald Sioli. *Acta Amazonica*, 2006, v(36), n(3): 287-297.

Toni F. *Avaliação da cooperação científica internacional em pesquisa biológica na Amazônia: o caso Brasil e França*. Dissertação de Mestrado, Campinas, Unicamp, 1994.

_____, Velho L. A presença francesa no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. *Interciencia*, 1996, v(21), n(1): 25-30 [internet]. Acessado em 10/09/2014. Disponível em http://www.interciencia.org.ve.

Velho L. A ciência e seu público. *Transinformação*, set./dez. 1997, v(9), n(3): 16.

Weigel P. *Ciência e desenvolvimento: dificuldades de diálogo na experiência do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)*. [Dissertação de Mestrado Internacional em Planejamento do Desenvolvimento do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos)]. Belém, PA: UFPA, 1994. 4v.

Fontes primárias

Amazoniana: limnologia et oecologia regionalis systemae fluminis Amazonas. Plön, 1965 – Artigos publicados a partir de 2007. Disponíveis em: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/iroh.19800650503/abstract.

Acta Amazonica. Manaus, 1971. Disponível em: http://acta.inpa.gov.br. Artigos publicados a partir de 2004, também estão disponíveis em: http://www.scielo;br/aa.

Brasil. Presidência da República, Governo do Brasil. *Decreto nº 98.830/1990, de 16 de janeiro de 1990*. Publicado no DOU de 16/01/90, Seção I, p.1.092. Dispõe sobe "a coleta, por estrangeiros, de dados e materiais científicos no Brasil" e dá outras providências. Brasília: Legislação Brasileira, 2001. Disponível em http://www.planalto.gov.br/Legislacaobrasileira.

CNPq. *Relatório anual 1969*. Rio de Janeiro: IBBD, 1970.

INPA. *[Relatório das atividades em 1963]*. [Manaus: INPA, 1964], 1v. Datilografado.

INPA. *[Relatório das atividades em 1966]*. [Manaus: INPA, 1967], 1v. Datilografado.

INPA. *Relatório geral sobre as atividades do INPA, durante o período de 4 de junho de 1954 a 20 de outubro de 1955*, apresentado à Presidência do Conselho Nacional de Pesquisas pelo professor Dr. Olympio Oliveira Ribeiro da Fonseca, então diretor daquela instituição. Rio de Janeiro: [s.n.], 1958.

INPA. *Relatório anual 1975*. [Apresentado pelo diretor Warwick Estevam Kerr]. [Manaus: INPA, 1976]. 57 f. Datilografado. [Incompleto].

Data de recebimento: 13/11/2014
Data de aprovação: 09/03/2016

A história da descoberta dos Introns
I. A descoberta dos genes interrompidos e dos introns de pré-mRNAs

The history of the discovery of Introns I. The discovery of split genes and the introns of pre-mRNAs

Mario Mayer[1]

1.
Mario Gustavo Mayer, mestre em Morfologia na área de genética pela UNIFESP. Pesquisador Científico do Laboratório Especial de História da Ciência, do Instituto Butantan. Contato: mario.mayer@butantan.gov.br.

Resumo

A partir da determinação da estrutura da molécula informacional ácido desoxirribonucleico (DNA) feita no ano de 1953 por Watson e Crick, a biologia molecular teve um desenvolvimento fantástico que culminou, nos tempos atuais, com a possibilidade de determinação da sequência de nucleotídeos que correspondem à totalidade do conteúdo informacional de diversos organismos. A descoberta da configuração de genes interrompidos, com a discriminação de sequências denominadas exons e introns, foi um passo fundamental para o entendimento da arquitetura, funcionamento e regulação da expressão dos genes. Este é um artigo inicial de uma série que tem como objetivo fazer um levantamento dos experimentos fundamentais da descoberta dos vários tipos de introns. Descrevemos os antecedentes e a descoberta dos genes interrompidos de pré-mRNAs, os quais dão início à descrição desse tipo de organização gênica. O resgate da história da descoberta dos genes interrompidos e a descrição dos processos e métodos implicados têm sua importância na origem do vasto arsenal de técnicas e análises utilizadas nos estudos

dos mecanismos de regulação gênica hoje em dia, a qual tem profundo impacto em várias atividades humanas.

Palavras-chave
Genes interrompidos, "splicing", RNA, intron, exon.

Abstract
Since the determination of the informational molecule deoxyribonucleic acid (DNA) structure by Watson and Crick in 1953, molecular biology had a fantastic development that culminated in recent times with the possibility of determining the nucleotide sequence of whole information content of various organisms. The discovery of interrupted (split) genes configuration and the discrimination of sequences called exons and introns were a key step to understanding the architecture, functioning and regulation of gene expression. This is the first article of a series that aims to survey the fundamental experiments of the discovery of various introns types. In this initial article, we describe the antecedents and the discovery of interrupted genes of pre-mRNAs that accounted for the initial mark of the description of this type of gene organization. The rescue of the history of interrupted genes discovery and description of the processes and methods involved has its importance in the origin of a wide source of techniques and analysis used in the studies of gene regulation mechanisms nowadays which has profound impact in various human activities.

Keywords
Split genes, "splicing", RNA, intron, exon.

O cenário anterior à descoberta dos genes interrompidos

Na segunda metade da década de 1970, a partir de estudos em organismos procarióticos, a estrutura física do gene parecia consolidada. A colinearidade entre o gene e seus produtos, RNA mensageiro e proteína, já era estabelecida (Lewin, 1982). Como a genética clássica sugeria um comportamento

semelhante entre genes de organismos procarióticos e eucarióticos, generalizava-se que a estrutura e os mecanismos de regulação de um gene bacteriano fossem universais.

No entanto, estudos relacionados ao material genético de células eucarióticas indicavam que a regulação da expressão gênica nessas células era diferente daquela determinada para procariotos. Padrões estruturais que diferenciam essas células já sugeriam diferentes padrões regulatórios de expressão gênica. A diferença morfológica fundamental entre células procarióticas e eucarióticas é a presença de membrana nuclear nessas últimas. Devido à ausência desse compartimento em procariotos, a síntese proteica, tradução do RNA mensageiro (mRNA) nos ribossomos, é iniciada antes mesmo que a transcrição do mRNA tenha terminado, ou seja, a tradução e transcrição são concomitantes, espacial e temporalmente acopladas. Já nos eucariotos, a presença da membrana nuclear separa os processos de transcrição e tradução, que acontecem respectivamente no núcleo e no citoplasma. Poderiam ser supostas, consequentemente, etapas adicionais de processamento da mensagem em eucariotos, nas quais o núcleo teria um papel de concentrador dos componentes necessários a esse processamento hipotético adicional (Crick, 1979).

Um fato que intrigava os cientistas até esse momento era a discrepância entre as quantidades de DNA de células eucarióticas e procarióticas. Além disso, chamava atenção a variação significativa na quantidade de DNA de células haploides (C)[2] entre os vários organismos eucarióticos, sem que houvesse uma correlação com a complexidade do organismo ou com a variação no número de seus genes (paradoxo do valor de C). Uma explicação para essas discrepâncias seria supor que a maior parte do genoma de eucariotos não seria transcrita, o que sem dúvida levaria à investigação do seu papel funcional. Uma suposição alternativa, e igualmente satisfatória, seria a de que a unidade de transcrição seria bem maior do que a sequência representada no mRNA (Lewin, 1980). Estudos bioquímicos do metabolismo

2.
O valor C é a quantidade de DNA em massa de uma célula haploide, como, por exemplo, um gameta. A origem da utilização da letra C para o conteúdo de DNA de uma célula haploide é referência da quantidade constante de DNA para um determinado genótipo.

de RNA em células eucarióticas contribuíram muito para o encaminhamento da resolução desse problema (Darnell, 1973). Quando células HeLa[3] eram incubadas em meio de cultura contendo uridina tritiada por 5 minutos ou menos, a maior parte do RNA marcado localizava-se numa fração nucleoplasmática constituída de moléculas de tamanho heterogêneo denominada RNA heterogêneo nuclear (hnRNA). O tamanho das moléculas componentes dessa fração variava de centenas a dezenas de milhares de nucleotídeos. Considerando-se a substituição de uridina por timidina, para efeito comparativo, a composição do hnRNA mostrou-se semelhante à do DNA celular total. Sua composição também era semelhante à do RNA de polissomos – no entanto, bastante diferente da composição de RNA ribossômico (rRNA). Estudos da estabilidade do hnRNA mostraram que a meia-vida dessa classe de RNA é bem menor do que a de mRNA. Assim, o hnRNA, por se tratar de uma fração composta por moléculas de tamanho longo e variável, de meia-vida curta e composição semelhante ao mRNA, foi indicado como o provável precursor dos mRNAs (Darnell, 1973).

A identificação da cauda de poli A[4] na extremidade 3' dos mRNAs como uma modificação pós-transcrição levou imediatamente à verificação da existência da mesma modificação na extremidade 3' dos hnRNAs (Darnell et al., 1971; Lee et al., 1971; Edmonds et al., 1971). Da mesma forma, a verificação de outra modificação pós-transcrição, essa na extremidade 5' dos mRNAs, a estrutura 5' "cap" (7mGpppX), também levou à constatação de que a mesma estrutura estava presente em ambas as classes de RNA (Wei; Moss, 1974; Rottman et al., 1974 8; Furuichi et al., 1975). Surge então a seguinte questão: se a população de hnRNA fosse precursora de mRNA, como as extremidades 5' e 3' do hnRNA seriam preservadas durante o processamento na geração de moléculas menores de mRNA?

3.
Células HeLa são células de uma linhagem celular estável, ou seja que podem ser mantidas indefinidamente em cultura, oriundas de um carcinoma de colo de útero da paciente Henrietta Lacks.

4.
Cauda de poi A é uma adição de 100-200 resíduos de adenosina (A) na extremidade 3' de um mRNA após sua transcrição.

O modelo de adenovírus. Solução simplificada e essencial para a descoberta dos genes interrompidos

Experimentos com o objetivo de verificar a hipótese do hnRNAs como precursores de mRNAs eram difíceis de serem conduzidos à época devido à complexidade do genoma de eucariotos e das ferramentas disponíveis. No entanto, a escolha de um modelo simplificado, mais especificamente o adenovírus, foi adequada para o início da resolução do problema. O adenovírus do tipo 2 (Ad-2) é um vírus de DNA de dupla fita com aproximadamente 36 kbp, estando as regiões codificadoras de suas proteínas estruturais localizadas nos últimos dois terços do DNA viral. A transcrição de Ad2 é dirigida por RNA polimerase II e, as características dos produtos de transcrição são semelhantes às dos produtos celulares, ou seja, transcritos longos e com cauda poli A são detectados no núcleo da célula hospedeira, e parte desse RNA nuclear aparece como mRNA maduro e poliadenilado no citoplasma (Philipson et al., 1971). Outra semelhança importante refere-se à presença de estruturas 5' "cap" na extremidade 5' dos mRNAs, o que valida ainda mais o modelo de adenovírus como uma plataforma simplificada para os estudos dos mRNAs celulares (Moss e Koczot, 1976). É clássica a utilização de organismos modelo na área de genética e biologia molecular como organismos que satisfazem o estudo de determinado fenômeno agregando simplificação ao estudo para posterior generalização.

A determinação da sequência de nucleotídeos da extremidade 5' de vários mRNAs de Ad2 mostrou que a maior parte desses mensageiros possuía a mesma sequência de onze nucleotídeos inicias (Gelinas; Roberts, 1977). Em híbridos mRNA:DNA, essa sequência de onze nucleotídeos era suscetível à digestão branda por ribonuclease T1 (Gelinas; Roberts, 1977), sugerindo que essa sequência de nucleotídeos não fosse codificada por uma região do DNA que estivesse localizada imediatamente a 5' da codificadora do restante do mRNA. Parecia que as sequências de RNA e DNA em questão não eram complementares ao longo de toda extensão. A descrição de uma técnica denominada "R-loop mapping"

(Thomas et al., 1976) contribuiu muito para a elucidação da estrutura da extremidade 5' desses transcritos. Se moléculas de RNA são incubadas com DNA, em condições nas quais híbridos RNA:DNA são favorecidos em relação a híbridos DNA:DNA, a fita de DNA com a mesma sequência de nucleotídeos que a do RNA será deslocada, formando uma alça que pode ser observada ao microscópio eletrônico, possibilitando o acompanhamento da colinearidade ou não entre sequências de RNA e DNA. Assim, a formação de uma alça corresponde à ausência de colinearidade entre os dois tipos de moléculas. Quando mRNAs de proteínas estruturais de Ad2 foram incubados com o DNA viral em condições para formação de alças de deslocamento, alças eram observadas nas regiões correspondentes às extremidades 5' dos mRNAs, assim como uma extensão na região correspondente à extremidade 3', onde a cauda de poli A é adicionada (Berget et al., 1977; Chow et al., 1977), mostrando que não havia colinearidade entre os dois tipos de moléculas nessas regiões.

O mapeamento físico do gene por meio da utilização de enzimas de restrição (mapeamento de restrição) foi fundamental na determinação das posições das alças de deslocamento. O mapeamento de restrição requer o uso de enzimas de restrição, as quais são enzimas específicas para a clivagem de uma molécula de DNA em determinados sítios específicos. O uso combinado de enzimas de restrição gera um mapa de um determinado fragmento de DNA onde distâncias relativas dos sítios de restrição podem ser medidas. Dessa forma, seria possível dar uma assinatura com um mapa de restrição às alças de deslocamento observadas. Fragmentos de outras regiões de Ad2 cuja posição fora determinada pelo mapeamento de restrição foram utilizados como referenciais em experimentos de alça de deslocamento, sendo assim possível a determinação das posições relativas onde ocorriam as projeções da extremidade 5'. Os resultados mostraram que vários mRNAs de Ad2 possuem extremidades 5' derivadas das mesmas três regiões localizadas em regiões que não são contíguas no genoma de Ad2. Esses três

pequenos blocos pareciam ser reunidos num único bloco, durante a biossíntese do mRNA, com eliminação das sequências interpostas (Berget et al., 1977; Chow et al., 1977).

Esses resultados levaram à formulação da hipótese de que os genes de Ad2 têm estrutura interrompida, ou seja, um DNA não codificador separaria regiões codificadoras (Berget et al., 1977; Chow et al., 1977). Mais ainda, esses resultados poderiam explicar a dinâmica da associação entre genes celulares, hnRNA e mRNAs. O hnRNA transcrito a partir de vários genes poderia ser processado a partir da remoção de sequências interpostas, gerando moléculas de mRNA citoplasmáticas menores (Berget et al., 1977; Chow et al., 1977).

Genes celulares interrompidos. O modelo de ovalbumina

O caráter genérico desse tipo de padrão estrutural em eucariotos foi inicialmente obtido pela descrição do padrão em genes celulares cuja expressão fosse majoritária na população de mensageiros[5] de um determinado tipo celular. Além dessa estratégia, foi fundamental o desenvolvimento de novas ferramentas de análise, como as técnicas de "Southern blot", clonagem de cDNAs, construção de bibliotecas de DNA genômico e determinação da sequência de nucleotídeos de DNA.

O gene de ovalbumina de galinha foi o primeiro gene celular no qual a estrutura de genes interrompidos foi descrita (Breathnach et al., 1977). A ovalbumina é constituída de uma cadeia polipeptídica de 386 aminoácidos, e é sintetizada somente por células da glândula tubular do oviduto quando a ave está em fase de postura. A transcrição do gene que codifica ovalbumina é regulada por hormônios sexuais femininos. Na ausência desses hormônios o gene não é transcrito em mRNA e a proteína não é sintetizada. Com o objetivo de estudar essa regulação, foi fundamental a análise comparativa do funcionamento de genes de ovalbumina em dois contextos diferentes, no contexto de uma célula especializada na sua expressão e no de uma célula onde ovalbumina

5. População de mensageiros refere-se ao total de moléculas de mRNA de uma célula. Numa célula com função especializada, determinados mRNAs relacionados à função específica desse tipo celular são mais frequentes e presentes em grande quantidade.

não é expressa. Como o mRNA de ovalbumina representa 40% do mRNA total de células da glândula tubular do oviduto, a estratégia utilizada foi a obtenção de clones de moléculas de cDNA sintetizadas a partir do mRNA de ovalbumina isolado. Como esse mRNA era majoritário nessas células, seu isolamento tornava-se uma tarefa menos árdua, utilizando-se para esse procedimento a imunoprecipitação de RNA total de polissomo com anticorpos antiovalbumina (Humphries et al., 1977). Vários clones de cDNA de ovalbumina foram obtidos e, com a utilização de uma bateria de enzimas de restrição, um mapa de restrição desses cDNAs foi gerado. O próximo passo seria comparar a estrutura do gene de ovalbumina no DNA de células do oviduto de galinha com a estrutura do mesmo gene no contexto de células não relacionadas à expressão dessa proteína, tais como eritrócitos (Breathnach et al., 1977). A obtenção de bibliotecas de DNA genômico era uma tarefa que estava em desenvolvimento, e a análise diferencial da estrutura do gene de ovalbumina nos dois tipos celulares foi feita com a técnica de "Southern blot". Essa técnica consiste na hibridação de moléculas de DNA a ser investigado marcadas radioativamente, no caso um cDNA de ovalbumina, com as moléculas alvo que consistem nos produtos de digestão dos DNAs genômicos com enzimas de restrição imobilizados em substrato sólido. As enzimas escolhidas para a digestão dos DNAs genômicos foram EcoRI e *HindIII*, uma vez que o cDNA de ovalbumina isolado não possuía sítios de restrição para essas enzimas. Essa estratégia possibilitaria a detecção do gene de ovalbumina intacto. A hibridação com a sonda de cDNA de ovalbumina deveria resultar na detecção de uma única banda para esse gene de cópia única. Surpreendentemente, quatro bandas foram observadas em digestões com EcoRI e três bandas em digestões com *HindIII*. O padrão observado era exatamente o mesmo para DNAs de células de oviduto e de eritrócitos. Esses resultados indicavam que a estrutura do gene de ovalbumina deveria ser diferente da estrutura do cDNA de ovalbumina, apontando

para explicação de genes interrompidos inicialmente observada em adenovírus (Breathnach et al., 1977).

Numa outra série de experimentos, a utilização de enzimas de restrição com sítios presentes tanto no cDNA quanto no DNA genômico permitiu a determinação de fragmentos correspondentes nos dois tipos de DNA. Foram obtidos mapas de restrição, tanto do DNA genômico quanto do cDNA de ovalbumina, e foram descritos vários segmentos presentes no DNA genômico, mas ausentes no cDNA (Mandel et al., 1978). Nessa mesma época, a análise de outros genes celulares, tais como os genes de globina (Jeffreys; Flavel, 1977; Tilghman et al., 1978b) e de imunoglobulinas (Tonegawa et al., 1978), agregou novas evidências para a generalização do padrão de genes interrompidos em eucariotos.

Com o objetivo de obter um mapa mais preciso, e já dispondo de técnicas mais avançadas na construção de bibliotecas de DNA genômico, assim como na detecção de clones, foi possível o isolamento de fragmentos do gene de ovalbumina. Esses fragmentos, em conjunto, compunham a totalidade do gene (Garapin et al., 1978a; Garapin et al., 1978b; Dugaiczyk et al., 1978). De posse desses fragmentos de DNA genômico clonados, assim como do cDNA de ovalbumina, foi possível a aplicação da técnica de "R-loop mapping". Sete alças de deslocamento no DNA genômico foram observadas, as quais corresponderiam a sete sequências interpostas (Garapin et al., 1978a; Garapin et al., 1978b; Dugayczyk et al., 1978). No entanto, a técnica de "R-loop mapping" possui limite de detecção de no máximo 50-100 bases, o que significaria a imprecisão na determinação do número de sequências interpostas com menos de 50-100 bases (Figura 1A).

Mais uma vez um grande avanço técnico na área, a determinação da sequência de nucleotídeos de DNA, possibilitou que a estrutura do gene de ovalbumina fosse determinada definitivamente. Sequências de nucleotídeos do cDNA e do DNA genômico de ovalbumina foram comparadas e os resultados confirmaram a presença de sete sequências interpostas no DNA genômico, as quais

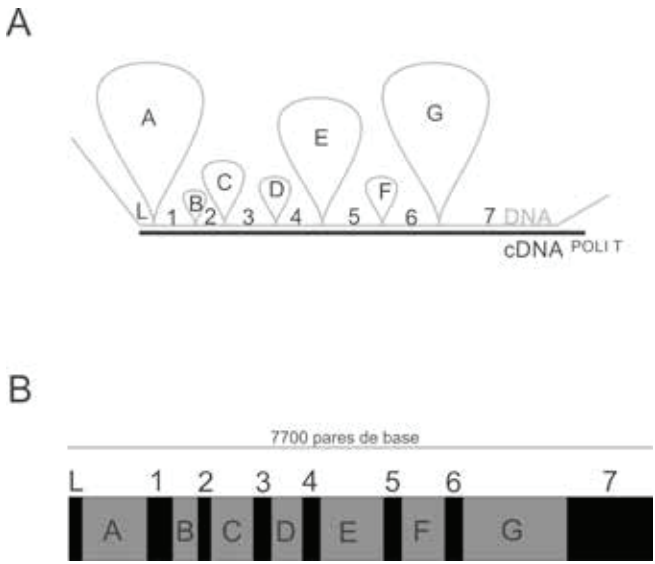


Figura 1.
Organização do gene de ovalbumina de galinha. (A) Representação esquemática de micrografia eletrônica de experimento de "R-loop" onde foram utilizados cDNA de ovalbumina e um fragmento de DNA que contém o gene de ovalbumina. Note que sete alças de deslocamento são observadas (A-G), e correspondem a regiões interpostas às oito regiões comuns ao DNA genômico e cDNA (L,1-7). A cauda de poli T, produto de transcrição reversa da cauda de poli A do mRNA, está representada. (B) Representação esquemática do gene de ovalbumina mostrando as regiões que estão presentes no mRNA (pretas). Ilustração de Henrique Nicoletto Mayer.

não apresentam correspondência no cDNA, e oito blocos de sequências do DNA genômico também presentes no mRNA. Esses resultados mostraram também que a ordem das sequências presentes em ambos, cDNA e DNA genômico, é a mesma (O'Hare et al., 1979). No que se diz respeito ao tamanho total do gene que codifica a ovalbumina, esse é de 7.700 pares de base, ou seja, cerca de quatro vezes maior que o mRNA maduro (1.872 pares de base) e sete vezes maior que o número de nucleotídeos do mesmo mRNA utilizados na tradução da proteína (1.158 pares de pares de base para 386 aminoácidos) (Figura 1B).

Introns, exons e "splicing"

Em 1978, Walter Gilbert, considerando a estrutura interrompida dos genes de eucariotos, sugeriu os seguintes termos: "introns", para designar as sequências de DNA de um gene qualquer que não estão presentes no mRNA maduro (sequências intervenientes, int = interveniente), e "exons", para designar as sequências presentes no mRNA maduro (sequências expressas, ex = expresso) (Gilbert, 1978).

Assim, após a descoberta de introns nos genes de eucariotos, surge uma segunda questão: como, a

partir de uma estrutura de genes interrompidos, é gerado um mRNA maduro? Ou seja, como a informação contida nos introns é eliminada durante a biossíntese de mRNA? Várias hipóteses foram formuladas na época (Crick, 1979). Primeiro, o DNA na célula produtora do mRNA específico poderia ser rearranjado, de forma que os introns fossem deslocados para outra região do genoma ou até mesmo eliminados. Essa hipótese parecia ter respaldo em pelo menos um modelo, o dos genes de imunoglobulinas; no entanto, até aquele momento nenhum outro modelo fora caracterizado com a mesma configuração. Segundo, o DNA permaneceria inalterado, mas a RNA polimerase catalisaria a produção do transcrito primário, saltando os introns e gerando produtos que apenas possuíssem exons. Terceiro, cada um dos exons seria transcrito independentemente, e posteriormente seriam montados na ordem correta para formar o mRNA maduro. Quarto, a RNA polimerase sintetizaria um transcrito primário onde toda sequência do gene estaria representada, seguindo-se o processamento desse transcrito, com eliminação dos introns para a geração do mRNA maduro (Crick, 1979).

Deve-se observar que, de todas as hipóteses acima relacionadas, apenas a quarta supõe a presença de sequências relativas a introns no transcrito primário. Consequentemente, a detecção dessas sequências em transcritos primários seria um argumento a favor dessa hipótese. Novamente a técnica de "R-loop" foi empregada com êxito na avaliação dessa hipótese. Nesses experimentos foi utilizado um RNA denominado 15S, que supostamente era precursor do mRNA maduro de ß-globina, além do DNA codificador de ß-globina. Esses experimentos mostraram que sequência correspondente ao intron estava presente no precursor (Tilghman et al.,1978a).

Com o desenvolvimento da técnica de "Northern blot" (Alwine et al., 1977), ou seja, transferência de RNA previamente fracionado por eletroforese em gel para um substrato sólido, foi possível a demonstração de que todas as sequências de um gene com estrutura interrompida, incluindo-se os introns, são transcritas em uma única molécula precursora

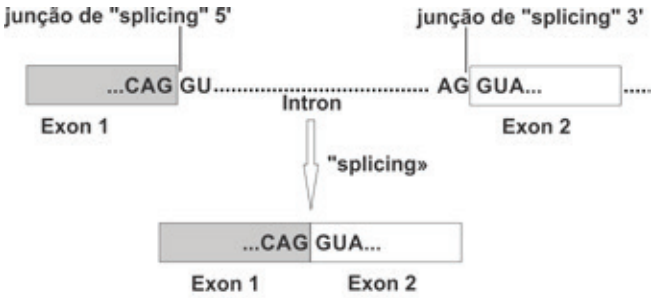


Figura 2.
Representação esquemática mostrando a organização de um intron hipotético padrão. A junção de "splicing 5' com o exon 1 a montante e a junção de "splicing 3' com o exon 2 a jusante estão assinaladas. Note os dinucleotídeos conservados GU na extremidade 5' do intron e AG na extremidade 3' do intron. Com o processamento por "splicing", o intron é descartado e os exons reunidos. Ilustração de Henrique Nicoletto Mayer.

longa, a qual é processada para gerar o mRNA maduro (Roop et al., 1978). Assim, com o acúmulo dessa evidência para outros genes de eucariotos, ficou estabelecido que a grande maioria desses genes possui estrutura interrompida, e que a geração de mRNA ocorre por meio do processamento do precursor de mRNA (pré-mRNA), com a eliminação dos introns e reunião dos exons na mesma ordem em que estão representados no DNA genômico. Esse processamento de RNA foi denominado "splicing", e os limites entre os exons e introns foram denominados junções de "splicing". Considerando-se um intron a junção entre esse e o exon, a montante foi denominada junção de "splicing" 5', enquanto a junção entre o mesmo intron e um exon a jusante foi denominada junção de "splicing" 3'. Essas junções ainda podem ser denominadas sítios de "splicing", respectivamente sítio de "splicing" 5' ou sítio doador e, sítio de "splicing" 3' ou sítio aceptor, ainda que o termo "sítio" possa ser utilizado para designar regiões um pouco mais extensas que a própria junção, ou seja, a junção em questão mais sequências vicinais (Figura 2).

A estrutura de genes interrompidos e o processamento por "splicing" foram inicialmente descritos em genes que codificam proteínas. No entanto, quase que imediatamente após essa descoberta, introns foram descritos em genes cujo produto final são RNAs, tais como tRNA (Goodman et al., 1977; Valenzuela et al., 1978) e rRNA (Wild; Gall, 1979; Cech; Rio, 1979; Din et al., 1979; Din; Enberg, 1979),

dando um caráter mais amplo a esse tipo de estrutura gênica e de processamento.

Nos próximos artigos, pretendemos discorrer sobre a história da descoberta do mecanismo de "splicing" dos pré-mRNAs, dos introns autocatalíticos do grupo I, II, III e "twintrons", trans-"splicing" e introns de tRNAs.

Agradecemos a Henrique Nicoletto Mayer pelas ilustrações.

Referências

Alwine JC, Kemp DJ, Stark GR. Method for detection of specific RNAs in agarose gels by transfer to diazobenzyloxymethyl-paper and hybridization with DNA probes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1977, n(74): 5350-5354.

Berget SM, Moore C, Sharp PA. Spliced segments at the 5' terminus of adenovirus 2 late mRNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1977, n(74): 3171-3175.

Breathnach R, Mandel JL, Chambon P. Ovalbumin gene is split in chicken DNA. *Nature*, 1977, n(270): 314-319.

Chow LT, Gelinas RE, Broker TR, Roberts RJ. An amazing sequence arrangement at the 5' ends of adenovirus 2 messenger RNA. Cell, 1977, n(12): 1-8.

Cech TR, Rio DC. (1979). Localization of transcribed regions on extrachromosomal ribosomal RNA genes of Tetrahymena thermophila by R-loop mapping. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1979, n(76): 5051-5055.

Crick F. Split genes and RNA splicing. *Science*, 1979, n(204): 264-271.

Darnell JE. The origin of mRNA and the structure of the mammalian chromosome. *Harvey Lect,* 1973, n(69): 1-47.

_____, Wall R, Tushinski RJ. An adenylic acid-rich sequence in messenger RNA of HeLa cells and its possible relationship to reiterated sites in DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1971, n(68): 1321-1325.

Din N, Engberg J. Extrachromosomal ribosomal RNA genes in Tetrahymena: structure and evolution. *J. Mol. Biol.* 1979, n(134): 555-574.

Din N, Engberg J, Kaffenberger W, Eckert WA. The intervening sequence in the 26S rRNA coding region of T. thermophila is transcribed within the largest stable precursor for rRNA. *Cell*, 1979, n(18): 525-532.

Dugaiczyk A et al. The natural ovalbumin gene contains seven intervening sequences. *Nature*, 1978, n(274): 328-333.

Edmonds M, Vaughan Jr. MH, Nakazato H. Polyadenylic acid sequences in the heterogeneous nuclear RNA and rapidly-labeled polyribosomal RNA of HeLa cells: possible evidence for a precursor relationship. P*roc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1971, n(68): 1336-1340.

Furuichi Y, Morgan M, Muthukrishnan S, Shatkin AJ. Reovirus messenger RNA contains a methylated, blocked 5'-terminal structure: m-7G(5') ppp(5') G-MpCp. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1975, n(72): 362-366.

Garapin AC et al. Electron microscopy and restriction enzyme mapping reveal additional intervening sequences in the chicken ovalbumin split gene. *Cell*, 1978, n(14): 629-639.

Garapin AC et al. Isolation by molecular cloning of a fragment in the split ovalbumin gene. *Nature*, 1978b, n(273): 349-354.

Gelinas RE, Roberts RJ. One predominant 5'-undecanucleotide in adenovirus 2 late messenger RNAs. *Cell*, 1977, n(11): 533-544.

Gilbert W. Why genes in pieces? *Nature*, 1978, n(271): 501.

Goodman HM, Olson MV, Hall BD. Nucleotide sequence of a mutant eukaryotic gene: the yeast tyrosine-inserting ochre suppressor SUP4-o. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1977, n(74): 5453-5457.

Humphries P et al. Molecular cloning of extensive sequences of the in vitro synthesized chicken ovalbumin structural gene. *Nucleic Acids Res,* 1977, n(4): 2389-2406.

Jeffreys AJ, Flavell RA. The rabbit beta-globin gene contains a large insert in the coding sequence. Cell, 1977, n(12): 1097-1108.

Lee SY, Mendecki J, Brawerman G. A polynucleotide segment rich in adenylic acid in the rapidly-labeled polyribosomal RNA component of mouse sarcoma 180 ascites cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1971, n(68): 1331-1335.

Lewin B. *Gene Expression*, 1980, v(2), 2nd. edn (New York, John Wiley & Sons).

_____. (1982). *Gene Expression*, 1982, v(1), 6th. edn (New York, John Wiley & Sons).

Mandel JL et al. Organization of coding and intervening sequences in the chicken ovalbumin split gene. *Cell*, 1978, n(14): 641-653.

Moss B, Koczot F. Sequence of methylated nucleotides at the 5'-terminus of adenovirus-specific RNA. *J Virol*, 1976, n(17): 385-392.

O'Hare K, Breathnach R, Benoist C, Chambon P. No more than seven interruptions in the ovalbumin gene: comparison of genomic and double-stranded cDNA sequences. *Nucleic Acids Res.*, 1979, n(7): 321-334.

Philipson L, Wall R, Glickman G, Darnell JE. Addition of polyadenylate sequences to virus-specific RNA during adenovirus replication. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1971, n(68): 2806-2809.

Roop DR et al. Transcription of structural and intervening sequences in the ovalbumin gene and identification of potential ovalbumin mRNA precursors. *Cell*, 1978, n(15): 671-685.

Rottman F, Shatkin AJ, Perry RP. Sequences containing methylated nucleotides at the 5' termini of messenger RNAs: possible implications for processing. *Cell*, 1974, n(3): 197-199.

Thomas M, White RL, Davis RW. Hybridization of RNA to double-stranded DNA: formation of R-loops. *Proc. Nat.l Acad. Sci. USA*, 1976, n(73): 2294-2298.

Tilghman SM et al. The intervening sequence of a mouse beta-globin gene is transcribed within

the 15S beta-globin mRNA precursor. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1978a, n(75): 1309-1313.

Tilghman SM et al. Intervening sequence of DNA identified in the structural portion of a mouse beta-globin gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 1978b, n(75): 725-729.

Tonegawa S et al. Sequence of a mouse germ-line gene for a variable region of an immunoglobulin light chain. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 1978, n(75): 1485-1489.

Valenzuela P et al. Structure of yeast phenylalanine-tRNA genes: an intervening DNA segment within the region coding for the tRNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 1978, n(75): 190-194.

Wei CM, Moss B. Methylation of newly synthesized viral messenger RNA by an enzyme in vaccinia virus. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1974, n(68): 1336-1340.

Wild MA, Gall JG. An intervening sequence in the gene coding for 25S ribosomal RNA of Tetrahymena pigmentosa. *Cell*, 1979, n(16): 565-573.

Data de recebimento: 04/03/2016
Data de aprovação: 20/05/2016

Dificuldades de comunicação científica em um contexto de censura: o caso Galileu

Scientific Communication Obstacles in a Censorship Context: Galileo's Affaire

Wellington Gil Rodrigues[1]
Amílcar Baiardi[2]

Resumo

O objetivo deste trabalho é destacar como atuavam os mecanismos de censura da Igreja Católica e as estratégias operadas por Galileu para comunicar os conhecimentos científicos em um contexto de censura. As questões principais que se busca responder são: quais os mecanismos utilizados pela Igreja Católica para impedir a livre circulação das ideias de Galileu e quais as estratégias empregadas pelo filósofo para comunicar suas descobertas diante dos obstáculos postos pelos dogmas religiosos. A metodologia utilizada consistiu em leitura, questionamentos e interlocução crítica, envolvendo material documental e bibliográfico. O trabalho é dividido em três partes. A primeira aborda os mecanismos de censura utilizados pela Igreja no contexto histórico. A segunda parte destaca as aplicações dos mesmos no caso Galileu. Na terceira parte se focalizam os resultados provenientes da aplicação da censura baseada no decreto inquisitorial após a publicação do livro intitulado *Diálogo* e durante o julgamento de Galileu, em 1634. A engenhosidade de Galileu para contornar a censura é destacada, principalmente a partir de 1616.

1.
† Ex-doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História da Ciência, UFBA/UEFS e ex-professor de Ciência e Religião na Faculdade Adventista da Bahia, falecido em agosto de 2015, com pouco mais de 40 anos, quando finalizava sua tese sob a orientação do professor Amílcar Baiardi.

2.
Professor permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História da Ciência, – UFBA/UEFS e professor da pós-graduação da UCSAL. Contato: amilcar-baiardi@uol.com.br.

Palavras-chave
Censura, Galileu Galilei, comunicação e divulgação científica, Inquisição.

Abstract
the objective of this paper is to highlight how worked the censorship mechanisms practiced by Catholic Church and the strategies operated by Galileo to communicate scientific knowledge in the context of censorship. The main issues for which we seek answers are: which are the mechanisms of the Catholic Church to prevent the free circulation of Galileo ideas and which are the strategies used by the philosopher to communicate his findings face the obstacles posed by religious dogmas. The methodology consisted of reading, questioning and critical dialogue, involving documentary and bibliographic material. The paper is divided into three parts. The first part discusses the mechanisms of censorship used by the Church in the historical context. The second part highlights its application in the Galileo's affair. The third section focuses on the results from the application of censorship based on inquisitorial decree, after the publication of the book entitled Dialogue and during the Galileo's trial, in 1634. Galileo's creativity to circumvent censorship is highlighted, mainly from 1616.

Keywords
Censorship, Galileo Galilei, scientific communication and divulgation, Inquisition.

Introdução

Em 2014, foram comemorados os 450 anos do nascimento de Galileu. Quando ele nasceu, em 15 de fevereiro de 1564, havia transcorrido somente um ano da data de finalização do Concílio de Trento (1545-1563). Na ocasião, a Igreja Católica concebia e aplicava uma política doutrinária de fechamento e combate à circulação de novas ideias, com o objetivo de manter a ortodoxia dos católicos e conter a corrente protestante que ameaçava arrebatar a Europa. Nesse sentido, uma das principais ações do Concílio foi a criação, em 1559, do *Index Librorum Prohibitorum,*

que tinha como principal objetivo impedir que as comunidades católicas tivessem acesso à literatura considerada inadequada pela Igreja. O cenário estava sendo preparado para aquilo que alguns historiadores da ciência descreveram como "uma das maiores desgraças que já ocorreram com a Igreja", ou seja, o escândalo da condenação de Galileu por parte das autoridades católicas em decorrência de sua defesa do sistema copernicano (Draper, 1875, p.36). Não obstante ter ocorrido há cerca de 400 anos, o caso Galileu continua gerando interesse porque a censura a ideias científicas, *mutatis mutandis,* continua existindo, obviamente sem as consequências do passado. Segundo Mariconda (2000), o *affaire* Galileu é emblemático para entender as razões da precedência de juízos não científicos sobre a produção e difusão do conhecimento:...

O alcance intelectual das posições de Galileu pode ser medido pelo impacto, mesmo que ele seja potencial, que elas têm na organização institucional do conhecimento nas universidades italianas da época e pelo enfoque de um problema crucial da cultura contrarreformista, a saber, o da centralidade e precedência do juízo teológico sobre a organização do sistema de transmissão do conhecimento e consequente direito de controle – via censura juridicamente institucionalizada – dos produtos do conhecimento. A censura e a decorrente aplicação do recurso jurídico constituem o cerne da cultura contrarreformista baseada na intolerância religiosa, como aquela contra os reformados, mas também civil e sobre todos os produtos culturais inovadores (Mariconda, 2000, p.80).

Ou seja, hoje continua tão importante como fora no início da ciência moderna a questão da autonomia do juízo científico frente a outros tipos de juízo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é destacar os mecanismos de censura da Igreja Católica e as estratégias operadas por Galileu para comunicar os conhecimentos científicos no contexto desse tipo de controle. As questões principais que se busca responder são: quais os mecanismos utilizados pela Igreja para

impedir a livre circulação de ideias, no caso Galileu? Quais as estratégias utilizadas por Galileu para comunicar suas teses e descobertas diante dos obstáculos postos pela igreja?

O foco será delimitado por aquilo que Mariconda (2000) denomina como "período polêmico", o qual tem início em 1610, com a publicação do *Sidereus* Nuncius, e se encerra em 1632, com a publicação do *Dialogo sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo, Tolemaico e Copernicano*. Nesses 22 anos, Galileu se concentra na temática copernicana do movimento da Terra e da centralidade do Sol.

A metodologia utilizada consistiu em leitura, questionamentos e interlocução crítica, envolvendo material documental e bibliográfico, contemplando obras relacionadas com a Igreja Católica da época e sobre Galileu, inclusive manuscritos do filósofo disponíveis na Biblioteca Nazionale di Firenze. O trabalho contém três partes. Na primeira, trata-se da descrição histórica dos mecanismos de censura utilizados pela Igreja Católica; na segunda parte, destaca-se o período que vai desde as primeiras descobertas astronômicas de Galileu até o decreto de condenação do copernicanismo, em 1616; e, na terceira parte, enfoca-se o período que tem início com o referido decreto e no qual ocorre a publicação do *Diálogo* e o julgamento e condenação de Galileu (1634), quando lhe foi imposto o cárcere e, depois, o silêncio e a prisão domiciliar.

Mecanismos de censura praticados pela Igreja Católica nos séculos XVI e XVII

Segundo o senso comum, a censura é o ato de vedar ou proibir, no todo ou em parte, a liberdade de expressão, manifestada por meio de livros, revistas, televisão, rádio, espetáculos etc. Em geral, é exercida a partir de critérios morais, religiosos, econômicos ou políticos, por parte de um ente – do Estado ou da sociedade civil – que detenha formas de poder. Destarte, a censura consiste na ação de controlar e/ou impedir a circulação da informação, a partir da criminalização da comunicação ou até da tentativa de impedi-la por meio da violência. O objetivo

da censura é contribuir para manter o *status quo,* uma determinada situação política ou religiosa, tentando evitar mudanças. A história das civilizações sugere que a censura ocorre para atender interesses de grupos que estão no poder (partidos, igrejas etc.).

Uma das formas pelas quais se exerce a censura é a limitação do acesso das pessoas a determinados meios de comunicação. Isso pode ser feito por meio do controle de concessões, ou da utilização de critérios discricionários na editoração das notícias que iriam chegar ao público.

Uma das principais justificativas para o uso da censura é a proteção do público. Ou seja, com base em algum critério, o órgão regulador decide o que se pode e o que não se pode ver, ouvir, ler etc. Assim, uma das pressuposições da censura é que o público ao qual ela se aplica não tem condições de decidir por si mesmo e necessita de um poder que o tutele e que lhe indique o que deve e o que não deve conhecer, ler, ver ou ouvir (Patterson, 1984).

A história da censura por parte da Igreja Católica é bem anterior à criação do *Index*. Nas próprias origens do cristianismo já podem ser encontradas as raízes das tentativas de apagar o pensamento contraditório. Desde o início da cristandade existiram situações de controle do que se pode ou não se pode saber. Por exemplo, o livro bíblico de Atos (Capítulo 19:19) relata que: "Muitos também dos que tinham praticado artes mágicas ajuntaram os seus livros e os queimaram na presença de todos; e, calculando o valor deles, acharam que montava a cinquenta mil moedas de prata". Nessa representação, os primeiros cristãos se livraram dos livros de magia de maneira voluntária. Entretanto, durante a história da Igreja, a queima de livros considerados prejudiciais à fé vai se tornar uma prática recorrente.

Antes da invenção da imprensa, a Igreja não se preocupava muito em sistematizar o controle sobre os livros, que eram manuscritos, copiados a mão pelos monges, sendo reduzidos em número e valorizados em decorrência do tempo de redação e compilação. De outro lado, considerando que a maioria da população era analfabeta e que a língua padrão dos

copistas era o latim, não fazia sentido uma censura rigorosa. Dito de outro modo, o acesso à palavra escrita era privilégio de poucos. Contudo, por volta de 1439, Johannes Gutenberg, que viveu de 1398 a 1468, cria a impressão por tipos móveis, uma das maiores invenções de todos os tempos, que iria influenciar momentos culturais como o Renascimento, a Reforma e a Revolução Científica.

Em 1517, Martinho Lutero desencadeia a Reforma Protestante. Seu principal trunfo foi a tradução da Bíblia para a língua falada e escrita pela população, o vernáculo alemão, dando início a uma série de traduções da Bíblia por toda a Europa. Na sequência, os teólogos protestantes passaram a utilizar a imprensa para publicar obras criticando o sistema religioso católico, levando a Igreja de Roma a exercer o controle sobre o que se publicava, com a intenção de conter a desfiliação religiosa católica. É nesse contexto que foi convocado o Concílio de Trento, que durou de 1545 a 1563. Seu principal objetivo era enfrentar no campo religioso a Reforma Protestante. Como instrumento de censura foi criado, em 1559, no âmbito do Concílio, o *Index Librorum Prohibitorum,* que elencava as obras que a juízo dos censores não se adequavam à teologia da Igreja. A primeira versão do Index foi publicada sob o pontificado de Paulo IV. Após essa versão, sobrevém uma série de mais de quarenta edições, que foram atualizadas até o ano de 1948. Somente em 1966 o *Index* foi definitivamente abolido pelo Papa Paulo VI.

Em 1571, sob o pontificado de Pio V, a tarefa de compilar a lista dos livros proibidos foi confiada a um corpo de especialistas sob o nome de "Congregação do Index":

Their principal tasks were the investigation of writings suspected of heresy, the regular updating of the Index, and to publish lists of corrections for books that were placed on the Index but which were not inherently damning if read; these books required a clause stating that the book was in need of correction. These corrections were published by the Congregation on a list known as the Index Expurgatorius. Books whose

"errors" were listed on the Index Expurgatorius could be read by Catholics, but only if the passages determined by the Congregation to be erroneous were first changed or deleted (Ross, 2006, p.71).

O *Index* contemplava obras publicadas, mas havia dois outros órgãos encarregados de lidar com as censuras praticadas pela Igreja. Um deles era o Mestre do Sacro Palácio, que exercia uma censura prévia à publicação, e o outro era o próprio tribunal da Inquisição [Santo Ofício]. A função do Mestre do Sacro Palácio é descrita pelo cardinal Giovanni Battista de Luca em seu *Relatio romanae curiae*, publicado em 1673:

[...] seems to consist in the revision of works or books to be printed in Rome and its district, since printing is prohibited without prior license of the cardinal vicar or of his vicegerent, which is usually conceded under the condition of the revision and approval of this Master, who sometimes does the revision himself or through his socius or sometimes and very often in law books or of other faculties of which he or his socius are not 'professors,' commits to some other approved 'professor' on whose report gives the license (De Luca, 1669, p.53, *apud* Brevaglieri, 2009, p.143).

O Santo Ofício, por sua vez, podia também prescrever que uma obra a ser publicada deveria ser submetida ao representante da Inquisição local, o qual analisava a mesma e dava o *nihil obstat* (nada impede). Posteriormente a obra recebia o *imprimatur* (imprima-se), geralmente expedido por um bispo. Ou seja, tanto o Mestre do Sacro Palácio como o Santo Ofício tinham poderes de censura prévia.

As penalidades impostas pelos tribunais eclesiásticos iam da retratação até a prisão daqueles que divulgassem obras proibidas. Procedia-se à destruição dos livros e, em certos casos, poderia haver condenação à morte de autores e leitores. Algumas obras eram consideradas pelas autoridades eclesiásticas como portadoras de uma especial condição de gravidade. Essas mereciam o castigo ou condenação

a serem queimadas em praça pública, o que constituía um poderoso sinal de advertência a quem ousasse lê-las ou mesmo possuí-las. Nessa linha, o Papa Leão X ordena a queima das obras de Lutero e esse reage em 1520 com a queima da bula papal *Exsurge Domine*, documento que recebera e que exigia que se retratasse de suas heresias.

Para Putman (1906), consideradas dentro do seu próprio contexto histórico, as ações da Igreja Católica para tentar conter uma longa série de publicações que se difundiam em seu território teriam sua própria lógica, relacionada aos seus dogmas e à sua estabilidade:

It was the only course that was possible for an organization to which, as its rulers undoubtedly believed, the Almighty had confided the care of the spiritual welfare of humankind. The safety of the soul depended upon the nature of the intellectual sustenance taken in, whether through the ears or through the eyes. All literature or instruction in any form, spoken, written, or printed, must, therefore, before reaching the understanding, be sifted under the authority of an all-wise and infallible Church. The believer must be protected against harm, the doubter must be recalled to the true path, and the heresies and the heretics must alike be exterminated (Putman, 1906, p.12).

O decreto da Sagrada Congregação do *Index*, de 5 de março de 1616, que condenou e suspendeu as obras que tratavam do copernicanismo, é um poderoso exemplo da abrangência da censura religiosa na época de Galileu, visto que esse édito pretendia reivindicar o controle sobre o licenciamento, correção, proibição, impressão, edição, leitura de livros em qualquer língua (já impressos ou que seriam impressos) ou até mesmo a posse de tudo que tratasse do tema do heliocentrismo:

Decree of the Holy Congregation of the Most Illustrious Lord Cardinals especially charged by His Holiness Pope Paul V and by the Holy Apostolic See with the

Index of books and their licensing, prohibition, correction, and printing in all of Christendom. To be published everywhere. In regard to several books containing various heresies and errors, to prevent the emergence of more serious harm throughout Christendom, the Holy Congregation of the Most Illustrious Lord Cardinals in charge of the Index has decided that they should be altogether condemned and prohibited, as indeed with the present decree it condemns and prohibits them, wherever and in whatever language they are printed or about to be printed. It orders that henceforth no one, of whatever station or condition, should dare print them, or have them printed, or read them, or have them in one's possession in any way, under penalty specified in the Holy Council of Trent and in the Index of prohibited books; and under the same penalty, whoever is now or will be in the future in possession of them is required to surrender them to ordinaries or to inquisitors, immediately after learning of the present decree (Finocchiaro, 1989, p.148).

Todo esse contexto de acusações de heresia, condenações à morte em fogueiras, mecanismos de censura, perseguições etc. formava um cenário nada propício para alguém ousar desafiar a autoridade eclesiástica. Galileu bem sabia dos riscos por não desconhecer os relativamente recentes processos e a condenação de Giordano Bruno, executado em fogueira no Campo de Fiori, em Roma, em 17 de fevereiro de 1600. É possível que o destino de Bruno lançasse dúvidas sobre Galileu, fazendo-o avaliar os riscos de insistir em demonstrar que o pensamento aristotélico, no que se refere à cosmologia, fora mal interpretado pela Escolástica e consequentemente oficializado equivocadamente pela Igreja Católica.

A censura às ideias de Copérnico; o Decreto de 1616

Em março de 1610, Galileu publica em Veneza a obra *Sidereus Nuncius (O mensageiro das estrelas),* um folheto de apenas 24 páginas escrito em latim. Esse opúsculo constituiu o primeiro tratado cientifico no campo da astronomia utilizando as observações de uma luneta. Nele, Galileu descreve o relevo irregular

da lua, apontando a grande semelhança entre as montanhas da Terra e da Lua (sugerindo não existir uma diferença nas matérias do mundo sublunar e supralunar, como a filosofia aristotélica afirmava). Descreveu também a incrível abundância de estrelas que não podem ser vistas a olho nu (ou seja, não foram criadas simplesmente para a contemplação humana). Finalizando, anuncia a existência de quatro novos planetas (na verdade, as luas de Júpiter), o que para Galileu enfraquecia a tese mantida pela Igreja, pois que, no universo ptolomaico-aristotélico, tudo girava em torno da Terra. A obra de Galileu trazia uma prova observacional de que esses planetas giravam em torno de Júpiter.

O que se pode perceber no *Sidereus Nuncius* a respeito das estratégias utilizadas por Galileu para comunicar suas descobertas? É possível identificar o caráter polêmico e provocativo do texto, que ia além do que propunha defender empiricamente. Para Mariconda (2000, p.81), esse é um: "pequeno texto de caráter em grande medida panfletário, pois que, nele, os protocolos de observação são apresentados com um fim claro de divulgação e de propaganda". Ou seja, Galileu tinha pleno conhecimento das controvérsias que seu texto iria gerar, pois nele, pela primeira vez, assume publicamente uma posição contra o sistema ptolomaico-aristotélico.

Fica evidente no texto que Galileu toma para si a prioridade nas observações e como tal tem o direito de denominar os quatro novos planetas. Trata-se de um lance de alguém experiente nos jogos de poder, visando minar o aristotelismo e se proteger da oposição. Batizando os planetas segundo os nomes dos nobres da Casa Médici,[3] ele ligava suas descobertas aos caprichos dos governantes da Toscana e esperava conquistar, assim, não somente futuros patrocinadores, mas também defensores de suas teorias. Com esse movimento, ele também aproveita para solicitar ao Grão-duque Cosimo II que ele seja nomeado filósofo e principal matemático da corte, o que lhe conferiria mais prestígio e segurança relativamente ao que gozava

3.
A família Médici governava o Grão-ducado da Toscana na época de Galileu. Cosimo II de Medici (1590 a 1621) foi o patrono de Galileu, o qual tinha sido seu tutor entre 1605 e 1608. Foi a ele que Galileu dedicou a obra Sidereus Nuncius, na qual anunciou a descoberta das luas de Júpiter, que ele denominou de estrelas Medicis. Foi à mãe do Grão-duque Cosimo II, Cristina de Lorena, que Galileu escreveu em 1615 a famosa carta sobre a compatibilidade do sistema copernicano com o texto bíblico.

na república veneziana. Naquele mesmo ano de 1610, Galileu volta a Florença.

Uma das principais estratégias de Galileu para lidar com a censura foi tentar conseguir aliados poderosos, o que vai se repetir ao longo de sua carreira e que, por algum tempo, dará resultados positivos, mas que, no final, não foi suficiente para lhe garantir escapar dos processos inquisitoriais.

Pouco mais tarde, Galileu volta a polemizar. Dessa vez, refutando as ideias do jesuíta alemão Christoph Scheiner, que viveu de 1573 a1650, sobre a questão das manchas solares. Scheiner argumentava que as manchas eram pequenos satélites orbitando o Sol a pequenas distâncias. Desqualificando essa tese, Galileu publica, em março de 1613, *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*, obra na qual argumenta que as manchas solares eram fenômenos ocorrendo no próprio sol, o que implicava que o astro girava sobre o próprio eixo. Mesmo carecendo de exatidão, a explicação de Galileu ia contra a distinção aristotélica entre física terrestre e física celeste. Acredita-se que a obra é o princípio da rivalidade dos jesuítas com Galileu. No parágrafo final do livro, Galileu defende que o copernicanismo era a única teoria que dava sentido às novas descobertas:

But whether these things take place precisely in this fashion or in another, I say to Your Lordship [Welser] that this star [Saturn], too, and perhaps no less than the emergence of horned Venus, agrees in a wondrous manner with the harmony of the great Copernican system, to whose universal revelation we see such favorable breezes and bright escorts directing us, that we now have little to fear from darkness and cross-winds (Galilei; Scheiner [1613] 2010, p.296).

A partir desse ponto, Galileu seria alvo constante de críticas e ataques pessoais, tanto por parte de acadêmicos aristotélicos (professores de filosofia e até mesmo de matemática) como de religiosos:

Para os tradicionalistas e conservadores, era inaceitável a consequência que Galileu pretendia extrair do conjunto de observações telescópicas que vinha fazendo e que alardeava, de própria voz ou pela de seus discípulos e admiradores, afirmando a superioridade do sistema copernicano e a realidade do movimento da Terra (Mariconda, 2000, p.82).

Em um contexto em que Bíblia (ou a interpretação que a Igreja mantinha dela) e Aristóteles eram as autoridades máximas e que ambas as visões discordavam do sistema copernicano, a posição de Galileu começava a parecer a de um herético pernicioso, que tentava criar dúvidas entre os fiéis, uma vez que a Terra não podia se mover como afirmavam muitas passagens bíblicas.

Não se sabe com rigor até que ponto Galileu estava consciente da estratégia de seus inimigos em tentar atraí-lo para discutir posicionamentos teológicos em um campo impregnado de subjetividades e dogmas. Entretanto, é provável que Galileu acreditasse ser necessário responder às objeções teológicas contra o sistema copernicano. A partir desse momento, ele vai adotar uma estratégia de atividade semijornalística: *"shaking his opponents' system at the weakest points, converting men of influence, creating a favorable climate of opinion*." (Santilana, 1955, p.35-36). Nesse contexto, ele escreve as cartas sobre a relação do sistema copernicano com as escrituras, primeiro a seu antigo aluno e então professor de matemática em Pisa, Benedetto Castelli, em1613, e depois à Grã-duquesa Cristina de Lorena, em 1615 (Galilei, 1937).

Nas cartas, Galileu argumenta que o conflito entre a teoria copernicana, que afirma que o sol está no centro do universo e que a terra gira em torno de si mesma e em torno do sol, e a posição bíblica, da imobilidade da terra e da mobilidade do Sol, só pode ser aparente, pois, afinal, Bíblia e Natureza são criações de Deus e não podem realmente se contradizer. Dessa forma, o erro só pode estar na interpretação, seja da Bíblia (quando os intérpretes não entendem o que ela está afirmando), seja da Natureza (quando

os estudiosos tomam por verdade aquilo que não foi demonstrado).

Tentando reconciliar o sistema copernicano com as escrituras, Galileu recorre à teoria teológica da acomodação, segundo a qual a Bíblia foi escrita de modo a se adequar à linguagem e ao contexto de seu público, ou seja, não se destina a ser um texto científico. Seu objetivo é a salvação das almas, sua área de abrangência é a moral e não a verdade sobre o mundo natural. Portanto, uma interpretação literal das escrituras não pode servir como regra para se aceitar ou rejeitar uma teoria científica, dado que o texto bíblico pode ser interpretado simbolicamente e a ciência, por sua vez, não admite interpretações simbólicas. De forma sagaz, Galileu toma a própria passagem do livro bíblico de Josué (Capítulo 10:12-13),[4] geralmente apresentada como crítica ao heliocentrismo, e dá a ela uma interpretação copernicana, indicando que uma leitura literal do texto bíblico favorecia não o sistema geocêntrico, mas sim o heliocêntrico, ou seja, a referida passagem poderia ser interpretada de ao menos duas formas diferentes. Galileu defendia que o sentido de determinada passagem bíblica sobre o mundo natural só poderia ser estabelecido depois que a ciência determinasse por demonstrações e experiências qual a verdade sobre o mundo natural. Em outras palavras, nas questões relativas à ciência, o trabalho do teólogo tinha de ser submetido ao do filósofo natural.

Em 7 de fevereiro de 1615, o frade dominicano Niccolò Lorini denuncia Galileu por escrito à Inquisição em Roma e anexa a carta de Galileu a Castelli:

I have come across a letter that is passing through everybody's hands here, originating among those known as ''Galileists," who, following the views of Copernicus, affirm that the earth moves and the heavens stand still. In the judgment of all our Fathers at this very religious convent of St. Mark, it contains many propositions which to us seem either suspect or rash: for example, that certain ways of speaking in the Holy Scripture are inappropriate; that in disputes about natural effects the same Scripture holds

4.
"No dia em que o Senhor entregou os amorreus aos israelitas, Josué exclamou ao Senhor, na presença de Israel: 'Sol, pare sobre Gibeom! E você, ó lua, sobre o vale de Aijalom!' O sol parou, e a lua se deteve, até a nação vingar-se dos seus inimigos, como está escrito no Livro de Jasar. O sol parou no meio do céu e por quase um dia inteiro não se pôs."

the last place; that its expositors are often wrong in their interpretations; that the same Scripture must not meddle with anything else but articles concerning faith; and that, in questions about natural phenomena, philosophical or astronomical argument has more force than the sacred and the divine one (Finocchiaro, 1989, p.134).

Pouco tempo depois, provavelmente em 20 de março de 1615, outro dominicano de Florença, Tommaso Caccini, vai pessoalmente a Roma denunciar Galileu à Inquisição. Como resultado, é instaurado um processo em que são interrogadas testemunhas e uma comissão é convocada a dar o parecer sobre o copernicanismo. O relatório do Santo Ofício sobre copernicanismo, baseado no parecer dos consultores e datado de 24 de fevereiro de 1616, onze meses depois, afirma que os mesmos decidiram submeter à censura duas proposições relativas à questão copernicana:

(1) The sun is the center of the world and completely devoid of local motion.

Assessment: All said that this proposition is foolish and absurd in philosophy, and formally heretical since it explicitly contradicts in many places the sense of Holy Scripture, according to the literal meaning of the words and according to the common interpretation and understanding of the Holy Fathers and the doctors of theology.

(2) The earth is not the center of the world, nor motionless, but it moves as a whole and also with diurnal motion.

Assessment: All said that this proposition receives the same judgment in philosophy and that in regard to theological truth it is at least erroneous in faith. (Finocchiaro, *op. cit.*, p.146).
Nas minutas dos procedimentos, datadas de 25 de fevereiro de 1616, no dia seguinte, portanto, encontra-se o seguinte texto:

The Most Illustrious Lord Cardinal Millini notified the Reverend Fathers Lord Assessor and Lord Commissary of the Holy Office that, after the reporting of the judgment by the Father Theologians against the propositions of the mathematician Galileo (to the effect that the sun stands still at the center of the world and the earth moves even with the diurnal motion), His Holiness ordered the Most Illustrious Lord Cardinal Bellarmine to call Galileo before himself and warn him to abandon these opinions; and if he should refuse to obey, the Father Commissary, in the presence of a notary and witnesses, is to issue him an injunction to abstain completely from teaching or defending this doctrine and opinion or from discussing it; and further, if he should not acquiesce, he is to be imprisoned. (Ibid., p.146)

Ou seja, a Galileu foi dado o privilégio de ser advertido por autoridade eclesiástica de maneira privada e de ser previamente avisado de que o copernicanismo seria colocado sob censura. Mas quem era essa autoridade a quem foi confiada tarefa tão delicada, ou seja, de fazer calar um dos maiores intelectuais da época? Em 1615, o cardeal Roberto Francesco Bellarmino[5] era considerado o maior teólogo católico e estava com 74 anos. Era considerado um velho soldado jesuíta, experimentado nas batalhas contra luteranos, calvinistas, anglicanos e no uso de toda espécie de técnicas de combate e defesa da autoridade papal. Era diretor do Colégio Romano, principal instituição de formação dos jesuítas, onde tinha sido professor de controvérsias e cuja função tinha sido municiar os jesuítas no combate às heresias que brotavam no império eclesiástico da Igreja Católica naqueles anos da Contrarreforma. Era membro da Congregação do *Index* e também da Inquisição. Era toscano, assim como o eram Galileu e o Papa Urbano VIII.

Sobre o encontro entre Bellarmino e Galileu, e o que realmente aconteceu naquela ocasião, não há convergências historiográficas absolutas, pois existe uma aparente contradição entre dois documentos que relatam o evento. As minutas da Inquisição

5. É interessante saber que o próprio Bellarmino teve uma de suas obras colocada no *Index*, classificada como "suspensa até correção" pelo Papa Sisto V, não satisfeito pelo não suficiente empenho de Bellarmino em defender o absolutismo papal na obra Controversies.

(*Inquisition Minutes*) de 26 de fevereiro de 1616 dizem que se Galileu retivesse, ensinasse ou defendesse a hipótese copernicana, oralmente ou mediante escrita, seria processado pelo Santo Ofício:

At the palace of the usual residence of the said Most Illustrious Lord Cardinal Bellarmine [...] Lord Cardinal warned Galileo that the above mentioned opinion was erroneous and that he should abandon it; and thereafter, indeed immediately, before me and witnesses, the Most Illustrious Lord Cardinal himself being also present still, the aforesaid Father Commissary, in the name of His Holiness the Pope and the whole Congregation of the Holy Office, ordered and enjoined the said Galileo, who was himself still present, to abandon completely the abovementioned opinion that the sun stands still at the center of the world and the earth moves, and henceforth not to hold, teach, or defend it in any way whatever, either orally or in writing; otherwise the Holy Office would start proceedings against him. The same Galileo acquiesced in this injunction and promised to obey (Finocchiaro, 1989, p.147).

De outro lado, a sentença de 22 de junho de 1633, dezessete anos depois, informa que do encontro ocorrido em 25 de fevereiro de 1616 teria resultado o compromisso de abandonar as teses copernicanas, não as defendendo, não as ensinando e não as tratando (retendo-as entre suas crenças), sob pena de encarceramento por desobediência aos preceitos:

[...] o Eminentíssimo S. Cardeal Bellarmino te ordenasse que devestes inteiramente deixar a dita opinião falsa, e recusando-te a fazê-lo, que do Comissário do Santo Ofício te devesse ser preceituado de abandonar a dita doutrina, e que não pudesses ensiná-la a outros nem defendê-la nem tratá-la, ao qual preceito não aquietando-te, deverias ser encarcerado; e na execução do mesmo decreto, o dia seguinte, em palácio e na presença do referido Eminentíssimo S. Cardeal Bellarmino, depois de ser do mesmo S. Cardeal benignamente avisado e advertido, tu fostes

pelo Comissário do Santo Ofício daquele tempo preceituado, com tabelião e testemunha, que de todos os modos deveria deixar a dita falsa opinião, e que no futuro tu não a pudesses adotar nem defender nem ensinar em qualquer que fosse o modo, nem em voz nem em escrito: e tendo tu prometido obedecer, fostes liberado (Baiardi; Santos; Rodrigues, 2012, p.204).

A diferença estaria no rigor da ação, já que a sentença se refere a encarceramento no caso de não cumprimento do preceito e as minutas da Inquisição referem-se à abertura de um processo. O maior rigor da sentença seria justificado porque poucos dias depois da preceituação de 25 de fevereiro de 1616, em 5 de março de 1616, a Sagrada Congregação do *Index* emitiu outro decreto censurando os livros que defendiam o copernicanismo, decreto este que Galileu não poderia desconhecer:

This Holy Congregation has also learned about the spreading and acceptance by many of the false Pythagorean doctrine, altogether contrary to the Holy Scripture, that the earth moves and the sun is motionless, which is also taught by Nicolaus Copernicus's On the Revolutions of the Heavenly Spheres and by Diego de Zuñiga's On Job. [...] Therefore, in order that this opinion may not creep any further to the prejudice of Catholic truth, the Congregation has decided that the books by Nicolaus Copernicus (On the Revolutions of Spheres) and Diego de Zuñiga (On Job) be suspended until corrected; but that the book of the Carmelite Father Paolo Antonio Foscarini be completely prohibited and condemned; and that all other books which teach the same be likewise prohibited, according to whether with the present decree it prohibits, condemns, and suspends them respectively (Finocchiaro, *op. cit.*, p.149).

Sobre a obra de Copérnico propriamente dita não é pronunciada uma condenação definitiva, mas uma suspensão até posterior correção. Essa correção deveria contemplar uma reescrita em formato hipotético das passagens na quais o autor escreve de

forma muito assertiva. A obra do agostiniano Diego de Zuñiga, professor da Universidade de Alcalá, também recebe uma suspensão até posterior correção. A do frade carmelita Paolo Foscarini, professor de teologia em Napoli, diferentemente das duas anteriores, foi terminantemente proibida, não só porque ele defende a mobilidade da Terra, mas também porque buscou conciliar essa doutrina com as Sagradas Escrituras. O frade Foscarini livra-se da Inquisição por haver falecido em junho de 1616. No entanto, a mesma sorte não teve seu impressor, Lazzaro Scoriggio, acusado de imprimir a obra sem o *Imprimatur*.[6] O interessante é que já fazia mais de 70 anos da publicação da obra de Copérnico e até então a Igreja Católica não se manifestara na forma de condenação ou proibição da mesma.

É necessário investigar duas questões: que papel desempenhou Galileu para uma mudança de posicionamento da Igreja em relação ao copernicanismo e que estratégia de comunicação científica ele tentou desenvolver por meio das cartas sobre a compatibilidade do sistema copernicano com o texto bíblico.

Quanto à primeira questão, é interessante saber qual tinha sido o posicionamento da Igreja em relação ao copernicanismo até aquele momento. A resposta mais provável pode ser encontrada na carta que o cardeal Roberto Bellarmino enviou em 12 abril 1615 ao padre Foscarini[7], religioso que sugeria serem as teses de Copérnico compatíveis com as Sagradas Escrituras:

First, I say that it seems to me that Your Paternity and Mr. Galileo are proceeding prudently by limiting yourselves to speaking suppositionally and not absolutely, as I have always believed that Copernicus spoke. For there is no danger in saying that, by assuming the earth moves and the sun stands still, one saves all the appearances better than by postulating eccentrics and epicycles; and that is sufficient for the mathematician. However, it is different to want to affirm that in reality the sun is at the center of the world and only turns on itself without moving from east to west,

6.
Lazzaro Scoriggio foi encarcerado, pagou uma multa de cem ducados e foi liberado. Sua defesa argumentou que recebera o Imprimatur para um único manuscrito que foi publicado em dois volumes, sendo que apenas um deles foi objeto de veto pela Igreja Católica.

7.
Paolo Antonio Foscarini (1565-1616) foi um frade carmelita que publicou a obra *Lettera sopra* l'opinione de' Pittagorici e del Copernico (1615), na qual entende o sistema copernicano como realidade física e defende sua compatibilidade com as Sagradas Escrituras. Tal obra foi banida pela Sagrada Congregação do *Index* em 5 de março de 1616.

and the earth is in the third heaven and revolves with great speed around the sun; this is a very dangerous thing, likely not only to irritate all scholastic philosophers and theologians, but also to harm the Holy Faith by rendering Holy Scripture false (Ibid. p.67).

Aparentemente, Bellarmino só teria lido a introdução do livro de Copérnico, escrita por Osiander (1498-1552), a qual afirma que a teoria ali apresentada consistia apenas em especulação matemática, sem nenhuma pretensão de descrever uma realidade física, ou seja, a introdução é de espírito bem diverso do conteúdo da obra.

A não condenação do livro de Copérnico (suspenso até correção) revela que a Igreja continuava admitindo o copernicanismo enquanto hipótese matemática. Por outro lado, a condenação completa do livro de Foscarini (o qual, segundo Bellarmino, falava em suposições mas continha ambiguidades) revelou que o mecanismo de censura da Igreja continuava muito sensível às tentativas de conciliar essas hipóteses com textos bíblicos.

Em relação à estratégia de Galileu de citar as Escrituras, existem duas versões: a) ele objetivava utilizar as Escrituras como aliadas; b) ele objetivava reduzir as Escrituras ao último lugar nas discussões sobre o mundo natural. Existem indicações de ambos propósitos em seus escritos. Como exemplo do primeiro, tem-se o uso da Bíblia para demonstrar a tese da corruptibilidade dos céus (o que ia contra o aristotelismo). No entanto, o segundo propósito é mais provável, pelo que entendeu o dominicano Niccolò Lorini, em sua carta denúncia de 7 de fevereiro de 1615.

Nesse sentido, a falha de Galileu aos olhos da Igreja Católica parece ter sido dupla, ou seja, tentar apresentar o modelo copernicano como uma descrição real do funcionamento do universo e não como uma hipótese matemática e também se manifestar sobre as interpretações do texto bíblico.

No processo de 1616, Galileu não teve nenhuma de suas obras censuradas, nem ao menos seu nome foi citado no decreto que veio a público posteriormente

censurando as obras que tratavam do copernicanismo. No entanto, segundo MacLachlan (1999, p.70): "When Copernicus' book On the Revolutions of the Celestial Spheres was placed on the Index Expurgatorious in 1616, it was widely perceived as an attack not against Copernicus, but against Galileo."

A censura aplicada ao livro Diálogo e sua influência na condenação de 1633

O ano de 1616 é um divisor de águas na conduta de Galileu, no que concerne à divulgação de suas ideias. Isso porque, se até então ele se expunha abertamente na defesa da compatibilidade do sistema copernicano com as Escrituras, após a preceituação de 25 de fevereiro e sob as restrições do decreto da Inquisição de 5 de março do mesmo ano, o qual impunha abandonar a defesa do copernicanismo, ele encontra uma maneira mais sutil e velada de persistir na defesa desse sistema sem necessariamente se referir ao mesmo. Isso fica claro no caso da polêmica com o padre jesuíta Orazio Grassi (1590–1654) sobre a natureza dos cometas, publicada nas obras *Discorso delle Comete* (Discurso dos Cometas), de 1618, e no caso de seu livro Il *Saggiatori* (O Ensaiador), de 1623. Nessas obras, Galileu critica o sistema de Tycho Brahe[8] adotado por Grassi, ou seja, faz uma defesa velada do copernicanismo banido, mesmo sem mencioná-lo.

Ainda em 1623, ocorre um evento aparentemente favorável a Galileu. Seu conterrâneo e admirador Maffeo Barberini é eleito Papa Urbano VIII. Galileu vê nesse evento uma abertura para voltar a publicar sobre o tema copernicano. Assim, dedica o período de 1624 a 1630 a preparar sua obra definitiva sobre o tema e em 1632 publica, em Florença, *Dialogo sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo, Tolemaico e Copernicano*. A obra é composta de quatro jornadas (quatro dias) de discussão entre dois filósofos e um leigo: Salviati, que argumenta a favor da posição copernicana (e é o porta-voz de Galileu no livro); Sagredo, um leigo que aparentemente é neutro, mas que termina geralmente por apoiar a argumentação copernicana, e Simplício,

8. O sistema do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601) era uma tentativa de síntese entre o geocentrismo e o copernicanismo, ou seja, era um sistema em que os planetas giravam à volta do Sol e este orbitava em torno da Terra. Na época da polêmica com Grassi, os jesuítas estavam adotando esse sistema intermediário, o qual era empiricamente plausível, fazia predições e ao mesmo tempo mantinha a tese da imobilidade e centralidade da Terra, aparentemente apoiada pelo texto bíblico.

representante da visão aristotélica e crítico das posições copernicanas.

Antes de sua publicação, a obra é submetida à censura prévia do Mestre do Sacro Palácio, o também toscano (portanto, inclinado a agradar o Grão-duque, patrocinador de Galileu)[9] Niccolò Riccardi, o qual escreve ao padre Clemente Egidi, Inquisidor de Florença, nestes termos:

Mr. Galilei is thinking of publishing there a work of his, formerly entitled On the Ebb and Flow of the Sea, *in which he discusses in a probable fashion the Copernican system and motion of the earth, and he attempts to facilitate the understanding of that great natural mystery by means of this supposition, corroborating it in turn because of this usefulness. He came to Rome to show us the work, which I endorsed, with the understanding that certain adjustments would be made to it and shown back to us to receive the final approval for printing. As this cannot be done due to current restrictions on the roads and the risks for the manuscript, and since the author wants to complete the business there, Your Very Reverend Paternity can avail yourself of your authority and dispatch or not dispatch the book without depending in any way on my review. However, I want to remind you that Our Master [Pope Urban VII] thinks that the title and subject should not focus on the ebb and flow but absolutely on the mathematical examination of the Copernican position on the earth's motion, with the aim of proving that, if we remove divine revelation and sacred doctrine, the appearances could be saved with this supposition; one would thus be answering all the contrary indications which may be put forth by experience and by Peripatetic philosophy, so that one would never be admitting the absolute truth of this opinion, but only its hypothetical truth without the benefit of Scripture. It must also be shown that this work is written only to show that we do know all the arguments that can be advanced for this side, and that it was not for lack of knowledge that the decree was issued in Rome; this should be the gist of the book's beginning and ending, which I will*

9. A grande quantidade de correspondência existente entre Francesco Niccolini (embaixador toscano em Roma) e o Grão-duque Ferdinando de Médici (a quem tinha sido dedicado o *Diálogo*) revela o quanto este último se empenhou para garantir a Galileu um tratamento favorável por parte das autoridades da Igreja e talvez por isso a sentença de Galileu não tenha sido pior do que foi. No entanto, essa proteção não foi suficiente para evitar a condenação.

send from here properly revised. With this provision the book will encounter no obstacle here in Rome, and Your Very Reverend Paternity will be able to please the author and serve the Most Serene Highness, who shows so much concern in this matter. I remind you that I am your servant and I beg you to honor me with your commands (Finocchiaro, op. cit., p.212).

Niccolò Riccardi e Clemente Egidi entendiam que a obra deveria tratar o copernicanismo unicamente como hipótese matemática e não poderia referir-se ao movimento das marés. Nesse sentido, a censura forçou a modificação do título da obra para *Dialogo sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo Tolemaico e Copernicano*, sugerindo que o tema fosse astronomia, quando na verdade o objetivo da mesma era demonstrar o movimento da Terra por meio da explicação das marés. A censura também impôs que o prefácio e o final do livro não fossem de autoria de Galileu (foram escritos pelo Mestre do Sacro Palácio), mas que isso não constasse da obra. Apesar de algumas das modificações impostas não terem sido realizadas, as permissões foram conseguidas e no frontispício do *Diálogo* está impresso o *Imprimatur* do Mestre do Sacro Palácio, Niccoló Riccardi, e também a licença de impressão de setembro de 1630, dada pelo inquisidor geral de Florença, Clemente Egidi.

A obra foi um sucesso e logo se esgotaram todas as edições. Entretanto, gerou polêmicas e críticas, levando o Papa Urbano VIII a convocar uma comissão especial para analisar o livro. No relatório da referida comissão, de setembro de 1632, pode-se observar os principais pontos de críticas:

We think that Galileo may have overstepped his instructions [of Master of the Sacred Palace] by asserting absolutely the earth's motion and the sun's immobility and thus deviating from hypothesis; that he may have wrongly attributed the existing ebb and flow of the sea to the nonexistent immobility of the sun and motion of the earth, which are the main things; and that he may have been deceitfully silent about an injunction given him by the Holy Office in

the year 1616 [...] One must now consider how to proceed, both against the person and concerning the printed book (Ibid., p.219).

As críticas podem ser divididas em duas partes: a primeira é relativa ao rompimento do compromisso metodológico instrumentalista explicitado no *Diálogo* (desviando-se da hipótese), e a segunda era de que a obra violava o preceito especial que tinha sido apresentado a Galileu em 1616, o de "não adotar, defender nem ensinar em qual seja o modo tal doutrina" (Baiardi; Santos; Rodrigues, 2012, p.204). No entanto, quando Galileu chega a Roma para depor diante da Inquisição (fevereiro de 1633), ele nega ter qualquer conhecimento da injunção especial que impõe o compromisso de não discutir as teses da centralidade do Sol e da mobilidade da Terra de modo nenhum. Ele afirma que no encontro com Bellarmino, em 1616, este só lhe tinha feito saber do conteúdo do decreto da Congregação do *Index* de que o movimento da Terra não podia ser mantido ou defendido, mas somente tratado hipoteticamente.

Surpreendentemente, Galileu afirma que o *Diálogo* não defende a mobilidade da Terra, mas sugere que os argumentos não são conclusivos (o que é claramente uma inverdade) e que, portanto, isso não violaria o compromisso assumido com Bellarmino. Galileu utiliza a estratégia de se admitir culpado de um pecado menor, ou seja, explica que o livro dá a impressão de estar defendendo o movimento da Terra por conta de sua vaidade pessoal de tentar aparecer muito inteligente ao apresentar os argumentos mais fracos parecerem mais fortes, ou seja, ele tenta dar a entender que foi um erro não intencional. Os cardeais inquisidores não se convencem e ameaçam a Galileu com prisão e tortura. Diante da ameaça, Galileu, aos 70 anos, ajoelha-se literalmente diante do tribunal e recebe uma sentença reveladora do espírito repressor e censurador da Inquisição (é veementemente suspeito de heresia), e se submete a uma humilhante abjuração (Baiardi; Santos; Rodrigues, 2012, p.205)

Dizemos, pronunciamos, sentenciamos e declaramos que tu Galileu referido, pelas coisas deduzidas em processo e da tua parte confessadas como acima, te apresentastes a este St. Ofício veementemente suspeito de heresia, isto é de ter admitido e acreditado em doutrina falsa e contrária às Sagradas Escrituras; e consequentemente és incurso em todas as censuras e penas dos sagrados cânones e outras constituições gerais e particulares contra símiles delitos impostos e promulgados. Do que estamos contentes que seja absoluto, mesmo que primeira, com o coração sincero e fé não fingida, diante de nós abjure, maldiga e deteste os referidos erros e heresias, e qualquer outro erro e heresia contrária à Católica e Apostólica Igreja, no modo e forma que de nós te será dada. E afim de que este teu grave e pernicioso erro e transgressão não fique de todo impunido, e seja mais cauto no futuro e exemplifique a outros que se abstenham de símile delito, ordenamos que por público édito seja proibido o livro Diálogo de Galileu Galilei. Te condenamos ao cárcere formal neste St. Ofício ao arbítrio nosso; e por penitência salutar te impomos que por três anos a partir de agora uma vez por semana leias os sete Salmos penitenciais; reservando-nos a faculdade de moderar, modificar, ou suspender em todo ou em parte as referidas penas e penitência.

O texto dessa condenação foi enviado para ser divulgado e lido em todas as paróquias e universidades sob o domínio católico, a fim de servir de exemplo a todos os potenciais heréticos e prevenir assim a apostasia, ou seja, o afastamento da doutrina mantida pela Igreja. Posteriormente, a sentença foi comutada para prisão domiciliar (Galileu passou seus últimos dias em uma casa nas colinas de Arcetri, em Florença, vindo a falecer em 1642). Somente em 1992 a Igreja proclama um perdão formal pela condenação de Galileu, trezentos anos depois de sua morte.

No entanto, a censura aos trabalhos que defendiam o heliocentrismo não finda em 1634 com a condenação do *Diálogo*, prosseguindo até 1822. O ponto alto dessa controvérsia se deu em 1819, quando o dominicano Filippo Anfossi (Mestre do Sacro Palácio

– autoridade responsável pelo controle das publicações na cidade de Roma) se recusa a dar o *Imprimatur* ao segundo volume da obra *Elementi de ottica e astronomia* de Giuseppe Settele, professor de ótica e astronomia da Universidade de Sapienza, obra que sustenta o sistema heliocêntrico. A recusa de Anfossi foi baseada no decreto de 5 de março de 1616, que condenou as obras que tratavam do heliocentrismo. Ele alegou que a tese da mobilidade da Terra continuava naquela data, como em 1616, contrária as Sagradas Escrituras. Settele apela ao próprio Papa Pio VII e solicita não somente o *Imprimatur*, mas também a retirada do *Index* de todos os livros que defendiam o heliocentrismo. Finalmente Setelle recebe o *Impramatur* e, em 11 de setembro de 1822, a Congregação do Santo Oficio decide retirar do *Index* a proibição de livros que se referissem ao heliocentrismo (Palumbo, 2009, p.17-18). No entanto, só em 1835, 13 anos após a decisão do Santo Ofício, foi publicada uma nova versão do *Index*, na qual foi omitida a condenação das obras defendendo as ideias de Copérnico (Putman, 1906).

Considerações finais

O autoritarismo tende a assumir vestes diversificadas, ora em trajes purpúreos de cardeais, ora em vestes brancas de cientistas ou de intelectuais. Uns defendendo verdades religiosas eternas e, outros, verdades científicas inabaláveis. No contexto do caso Galileu, a Igreja Católica se encontrava em uma posição privilegiada para controlar a produção e a distribuição das obras escritas e também para exercer a censura. Para avaliar o impacto negativo da censura, tem-se, por exemplo, o caso do livro *Dois máximos sistemas de mundo*. O mesmo foi inserido no elenco das obras nominadas no *Index Librorum Prohibitorum*, em 1634, e dele só foi retirado em 1835. Por praticamente duzentos anos, os católicos foram privados dessa obra de Galileu. Além desse prejuízo, existia também a autocensura por parte de autores, que temiam o ostracismo, a perseguição e até mesmo da condenação à morte. Um caso de autocensura emblemático foi o de Descartes,

o qual afirmou que, mesmo quando tinha certeza de suas teses, não as defenderia se as mesmas fossem consideradas heréticas pelos tribunais eclesiásticos (Baiardi; Santos; Rodrigues, 2012).

No início do século XVII, os homens de ciência ainda não se organizavam em redes – denominadas por Robert Boyle como "Colégios Invisíveis".[10] De acordo com Crane (1972), isso só viria a acontecer décadas depois. Como Galileu não viveu para conhecer essa rica experiência de divulgação científica, que teve lugar em Turim no século XVIII, a qual, segundo Delpiano (1996), exibia três modelos diferentes de difusão de resultados científicos,[11] ele não pôde plenamente tornar públicas as suas pesquisas após 1634.

Antes do julgamento, ele exercitou várias estratégias para comunicar e defender a perspectiva copernicana, tais como: diplomacia científica (dedicação de suas obras às autoridades civis e religiosas); alianças com a nobreza e com o clero (até mesmo entre as autoridades da Igreja); ativismo publicitário, visando educar o público sobre suas descobertas (escrevendo no dialeto toscano); e tentativa de conciliar a perspectiva copernicana com passagens das Escrituras (nas cartas à Duquesa Cristina). Nem todas essas estratégias tiveram em seu contexto imediato o resultado esperado por Galileu. A censura da Igreja, aparentemente, conseguiu calar o profeta da nova ciência. A única publicação após o julgamento, considerada por alguns sua obra-prima, foi na Holanda, em 1638, cujo título era *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*. Galileu morre seis anos depois, em 1642. No entanto, no longo prazo, a autonomia científica reivindicada por Galileu triunfa.

Em sentido amplo, a censura em qualquer área do conhecimento continua a representar um obstáculo ao desenvolvimento humano, e, portanto, segue sendo importante zelar pela liberdade de pensamento e de publicação das opiniões, teorias e crenças, porque a Terra continuou a girar mesmo que os inquisidores afirmassem que isso não acontecia.

10. A definição de "Colégios Invisíveis" foi forjada por Robert Boyle (1627-1691) e define um grupo de pesquisadores que trabalham sobre um mesmo tema, mas não estão fisicamente próximos (Crane, 1972).

11. Os três modelos baseavam-se em diferentes visões de mundo, em engajamento em correntes de pesquisa (paradigmas) e em maior ou menor proximidade com a filosofia, a literatura e as artes.

Referências

Baiardi A, Santos AV, Rodrigues WG. Processos cavilosos, sentença vingativa e abjura humilhante: o caso Galileu. *Cad. Hist. Cienc.* Instituto Butantan, jul/dez 2012, v(8), n(2): 189-210.

Bíblia. Português. *A Bíblia de Jerusalém*. Nova edição rev. e ampl. São Paulo: Paulus, 2002.

Brevaglieri S. Science, books and censorship in the academy of the Lincei: Johannes Faber as cultural mediator. In: Donato MP, Kraye J (Eds.), *Conflicting Duties. Science, Medicine and Religion in Rome* (1550–1750). London: Warburg Institute, 2009, p.133-157.

Crane D. *Invisible Colleges, Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*. Chicago: University of Chicago Press, 1972.

Delpiano P. La divulgazione tecnico-scientifica nei periodici piemontesi del Settecento. In: Barsanti G, Becagli V, Pasta R. *La politica della scienza: Toscana e stati italiani nel tardo Settecento*. Firenze: Leo S. Olschki, 1996.

Draper JW. *History of the Conflict Between Religion and Science*. New York: D. Appleton, 1875.

Finocchiaro MA. *The Galileo Affair: A Documentary History*. Berkeley: University of California Press, 1989.

Galilei G. *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*. Berkeley/Los Angeles/London: Stilman Drake (ed.), University of California Press, 1967.

_____. Lettera a don Benedetto Castelli. *Opere di Galileo Galilei*, 1937 (Biblioteca Nazionale di Firenze [Sezione Palatina], manoscrito intitolato Opere di Galileo Galilei).

_____, Scheiner C. *On sunspots*. Chicago: The University of Chicago Press, 2010.

Maclachlan J. *Galileo Galilei: First Physicist*. Oxford University Press, 1999.

Mariconda PR. O *Diálogo* de Galileu e a condenação. *Cad. Hist. Fil.* Ci., Campinas, jan/jun, 2000, Série 3, v(10), n(1): 77-160.

Mayer TF. The censoring of Galileo's Sunspot Letters and the first phase of his trial. *Studies in*

History and Philosophy of Science Part A, 2011, v(42): 1-10.

Palumbo M. (Ed.). *La censura ecclesiastica e la teoria eliocentrica*. Roma: Biblioteca Casanatense, 2009.

Patterson AM. *Censorship and Interpretation: The Conditions of Writing and Reading in Early Modern England*. Madison: University of Wisconsin Press, 1984.

Putman GH. *The Censorship of The Church of Rome and Its Influence Up On The Production and Distribution of Literature: A Study of The History of The Prohibitory and Expurgatory Indexes, Together With Some Consideration of The Effects of Protestant Censorship and of Censorship by The State* n(240). New York: G.P. Putnam's sons, 1907.

Ross V. *You Can't Read This: Forbidden Books, Lost Writing, Mistranslations & Codes*. Plattsburgh, New York: Tundra Books, 2006.

Santillana G. *The Crime of Galileo*. Chicago: University of Chicago Press, 1955.

Data de recebimento: 21/09/2014

Data de aprovação: 31/03/2016

Seção Ensaios/ Textos didáticos

William Harvey e a descoberta da circulação sanguínea

William Harvey and the discovery of blood circulation

Nelson Ibañez[1]

1.
Professor adjunto de Medicina Social FCM da Santa Casa de São Paulo e Coordenador do Laboratório Especial de História da Ciência Instituto Butantan. Contato: nelson.ibanez@butantan.gov.br.

Na mais remota Antiguidade encontramos especulações acerca da natureza e o significado do sangue... que se achava em todas as partes do corpo e fluía nas feridas. O coração também deve haver causado especial atenção, como órgão colocado no centro do organismo e em movimento constante, que batendo suave ou violentamente, acompanha todas as emoções e só parava com a morte. Sigerist (1974).

Breve introdução ao tema

O tema deste ensaio é a descoberta da circulação sanguínea. Pensar hoje que o sangue circula parece um conhecimento de senso comum que qualquer pessoa tem condições de entender sem grande esforço, mas esse saber levou séculos para ser firmado: desde a constituição de uma "ciência" na chamada Antiguidade Clássica pelos gregos, baseada na teoria humoral, passando pela Idade Média, até chegar ao período entre os séculos XV e XVIII, marcado por uma nova ciência com base na experimentação.

William Harvey (1578-1675) participa desse período como uma das figuras mais importantes da história universal do saber médico e biológico. Sua

grande façanha foi a descoberta da circulação sanguínea maior. A descoberta de William Harvey ressalta dois aspectos fundamentais do período. Marca a profunda mudança ocorrida na medicina científica em relação aos períodos anteriores e demonstra como o "espírito da época" (Zeitgeist) afeta todas as criações da mente e penetra até os mais remotos campos do conhecimento humano.

A formação de Harvey

Harvey nasceu em 1578, em Folkestone, uma antiga cidade da região de Dover (Inglaterra). Filho mais velho de sete irmãos, logo se mostrou um jovem brilhante. Obteve uma bolsa de estudo para o Caius College (Cambridge), onde se formou. Harvey vai para Pádua realizar seus estudos de medicina, onde Versalius e depois Colombo haviam ocupado a cadeira de anatomia. Tornou-se assistente de Fabrici em 1600 – este foi um dos quatro professores que assinam seu diploma. Aos 24 anos, voltou para Londres, onde, segundo Friedman e Friedland (2005), casa-se com Elizabeth Browne, cujo pai era médico da rainha Elizabeth. Não demorou a ser aceito como membro do Colégio Real de Médicos. Segundo consta, Harvey foi mais cientista que propriamente um médico.

Como método, utilizou sobretudo a dissecção e a vivissecção de todas as espécies de animais de que podia lançar mão, desde um camarão, um sapo ou o velho Thomas Parr, que dizia ter vivido 152 anos. Além da defesa de sua teoria da circulação, dedicou-se a outros assuntos. Principalmente no final da vida, dedicou-se à investigação embriológica. Compôs também as *Exercitationes de generatione animalum*. Nesse livro, ele apresenta um conceito totalmente novo: toda a vida se originaria de um ovo ou óvulo, a partir do qual dá início a seu desenvolvimento. Ao contrário do que aconteceu com a circulação sanguínea, esse conceito embriológico só foi confirmado em 1827, quando Karl Baer descobriu o óvulo no ovário humano (Friedman; Friedland, 2000). Morre em 1657, vítima de um colapso.

O Renascimento e a ciência moderna

A caracterização do Renascimento como um período compreendido entre a baixa Idade Média e o chamada Idade Moderna na cultura ocidental possui várias ordens de determinantes.

Do ponto de vista econômico, as cruzadas e as epidemias acabaram enfraquecendo a nobreza feudal, dizimando seus membros e seu poder. O renascimento comercial alterou profundamente a estrutura socioeconômica da sociedade feudal, na medida em que os mercados passaram a pressionar por mais produtos, gerando novos empregos e dando aos servos novas opções – como a possibilidade de se tornar comerciante ou de fixar-se nas cidades como trabalhador assalariado.

Os novos exércitos passaram a ser compostos de mercenários, utilizando novas armas, derivadas da descoberta da pólvora. Os governantes, contando com recursos da burguesia comercial em ascensão, começaram o processo de centralização política e de unificação dos Estados Nacionais.

A primeira fase da transição do feudalismo para o capitalismo foi constituída pelo incremento da produção de mercadorias para troca – que já existia em algumas cidades, a partir do século XII – e começou a transformar-se na forma econômica predominante no século XV[2] na Itália, na Alemanha e nos Países Baixos (Bernal, 1973).

As cortes das monarquias absolutas financiavam novas investigações científicas, bem como as novas manifestações artísticas independentes da Igreja e as grandes navegações ultramarinas dos séculos XV e XVI. Os resultados mais importantes do desenvolvimento da navegação foram o descobrimento do Novo Mundo, o domínio português do comércio asiático e o rápido desenvolvimento das regiões do Báltico e da Rússia.

No início desse processo, o capital acumulado foi principalmente produto do comércio externo. Por meio desse comércio, houve uma transferência de riquezas do Oriente para o Ocidente. Outras fontes importantes de acúmulo de capital foram o comércio de escravos e as conquistas de novas terras, a partir das

2. O feudalismo praticamente tinha desaparecido de quase toda a Europa Ocidental, embora alguns de seus elementos tenham permanecido, como na França, até a Revolução de I789, e na Rússia, até 1861.

quais criaram-se os grandes impérios coloniais dos séculos XVI e XVII.

Do ponto de vista intelectual, Bernal (1973) reforça que a maior transformação desse período são referentes às ideias que conduziram a uma "revolução científica", a qual derrubou o edifício de pressupostos intelectuais herdados dos gregos e das religiões monoteístas, em especial do cristianismo. O importante era a busca de um conhecimento novo, centrado no homem e em "uma nova imagem do mundo, quantitativa, atômica, infinitamente estendida e secular". Como os demais intelectuais, os médicos desse período eram também artistas, matemáticos, astrônomos ou engenheiros.

Em relação à sociedade da época, Entralgo (1993) destaca o auge de uma nova classe social, com a burguesia à frente da velha aristocracia feudal e religiosa, e com o rápido desenvolvimento do "espírito burguês", caracterizado por relações ainda pré-capitalistas. A aparição de uma "moral do trabalho" e da economia urbana, artesanal e comercial desenvolve o emprego da matemática na atividade econômica, por meio da contabilidade (destaca-se Luca Pacioli, monge franciscano e matemático italiano, o "pai da contabilidade moderna"). A força da consciência individual teve como consequência o afã da experiência pessoal na tarefa de conhecer o mundo e "fazer sua própria vida". Essa experiência ainda segundo Entralgo, transcende a experiência "aventureira" de Marco Polo, ou a "planejada", de Colombo, para ser a "inventada" com um empenho mais árduo e complexo.

A ideia de progresso surge com mais vigor fora da religião e da teologia ligada à vontade divina para ser construída mediante a razão e a vontade do homem. O saber, transmitido nas universidades da baixa Idade Média, era vítima do estancamento do pensamento escolástico e do "galenismo", especificamente em relação ao saber médico. Isso faz com que a vanguarda da ciência moderna tenha seus titulares principais no "sábio solitário" ou nas "academias". Na primeira categoria, podem ser incluídos Copérnico, Erasmo, Paracelso, Vives, Cardano, Serveto, Galileu,

Harvey e Descartes. De outro lado, as "academias", diferentemente das universidades, estavam mais voltadas para a pesquisa e reuniam sábios para discutir descobertas e não para ensinar. São exemplos desse tipo de instituição a "Accademia dei Lincei" (Roma), a "Real Sociedade" (Londres) e a "Académie des Sciences" (Paris) (Entralgo, 1993).

Esse período apresentou como característica também a investigação extensa de todos os domínios da Natureza e a formulação de teorias em todos os campos do saber, aos quais se podia aplicar os métodos matemáticos: toda a ciência desse período será produzida a partir de uma ideia diretriz e de um método de trabalho essencialmente matemático. Os aspectos do conhecimento que não podiam ser reduzidos à matemática tendiam a ser ignorados. Essa perspectiva, embora tenha dado grande desenvolvimento à mecânica e à astronomia, pouco progresso trouxe à biologia e à química.

Outra característica importante do conhecimento nessa época foi sua grande preocupação com os problemas técnicos que se apresentaram: exigiam-se soluções para a mineração, metalúrgica, tecelagem e para a navegação. Até o século XVII, a ciência recebeu do setor produtivo muito mais do que lhe pôde retribuir. A partir desse século, no entanto, a ciência tentou solucionar os problemas práticos que a produção apresentou e foi à navegação que deu sua maior contribuição, convertendo-se em parte integrante da nova civilização capitalista (Bernal, 1973).

A nova ciência se baseou na experimentação e o emprego de instrumentos especiais se tornou indispensável, como foi o caso do microscópio para o descobrimento do universo do diminuto. Estudaram-se os insetos, as partes das plantas, os pequenos organismos, as bactérias e também se aprofundou a anatomia dos animais superiores, contexto no qual se confirma a teoria de Harvey sobre a circulação sanguínea. Porém, o microscópio só teria ampla utilização dois séculos depois, com os estudos de Pasteur e Koch sobre as enfermidades de origem bacteriana.

As teorias que tentaram explicar o funcionamento do organismo humano sofreram forte

influência de Descartes e Galileu. O "iatromecanicismo" defendia que os sólidos e os líquidos que formam o corpo humano estavam sujeitos às leis da mecânica e da física. Já a escola "iatroquímica", defendia que as funções dos organismos eram resultado de reações químicas decorrentes das fermentações, destilações, efervescências e da alcalinidade.

A circulação sanguínea antes de Harvey

Friedman e Friedland (2000), ao se referirem ao fato de que durante quatorze séculos após a morte de Galeno suas observações ainda não haviam sido perdidas e que a estrutura e as funções do coração, das artérias e veias permaneciam como objeto de fantasia, ressaltam que algumas de suas observações, apesar de sua época, foram importantes para o conhecimento do assunto.

A primeira descoberta observada era de que o "lado direito do coração (ou aurícula direita) recebia sangue de veias que se esvaziavam nele, e que o sangue era ejetado do ventrículo direito para os pulmões pela artéria pulmonar. Ele observou também que os pulmões drenavam esse sangue para o lado esquerdo do coração, que, por sua vez, bombeava-o para a aorta, o maior vaso sanguíneo, que saía do ventrículo esquerdo". As descobertas referiam-se ao fato de o coração ser uma massa muscular e funcionar como bomba, e de as artérias não carregarem ar, mas sangue. Essas descobertas não poderiam ter sido feitas se Galeno não as tivesse observado em pessoas ou animais vivos. Como médico responsável pelos gladiadores, pôde fazê-lo em pessoas feridas e agonizantes.

Em outras palavras, Galeno havia enunciado a chamada pequena circulação ou circulação pulmonar:

[...] os alimentos vão desde o cólon até o fígado através das veias e ali se transformam em sangue. Este flui para todo o organismo, chegando pela veia cava à metade direita do coração; aqui a corrente sanguínea se divide: uma parte flui para o pulmão, descarregando os resíduos do organismo; outra escorre através do septo para a metade esquerda do

coração. Nesse ponto, o sangue se mistura com o ar chegado ao coração pelas veias pulmonares. O sangue que flui a todo o organismo desde a parte esquerda do coração, pela aorta, é inteiramente distinto do sangue das veias que transportam outro princípio e contêm ar (Sigerist, 1974)

Segundo essa teoria, as veias tinham duas funções principais: além de distribuir alimento para o corpo, recolhiam os excrementos dele resultantes. Os dois movimentos, de coleta e distribuição, eram executados por uma "força de atração" exercida essencialmente pelo "horror ao vazio". Tanto o sangue venoso quanto o sangue arterial saíam do coração e para lá não retornavam jamais. O movimento do sangue era pensado como o fluxo e o refluxo das marés, executado segundo a necessidade das partes, e originado essencialmente pelo horror ao vazio. Para boa parte dos galenistas do século XVII, apenas na periferia do corpo existiam anastomoses entre as veias e as artérias, onde deveria ocorrer a troca de ar e sangue.

Outra caracterização importante desse processo eram os movimentos cardíacos. As duas fases do movimento cardíaco, a sístole e a diástole, eram igualmente ativas: na diástole, o coração dilatava os ventrículos (por causa da ebulição do sangue), que eram, consequentemente, preenchidos pelo sangue; na sístole, cada ventrículo era comprimido pela *vis pulsativa* e dessa forma expulsava seu conteúdo. Em troca, o pulmão fornecia o ar que era transformado no ventrículo esquerdo do coração em espíritos vitais; esfriava e ventilava o coração, impedindo seu sufocamento; e, por meio da expiração, eliminava suas perdas e vapores fuliginosos. O mesmo calor que ajudava a criar os espíritos vitais fornecia ao pulmão sua segunda função. Assim como "o fogo queima melhor quando é abanado e ventilado pelo ar", o calor do coração era alimentado pelo ar dos pulmões (Rebollo, 2002).

Essa teoria se caracterizava por ser puramente qualitativa descritiva, sem nenhum esforço em medir suas qualidades. Os conceitos de tempo e número eram completamente estranhos a esse raciocínio. A

medicina científica do século XVI experimenta uma profunda mudança introduzida por Versalius, fundador da anatomia humana.

Entralgo (1993) afirma que de certo modo a fisiologia moderna começa com o redescobrimento da circulação menor, sendo Miguel Servet (1511-1553) seu descobridor para o restante do mundo. A pergunta feita por Servet era: "Se o sangue que desde o ventrículo direito vai ao pulmão pela veia arteriosa somente serve para nutri-lo, por que é tão grosso o vaso que o conduz?" Seu tamanho indicava que deveria levar todo o sangue do corpo para os pulmões. Sua conclusão era de que o sangue do ventrículo direito. para chegar ao esquerdo, passava pela artéria pulmonar e pelo pulmão, não havendo, como se pensava, poros no septo de separação entre os dois ventrículos. Essa afirmação foi publicada em um livro teológico, *Christianismi restitutio*. Além de médico, Servet era um reformador religioso, sendo sua obra tão renovadora e antigalênica por seu conteúdo quanto antiga e galênica pelo estilo de explicação que a suscitou. Servet foi queimado na fogueira em 27 de outubro de 1553, nove meses depois de seu manuscrito ter sido publicado, em Genebra, após julgamento por Calvino. Pouco mais tarde, Realdo Colombo[3] e Valverde de Amusco difundiriam por toda a Europa a grande façanha de Servet.

O descobrimento da grande circulação: William Harvey

Como todas essas coisas, tanto a argumentação como a demonstração visual mostram que o sangue passa através dos pulmões e do coração pela ação dos ventrículos (e aurículas), e é distribuído para todas as partes do corpo, onde passa pelas veias e poros da carne, e depois flui pelas veias, circundando todos os lados até o centro, das veias menores para as maiores, e é por elas finalmente descarregado na veia cava e na aurícula direita do coração, e em tal quantidade ou em tal fluxo e refluxo pelas artérias, e pelas veias, de uma tal forma que não pode ser suprido pela alimentação, e em quantidades muito

3. Matteo Realdo Colombo (?-1559), nascido em Cremona, na Itália. Entre os anos de 1538 e 1539, foi assistente de anatomia de Vesalius na Universidade de Pádua. Ensinou cirurgia e anatomia na Universidade de Pisa e foi professor do Collegio della Sapienza. Em 1559, foi publicado o De Re Anatomica, um comentário crítico ao *De humani corporis fabricæ* de Vesalius, assim como este tinha sido um tratado crítico sobre a obra anatômica de Galeno. A principal afirmação do livro é a passagem do sangue pelos pulmões por meio da artéria pulmonar, isto é, o sangue que sai do ventrículo direito do coração segue para os pulmões não apenas para nutri-lo, mas para lá ser aperfeiçoado e retornar ao coração (Rebollo, 2002).

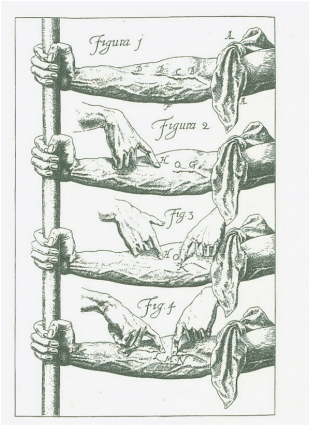
maiores do que seria necessário pelo mero propósito de nutrição; é absolutamente necessário concluir que o sangue se encontra em estado de movimento incessante; que é esse o ato ou função que o coração desempenha por meio da pulsação, e que essa é a única finalidade do movimento e da contração do coração.

Esse é o texto do Capítulo 14 do livro *Exercitatio de De Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (1628), de William Harvey, onde este enuncia sua conclusão. O caminho traçado nos treze capítulos anteriores à conclusão relata passo a passo seus experimentos, sem confrontar as ideias de Galeno. Friedman e Friedland (2000) referem que

[...] mesmo consciente de que não apenas Galeno, mas Servet, Colombo e Cesalpino haviam descrito a circulação pulmonar ou menor, só deu algum crédito a Galeno por essa descoberta, ainda que, apesar dos viscosos elogios a Galeno, Harvey inexoravelmente apresenta suas próprias observações, desde o coração moribundo de uma cobra até o coração mais pulsante do Visconde Hugh Montgomery.

Estas são suas principais argumentações e experimentações para provar a grande circulação:

- Assertiva inicial: a quantidade de sangue que passa da veia cava para o coração é muito superior ao alimento ingerido; sua experiência é feita em um cachorro; o ventrículo esquerdo, cuja capacidade mínima é de aproximadamente 47g, envia em cada contração para a aorta não menos que a oitava parte do sangue que contém (6g); portanto, a cada meia hora, saem mais de 12 kg de sangue, muito mais do que o obtido a partir dos alimentos seria capaz de produzir (lembremo-nos de que Galeno afirmava que o fígado era o produtor do sangue a partir dos alimentos); logo, era necessário que voltasse ao coração.
- Primeira prova: o que sucede no braço quando metodicamente é apertado acima do cotovelo em indivíduos de veias aparentes; se essa ligadura é forte, desaparecerá o pulso radial e as mãos ficarão frias; se afrouxarmos um pouco a ligadura, o pulso volta



a sentir-se e as veias do antebraço se ingurgitam, a mão incha, fica quente e enrubesce; solte-se totalmente a ligadura e desaparece com rapidez o ingurgitamento venoso. A hipótese corroborada pela primeira questão é reforçada: o sangue que flui para os membros pelas artérias reflui pelas veias.

• Segunda prova: a função das válvulas venosas descritas anatomicamente. Pratique-se uma ligadura mais frouxa em um indivíduo delgado com veias grossas; estas se ingurgitarão e deixarão ver de trechos em trechos um adensamento correspondente a cada um dos conjuntos de válvulas da parede venosa; pressione-se com o dedo a veia entre os dois adensamentos, deslizando para a parte distal: o sangue se ingurgitará mais no adensamento inferior e não pode passar por ele; deslize ao contrário e o sangue fluirá facilmente para cima. A figura a seguir reproduz o desenho original apresentado no livro de Harvey.

• Conclusão: a circulação do sangue do coração às artérias e destas às veias e das veias ao coração é um fato tão certo quanto evidente com o cálculo da quantidade de deslocamento do sangue pelos vários deslizamentos do dedo na direção proximal.

Entralgo(1993) comenta ser esse um típico experimento moderno, "resolutivo", no sentido de Galileu: ante a realidade, uma hipótese explicativa fortalecida por um forte argumento aritmético e em continuação com duas provas experimentais concludentes da verdade sobre essa hipótese.

As controvérsias de seu tempo

Imaginar que um novo modo de olhar um mesmo objeto não o modifica e que aqueles que o olharam de outro modo logo perceberão que estavam equivocados seria acreditar que a construção do conhecimento é apenas uma cadeia de verdades reveladas, de continuidades e rupturas, e não um processo de construção social onde a dialética das sociedades desempenha um papel importante.

Nesse sentido, a descoberta de Harvey vai trazer à tona controvérsias conservadoras ligadas

às concepções aristotélicas e galênicas, que não se concentram apenas nas instituições como a Igreja ou num pensamento religioso, mas também em cientistas que se formaram dentro daqueles conceitos e ou não conseguem entender no seu tempo as mudanças dos paradigmas ou avançam num sentido possível para o período.

O caso da troca de correspondências entre Harvey e o médico alemão Carper Hofmann é um exemplo em que a teoria de circulação sanguínea é questionada.[4] Nossa intenção não é reproduzir essa interessante polêmica em detalhes, mas trazer as questões centrais debatidas pelos dois cientistas.

Primeiramente, é importante dizer que Casper Hofmann (1594-1648),[5] médico alemão declaradamente aristotélico, visto como um homem de ideias conservadoras e que de maneira geral seguia fielmente as ideias de Galeno,[6] defendia que o coração era responsável pela cocção e pelo aperfeiçoamento do sangue seria distribuído para nutrir e vivificar o corpo através das faculdades de atração e retenção. A ideia anatômica de o coração ser um músculo e ter seu movimento (sístole e diástole) como propriedade contrariava a ideia Aristotélica do movimento comandando pelos nervos.

Hofmann concentrou seu ataque em duas objeções: a primeira, de natureza essencialmente filosófica: "mas, se a circulação existe, qual é o seu propósito?"; a segunda, de natureza anatômica: "se a circulação existe, por quais vias e por meio de que faculdade o sangue passa das artérias às veias?". Assim ele resume a posição de Harvey:

[...] ele quer provar que o sangue é transferido do coração para as artérias e que por meio delas é distribuído para o corpo; no corpo, o sangue é recolhido pelas veias e nelas viaja novamente percorrendo o mesmo caminho de volta ao coração, onde será novamente cozido[7] *(coquatur) e levado às artérias para o corpo, para novamente ser recebido pelas veias"* (Whitteridge, 1971, p.239, apud Rebollo, 2002).

4.
Rebollo (2002), em seu artigo, relata esse fato com todos os detalhes e uma revisão extensa da literatura sobre o tema. Conclui que o teor das cartas não é meramente um debate médico, mas um diálogo entre duas filosofias médicas e científicas distintas.

5.
Nascido em Nuremberg, estudou medicina em Leipzig e Estrasburgo, seguindo como bolsista para Pádua, onde foi aluno de Fabrício de acquapendente, alguns anos antes de Harvey (Rebollo, 2002).

6.
Hofmann escreveu, entre outras obras, o *De Thorace,* 1627, o *Apologia para o Galeno* e o *Commentarii in Galeni de usu partium corporis humanis* (Flanklin, 1961, apud Rebollo, 2002).

7.
A palavra e o conceito de cocção não são usados em nenhum texto de Harvey. No fundo, a leitura do trabalho por Hofmann mistura o que está escrito na obra com sua interpretação.

O que está em jogo nas duas objeções são a essência da teoria baseada na compreensão das partes anatômicas e sua função. Essa parte corresponde à não aceitação dos primeiros cinco capítulos do *De motu cordis*, que constituem um relato descritivo da anatomia das partes e de sua função. Outra questão central de Hofmann está na seguinte pergunta: "como isso pode ser provado?", em que o "argumento quantitativo", não é aceito, nem a possibilidade de quantificação desse sangue. Por fim, pergunta-se: "por quais vias esse sangue que circula passaria das artérias às veias?".

As ideias aristotélicas fazem com que Hofmann acuse Harvey de não seguir o modelo de demonstração anatômica exigido pelos anatomistas, isto é, "de acordo com a maneira antiga, por meio de demonstrações diretas: o que é, observe; o que pode ser, considere (*hoc est, hoc videte; hoc ita sit, conside/rate*)". Para Harvey e os anatomistas dos séculos XVI e XVII, a medicina fazia parte da filosofia natural. No caso específico da anatomia, responder às questões "por que uma coisa é o que ela é?" e "por que exerce tal função?". Tais orientações geraram um modelo de leitura anatômica composto por uma *história* descritiva e narrativa; pela descrição da ação ou atividade (*actio*) das partes e pela apresentação da sua função (*usus*) e de seu propósito final. Hofmann não é o único a recusar o "argumento quantitativo" de Harvey. Na verdade, a maioria dos anatomistas da época, como era de se esperar, não aceitou tal argumento como prova da circulação, simplesmente porque a matemática, para eles, não tinha força enquanto prova ou demonstração em ciência no sentido aristotélico – isto é, demonstrar em anatomia é fundamentalmente apresentar a causa ou o propósito final para a fisiologia da época. O sangue se movimentava segundo as necessidades das partes, "como o fluxo e o refluxo das marés".

No penúltimo parágrafo, Harvey ironicamente convida Hofmann a aproveitar a propícia ocasião e se tornar um verdadeiro anatomista, procedendo a uma demonstração anatômica e vendo com seus próprios olhos aquilo que tinha sido afirmado acerca

da circulação. Enquanto isso não ocorresse, Harvey pedia a Hofmann que não negasse nem ridicularizasse sua pessoa e suas afirmações sem conhecimento suficiente.

A outra contribuição de Harvey para a biologia

Talvez outra maneira de analisar Harvey em relação a seu tempo seja a frase que Ortega y Gasset[8] divulga a partir de um romance:

Yo no soy un libro hecho con reflexión, yo soy un hombre con mi contradicción.

Entralgo (1993) coloca a posição de Harvey no período como "de um lado a indubitável condição moderna, segundo os cânones da scienza nuova, do seu método experimental e de uma parte do seu pensamento fisiológico; do outro, seu não menos indubitável aristotelismo" e diz que, sem pretendê-lo, dá um primeiro passo para a doutrina biológica que no século XVIII receberá o nome de "Vitalismo".

O seu livro *Exercitationes de generatione animalium* é produto do seu trabalho consagrado ao estudo da geração dos animais a partir da observação embriológica dos ovos de galinha e de certas espécies animais. Mais importantes que a descrição por ele realizada de suas observações são as ideias biológicas a partir daí formuladas. A primeira refere-se ao modo de geração animal: metamorfose (animais inferiores), em que o todo vai se distribuindo em partes, e a epiginia (animais superiores e sanguíneos), em que as partes vão surgindo uma a uma segundo uma ordem fixa: o todo vai se constituindo pelas partes. A segunda é relativa à ideia de geração espontânea, que ele propõe que pudesse ser consequência de sementes já existentes e invisíveis no ar. A terceira refere-se ao conceito de espécie. As espécies somente seriam assim classificadas quando se reproduzissem por epiginia, o que introduz o conceito de uma força de natureza divina, uma "alma da espécie", capaz de manter fixa sua forma na reprodução.

Entralgo (1993) considera que nessas ideias estão o esquema e a chave do pensamento biológico

8. José Ortega y Gasset (1883-1955) foi um importante filósofo espanhol. Escreveu obras consagradas na área da Filosofia, como *Meditação do Quixote* e *Rebelião das massas*.

de Harvey: na realidade imediata do animal existe uma "forma", sua anatomia, e várias "forças" determinantes das atividades fisiológicas dos indivíduos, susceptíveis de serem estudadas pelos métodos e pressupostos da *scienza nuova*; na raiz dessa forma e dessa força, existe uma mais constitutiva (*vis enthea*), que age pelo sangue e em última instância dá a constância à qual o indivíduo animal em questão pertence; apesar do nome "força", ele a considera um princípio fora da área de estudo da natureza, considerando-a mais como um princípio metafísico e sacro.

Considerações finais

Se acompanharmos as mudanças ocorridas durante o Renascimento, pode-se afirmar que, para o conhecimento científico, houve uma travessia importante feita pelos questionamentos aos postulados anteriores e à questão do próprio método de geração desse conhecimento. Muitas das perguntas e questões levantadas serão respondidas em outro momento da história da ciência, com outros métodos. Porém, cada vez mais esse caminho vai distanciando os postulados religiosos dos da ciência moderna ocidental.

Por que o coração bate autonomamente e é regulado por mecanismos físicos e químicos; como o sangue passa das artérias para as veias pelos capilares e nutre os tecidos; como o DNA comanda o processo embriológico nos animais; essas serão respostas a algumas perguntas, respostas que hoje geram novas perguntas, que redirecionam a ciência no mundo contemporâneo, enquanto os interesses econômicos, sociais e as ideias de progresso vão adquirindo outras concepções.

Termino com uma citação de Sigerist (1974), em palestra proferida sobre o tema "Ciência e História", em 1953, em que ele discorre sobre o momento histórico e o progresso científico, referindo-se à descoberta da circulação sanguínea desta maneira:

Celebrando em 1928 o tricentenário da descoberta da circulação sanguínea, nos perguntávamos por que teve lugar na primeira metade do século XVII, por que não antes e por que não depois? Existiram brilhantes

anatomistas no século XVI e ainda muito antes havia sido descrita a circulação menor, sem apreender todo seu significado. Para entender corretamente um novo avanço científico, devemos estudá-lo dentro do marco geral da civilização desse período, em todos os seus aspectos: econômico, social, literário, artístico etc... Quando assim procedemos no caso de Harvey, pronto apreendemos que ao fim do século XVI e começo do XVII estava-se operando uma fundamental transformação na perspectiva que o homem tinha do mundo. Surgia uma nova arte com Michelangelo, que mais tarde chamamos de "barroco", em contraste com a arte clássica do Renascimento, com suas figuras de limites líquidos e superfícies bem definidas e com composição harmoniosa e bem equilibrada. O artista barroco, ao contrário, via o mundo em movimento; os perfis de suas imagens eram borrados, num jogo de luz e sombra; em suas composições, havia um relevo diagonal e uma janela aberta ou uma paisagem distante davam à sua criação uma perspectiva mais ampla e profunda. Sua arte era dinâmica e não estática. O artista renascentista se interessava pelo que existe, o barroco pelo que ocorre. Houve uma mudança definida do estático para o dinâmico, começando com Caccini, na física com Galileu, e nas ciências médicas com Harvey. Como sabemos, era um anatomista; mas era fascinado pelo movimento e, nas suas mãos, essa disciplina se converteu em "anatomia animada". Escreveu também um livro sobre embriologia, que também é uma anatomia animada.

Referências

Bernal JD. *Historia social de la ciencia*. 2 v. Barcelona: Peninsula, 1967.

Castiglione A. *História da medicina*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1947.

Entralgo PL. *Historia de la medicina*. Madrid: Alianza Editorial, 1993.

Friedman M, Friedland GW. William Harvey e a circulação do sangue. In: _____. *As dez maiores descobertas da medicina*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

Rebollo RA. A difusão da doutrina da circulação do sangue: a correspondência entre William Harvey e Caspar Hofmann em maio de 1636. Hist. Ciênc. *Saúde-Manguinhos,* Rio de Janeiro, set-dez 2002, v(9), n(3): 479-513.

Sigerist HE. *Historia y sociologia de la medicina*. Bogotá: Editora Guadalupe, 1974.

Whitteridge G. William Harvey and the circulation of the blood. In: Rebollo RA. A difusão da doutrina da circulação do sangue: a correspondência entre William Harvey e Caspar Hofmann em maio de 1636. *Hist. Ciênc. Saúde-Manguinhos,* Rio de Janeiro, set-dez 2002, v(9), n(3): 239.

Data de recebimento: 05/01/2016
Data de aprovação: 05/05/2016

Seção Depoimentos

Projeto PPSUS Entrevista com Dra. Cosue Miyaki da produção de soros e vacinas

PPSUS project Interview with Dr. Cosue Miyaki on the production of serums and vaccines

Entrevista realizada em 29 de março de 2011 na biblioteca do Instituto Butantan, em São Paulo. Entrevistadores: Dr. Nelson Ibañez, Olga Sofia Faberge Alves, Suzana Cesar Gouveia Fernandes. Transcritora: Sônia M. Claro Correia

Entrevistadores – Então, Cosue, a gente queria num primeiro momento que você falasse um pouquinho da sua trajetória profissional aqui no Instituto Butantan, em particular relacionada à questão das vacinas.

Bom, a minha história é longa, trabalho no instituto há mais de trinta anos, entrei concursada como biologista no serviço de cultura de células. Atualmente o setor não existe, mas, no organograma oficial do instituto, ainda existe. Então eu entrei pra fazer cultura de células de linhagem, cultura de células primárias, desenvolvimento de alguns produtos novos, como a gente testou vacina de herpes, aí fazíamos o controle da vacina de sarampo e poliomielite. Depois houve umas mudanças estruturais no instituto, a gente até iniciou a produção da vacina de sarampo, que foi, eu acho, a primeira transferência de tecnologia na época, isso foi mais ou menos no início da década de 1980, se não me engano. Aí o Butantan, eu não sei bem como funcionava, se era a Secretaria da Saúde ou o Ministério da Saúde que importava o concentrado da Merck... tinha um convênio e a gente recebia o bulk da Merck e fazia a formulação,

o envase e a liofilização aqui no Instituto Butantan, onde atualmente é o prédio da vacina de hepatite. Ali era o laboratório de produção do produto final. Terminando o envase e a formulação no prédio, ali a gente chamava de "sarampo", "laboratório de sarampo". Eu trabalhava também nessa etapa e ao mesmo tempo a gente fazia o controle de qualidade desse produto, que é um produto viral, uma vacina viral, e não havia essa modalidade no controle de qualidade do instituto. Depois, na década de 1990, houve uma mudança estrutural com a vinda do professor Isaías. A gente tinha uma proposta: o Butantan comprava 5 ou 10 milhões de doses de *bulk*, depois ocorreria a transferência de tecnologia, tanto é que o laboratório, quando foi construído, já estava pronto para receber essa tecnologia. A metodologia na época ainda era inoculação em ovos, em cultura de células de ovos embrionados, de embrião de galinha, então já tinha toda essa etapa, tudo pronto. Foi quando se decidiu que o instituto não iria mais fazer isso, iria começar a produção da vacina da hepatite B. Então o "prédio do sarampo" foi adaptado para produção da vacina de hepatite B. Consequentemente, continuei lá, só que não na parte da produção. Fui para a área de desenvolvimento. Era uma vacina nova, na época se chamava "vacina de terceira geração", porque era um recombinante. Foi o primeiro produto e acho que a única vacina recombinante que ainda é utilizada no Brasil, a vacina da hepatite B. Como é recombinante, precisava de uma série de controles diferentes que não havia no instituto, pelo menos no serviço de controle. Então...

Um parêntesis aqui... Quer dizer que começou um processo de transferência da vacina de sarampo pela Merck. E depois? Você sabe por que se abandonou isso?

Olha, sobre isso seria bom também entrevistar o professor Isaías, porque ele tem outra cabeça, outra mentalidade. Na época, ele achava que o sarampo talvez não trouxesse tanto retorno para o instituto e a hepatite B, como estava naquele boom, com a AIDS... todo mundo precisando ser vacinado, a transmissão sendo

sexual, sanguínea... era um produto novo. Com a abertura da União Soviética, os pesquisadores russos tiveram mais liberdade. Não sei se alguém entrou em contato com ele e veio com a levedura recombinante pra fazer a produção. Era um produto novo, que a gente iria iniciar do zero e levaria até o produto final, contando que essa transferência de tecnologia ainda tinha que caminhar um pouco, recebendo os concentrados, para que talvez depois de um ano a gente passasse a produzir vacina de sarampo. Só que o sarampo tem outros produtores, vários produtores, o Bio-Manguinhos fazia quase a mesma coisa que a gente. Eles tinham convênio com o Japão, então teoricamente havia um concorrente dentro do Brasil: Butantan e Bio-Manguinhos, dois tipos de vacina de sarampo. Então o professor preferiu seguir na linha da hepatite B, que era uma inovação tecnológica, um produto novo, com mercado maior, porque não tinha um produtor nacional, eram poucos os produtores de recombinante de hepatite B, três ou quatro indústrias farmacêuticas privadas. Eu fui para o desenvolvimento de algumas tecnologias para fazer o controle e o desenvolvimento de produção em escala laboratorial. Estabelecida essa escala, foi feita a escala-piloto para fazer o registro da vacina. Mais ou menos entre 1999 e 2000, pensou-se na produção industrial. Aquele processo já tinha se iniciado entre 1993 e 1994, e em 2000 a gente já estava apto a começar a escala industrial. Como todos os testes de controle estavam estabelecidos, a gente já sabia como fazer, já tinha a escala-piloto. A diretora da divisão de produção na época, Dra. Isa, perguntou se eu não queria ir para o laboratório industrial para implantar a escala industrial. Então, entre 1999 e 2000, fui para lá tentar implantar a escala industrial. Foi uma coisa assustadora, porque saí da bancada com mililitros de produto e lá eram quinhentos litros, mil litros. A amostra era restrita, quando na produção você tem amostra à vontade, então foi um choque. Tive de cinco a seis meses para implantar a escala industrial, que eles já vinham tentando seguir, mas não conseguiam muito avançar. Fui lá tentar ajudar com o que eu sabia de desenvolvimento. A partir de

2000 e 2001, a gente começou uma escala industrial que continua até hoje. Suprimos o mercado nacional, produzimos muito bem e com boa qualidade, então meu objetivo na hepatite foi alcançado: meu objetivo era implantar a industrial e partir para outra coisa, se eu tivesse chance.

Você falou que houve uma abertura na União Soviética. Não houve transferência de tecnologia? Vocês desenvolveram a tecnologia aqui ou vieram pra cá...

Eles vieram para cá, nos ajudaram, eu trabalhei com eles. Eles tinham uma metodologia para fazer uma escala, até a escala-piloto a gente teve que adaptar com as nossas condições. Então é uma tecnologia baseada na deles, mas desenvolvida aqui. A gente desenvolveu desde o início: eles trouxeram a cepa, a levedura, a gente pôs para crescer, expressar a proteína e fizemos toda a parte a parte de purificação.

Isso é patenteado?

É. É patente nossa, juntamente com os russos, que são, digamos, "donos da levedura". É patenteado, inclusive deve haver um contrato que garanta que eles ganhem *royalties* sobre a produção. Há toda essa coisa de registro, patente, tudo é feito dentro das normas.

Das normas operacionais?

Isso. Então o representante russo ficou com a gente até mais ou menos 2003, período em que ele ainda dava suporte mais direto, depois partiu para outra coisa, porque a produção caminhava praticamente sozinha. A minha ideia era ficar cinco anos até estabelecer toda a tecnologia, então teoricamente entre 2004 e 2005 eu já estava tentando procurar algo diferente para fazer. Não tinha ideia do que fazer, tentei outras coisas, mas também não deu muito certo. Então, em 2005, a Dra. Isa me perguntou se eu não queria fazer parte da produção de vacina para *influenza*. Eu não queria, nem chegava perto do projeto, acabei pegando o projeto andando. Na realidade, não sei muita coisa, porque o projeto deve ter sido iniciado bem antes de 2005 e eu entrei só em

meados daquele ano. Aí, ao mesmo tempo, aconteceu aquele surto da gripe aviária. Não ainda uma epidemia, mas começou a haver casos de uma possível nova pandemia, o H5N1. Foi quando eu me interessei mais por essa parte, eu queria fazer o desenvolvimento da vacina para o H5N1 e não me importava muito com a transferência de tecnologia, para mim não tinha muito sentido, o sentido seria seguir a linha do H5N1. Então comecei a me inteirar sobre o vírus. No final de 2005 fui para a França, a Sanofi, para ver a produção da vacina que eles fazem, que é o motivo da transferência da tecnologia, porque, se eu fosse desenvolver alguma coisa com H5, usaria a mesma tecnologia. Eu nunca tinha trabalhado com a *influenza*, não sabia como se produzia a vacina... Sei que o Butantan também já produziu vacina da *influenza* nas décadas de 1970 e 1980, a Dalva produziu vacina para a *influenza* e a metodologia não é muito diferente... é em ovo, do mesmo jeito. Mas, como nunca tinha participado desse processo, fui à França, fiquei lá por duas semanas para ver a produção. Então, em 2006, veio o projeto com a OMS, com a secretaria, com o ministério, de fazer o laboratório piloto pro H5N1, quando comecei a me envolver no processo. Em 2007, a gente começou a produção, com ajuda dos franceses. Fui de novo para a França em 2006, embora eu achasse que ainda era muito cedo para isso, mas acabei indo tirar dúvidas para poder começar a produção aqui. Em 2007, começamos a produção, mas não com H5, e sim para aprender com outro vírus que eles nos forneceram. Mas, no mesmo ano, a gente começou a mexer com a H5N1. O laboratório-piloto foi classificado pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança como nível 3 para que pudéssemos manipular o vírus, pois o H5 não existe aqui no Brasil. Seria necessário, então, um laboratório especial, nível de biossegurança 3, para que pudéssemos manipular o vírus. Tinha-se convênio com o ministério com meta de produzir um estoque estratégico de 20 mil doses. A gente cumpriu a meta, as doses estão lá em forma de concentrado, só que isso ocorreu já em 2007-2008. Como a pandemia não veio, está lá todo o

nosso produto. Nesse intervalo, começou-se também a transferência de tecnologia industrial, então, em 2008, na falta de outra pessoa, comecei a ir ao laboratório industrial. Minha ideia era ficar no desenvolvimento e não na produção, mas meu contato lá era muito pequeno. Houve o concurso, entraram vários funcionários, mas o laboratório não funcionava 100%, então não tinha como abrigar todo o pessoal lá e as pessoas foram distribuídas em vários laboratórios. Então a gente começou a receber ovos. No princípio eram poucos, depois vieram em maior quantidade, aí a gente foi tentando treinar o pessoal na linha inicial da produção, por volta de 2008 e 2009. Em 2010, houve uma turbulência e fomos obrigados a fazer com que o laboratório funcionasse realmente, então deu-se o *startup* na fábrica, em setembro daquele ano, e a fábrica passou a funcionar, mas sem vírus, só mexendo com a quantidade de um lote de ovos (recebemos 123.840 ovos por carregamento). Vieram os técnicos franceses para ver todo o funcionamento da linha entre setembro e outubro, para que nos adequássemos e pudéssemos começar a lidar com os vírus. Naquele ano, a gente começou a manipulação com vírus, eles vieram novamente pra ver se estava tudo ok... Não me lembro se foi em setembro, não, talvez antes, entre junho e julho... Nisso eu fui me envolvendo cada vez mais na produção, tomando conhecimento das coisas, estudando, pesquisando e tentando treinar os funcionários, os mesmos funcionários que trabalharam comigo no H5 foram para lá, eles são atualmente os coordenadores de cada área e comandam a produção, cada um com sua equipe.

Vamos voltar um pouquinho, Cosue. Até acho interessante depois falar de cada uma dessas áreas, que áreas são essas dentro da produção, mas, só voltando um pouquinho... quando você disse que foi à França, foi por duas vezes...
Isso.

Objetivamente, qual foi sua função dentro desse projeto de transferência tecnológica?

Na verdade, minha responsabilidade era aprender a linha de produção para poder aplicar com o H5, só que eles o fazem numa produção industrial e eu lidaria com uma produção quarenta vezes menor. Claro, os equipamentos são outros, a gente teve uma série de problemas por causa dos equipamentos superdimensionados, o meu era um volume menor, então minha função foi aprender a fazer a produção, não importava em que escala, eu tinha que aprender toda a linha de produção, entender como era feita, entender o vírus... todo esse conhecimento eu adquiri com o piloto e todo o pessoal que trabalhou, mais ou menos dez, onze funcionários, todos aprendemos juntos. Eles não foram, apenas eu fui para trazer a parte prática e treinar esse pessoal. Eles foram treinados em menor escala, a gente chama de escala-piloto, não é laboratorial nem é piloto, embora sejam 5 mil ovos, mas é uma quantidade pequena perto da produção, que são 120 mil ovos. Eles foram treinados, conhecem toda a tecnologia, sabem praticamente resolver todos os problemas que possa haver. Isso foi bom, o piloto foi bom para isso, meu objetivo era treinar esse pessoal para que eles pudessem dar continuidade ao processo na fábrica, porque minha ideia original não era ficar lá. Mas aí faltaram pessoas. Por uma série de contingências, em 2010 eu fui obrigada a permanecer lá, mas só a área produtiva da fábrica tem mais de 10.000m², e era impossível eu sozinha tomar conta da parte tecnológica, da parte administrativa, da parte estrutural e lá há mais de cem funcionários. Então eu solicitei uma outra pessoa para ficar na parte administrativa. Então eu ficaria na parte técnica e essa outra pessoa, o Maurício, ficaria com a parte administrativa e dos problemas com funcionários. Teoricamente, lá nós temos duas direções, a parte técnica e a parte administrativa, mas, na realidade, eu ainda sou chefe da área de hepatite. Aliás, nem sou chefe da hepatite, eu sou chefe oficialmente da área do sarampo, porque a hepatite não existe no organograma do instituto. Então sou chefe do sarampo, sou chefe da hepatite e

estou na *influenza*. E na *influenza* não há cargo de chefia, a gente assina como responsável. O Maurício é da fundação, e em tese há essa divisão de que não se pode ser chefe. Ele é o "responsável". Então trabalhamos assim. Na verdade, não quero permanecer lá como chefe, acho que agora, uma vez que se estabeleceu a técnica, ela está desenvolvida, com tudo funcionando, não tem necessidade de eu ficar lá. Eu poderia me aposentar ou ajudar em outra coisa, em outro projeto. Depois que eu me estabeleci, minha meta é poder ajudar o instituto também em outras atividades. Então a minha história é mais ou menos isso. Atualmente ainda estou na área da *influenza*. Desde dezembro do ano passado começamos a produzir lotes industriais, temos uma previsão de entrega de pelo menos 1,5 milhão de doses da vacina ao ministério, o que é muito complicado, porque teoricamente eu produzi quase 5 milhões para poder entregar 2 milhões ao ministério. Há uma série de perdas pelo caminho, não na produção, mas há a questão da formulação, do envase, as amostragens para controle, então a produção é cruel, teoricamente eu produzo 4 a 5 milhões, mas, no final, só tenho de fato 2 milhões de vacinas. Toda produção é assim, não é diferente na hepatite. Estamos conseguindo, terminamos a produção dos lotes comerciais, agora é esperar os resultados do controle para poder fazer a formulação, o envase, e entrar na campanha de vacinação. A minha história é mais ou menos isso.

Você considera então que com essa vacina a transferência foi total.

A transferência foi. Primeiro foram alguns pesquisadores lá... Há muitos anos, o Butantan recebe a vacina concentrada, o bulk, então o pessoal do controle já foi qualificado, já foi treinado, o pessoal do envase, o pessoal da formulação, eles também foram treinados pela Sanofi, eles vêm aqui de tempos em tempos checar, então essa parte final já está bem sedimentada. A parte de produção, pelo menos há dois anos, vem tendo um acompanhamento mais direto deles. A última visita foi antes de a gente começar, mais ou menos em setembro ou outubro do ano

passado, para ver nossos testes de consistência, para ver se a gente realmente está fazendo do jeito que querem. Depois disso, a gente passou aos lotes comerciais. Teoricamente, a tecnologia de transferência já foi feita, com acompanhamento desde o início, desde 2006, 2007, mais diretamente no laboratório. Desde que eu tenho mais contato, os anos de 2009-2010 foram a época em que ocorreu mais fortemente essa transferência. Como já estamos produzindo comercialmente... É claro que de vez em quando temos algumas dúvidas, acontece algum problema, mas acho que temos alguma vantagem sobre eles, primeiro porque conseguimos resolver os problemas e nossos coordenadores foram treinados em todas as etapas de produção, e lá não, o técnico é exclusivo, então não sabe o que acontece com o outro, nem com o anterior e nem com o posterior, só sabe de sua área. Aqui, nosso pessoal sabe o que acontece em toda a linha de produção, às vezes até dizem... "Os técnicos de vocês são diferentes, eles são mais aptos, são mais adaptados, têm mais iniciativa". Lá eles têm o técnico... o líder, o coordenador, um não interfere no trabalho do outro. Às vezes isso é bom, às vezes não é tanto. A gente está tentando fazer o mesmo modelo deles, temos coordenadores, temos líderes, temos os técnicos, os colaboradores que trabalham.

E quais são essas etapas de produção?

A produção da vacina é complexa, tem várias etapas, mas, resumindo, a gente tem um recebimento dos ovos, que atualmente vêm com embriões já de 10 a 11 dias. Aí colocamos o vírus dentro do ovo. Essa é a primeira parte: o recebimento dos ovos, a inoculação, e a colocação deles numa incubadora para ocorrer a replicação do vírus. Aí começa a segunda etapa: a colheita do líquido que há dentro do ovo, que vai ser a nossa matéria-prima para chegar ao concentrado onde o vírus está. A gente tem essa colheita do líquido, que será então processado. A produção é uma série de purificações desse líquido, e há várias etapas de purificação. No final da purificação, esses 120 mil ovos que recebemos se transformam em 1 litro de produto, é a forma mais concentrada do

nosso processo, é o material mais caro que a gente tem de toda a linha, e ela já está purificada quase que em seu processo final. Depois da purificação, a gente fragmenta o vírus, a vacina é feita com o vírus fragmentado – e depois ela ainda é inativada, para só então ter a parte de filtração final, esterilizante, quando se tem o *bulk*. É claro que há várias etapas intermediárias, mas, basicamente, os passos principais são esses, o recebimento dos ovos com a inoculação, a colheita, a purificação, a fragmentação, a inativação e a filtração esterilizante, quando se obtém o *bulk*. Nesse ponto, podemos chamar o produto de "concentrado monovalente", porque a vacina da *influenza*, essa da campanha, tem três tipos de vírus. Então a gente tem que produzir três tipos, eles são produzidos independentemente, primeiro a gente processa um tipo, limpa todo o laboratório, tem que tirar todo resquício desse vírus anterior, começa uma segunda cepa, limpa de novo e começa a terceira cepa. Só depois que a gente tem as três prontas é que manda para formulação e envase.

São três produções.
Isso. São três, então a vacina é tripla. E o nosso tempo é pequeno, porque a OMS divulga as cepas que vão compor a vacina aproximadamente em setembro e a campanha da vacinação começa em abril-maio. A gente só tem de setembro, outubro até abril, mais ou menos, para terminar toda a produção. É uma correria nesse intervalo. A produção da vacina da *influenza* funciona assim.

Cosue, qual você considera a importância, a relevância sanitária desse processo de transferência tecnológica no caso da *influenza*?
Eu não entendo por que você diz sanitária...

"Sanitária" no sentido do impacto externo da doença em geral ou, mais especificamente, no conhecimento, no desenvolvimento dessa tecnologia. Então... Essa vacina tem uma relevância porque ela impacta na saúde da população...

Bom, ela impacta. Primeiramente, acho essa transferência de tecnologia muito importante. O Butantan é o primeiro produtor da vacina no Hemisfério Sul aqui das Américas, o único outro produtor no mundo, em todo o hemisfério, é a Austrália, todos os outros produtores estão localizados nos Estados Unidos e na Europa. Então, se ocorre uma pandemia, é difícil o Hemisfério Sul ter a vacina, o que torna isso extremamente importante. O Butantan se destaca por ser o único produtor da sul-americano e, em nível global, seria o segundo produtor no Hemisfério Sul. Só isso já representa um impacto, tanto impacto na saúde como impacto financeiro, porque é um concorrente a mais que está entrando no mercado, os laboratórios produtores vão pensar... "agora já tem um outro produtor em outro lugar". E a vacinação é a única forma de se prevenir a gripe. Se não for vacinado, você está reproduzindo os casos, está aumentando, isso segue num crescimento alarmante, então, se não tiver a vacina, boa parte da população pega a gripe, é maior custo para o sistema de saúde, é maior o custo financeiro para as empresas, porque a pessoa vai ficar em casa... então a vacina tem um impacto muito grande para a população, para o governo, para as empresas... É um benefício muito grande.

Sim... Você disse agora, Cosue, e o Dr. Mercadante, em entrevista, tinha comentado um pouquinho sobre como foi a discussão institucional para que essa transferência tecnológica fosse possível. Você acompanhou esse processo?

Não. Nada. O que fiz foi ter ido lá. Mas sei, pelo que eu ouvi, que foram tentadas várias pessoas para o cargo de responsável pelo laboratório. Houve pessoas que foram à França, mas logo depois saíram. Quando eu fui, fui com a Flávia, que trabalha com o Dmitri, que também trabalha lá no laboratório de Biotecnologia... Eu não sei se a ideia original era

que eu fosse para o desenvolvimento do H5 e eles cuidassem de lá. Houve um outro funcionário que também foi para lá, mas acabou saindo do instituto. No final, eu tive de ir.

Você acha que a experiência anterior, com o sarampo, foi importante para o processo atual?
Olha, muitos equipamentos usados na *influenza* são os mesmos usados com a hepatite. Por exemplo, um dos técnicos, coordenador da etapa de purificação, trabalhava na hepatite, era funcionário naquela área, mas lá cuidava de outra parte do processo. Ele passou no concurso e lhe foi recomendado que tentasse aprender essa parte da purificação na hepatite. Ele teve um treinamento inicial em hepatite com esses equipamentos. Se não houvesse esse funcionário, que mexe com as ultracentrífugas, que são talvez o bem de maior valor, um patrimônio caro lá da fábrica, se outras pessoas poderiam ser treinadas. Eu acho que sim, acho que todo mundo tem capacidade de aprender a operar um equipamento. Teria, por exemplo, de ser feito o treinamento para o caso da hepatite com essas ultracentrífugas. O coordenador da área de fragmentação também é um ex-funcionário da equipe de hepatite que passou no concurso e foi para a *influenza*. Outros vieram de outros lugares e também aprenderam. Todos os funcionários dedicados a aprender, abertos a novas tecnologias, a novos aprendizados, têm condições de absorver uma tecnologia nova, assim como nós começamos a tecnologia da hepatite B a partir do nada, veio um russo para ensinar os técnicos daqui a mexer nessas centrífugas, que até então o Butantan não tinha. Essas centrífugas são as únicas que existem na América do Sul, só o Butantan as tem, antes era só na área de hepatite, agora tem na *influenza*. Talvez, os fatos de termos esse conhecimento da hepatite e de eu também ter trabalhado na área tenham sido facilitadores, embora a tecnologia seja completamente diferente. Na hepatite a gente mexe com levedura, ali mexemos com ovos. Eu nunca vi tanto ovo na minha vida! Então eu via o carrinho lá com 5 mil ovos e me assustava, aquilo para mim não era escala-piloto, o

máximo o que eu via antes era uma bandejinha de 36 ovos. Era uma coisa nova pra todos nós, é ovo que não acaba mais. Se acho que transferência de tecnologia foi importante? É mais fácil? É. Economiza passos? Economiza, porque não precisa ter essa parte de desenvolvimento. Se for contar, o prédio está sendo construído não sei desde quando, mas o treinamento do pessoal recebendo ovo começou mais em 2008, 2009 e 2010. Foi rapidíssimo, pouco mais de dois anos. A área de hepatite foi inaugurada no começo dos anos 1990, e o desenvolvimento para produção em escala industrial foi em 2000. Foram quase dez anos. No entanto, se o prédio já está pronto, com todos os equipamentos, e você tem as pessoas para serem treinadas, em dois anos, com a transferência de tecnologia, você já pode ter o produto. Claro que, se tudo coopera, se o instituto ajudar, se há todas as matérias-primas, toda a manutenção, todos os equipamentos, se tudo funciona...

É... acho que é isso, internamente o Instituto Butantan tinha uma situação que era favorável...
Isso! E aquilo era prioritário, então a gente tinha que fazer funcionar.

E a questão externa? Por que o Butantan foi escolhido pela Sanofi?
Isso sinceramente eu não sei. Imagino que tenha sido algo como uma loteria, uma concorrência, veio um e ofereceu... "Você quer?" Também não sei como o instituto entrou nesse processo de fornecer a vacina da *influenza* para o ministério, então deve ter tido primeiro esse acordo com o ministério... "Olha, o Butantan é capaz de entregar "x" da vacina". E aí o Butantan foi atrás de alguns fornecedores, talvez a Sanofi tenha dado mais abertura. Geralmente, que eu saiba, numa transferência de tecnologia – e desde a época do sarampo funciona assim –, primeiro você compra o produto deles já prontinho, aí eles começam a te vender o produto concentrado. Em troca, depois de tanto tempo, eles transferem a tecnologia de graça, "de graça", porque você comprou uma série de vacinas, seja pronta ou em forma de concentrado.

Assim como na Bio-Manguinhos eles têm convênio com a Glaxo. É a mesma coisa. No caso do sarampo, a gente tinha convênio com a Merck, a Merck se ofereceu... Você compra o meu concentrado que eu passo a tecnologia. A Glaxo diz a mesma coisa para Bio-Manguinhos... Você compra meu concentrado, formula, envasa, que eu passo a tecnologia. Assim era a vacina do sarampo na época em que o Butantan produzia, com o Japão. Eles compravam o concentrado, pesquisadores foram para lá e vieram com a tecnologia para poder implantar aqui.

Na sua visão, Cosue, esse tipo de tecnologia de certa forma está ultrapassado?

Olha, é complicado dizer, porque desde a década de 1940 se produz esse tipo de vacina. É claro que no começo não tinha tanta purificação, o vírus não era fragmentado, era inteiro. A tecnologia mudou um pouco da década de 1940 para hoje, existem tecnologias mais novas, a vacina da *influenza* é feita em cultura de células, pois é um outro tipo de vírus, lida-se com o vírus vivo, a aplicação é nasal, nem todos podem receber esse tipo de vacina. É complicado dizer que essa tecnologia de produção é ultrapassada, porque não há outra maneira de se produzir, ou é em célula, ou é em ovo, ou faz um recombinante. Acho que o recombinante estava previsto para 2015 ou 2016, uma vacina universal. Os pesquisadores estão trabalhando, mas, no momento, se não me engano são quinze ou dezessete produtores mundiais de vacina e são poucos os que produzem células, acho que só nos Estados Unidos é liberada essa vacina de vírus vivo. Aí há um problema, em vacina de vírus vivo o vírus é atenuado, é adaptado na célula, mas está vivo, e se você joga na natureza e ele vai se recombinar com outro? O vírus da *influenza* tem essa característica, ele se recombina facilmente, por isso que causa várias pandemias, epidemias, surge um novo subtipo... Então eu não sei até que ponto essa vacina viva é viável. Se você tem um bom controle sanitário, tudo bem. Mas, mas não sei, a vacina recombinante tem uma legislação própria por ser uma GM e você joga na natureza um

micro-organismo que não existe, modificado geneticamente. Até você conseguir uma vacina universal é complicado, porque são vários os subtipos da *influenza*, então até você achar aquela proteína, aquele antígeno específico que vai contra todos os subtipos, leva tempo. Eu não sei se as indústrias, os produtores, estão interessados em que se mude a tecnologia, porque isso vai envolver mais dinheiro. E os fornecedores de ovos? São milhões e milhões de ovos que você usa por ano.

Há uma cadeia de produção.
Sim! Então é complicado. Assim como é complicado, por exemplo, você pegar um produto... O Butantan entrou com a hepatite B no mercado, só que quem tomava conta do mercado eram as empresas privadas, que iriam talvez fazer um *lobby* no ministério... Não, não comprem do Butantan, do Butantan não é bom, é o meu que vocês têm que... Em vez de você pagar, por exemplo, 10 dólares, o Butantan te vende por 2, eu te vendo por 5... Entendeu? Então eles também fazem esse *lobby* e é difícil você entrar no mercado. É a mesma coisa se você colocar uma nova marca de xampu no mercado, tem a concorrência... A gente tá vendo aí o caso da cerveja, há várias marcas, antigamente eram duas ou três, agora há várias marcas, aí um corre atrás do outro. Então acho que infelizmente no meio imunobiológico é a mesma coisa, embora não devesse ser, porque trata-se de saúde pública.

Interesses sociais... Mas acontece a mesma coisa.
É... Você vê, a Índia produz várias vacinas, exporta para o mundo inteiro, no entanto a população não as recebe, não há esse programa como no Brasil. Porque é uma indústria privada, ela exporta, mas a população local...

Não tem acesso.
Entendeu? É complicado. O Brasil ainda é um país privilegiado. Se for ver nessa parte de imunobiológicos, faz-se a campanha, a vacinação, tudo de graça. Nos Estados Unidos você paga pela vacina da *influenza*.

É...
17 dólares, 20 dólares, mas paga-se, não é obrigatório. Aqui também não é obrigatório, mas é de graça, então...

É quase compulsória. Cosue, se você fosse listar aqui nossos entraves, que peso você daria a cada coisa? O processo não foi tão liso assim, houve problemas. Que entraves institucionais para esse desenvolvimento e para a implementação você poderia citar?
Olha, é difícil falar isso, porque aí iria comprometer muita...

Não, não é pessoal...
Não, não é pessoal. Por exemplo, o governo nos deu dinheiro? Eu não sei... Entendeu? Eu estou lá para produzir. Agora, na produção, por exemplo, entrave que eu tenho é funcionário, o Estado não faz concurso, é um problema. Olha, somos em mais de cem, dá para contar nos dedos quem é do Estado, dez, quinze são do Estado. O resto é tudo contratado pela fundação. A fundação está dando suporte. É claro que se a produção não existisse, a fundação também não iria existir, ela está lá para ajudar a produção, não para comandá-la. O que eu acho é que, se fosse dizer em relação ao Estado, o problema é funcionário. Afinal somos um órgão do Estado. Sobre suprimentos, matéria-prima, não sei quanto é a verba do Estado para o Butantan. E, claro, salário...

É...
Então... É uma coisa ingrata. Por exemplo, eu sou pesquisadora, e não acho que pesquisadora deveria estar na produção, mas em uma produção também há desenvolvimento e, se eu não fosse pesquisadora, talvez não fizesse isso. Então, como pesquisadora, estou na produção, só que no meu desenvolvimento há coisas que não posso publicar. Primeiro porque estou amarrada a uma transferência de tecnologia, estou amarrada naquela patente, eu estou amarrada...

Tem o sigilo...
O sigilo. Afinal, é uma tecnologia de produção que não posso ficar divulgando para todo mundo, tudo lá é confidencial. E, na carreira de pesquisadora, eu tenho que publicar, na produção não há condições de publicar. O pesquisador é ligado à produção? É uma outra carreira? Até poderia ser. Se for ver pelo lado do Estado, eu, como funcionária pública, diria que o suporte que ele dá para a gente poder funcionar. Se não tem funcionário, não se produz, se não ganha bem, o funcionário vai ficar... A matéria-prima, os insumos que eu preciso para a produção o Estado compra muito pouco, talvez 90% deles venham pela fundação. Aí tem o lado de a fundação ajudar a produção, às vezes também é difícil, eu peço uma coisa e a fundação demora a comprar. Então há vários entraves.

É interessante. Essa questão de recursos humanos é interessante.
Isso é básico.

É básico.
Imagina... O governo fez um concurso para *influenza* em que entraram oitenta, cem pessoas. Foi feito numa época errada, muito antes de que aquilo funcionasse. O concurso foi em 2007 ou 2008, o laboratório praticamente começou a funcionar em 2009. O que se ia fazer com os oitenta funcionários? Você tem alguns lá, um principalmente, que estava lá na *influenza* e que está com você.

É...
Ele não tem perfil...

Ele estudou História...
E estava num laboratório de produção, com ovos... Então o concurso público também é uma faca de dois gumes. De que me adianta entrar um funcionário que não tem aptidão para aquilo? Ele vai ser obrigado a ficar lá? No Estado também tem aquela abertura para que você possa se readaptar em outro lugar. Aí ele não se adapta no laboratório. Ele fez o concurso

para ficar lá, mas, quando assumiu, sabia que ia para o laboratório de produção. Assinou a anuência, no entanto, dois meses depois ele diz... "Não, eu não quero ficar aqui, quero sair daqui, quero ir pra outro laboratório". Você vai segurar? Você segura o máximo que dá, mas chega um dia em que ou você sai ou ele sai, concorda? Então é complicado. Eu acho que se deveria mudar essa coisa de concurso, a forma como é feito o concurso, a liberdade que o Estado dá ao funcionário público. Dizem que funcionário público não trabalha. Eu trabalho pra caramba! Trabalho aqui das 8 às 16 atualmente, mas trabalho em casa, porque não consigo fazer tudo durante o dia. E, se eu não me dedicar, a produção não sai, a gente vem sábado, vem domingo, vem a hora que for necessário. E tem gente que fica lá até meia noite. Tem pessoas que se adaptam, tem pessoas que não. A fundação é a mesma coisa. Contratam muita gente pela fundação, só que na fundação a gente tem a liberdade de mandar embora. Os entraves que eu vejo são esses, não tem funcionário, o salário é baixo, às vezes falta algum insumo, mas a fundação nos ajuda, embora nem sempre seja tão ligeira quanto a gente precisa. Se eu estou pedindo para comprar isso é porque estou precisando. Então tudo depende de uma... É claro, eu acho que o instituto também não pode pensar só em aumentar a produção, há outros laboratórios envolvidos com a produção. Por exemplo, o controle de qualidade, até um tempo atrás eram, talvez, quatro tipos de vacina, atualmente são sete. É só um exemplo, não sei quantos são. Mas o mesmo laboratório de controle também tem que absorver novas tecnologias, também tem que ter investimento. Então é meio complicado falar dessa parte.

É... Mas você já falou. O que eu queria sentir de você, que foi para a França duas vezes... Como sentiu essa relação com a instituição parceira? Como foi, do seu ponto de vista, olhando tecnicamente, como você foi recebida lá, como foi essa relação com a Sanofi?

Olha, no começo minha relação com a Sanofi foi traumática. Acho que é como aqui, às vezes os

superiores não comunicam aos subalternos o que vai ocorrer, então você combina com o Dr. Kalil que você vai trazer uma visita e vai visitar todos os laboratórios. Só que você não me fala ou você não avisa o setor de hepatite, não avisa nem... "Ó, vim aqui, o Dr. Kalil permitiu, vim aqui pra visitar." "Como assim? Como? Ninguém me avisou." Eu preciso saber se você pode entrar ou não, tem dia de processo que pode, tem dia de processo que não pode. Então a primeira visita foi assim. Então o combinado foi a Dra. Isa com o responsável pela transferência de tecnologia, que é uma pessoa mais burocrata. Ele avisou o diretor do serviço, que não avisou o chefe da seção. A primeira viagem foi assim, mas depois, entrando no laboratório, tudo bem, os técnicos são ótimos, eles sabem a parte deles muito bem, a linha de produção é fantástica, eu nunca havia visitado um laboratório produtor de vacinas, foi a primeira vez. Eu visitei laboratórios comuns de pesquisa ou de controle, de desenvolvimento, já fui na Fiocruz, mas um laboratório de produção foi a primeira vez. E achei aquela linha de produção fantástica, perfeita, sem nenhum defeito. Foi muito bom, eu voltei fascinada por aquilo. Não pela tecnologia em si, mas pelo modo como eles conduzem o laboratório. Aí, na segunda vez, já foi mais à vontade, já conhecia o pessoal. Na primeira visita eu não conhecia ninguém, eu vi o diretor do serviço, ele veio aqui ao Butantan... "Olha, ele é o fulano que fica lá no laboratório de produção, na planta de produção, e é aonde você vai." "Tá ótimo!" Mas, aí foi só algo como... "Oi, tudo bem, tchau". É diferente de você passar lá dez dias, não é? Mas foi muito bom, achei fantástica a linha de produção.

E o acordo de acompanhamento? Eles vêm de quanto em quanto tempo acompanhar o processo aqui no Butantan? Como isso é feito?

Não... A transferência de tecnologia foi feita em partes, primeiro eles viram a estrutura, o prédio, os equipamentos, os ovos, então foram visitar a granja, o carregamento dos ovos, verificar se os equipamentos estão funcionando ou não... Geralmente vinha um superior e, quando esse grupo de pessoas via que

tudo estava em ordem, eles perguntavam... Você acha que daqui a um mês estará pronta para pôr toda a linha de produção para funcionar? Foi assim. Isso foi em 2010. A primeira vez que vieram os técnicos de cada etapa e a gente teve que funcionar assim...

Perfeitamente.

Não... Quase. Porque era a primeira vez que a gente estava funcionando do início ao final e eles vieram realmente para nos treinar, porque apenas eu tinha ido lá, nenhum dos técnicos, nenhum dos operadores, nenhum dos coordenadores sabia como era uma linha de produção industrial, eles conheciam apenas a escala-piloto. Então eles vieram com um técnico de cada etapa pra treinar os coordenadores juntamente com os operadores, e isso foi ótimo. E foi assim, o instituto ficou à disposição do laboratório, porque para o que precisássemos alguém tinha que sair correndo e ir pegar, para que mostrássemos que tudo estava bem e que poderíamos continuar. Isso foi em setembro e outubro de 2010. Então eles deram oito ou nove meses para que nos adequássemos ao relatório deles para poder manipular vírus, porque na primeira vez havia sido sem vírus. E os mesmos técnicos voltaram para ficar em cada área. Portanto a transferência não foi de uma vez, foi em partes, até chegar ao final de 2010. Não, foi em 2009 que eles vieram, em 2009 eles vieram pela primeira vez para fazer o processo sem vírus. Em 2010 eles voltaram entre julho e agosto para fazer com vírus, e aí nos dar a liberação... E nesse quase um ano, de 2009 a 2010, a gente produzia normalmente para treinar. Foram contratados funcionários para que os treinássemos e pudéssemos fazer o processo com vírus, porque uma coisa é você manipular sem o vírus, outra coisa é com vírus. Tudo teve que ficar pronto nesse intervalo, então eles sugeriam o prazo e a gente dizia se ia conseguir ou não. Sempre foi adiado um pouquinho, mas foi assim aos poucos, não foi de uma vez.

E a relação com os órgãos reguladores? Tanto federal quanto estadual...
O Butantan tem uma pessoa que trata dessa parte. Na verdade, o produto já tem registro na ANVISA, porque o Butantan importa o concentrado. Como é transferência de tecnologia, a mesma tecnologia deles, é mais fácil abrir um novo registro, só mudando o local de produção, porque o vírus é o mesmo mundialmente, só muda o local de produção. Na verdade, isso não é tão complicado porque já há uma parte do processo pronta.

Com quem fica a propriedade da patente dessa vacina?
Eu acho que não tem patente.

Não tem mais patente, acabou?
Não tem. Acho que a França produz há mais de trinta anos.

Então já caiu a patente.
O que a gente tem é o acordo da transferência de tecnologia, que a gente não pode divulgar, é sigiloso, porque é uma tecnologia deles, mas acho que não tem patente. Não sei, realmente nunca vi. Porque a cepa, o vírus a gente ganha da OMS, todos os produtores ganham, é de graça. Então você produz uma coisa que você ganhou. A hepatite não, a hepatite não está à disposição de algum produtor que queira, no caso da hepatite você tem que desenvolver o seu próprio vírus, seu próprio banco, seu próprio recombinante. Acho que funciona como difteria e tétano, não tem patente, porque aí um órgão mundial te dá a cepa para você desenvolver o produto.

Do ponto de vista da inovação institucional, em que você acha que essa transferência, esse projeto como um todo, impacta em novos conhecimentos, novas possibilidades? Como você vê isso? Você saiu do sarampo, foi para hepatite, passou por vários processos, viveu intensamente esse processo de implantação dessa transferência tecnológica. Como você vê isso do ponto de vista

de inovação, da possibilidade de gerar outras coisas? Você acha que isso abriu portas?

Acho que abrir portas depende muito de cada um. Por exemplo, eu não sei se eu, sozinha, conseguiria fazer o desenvolvimento de alguma coisa relacionada, mesmo que seja com a *influenza*. Poderíamos fazer inovações técnicas nessa mesma linha de produção. Eles produzem de uma maneira que às vezes tem um ponto com o qual não concordo e acho que se produzissem da minha maneira obteríamos um rendimento melhor, uma pureza melhor, isso eu discuto com eles, mas não posso mudar porque é uma transferência de tecnologia. A partir do momento que eu for liberada dessa transferência de tecnologia, desse acordo, poderei fazer o que quiser na minha linha de produção. No momento, nessa linha de produção da vacina da *influenza*, eu tenho que seguir a linha reta que eles estabeleceram. Mas tenho a possibilidade de trabalhar outras coisas no laboratório-piloto, então é o que faço. É claro que meu lote de H5N1 não foi produzido de acordo com a linha deles, foi produzido de acordo com a linha deles acrescida de alguma coisa. Por outro lado, tenho suporte do professor Isaías nessa parte de desenvolvimento da *influenza*. Ele veio com a ideia de produzir a vacina de *influenza* de vírus inteiro. A gente sabe que, se você vacina com o vírus inteiro, seu organismo vai reagir, vai produzir anticorpos com várias partes, várias proteínas do vírus inteiro. Se você coloca só um pedacinho, o anticorpo vai ser especificamente para esse pedacinho. Então, teoricamente uma vacina de vírus inteiro funcionaria melhor do que uma vacina de pedacinho, fragmentada. Com a possível pandemia que poderia vir com a H5N1, muita gente voltou ao passado, a produzir a vacina de vírus inteiro. A China ainda produz a vacina de vírus inteiro. E ela rende mais, além de ser mais imunogênica. O professor Isaías então nos pediu para desenvolver uma metodologia para produzir vírus inteiro. Eu desenvolvi essa tecnologia, que ainda preciso um dia aplicar na linha industrial, mas que só vou poder aplicar depois que a gente for liberado. Eu vou correr em paralelo, ao mesmo tempo que produzo a vacina clássica,

fragmentada, posso produzir essa inteira. Então com esse conhecimento que eu tive com a produção da vacina de *influenza*, seja pela transferência de tecnologia ou não, a gente conseguiu produzir uma vacina de vírus inteiro que rende mais, e pelo menos em teste clínico, pré-clínico, em camundongo, ela se mostrou mais potente. Eu preciso de menos proteína do que com a fragmentada, tem a possibilidade de se utilizar adjuvantes, então a gente também faz um desenvolvimento, mas não na linha de produção industrial, onde eu não posso.

Por enquanto...

É. E as novas tecnologias são novos equipamentos. E esses novos equipamentos ou são comprados pelo Estado ou pelo ministério, ou são comprados pela fundação, ou se pede uma verba pelo CNPq... Aí entra o professor Isaías com os projetos. Ele ganha dinheiro da UNF, do ministério, do CNPq, do BNDES, e a gente consegue também algum desenvolvimento, porque para desenvolver novas tecnologias você precisa de novos equipamentos, além de pessoal. E o mesmo pessoal que trabalha na linha industrial trabalha comigo na escala-piloto, e não posso trabalhar as duas coisas ao mesmo tempo. Dependo de que o pessoal folgue de um lado para poder ir ao outro. Sinceramente, no ano de 2010 foi pouca a produção na piloto, houve desenvolvimento apenas no banco. Então veio uma pandemia do H1, da suína, e o Butantan recebeu também a cepa. Fizemos o banco, testamos a produção em escala-piloto. Produzimos então na escala industrial, porque virou uma gripe comum, e pudemos manipular lá também. A gente já produziu com essa cepa recebida com o banco desenvolvido aqui, então podemos utilizá-la. E a transferência de tecnologia também me deu o conhecimento sobre como produzir um banco, que eu repassei para todos, porque sem um banco não tenho produção nenhuma. Preciso de um estoque, uma semente que eu vou plantando todo dia. Isso realmente eu não sabia fazer, não tinha nem ideia de como era feito, aprendi nessa transferência de tecnologia. Porque em uma linha de produção de qualquer vacina você põe o

micro-organismo para crescer, você colhe, purifica e tem o produto. Isso é básico, toda vacina segue esses passos, tem alguns segredinhos no meio, talvez você acabe descobrindo e consiga fazer até o final. Não passa muito desses pontos básicos. Então a tecnologia em si é básica, todo mundo faz desse jeito, se você pegar na literatura tem tudo. É claro que sem o suporte que eles deram talvez a gente estivesse ainda em 2007, em 2006. Com a transferência de tecnologia fica mais rápido. A inovação ela traz sim, traz porque é um produto novo.

Você trouxe essa coisa do recurso humano... Esses equipamentos que enfim são em escala...
Industrial.

Industrial. Não é algo que você compra na esquina. Como o processo de manutenção? Como fazemos? A manutenção dos equipamentos é um problema? Ou a firma que vende vem e faz essa manutenção? Você sabe como é o contrato de manutenção?
Em uma parte dos equipamentos, a própria firma dá manutenção. Mas ocorre que às vezes a gente consegue achar alguém que faça essa manutenção sem ser a firma que vendeu, porque quem te vendeu geralmente faz a manutenção, mas é mais cara. No Estado, a gente sempre trabalha com o menor preço. Por exemplo, as outras ultracentrífugas não têm uma manutenção geral, o próprio operador aprende a fazer isso, mas ela tem uma bomba cuja manutenção precisa de uma outra pessoa. Ela tem um mecanismo, uma placa eletrônica, que precisa ser vista por um outro técnico. Então são vários componentes. Por exemplo, a cada 20 mil horas de uso da ultracentrífuga, nós somos obrigados a mandar seu miolo para os Estados Unidos, para o fabricante, porque não existe outro produtor. Tem esse problema.

Uma tecnologia externa para manutenção...
É uma coisa assim, você tem que mandar para os Estados Unidos, a burocracia é grande para você mandar para fora, e aí está perdendo capital... Agora, para trazer às vezes é mais fácil. O

que acontece: por exemplo, temos quatro centrífugas. Só que em vez de quatro rotores, temos seis, porque de tempos em tempos eu tenho que mandar um e eu não posso ficar sem.

Para poder fazer um rodízio.

Só eles fazem isso. E, se foi ultrapassado o número de horas, você não pode usar o equipamento. Por exemplo: uma firma que vendeu autoclaves dava manutenção, tinha o contrato de manutenção, só que, se a própria firma faz a manutenção, ela tem uns segredos que nunca lhe conta. Se ocorre um problema emergencial que você ou a engenharia de manutenção do instituto poderia ajudar, não vai poder fazer isso porque tem algum segredinho, uma senha, alguma coisa que impede. Acho que a engenharia está tentando fazer as manutenções, contratando pessoal, treinando, mas é muito difícil. Tem o sistema de ar, que precisa de manutenção, então chama-se uma firma terceirizada, não tem ainda funcionário do instituto que faça, tem que treinar. Então há coisas muito específicas que realmente precisariam de um contrato de manutenção com uma firma em vez de fazer aqui pelo instituto, porque às vezes há um problema à meia noite, se tem um contrato de manutenção você liga, tem aquela manutenção emergencial. Se é funcionário do instituto, não sei se vai ter um plantão, se a pessoa é habilitada para isso ou não. Então manutenção num laboratório de produção é bem complicada, envolve muitas coisas, muitas pessoas, muitas decisões. Mas tem empresas que gratuitamente vêm fazer uma reciclagem periodicamente sobre aquele equipamento, eles vêm treinar o pessoal operacional no mínimo duas vezes por ano, deslocam-se lá do interior, vêm pra cá, então também depende, eu acho, da responsabilidade da firma. Mas a manutenção é complicada, eu acho que em todos os laboratórios de produção... Na França, por exemplo, eles têm uma equipe de engenharia que cuida especificamente do laboratório de *influenza* e que fica 24 horas, 365 dias, de segunda a segunda...

De vigilância...

Trinta anos de experiência é diferente de um ano de experiência, e eles têm... A produção acaba às 10 da noite, às 10 horas entra o pessoal da manutenção. E é uma coisa que a gente trabalha todos os dias, o equipamento roda todos os dias, um dia tem desgaste. Claro, uma ultracentrífuga é uma coisa delicada, perigosa, porque atinge uma velocidade de 35 mil rotações por minuto, se ocorre um acidente... O operador tem que estar atento, ele tem que estar treinado, qualquer barulhinho diferente ele já tem que parar e tomar alguma providência. Há partes cuja troca é obrigatória a cada utilização... Peças de reposição... É tudo importado, é a própria firma que vende. E ela vende essa centrífuga para o mundo inteiro, a França usa, os Estados Unidos, o Japão, todo mundo. Antes era na Europa, eles estão na Europa, mas aí tem essa filial nos Estados Unidos que nos facilita para enviar, porque os franceses devem enviar para a Bélgica, se não me engano. Agora, outros equipamentos... Tem equipamento de fabricação nacional, mas algumas partes são importadas, aí tem o vendedor que quer vender, mas que, depois que vendeu, acabou. E tem o problema de que não recebeu o pagamento.. "Não vou, da última vez você demorou três meses para me pagar, então não vou mais"... Tem muito disso aqui. A pessoa se recusa a vir porque não se pagou a visita anterior. Por exemplo, a pessoa é de Jacareí, cobra desde o momento que saiu de lá, a viagem, o tempo, não importa que trânsito pegou, somos obrigados a pagar o trânsito, a pagar o almoço e as horas que ele trabalhou e a hora que ele vai voltar. Não sei se isso é comum, se é normal, nunca trabalhei em uma empresa privada, então também não sei. Mas aí a gente recusa... Não, muito obrigado, vou procurar outra pessoa.

Cosue, quer dizer mais alguma coisa que você acha que não está nesse roteiro? Claro, tem coisas aqui das quais você não participou, mas, em relação ao que você participou, você gostaria de abordar mais alguma parte? O roteiro deve incluir mais alguma coisa?
Não...

Alguma sugestão...
Não... mas, se quiser entender desde o início como tudo começou, eu não sei se começou com o professor Isaías ou com a Isa, não sei se poderia procurar a Isa...

Isaías e Isa estão na lista.
Cosue, você tinha comentado que, quando você chegou, já tinha começado o trabalho. Quem era responsável diretamente por isso?
A Dra. Isa.

A Isa era a responsável. Você disse que entrou há trinta anos. Em que ano especificamente você entrou?
Eu entrei... Foi quando eu entrei na faculdade...

Você entrou já na carreira de pesquisadora?
Não, não havia essa carreira ainda. Eu entrei aqui num concurso, se não me engano em... Não, eu me formei em 1976, estudei na Universidade Federal do Paraná, sou bióloga. Fui estagiária voluntária em 1977 na cultura de células mesmo, aí teve um concurso no final de 1977. Em 1978, assumi como biologista, e em 1984 teve o enquadramento para pesquisador. Foi enquadramento direto, em 1984.

Então já havia a lei...
Foi enquadramento direto em 1984.

Você entrou antes da lei.
Eu entrei antes da lei. Eu era temporária, porque naquela época o concurso era temporário. Em 1999, fiz novamente um concurso para efetivação, mas aí foi o cúmulo do cúmulo, porque eu já era pesquisadora

e estava tomando vaga de uma pessoa só para me efetivar. Eu disse que, se outras pessoas que também estavam fazendo o concurso e que também já eram funcionários não assumissem, eu também não assumiria, mas, como todo mundo assumiu, por que eu não iria assumir? Foi uma luta.

Desde 1999...
Você acha então Isaías, Isa...
A Isa que é mais envolvida.

Quem mais você acha que seria importante entrevistar nesse processo?
Olha, quem teve mais envolvimento, tanto tecnicamente como na transferência de tecnologia, foram mesmo Isa e Isaías. Não sei até que ponto o professor Isaías estava envolvido, mas a Dra. Isa estava, com certeza. É claro que ela não fez nada sozinha, mas acho que era a pessoa-chave, ela deve ter todo o conhecimento do processo. Na época, o diretor era o professor Isaías. Depois veio o...

E depois o Mercadante.
Como era a divisão de produção, então acho que foi mesmo a Dra. Isa.

Acho que é mais ou menos isso...
Tanto é que os técnicos, os coordenadores que vinham, era um assunto resolvido mais com ela... Foi tentado o engajamento de várias pessoas lá dentro, mas...

Quando você chegou havia algum contrato?
Não. Eu sou só da parte técnica.

Eu sei, mas você não conseguiu ver nenhum contrato?
Não. Até hoje, nada. Só tenho acesso aos relatórios. O responsável vem, faz o relatório e a gente recebe uma cópia. Fora isso, nada mais. Ou é com a fundação... Aí eu não sei até que ponto o Hernan sabe de alguma coisa. Ele chegou em 2009...

Ele chegou no final de 2009...
Não sei se teve uma renovação de contrato a partir de 2009, porque aí o responsável seria outra pessoa.

Ele veio com a mudança da presidência da fundação, acho que em 2009.
2009. Não sei se a atual diretora de divisão sabe de alguma coisa... Vamos ver como vai ficar. Não sei se a nova diretora, que está no lugar da Isa, sabe de alguma coisa a respeito disso.

Esta entrevista tem dois objetivos. Um é o estudo de cargo, mas também há outro, que se refere ao laboratório. Estamos construindo uma memória do Instituto. E a memória a gente faz com as pessoas vivas. Sabendo como você entrou, como foi sua trajetória... Isso foi interessantíssimo para o conhecimento da transferência de tecnologia e também da história do Instituto.
É... na verdade, minha trajetória até 2000 era monótona, porque... depois que entrou o professor Isaías, foi realmente uma revolução no Instituto. Às vezes eu digo a ele... "Nossa! O professor mudou pra caramba, antes o senhor nem me conhecia, agora o senhor conversa comigo".

Até conversa comigo...
Até conversa comigo. Realmente, depois de 2000, minha vida profissional mudou, só que na...

Não... Não aumentou salário, não aumentou nada, mas...
Eu sou nível 3 desde 2000. Esse ano eu fui para o 4. Acredita?

O que ela disse é correto... Quer dizer, você entra como pesquisadora, você vai pra produção e aí você não produz, não participa de congresso, não faz nada, você não conta pontinhos para passar ao nível 4, então...
Olha, tem pessoas que fizeram esse comigo o concurso em que me efetivei e já estão no nível 6. Quando eu entrei nesse concurso, eu já era nível 3.

Quer dizer, você praticamente não evoluiu em sua carreira de pesquisadora.
No entanto, quanto eu produzi na área de hepatite, quanto estou produzindo na área de *influenza*?

Como se chama a comissão de lá?
Agora já é tarde, vou me aposentar.

Sim, mas se aposenta com nível 6.
Ainda sou obrigada a ficar cinco anos no nível 4 para poder aposentar como 4. Antes era diferente... Se hoje me tornei nível 4, amanhã eu já podia me aposentar. Agora não, tem que esperar cinco anos. Ainda se valesse a pena... mas não sei, 200, 300 reais, não sei quanto é.

Não, tem uma diferença. Do nível 2 para o nível 3 tem uma diferença... Mas do 3 para o 4 não tem tanta.
Não sei se chega a 500 reais... E o imposto de renda vem e pega tudo.

Pega tudo. Acabou. Nós não temos saída. Cosue, muito obrigado... Foi legal, você nos deu uma verdadeira aula.
Imagina! Se precisar de qualquer coisa, conte comigo.

Resenha

Desconstruindo mitos O Estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado, de Mariana Mazzucato[1]

Deconstructing myths. The Entrepreneurial State: debunking the public vs private sector myths, by Mariana Mazzucato

Cristiano Correa de Azevedo Marques[2]

1.
Mariana Mazzucato (PhD) é economista e leciona economia da inovação na Universidade de Sussex, no Reino Unido.

2.
Pesquisador do Laboratório Especial de História da Ciência do Instituto Butantan. Email: cristiano.marques@butantan.gov.br.

Desconstruir mitos é uma tarefa difícil, ousada e às vezes ingrata, mas fundamentalmente necessária. Sempre! Essa é a proposição da autora do livro O *Estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*, que defende a tese segundo a qual, entre tantos outros mitos do mercado, o capital de risco é o maior deles. Nessa perspectiva, Mazzucato defende de forma competente, clara e objetiva, às vezes até repetitiva, sua argumentação sobre a necessidade do Estado para "garantir os riscos" do setor privado. A seleção de casos no tratamento empírico da questão é primorosa, permitindo ao leitor acompanhar e apreender seu ponto de vista.

O senso comum, alimentado pela mídia, estabelece as verdades ou mitos de que o Estado pesado, burocrático, lento – e, em certos casos, suscetível à corrupção – não é capaz de assumir riscos e produzir inovações que conduzam ao desenvolvimento econômico e à melhora das condições de vida e bem-estar da humanidade. Nos últimos anos, observamos nas prateleiras das livrarias uma profusão de biografias e autobiografias de lideranças que alcançaram sucesso com seu espirito empreendedor, assumindo riscos no

mercado para vender suas ideias e produtos inovadores. Donald Trump, Bill Gates, Steve Jobs e até Edir Macedo são alguns exemplos dessas personalidades.

O discurso contra-hegemônico é arriscado, particularmente na era da comunicação. A mídia tem construído grande parte de percepções, que se deslocam dos fatos. Chomski, em 2002, de forma contundente argumentava que "considerando o papel que a mídia ocupa na política contemporânea, somos obrigados a perguntar: em que tipo de mundo e sociedade desejamos viver?" (Chomski, 2013). Nesse sentido, Mazzucato procura em seu livro mudar a maneira como falamos do Estado, desmontando imagens e histórias de cunho ideológico – e separando os fatos da ficção.

Nesse ponto, Hobsbawm é incisivo: "para nós historiadores, inclusive para os antipositivistas mais intransigentes, a capacidade de distinguir entre ambos (fato e ficção) é absolutamente fundamental" (Hobsbawn, 1998).

Mas vamos aos fatos. Em 2011, David Cameron, primeiro-ministro do Reino Unido, em seu programa "Big Society", "prometeu cuidar dos inimigos das empresas que estavam trabalhando no governo e que ele definiu como burocratas em departamentos do governo". Por meio de discursos como esse, verificamos que os serviços públicos em todo o mundo estão sendo terceirizados. Educação, Saúde e até a Segurança Pública. Em um exemplo recolhido pela autora e ao qual a mídia, pelo menos no Brasil, não deu a devida atenção, constatamos que "o escândalo recente envolvendo a terceirização da segurança das Olimpíadas de Londres em 2012 para uma empresa contratada, que por pura incompetência não cumpriu o prometido, levou à convocação do Exército Britânico para cuidar da segurança durante as competições", demonstrando que, na terceirização, nem tudo é eficiência.

Para discussão de casos, Mazzucato foca três setores sensíveis da economia mundial: Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), Biofármacos e Tecnologia verde (energias alternativas). Analisa separadamente cada setor, identificando, por trás de

cada inovação tecnológica, o Estado – que, por meio das agências governamentais, institutos de pesquisa e universidades públicas, investiu o "capital de risco" em pesquisas de fronteiras, enquanto o setor privado aguardava os resultados para, naquelas inovações que apresentassem viabilidade de mercado e retorno financeiro de curto prazo, fazer seu "investimento de risco".

No caso da TIC, verificamos que o desenvolvimento de microprocessadores, bateria mais leve e de maior durabilidade, semicondutores de silício e softwares avançados, como o GPS, tem sua origem em pesquisas desenvolvidas e/ou financiadas pela "Defence Advanced Research Projects Agency" (DARPA) e outras agências governamentais. Nesse setor, em especial, a presença militar e aeroespacial tem sido central.

O desenvolvimento de novas entidades moleculares (NEM) e anticorpos monoclonais, utilizados na indústria farmacêutica, por exemplo, tem seu local de origem em instituições do governo norte-americano como o National Institute of Health (NIH), que financiaram 75% das NEM patenteadas entre 1993 e 2004.

A revolução verde, uma das áreas mais sensíveis da economia mundial, envolve não somente a mudança de matriz energética baseada no carbono, (devido ao esgotamento das reservas mundiais); implica também a questão climática, com destaque para o aquecimento global. Nesse setor, os investimentos de P&D em energia eólica e painéis solares, que atingem cifras astronômicas, ao lado de governos de países como Alemanha, Dinamarca, EUA e China, têm papel preponderante. A China, por intermédio do Banco de Desenvolvimento Chinês, disponibilizou, a partir de 2010, 46 bilhões de dólares para financiamento de empresas de painéis solares.

Mais do que o investimento em P&D, o Estado viabiliza o mercado de novas tecnologias, na compra de produtos e serviços das empresas que se dispõem ao pioneirismo, até que estas atinjam sustentabilidade, tornando-se economicamente atrativas para o capital de risco. Em relação a esse quesito, o livro

também aborda casos em que o Estado fez apostas erradas. Empresas faliram e o Estado teve que assumir os prejuízos e reorientar os investimentos e o capital científico e tecnológico acumulado.

Para além das análises e argumentações, Mazzucato também é propositiva. Considerando seu país de residência, a Inglaterra, a autora apresenta dez recomendações de políticas econômicas para o Reino Unido, muitas das quais podem não fazer muito sentido para nós (emergentes), mas que, no entanto, são úteis para o debate sobre políticas de desenvolvimento econômico e social.

Aplicando essas ideias ao caso brasileiro, em relação às políticas governamentais de C,T&I (ciência, tecnologia e inovação) preconizadas, as reflexões desenvolvidas pela autora apoiam de certa maneira uma presença maior do Estado na função de empreendedor, envolvendo o BNDES e os ministérios da Saúde e da Ciência e Tecnologia no apoio às PDPs[3] e, assim, fortalecendo os laboratórios públicos, entre outros, gestando um modelo de desenvolvimento tecnológico mais autônomo e visando diminuir o déficit da balança comercial na área da saúde.

Encerramos ressaltando que essa é uma obra oportuna e necessária para a reflexão, especialmente àqueles que se preocupam com o desenvolvimento econômico do Brasil, onde tanto se fala da economia do conhecimento (informação) e tão pouca informação é compartilhada. A condição suprema da produção, portanto, é a reprodução das condições de produção (Althusser, 1994). Um fato interessante a se observar é que, durante a redação deste texto, a Agência Reuters publicou o resultado da pesquisa sobre as instituições de investigação mais inovadoras do mundo em 2015. Das 26 primeiras colocadas no ranking, a maioria absoluta são agências e institutos governamentais.[4]

3.
PDPs são parcerias para o desenvolvimento produtivo, instrumento criado pelo governo federal para a incorporação de novas tecnologias.

4.
Mais informações no link: http://www.reuters.com/article/us-innovation-rankings-idUSKCN0WA2A5. (acessado em 20.03.2016).

Referências

Althusser L. Ideologia e aparelhos ideológicos de estado (notas para uma investigação). In: Zizek S (Org.). *Um mapa da ideologia*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1994.

Chomsky N. *Mídia: propaganda política e manipulação*. São Paulo: WWF Martins Fontes, 2013.

Hobsbawm E. Sobre história. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

Mazzucato M. *O Estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs setor privado*. São Paulo: Companhia das Letras (Portifolio-Penguin), 2014.

Data de recebimento: 23.03.2016

Data de aprovação: 30.03.2016

Errata

Errata do trabalho "Avaliação de uma experiência sobre o uso do teatro como ferramenta para despertar o interesse sobre história da ciência e da tecnologia" publicado no vol. 10 n. 2, p. 83.

Ausência do título na figura 2, p. 94: A 1001 Inventions Brasil é:

Erro do título da figura 4, p. 96, onde se lê mais leia-se menos: Qual personagem do espetáculo você gostou menos (selecione até 2)?

Normas de Publicação
Escopo e política

Os Cadernos de Historia da Ciência tem como escopo publicar documentos, textos analíticos e descritivos, bem como coleções iconográficas relacionadas a temas das áreas de conhecimento da história da ciência e da saúde pública. Trata-se de publicação de periodicidade semestral, que visa incentivar o desenvolvimento da área, abrindo espaço também, para publicação de trabalhos produzidos por jovens pesquisadores.

Processo de revisão

Os trabalhos publicados em CHC passam por processo de revisão por especialistas no tema. Os editores fazem uma revisão inicial para avaliar se os autores atenderam aos padrões e as normas para o envio dos originais. Em seguida o artigo é encaminhado para dois revisores da área pertinente, sempre de instituições distintas daquela de origem do artigo, e cegos quanto à identidade e vínculo dos autores. Após receber os pareceres, o Conselho Editorial, que detém a decisão final sobre a publicação ou não do trabalho, avalia a aceitação do artigo sem modificações, a recusa ou a devolução ao autor com as sugestões apontadas pelo revisor.

Forma e preparação de manuscritos
Normas para Publicação

O trabalho submetido à publicação deve ser inédito, não sendo permitida a sua apresentação simultânea em outro periódico, conforme declaração a ser assinada pelos autores. Todas as opiniões e declarações contidas no trabalho são de responsabilidade exclusiva dos autores, não sendo necessariamente as mesmas do Corpo Editorial.

Seções da REVISTA

O CHC recebe colaborações oriundas das áreas da historia da ciência e da saúde pública nas seguintes modalidades:
ARTIGO ORIGINAL - Ensaio ou texto analítico resultantes de estudos ou pesquisas de temas relevantes para a história da ciência e da saúde pública. Devem conter preferencialmente os seguintes elementos: introdução, objetivos, metodologia, resultados, discussão, considerações finais ou conclusão e referências.

Segundo as características da pesquisa ou do trabalho, poderá conter apenas os seguintes elementos: introdução ou apresentação, corpo do texto, considerações finais ou conclusão, e referências.

ARTIGO DE ATUALIZAÇÃO - São trabalhos que relatam informações geralmente atuais sobre tema de interesse para a área de história da ciência e da saúde pública, e que têm características distintas de um artigo de revisão bibliográfica.

DEPOIMENTOS - Relatos ou entrevistas contendo impressões sobre experiências profissionais aplicadas ou sobre temas relacionados com a história da ciência ou da saúde pública.

DEBATES - Temas históricos ou de atualidades propostos pelo Editor e debatido por especialistas, que expõem seus pontos de vista por escrito ou ao vivo em seminários ou eventos, com a transcrição das gravações e sua edição.

ENSAIO/TEXTOS DIDÁTICOS – Ensaio ou texto didático sobre a história das ciências, difundindo fatos científicos e autores da história da ciência, filosofia da ciência e áreas afins.
ICONOGRAFIA - Ensaios elaborados a partir de imagens, desenhos, gravuras ou fotografias, acompanhadas de texto introdutório e explicativo, com as respectivas legendas.

DOCUMENTOS e FONTES - Destinam-se à divulgação de acervos ou coleções e ainda de documentos oficiais ou não, considerados importantes e relevantes para o momento ou que tenham um conteúdo de pertinência para o estudo da historia da ciência e da saúde pública.

RESENHAS E REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS - São trabalhos que tem por objeto analisar, avaliar ou sintetizar, livros, artigos, sítios da INTERNET, teses e monografias editadas no Brasil e no exterior e consideradas de interesse para o estudo da história das ciências e da saúde pública.

RESUMOS - Serão aceitos resumos de teses e dissertações até dois anos após a data de defesa. Devem conter os nomes do autor e do orientador, título do trabalho (em Português e Inglês), nome da instituição em que foi apresentado e ano de defesa. No máximo 300 palavras e pelo menos 3 palavras-chave.

RELATO DE ENCONTRO - Deve enfocar o conteúdo do evento e não detalhes de sua estrutura. Não mais do que 2.000 palavras; 10 referências (incluindo eventuais links para a íntegra do texto ou dos ANAIS); e sem ilustrações. Não incluem Resumo nem palavras-chave.

NOTICIAS – Noticias ou notas rápidas sobre questões referentes à história da ciência e da saúde pública, elaboradas por membros do corpo editorial do CHC. O texto deve ter até 500 palavras, sem ilustrações ou referências.

CARTAS AO EDITOR - Serão publicados comentários, críticas, sugestões e esclarecimentos referentes à temática ou observações referentes à própria revista, recebidos através de cartas ou e-mails.

Envio de manuscritos – Forma de apresentação dos originais

1. Os originais deverão ser encaminhados por e-mail para: lhciencia.ib@butantan.gov.br com cópia para chciencia.ib@butantan.gov.br; Devem ser digitados em programas de texto e enviados com a extensão .doc ou .docx.

Os trabalhos não deverão exceder 6000 palavras ou 20 páginas; fonte TIMES NEW ROMAN, tamanho 12, espaçamento de 1,5 centímetros. Citações e resumo devem ser apresentado: fonte TIMES NEW ROMAN, tamanho 10, espaçamento simples, margens esquerda e direita de 1 centímetro.

2. Os originais deverão apresentar as seguintes informações sobre o autor:
– Instituições a que está ligado;
– Cargos que ocupa;
– Formação acadêmica;
– Titulação; endereço profissional completo, CEP e e-mail.

3. Ilustrações – Gravuras, gráficos, tabelas e desenhos deverão ser apresentados em páginas separadas. Devem ser nítidos e legíveis, e quando em meio eletrônico, com alta resolução (mínimo 600 dpi). Imagens digitalizadas em tamanho natural com resolução de pelo menos 400 dpi e salvas em arquivos padrão JPEG. Fotos e imagens devem ser digitalizadas em preto-e-branco, podendo ser encaminhadas as fotos originais em tamanho 9x12cm. Todas as ilustrações devem vir acompanhadas de títulos ou legendas e fontes. Caso já tenham sido publicadas, mencionar a fonte e anexar a permissão para reprodução.

4. Os Artigos Originais, Revisões, Atualização, Relatos de Caso e similares devem ser apresentados contendo resumos e palavras-chave em português (resumo; palavras-chave) e em inglês (abstract; key-words). Os resumos não deverão exceder 150 palavras em inglês e o campo palavras-chave (no máximo 5) em português e inglês. Para a seleção dos descritores (palavras-chave) sugere-se a utilização do DESC-Descritores em Ciências da Saúde conforme acesso INTERNET (http://decs.bvs.br/) ou descritor similar.

5. O título do artigo deve ser o mais conciso possível, porém suficientemente informativo e apresentado em português e em inglês. Deve trazer em maiúscula somente a inicial da primeira palavra.

6. Referências e Citações
6.1. As referências bibliográficas deverão ser listadas ao final do artigo, em ordem alfabética, de acordo com o sobrenome do primeiro autor e obedecendo à data de publicação. No caso de as referências serem de mais de dois autores, no corpo do texto deve ser citado apenas o nome do primeiro autor seguido da expressão et al.
6.2. As citações no decorrer do texto devem trazer o sobrenome do autor, o ano da publicação e no caso das citações literais a respectiva página. Ex. (Marx, 1848); (Marx, 1848, p.5).
6.3. As referências citadas devem ser listadas ao final do artigo, em ordem numérica, seguindo as Normas Gerais dos Requisitos Uniformes para Manuscritos apresentados a periódicos biomédicos (http://www.icmje.org).
6.4. Os nomes das revistas podem ser abreviados de acordo com o estilo usado no Index Medicus (http://www.nlm.nih.gov/).

7. Orientações Gerais
7.1 - A responsabilidade pelos conceitos emitidos e pelo conteúdo dos trabalhos cabe inteiramente aos autores que assinam o mesmo.
7.2 – Os autores deverão informar as fontes de financiamento ou de fomento do trabalho ou da pesquisa, caso exista, bem como declaração de ausência de conflito de interesses.
7.3 – Nos trabalhos de múltipla autoria, a partir de três autores, ao final do texto devem ser especificadas as contribuições individuais de cada um na elaboração do mesmo.

Camila Sloboda Pacheco da Silva
Guilherme Augusto Vieira
Amílcar Baiardi
Vanessa Meloni Massara
Ângela N. dos Santos Panzu
Mario Mayer
Wellington Gil Rodrigues
Amílcar Baiardi
Nelson Ibañez
Cristiano C. de Azevedo Marques

butantan

GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria da Saúde