

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA SOCIAL

DAYANA DE OLIVEIRA FORMIGA

**A História da Genética no Brasil:** origens da institucionalização e aplicação à  
população humana (1920-1970)

Versão corrigida

São Paulo

2018

DAYANA DE OLIVEIRA FORMIGA

**A História da Genética no Brasil:** origens da institucionalização e aplicação à  
população humana (1920-1970)

Versão corrigida

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em História Social da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo para obtenção do título de doutor em História.

Orientador: Prof. Dr. Gildo Magalhães dos Santos Filho

São Paulo  
2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

F723 Formiga, Dayana de Oliveira  
A História da Genética no Brasil: origens da institucionalização e aplicação à população humana (1920-1970) / Dayana de Oliveira Formiga; orientador Gildo Magalhães dos Santos Filho, Santos Filho - São Paulo, 2018.  
275 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.  
Departamento de História. Área de concentração: História Social.

1. História da Ciência. 2. História da Genética. 3. Genética de Populações. 4. Brasil. I. Santos Filho, Gildo Magalhães dos Santos Filho, orient. II. Título.

**ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA  
DISSERTAÇÃO/TESE**

**Termo de Ciência e Concordância do (a) orientador (a)**

**Nome do (a) aluno (a):** Dayana de Oliveira Formiga

**Data da defesa:** 12/12/2018

**Nome do Prof. (a) orientador (a):** Dr. Gildo Magalhães dos Santos Filho

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento e publicação no **Portal Digital de Teses da USP.**

São Paulo, 11/02/2019

*Gildo Magalhães dos Santos Filho*

---

**(Assinatura do (a) orientador (a))**

FORMIGA, D. de O. **A História da Genética no Brasil**: origens da institucionalização e aplicação à população humana (1920-1970). Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em História Social.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

“Não existe um caminho para a felicidade. A felicidade é o caminho”.

Mahatma Gandhi

Para meu marido Rogério, meu grande amor e companheiro

Para meus queridos pais, Elenita e José Luiz

Aos meus avós Antônio, Letícia, Raquel e Geovaldo (In Memoriam)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me colocado neste caminho.

Ao professor Dr. Gildo Magalhães, pela satisfação de tê-lo nestes anos não apenas como orientador, mas também como um grande amigo.

As professoras Dra. Maria Amélia Dantes e Dra. Márcia Regina Barros, pelas significativas contribuições no exame de qualificação.

Aos colegas do grupo de pesquisa GPTEC/USP, pelas excelentes discussões e conversas, além das deliciosas guloseimas.

Ao meu marido Dr. Rogério, por todo o apoio, paciência, bom humor e ajuda em todos os momentos.

Ao coordenador do curso de História do UNASP-EC Me. Elder Hosokawa, pela enorme compressão e paciência, ao trocar meus horários de trabalho e articular outras facilidades que somente um amigo faz.

Ao UNASP-EC, pelo fomento do programa PROAPARC.

Ao professor Dr. Oswaldo Frota-Pessoa Filho, pela generosidade, ao permitir acesso aos arquivos de seu pai Dr. Oswaldo Frota-Pessoa, o que mudou completamente o rumo das minhas pesquisas, enriquecendo-a sobremaneira.

Aos professores Dra. Mayana Zatz, Dr. João Stenghel Morgante, Dr. João Lúcio de Azevedo, Dra. Angela Maria Vianna Morgante, Dr. Thomaz Gollop, Dr. Antonio Richieri-Costa, Dra. Lygia da Veiga Pereira, Dra. Maria Rita dos Santos e Passos Bueno, e Dra. Margarida Lopes Rodrigues de Aguiar-Perecin, pela acessibilidade e concessão de informações valiosas para a realização deste estudo.

FORMIGA, D. de O. **A História da Genética no Brasil**: origens da institucionalização e aplicação à população humana (1920-1970). Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em História Social.

## RESUMO

O presente trabalho discute a história da genética no Brasil desde sua institucionalização até o desenvolvimento da genética humana, entre 1920 e 1970. No Brasil, os primeiros estudos de genética remontam à década de 1920 nas escolas agrícolas, em especial o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), em Piracicaba. Em 1934, a partir da formação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP), que incorporou a ESALQ, se iniciou a institucionalização da genética no Departamento de Biologia Geral daquela Faculdade e a criação da primeira escola de genética de populações de *Drosophila* de espécies tropicais. Esta escola foi denominada de Dreyfus-Dobzhansky e sua origem esteve ligada ao plano de ação da Fundação Rockefeller para a ciência na América Latina. A Fundação Rockefeller patrocinou a vinda do evolucionista Theodosius Dobzhansky, considerado um pioneiro na genética de populações de *Drosophila* e na teoria sintética da evolução. Na década de 1940 e 50, o desenvolvimento da genética de populações sob a liderança de André Dreyfus, Theodosius Dobzhansky e Crodowaldo Pavan fez do Departamento de Biologia Geral da USP um centro nacional de pesquisas de genética de populações e evolução, além de atuar na formação de inúmeros pesquisadores que foram posteriormente fazer pós-graduação com Dobzhansky na Universidade de Columbia. A evolução nas pesquisas de populações de *Drosophila* resultou no reconhecimento internacional da genética no Brasil, através de suas publicações, e na formação de novos centros de estudo de genética disseminados por todo o país. Novas áreas de pesquisa também foram desenvolvidas, como a genética humana e a genética de micro-organismos. A partir de 1960, pesquisadores brasileiros liderados por Oswaldo Frota-Pessoa, Newton Freire-Maia, Pedro Henrique Saldanha, Willy Beçak, Cora de Moura Pedreira, entre outros, desenvolveram importantes pesquisas na área de genética de populações humanas. Os centros de pesquisa de genética humana estabeleceram parcerias em projetos internacionais nos estudos voltados para os grupos sanguíneos das populações indígenas e aos efeitos da radiação nos seres humanos – estes em cooperação com a *World Health Organization*. Esta tese analisa os principais aspectos desta história da genética no Brasil. Um de seus resultados é a descoberta de um plano nacional de desenvolvimento para a genética, que se deu a partir de parcerias internacionais e renomados cientistas. Os geneticistas brasileiros reelaboraram suas pesquisas de forma original, estudando por exemplo, a consanguinidade e as doenças genéticas das populações brasileiras. Este grupo se disseminou numa influente rede de pesquisas internacionais, tornando-se um dos mais respeitados *staffs* de genética mundial nas décadas de 1960 e 70.

Palavras-chave: História da Genética no Brasil; Universidade de São Paulo; Fundação Rockefeller; Escola Dreyfus- Dobzhansky; Genética Humana.



FORMIGA, D. de O. **The Genetic History:** the institutionalization origins and application to the human population (1920-1970). Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em História Social.

### **ABSTRACT**

The present study discusses the history of genetics in Brazil from its institutionalization to the development of human genetics between 1920 and 1970. The first genetic studies in Brazil date back to the 1920s in agricultural schools, especially the Agronomic Institute of Campinas (IAC) and the Luiz de Queiroz College of Agriculture (ESALQ) in Piracicaba. In 1934, as of the formation of the Faculty of Philosophy, Sciences and Arts of the University of São Paulo (USP), which introduced ESALQ, the institutionalization of genetics was begun in the Department of General Biology of that Faculty and the creation of the first school of genetics of *Drosophila* populations of tropical species. This school was named Dreyfus-Dobzhansky and its origin was linked to the action plan of the Rockefeller Foundation for science in Latin America. The Rockefeller Foundation sponsored the evolutionist Theodosius Dobzhansky's coming, who is considered a pioneer in the *Drosophila* populations genetics and in the synthetic theory of evolution. In the 1940s and 1950s, the development of population genetics under the leadership of André Dreyfus, Theodosius Dobzhansky and Crodowaldo Pavan made the Department of General Biology of USP a national center for population genetics and evolution research, as well as training of countless researchers who were later doing postgraduate studies with Dobzhansky at Columbia University. The development of *Drosophila* population research has resulted in the international recognition of genetics in Brazil, through its publications, and in the formation of new genetic study centers spread throughout the country. New areas of research have also been developed, such as genetics of microorganisms and human genetics. Since 1960, Brazilian researchers led by Oswaldo Frota-Pessoa, Newton Freire-Maia, Pedro Henrique Saldanha, Willy Beçak and Cássio Bottura have developed important research in the area of genetics of human populations. Human genetics research centers have established partnerships in international projects in studies focusing on blood groups and the effects of radioactivity in humans - in cooperation with the World Health Organization. This study analyzes the main aspects of this history of genetics in Brazil. One of the results is the discovery of a national development plan for genetics, which has come from international partnerships and renowned scientists. Brazilian geneticists reworked their research in an original way, for example, studying the inbreeding and genetic diseases of Brazilian populations. This group spread to an influential international research network, becoming one of the world's most respected genetics staff in the 1960s and 1970s.

Keywords: History of Genetics in Brazil; University of São Paulo; Rockefeller Foundation; Dreyfus-Dobzhansky School; Human Genetics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Johann Gregor Mendel examina a flor fúcsia, s/d. ....	21
Figura 2 - Texto impresso da obra de Mendel de 1865. ....	22
Figura 3 - Mapas cromossômicos da <i>Drosophila</i> feito por Morgan, Bridges e Sturtevant, em 1925. ....	26
Figura 4 - Foto do edifício principal Prédio D. Pedro II construído em 1888, na década de 1930. ....	28
Figura 5 - Franz Josef Wilhelm Dafert, s/d. ....	29
Figura 6 - Laboratório de Análises de Solo no início do século XX. ....	30
Figura 7 - Campos experimentais da fazenda Santa Elisa na década de 1930. ....	32
Figura 8 - Theodureto Leite de Almeida Camargo na década de 1930. ....	34
Figura 9 - Sede e centro experimental central do IAC na década de 1920. ....	35
Figura 10 - Carlos Arnaldo Krug na década de 1930. ....	36
Figura 11 - Cultivares do Instituto Agrônomo de Campinas lançados por décadas. ....	38
Figura 12 - Edifício principal da ESALQ, inaugurado em 1907, e projeto do engenheiro arquiteto belga José Van Humbeeck. ....	40
Figura 13 - Planta baixa ilustrando a área do Parque da ESALQ, projeto paisagístico do arquiteto-paisagista belga Arsenio Puttemans, de 1905. Nota-se as características europeias dos pavilhões. ....	41
Figura 14 - Formação do Parque e Edifício Central da ESALQ-USP, ao fundo vê-se o edifício central e toda a área do parque, na década de 1910. ....	41
Figura 15 - Nicolau Athanassof na década de 1910. ....	42
Figura 16 - Carlos Teixeira Mendes na década de 1920. ....	44
Figura 17 - Alunos da ESALQ, em 1925, na aula de campo da Fazenda Modelo. Os campos de experimentação foram amplamente defendidos por Carlos Teixeira Mendes após o seu estágio na Inglaterra. ....	48
Figura 18 - Aula de olericultura na década de 1930. ....	50
Figura 19 - Octávio Domingues na década de 1930. ....	51
Figura 20 - Escala de Pontos do CARACU. ....	55
Figura 21 - Aula de Zootecnia na década de 1930. ....	57
Figura 22- Salvador de Toledo de Piza Jr., s/d. ....	58
Figura 23 - Friedrich Gustav Brieger na década de 1930. ....	62
Figura 24 - Versão vetorizada do “brasão de armas” original da Universidade, criado em 1934 pelo historiador, artista plástico e estudioso de heráldica e medalhística José Wasth Rodrigues. É notável a inscrição “Vencerás pela Ciência”. ....	67
Figura 25 - Palacete Jorge Street na década de 1940. ....	74
Figura 26 - André Dreyfus na década de 1940. ....	75
Figura 27- Marta Magdalena Elisabeth Erps Breuer, em 1937, no laboratório de Dreyfus na Faculdade de Medicina. ....	82
Figura 28 - Crodowaldo Pavan em seu laboratório no Departamento de Biologia Geral, em 1955. ....	83
Figura 29 - Bagre-cego de Iporanga ( <i>Typhlobagrus kronei</i> ). ....	84
Figura 30 - Harry Miller Milton Jr. na década de 1960. ....	87

Figura 31 - Theodosius Dobzhansky em 1935. ....	89
Figura 32 - Mario G. Ferri, Brito da Cunha, André Dreyfus e Theodosius Dobzhansky em 1943. ....	95
Figura 33 - André Dreyfus e Theodosius Dobzhansky, em 1943. ....	96
Figura 34 - Modelo (escultura de madeira) de fêmea de <i>Drosophila melanogaster</i> construído por Marta Erps Breuer nos anos de 1950 e pertencente ao Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, IB/USP: a. visão dorsal; b. visão lateral. ....	99
Figura 35 - André Dreyfus, na <i>American Philosophical Society</i> , Filadélfia, em fevereiro de 1944. ....	101
Figura 36 - André Dreyfus, Crodowaldo Pavan e outros assistentes em 1947. ....	102
Figura 37- André Dreyfus junto com seus alunos e professores da FFCL na alameda Gleite, em 1947. ....	103
Figura 38 - Festa para a partida de Theodosius Dobzhansky, em 1949, no Palacete Jorge Street. ..	108
Figura 39 - Pavan ao volante do Ford Mercury comprado pela Rockefeller, Brito da Cunha está ao lado e Sophie Dobzhansky (atrás) durante trabalho de campo no litoral, em 1949. ....	111
Figura 40 - Pavan, Brito da Cunha (em pé), Dobzhansky e sua filha Sophie na Vila Atlântica, em Mongaguá, em 1948-1949. ....	112
Figura 41 - Hampton Carson (à esquerda) e Luiz Edmundo Magalhães (à direita) em pesquisa de campo em Mongaguá, em 1950. ....	120
Figura 42 - Cromossomos gigantes das glândulas salivares da <i>Rhynchosciara angelae</i> . A) Quatro cromossomos das glândulas salivares. B) Imagem dividida do cromossomo A mostrando a região marcada. C) Cromossomo corado com iodeto de propídio. D) Imagens mescladas. ....	121
Figura 43 - Brito da Cunha, Marta Breuer, Juan Nacur, Pavan e Dobzhansky em seu concurso de cátedra para o Departamento de Biologia Geral, em 1952. ....	124
Figura 44 - Luiz Edmundo Magalhães no Departamento de Biologia Geral, em 1955. ....	127
Figura 45 - Coleta de <i>Drosophila</i> para o estudo sobre a introdução de inversões cromossômicas em populações naturais. Da esquerda para a direita: Antônio Rodrigues Cordeiro, Francisco Mauro Salzano, Danko Brncic, L. Glock e Theodosius Dobzhansky, em 1956. ....	128
Figura 46 - Estevam Warwick Kerr, s/d. ....	131
Figura 47 - Ernesto Paterniani, s/d. ....	132
Figura 48 - Gráfico com as publicações da Escola Dreyfus-Dobzhansky sobre genética de populações com <i>Drosophila</i> (1943-1960). ....	136
Figura 49 - Pavan, Antônio Cavalcanti, Brito da Cunha, Chana Malogolowkin, Oswaldo Frota-Pessoa e Hampton Lawrence Carson (sentado), nos anos de 1950. ....	137
Figura 50 - Festa de despedida de Theodosius Dobzhansky, em julho de 1956, no Palacete Jorge Street. ....	138
Figura 51 - Newton Freire-Maia na década de 1950. ....	140
Figura 52 - Oswaldo Frota-Pessoa na década de 1950. ....	141
Figura 53 - Cora de Moura Pedreira, s/d. ....	144
Figura 54 - Pedro Henrique Saldanha, s/d. ....	145
Figura 55 - Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral, em 1959, aluna Jeny de Lourdes Marques Orso. ....	146

Figura 56 - Willy Beçak. ....	147
Figura 57 - Francisco Salzano, mulher não identificada, Willy Beçak e Crodowaldo Pavan, no Instituto Butantan, em 1961. ....	150
Figura 58 - Cassio Bottura. ....	151
Figura 59 - Boletim da Sociedade Brasileira de Genética, v. IV, n. 1 e 2, jan./jun 1962. ....	156
Figura 60 - Roberts Briggs Watson, em 1920. ....	159
Figura 61 - Francisco Mauro Salzano com seu filho, sua esposa Thereza (centro), e Flávia (esposa de Newton Freire-Maia) com seus filhos, em 1956, quando realizou o estágio de pós-doc com James Neel, na Universidade de Michigan, em Ann Harbor. ....	162
Figura 62 - James van Gúndia Neel preparando lâminas de sangue de Malária no estudo dos Yanomami, em 1968. ....	168
Figura 63 - Mapa das High Background Natural Radiation Areas. ....	170
Figura 64 - Gráfico de níveis de tório (Th) e urânio (U) nas praias de Guarapari. ....	171
Figura 65 - Ensacamento de areais monazíticas para a exportação na MIBRA, década de 1920. ....	172
Figura 66 - Mapa do Estado do Espírito Santo, com a indicação das cidades estudadas pelo Projeto Guarapari. ....	177
Figura 67 - Distribuição dos níveis médio de radioatividade natural nas cidades estudadas. Dados em: Micro-Roentgen/ hora. A seta indica o nível normal: 10, nas cidades de Itapemirim e Vitória. ....	178
Figura 68 - População de nordestinos na Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo, s/d. ....	182
Figura 69 - Família de trabalhadores nordestinos com má formação (teratologia) na Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo, s/d. ....	185
Figura 70 - Newton Erps Morton, s/d. ....	186
Figura 71 - Oswaldo Frota-Pessoa com Amadou-Mahtar M´Bow, diretor geral da UNESCO, recebendo o Prêmio Kalinga em 1984. ....	194

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALAG	Associação Latino-americana de Genética
APAE	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
BIREME	Biblioteca Regional de Medicina
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAPH	Centro de Apoio à Pesquisa Histórica
CEPID/CEGH-CEL	Centro de Pesquisas em Genética Humana e Células-Tronco
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CPDOC	Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EMPRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPM	Escola Paulista de Medicina
ESALQ	Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz”
FAB	Força Área Brasileira
Fapesp	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FFCL	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
FFLCH	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
FTC	Feniltiocarbamida
FUNDECITRUS	Fundo de Defesa da Citricultura
HBNRAs	High Background Natural Radiation Areas
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
IB	Instituto de Biociências
ICSU	International Council of Scientific Unions
ICRP	International Commission on Radiological Protection
INPA	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
IUBS	International Union of Biological Sciences
LaNCE	Laboratório Nacional de Células-Tronco Embrionárias
MIBRA	Monazita Ilmenita do Brasil
NPK	Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).
NUCLEBRÁS	Empresas Nucleares Brasileiras S/A
NUCLEMON	Nuclebrás Monazita
PETAR	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira
PHS	United States Public Health Service
PROEX	Projeto de Grupo de Excelências

OAS	Organization of American States
ONU	Organização das Nações Unidas
RERF	Radiation Effects Research Foundation
SBG	Sociedade Brasileira de Genética
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SPI	Serviço de Proteção ao Índio
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFM	Universidade Federal do Maranhão
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
USP	Universidade de São Paulo
WHO	World Health Organization

## LISTA DE TABELA

Tabela 2.1 - Secções, cursos e disciplinas oferecidos pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (1942). .....	71
Tabela 3.1 - Lista das vinte e três novas espécies de <i>Drosophila</i> descritas por Dobzhansky e Pavan em 1943.....	98
Tabela 3.2 - Lista das oito espécies de <i>Drosophila</i> redescritas por Dobzhansky e Pavan em 1943. .	100
Tabela 3.3 - Excursões do período 1946-1947.....	104
Tabela 3.4 - Excursões do período 1949-1949.....	109
Tabela 3.5 - Excursões do ano de 1952. ....	125
Tabela 4.1 - Antígenos dos Grupos sanguíneos da World Health Organization. ....	166
Tabela 4.2 - Migrantes no Estado de São Paulo em 1950 e 1960: Censo Demográfico. ....	181
Tabela 4.3 - Reuniões Anuais SBG e SBPC (1962-1970).....	187
Tabela 4.4 - Disciplina de Genética e Departamentos de Genética criados entre 1960 e 1970. ....	190

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	16
CAPÍTULO 1 - A GENÉTICA NO BRASIL: DOS PRIMÓRDIOS NA AGRICULTURA ATÉ A INSTITUCIONALIZAÇÃO NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO .....	20
1.1 Contextualização: uma breve história da genética .....	20
1.2 A implantação da genética nas escolas e institutos agrícolas brasileiros: a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e o Instituto Agrônômico de Campinas.....	27
1.2.1 O Instituto Agrônômico de Campinas.....	27
1.2.2 A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” .....	39
1.3 A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras: célula mater da Universidade de São Paulo e o Departamento de Biologia Geral .....	65
1.3.1 Célula <i>mater</i> da USP: a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras .....	68
1.3.2 O Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo .....	73
CAPÍTULO 2 - A CONTRIBUIÇÃO BRASILEIRA À GENÉTICA DE POPULAÇÕES.....	80
2.1 O Departamento de Biologia Geral da FFCL e a Fundação Rockefeller: o prelúdio para a genética de populações .....	80
2.2 A Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky e as pesquisas com a genética de populações de <i>Drosophila</i> (1943-1960).....	92
2.2.1 A primeira fase (1943-1947).....	94
2.2.2 A segunda fase (1948-1949) .....	106
2.2.3 A terceira fase (1950-1960) .....	117
CAPÍTULO 3 - A GENÉTICA DE POPULAÇÕES HUMANAS NO BRASIL E A PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA EM UMA REDE INTERNACIONAL DE PESQUISAS.....	139
3.1 O desenvolvimento da genética de populações humanas no Brasil e a Comissão de Genética Humana: uma rede nacional de pesquisa.....	139
3.2 A Comissão de Genética Humana e sua participação numa rede internacional de pesquisas .....	153
CONCLUSÃO .....	195
FONTES.....	200



Arquivo Pessoal Oswaldo Frota-Pessoa.....	200
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” .....	201
Biblioteca Central da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Setor de Obras Raras).....	201
Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz” .....	202
Setor de Protocolo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo .....	202
Arquivo da Reitoria e do Instituto de Biociências da USP .....	202
Arquivo Pessoal Crodowaldo Pavan (Comissão da Memória do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo) .....	202
Centro de Apoio à Pesquisa em História “Sérgio Buarque de Holanda” (CAPH) da Universidade de São Paulo .....	203
Centro de Documentação da Fundação Getúlio Vargas (CPDOC/ RJ).....	205
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	206
APÊNDICE A – Entrevista de Mayana Zatz.....	228
APÊNDICE B – Entrevista de Angela Maria Vianna Morgante.....	238
APÊNDICE C – Entrevista de Maria Rita dos Santos e Passos Bueno .....	242
APÊNDICE D – Entrevista João Lúcio de Azevedo .....	245
APÊNDICE E – Entrevista de Lygia da Veiga Pereira .....	251
APÊNDICE F – Entrevista de Margarida Lopes Rodrigues de Aguiar-Perecin .....	257
ANEXO A – Publicações da Escola Dreyfus- Dobzhansky (1943-1960) .....	262
ANEXO B – Trabalhos publicados pelo Laboratório de Genética Humana da USP (1959-1962) .....	270
ANEXO C – Correspondência de James von Gundia Neel para Dears members of the Human Genetics Comission of Brazil.....	273

## INTRODUÇÃO

Há pouco mais de dezoito anos, em 13 de julho de 2000, um grupo de geneticistas paulistas publicou na *Nature* o primeiro genoma completo de uma bactéria, a *Xylella fastidiosa*. O feito chamou a atenção para o desenvolvimento da genética brasileira, sendo capa de inúmeras revistas de divulgação científica no país.

O que nem todos sabem é que a história de sucesso da genética brasileira, e em particular deste grupo da *Xylella fastidiosa*, foi resultado de um longo processo de desenvolvimento e formação de grupos de pesquisas, e pesquisadores, do qual muito pouco se produziu academicamente.

A historiografia clássica sobre a história das ciências no Brasil defende que a célula *mater* do desenvolvimento científico nacional, em especial das pesquisas em ciência pura, é a universidade, e a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), da Universidade de São Paulo (USP), é seu principal símbolo (AZEVEDO, 1994; FERRI; MOTOYAMA, 1979; SCHWARTZMAN, 2001). A partir da década de 1980, uma produção historiográfica (DANTES, 2001; FIGUEIRÔA, 1997; HABIB, 2010) demonstrou que o desenvolvimento da ciência brasileira era anterior à criação das universidades. Essa historiografia criou também uma nova concepção da própria história das ciências abrindo possibilidades e novos campos de estudo na história das ciências no Brasil.

Quando se investiga novos campos de estudo, como a história da genética no Brasil, o pressuposto da historiografia clássica de que o conhecimento científico se desenvolveu apenas na universidade – em especial na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras – não se confirma. Conforme a historiografia mais recente, os institutos de pesquisa ou ensino agrícola eram lugares da ciência, sendo, portanto, anteriores à universidade (DANTES, 2001; HABIB, 2010).

Uma das hipóteses desta tese é que a história da genética no Brasil, nos anos de 1920, tem suas origens ligadas ao ensino da genética nas escolas agrícolas, especialmente as analisadas pela tese, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”<sup>1</sup> (ESALQ), em Piracicaba.

É inegável, porém, que essa historiografia clássica (AZEVEDO, 1994; FERRI; MOTOYAMA, 1979; SCHWARTZMAN, 2001) esteja absolutamente correta em sua

---

<sup>1</sup> Que foi anexada pela Universidade de São Paulo em sua fundação no ano de 1934.

análise sobre a “função criadora”, atribuída à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. A história da genética se inicia com o ensino e pesquisas na área de melhoramento genético no Instituto Agrônomo de Campinas e na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, e se institucionaliza no Departamento de Biologia Geral dessa faculdade, pois é lá que se ampliam as pesquisas em outras áreas da genética e se desenvolve posteriormente, em 1943, uma escola tropical de genética.

A escola de genética tropical, denominada Escola Dreyfus-Dobzhansky, (FORMIGA, 2007) iniciou o processo de institucionalização da genética de populações de *Drosophila* – o principal tema de estudo da genética mundial até os anos de 1950. Com a vinda de Theodosius Dobzhansky, da escola de *Drosophila* de Thomas Morgan, iniciaram-se muitos projetos de pesquisa cooperativos com pesquisadores brasileiros e estrangeiros, fomentados pela Fundação Rockefeller. A partir de 1956, iniciou-se um processo de mudança nas pesquisas dos geneticistas brasileiros, devido a inúmeros fatores levantados e discutidos nesta tese, como a morte de André Dreyfus e o desvio para pesquisas de genética humana. Na década de 1960, a genética humana foi institucionalizada no Brasil e suas pesquisas foram desenvolvidas no campo das populações humanas.

A partir dessa breve apresentação, portanto, o objetivo desta tese é analisar o desenvolvimento da história da genética no Brasil entre 1920 e 1970 para compreender as razões do sucesso da genética e de sua reconhecida importância internacional – que são, portanto, muito anteriores ao sequenciamento do genoma da *Xylella fastidiosa* nos anos 2000.

O problema da tese, suas questões de investigação, se dirige para as seguintes indagações: como se deu o processo de desenvolvimento da genética no Brasil? No desenvolvimento da genética de populações de *Drosophila* e de populações humanas pode-se aplicar o conceito de rede? Caso afirmativo, o que poderia ter funcionado como a rede de disseminação de pesquisadores brasileiros? Qual é o papel de instituições como a Fundação Rockefeller e a Sociedade Brasileira de Genética? Nos estudos de populações humanas, os pesquisadores brasileiros participaram de projetos cooperativos, como havia acontecido na genética de populações de *Drosophila*? Estavam inseridos em uma rede internacional de pesquisas em genética de populações humanas, como no caso da genética de populações de *Drosophila*?

A hipótese central desta tese, e o principal ponto de investigação, é comprovar

o desenvolvimento da genética no Brasil, e especialmente da genética humana, através de sua rede de pesquisadores brasileiros. Como especificou Latour (2011), o conceito de rede pode ser compreendido como uma concentração de recursos em poucos locais, ou laboratórios, estando eles conectados. Por suas conexões, a rede pode se estender e se transformar numa teia que se estenderá por toda a parte, e isso dará a sensação de que a rede pode cobrir o mundo todo (LATOURE, 2011).

Todas estas questões e hipóteses tentaram ser respondidas no desenvolvimento da tese que foi dividida em três capítulos, a saber:

CAPÍTULO 1 - A GENÉTICA NO BRASIL: DOS PRIMÓRDIOS NA AGRICULTURA ATÉ A INSTITUCIONALIZAÇÃO NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO;

CAPÍTULO 2 - A CONTRIBUIÇÃO BRASILEIRA À GENÉTICA DE POPULAÇÕES;

CAPÍTULO 3 - A GENÉTICA DE POPULAÇÕES HUMANAS NO BRASIL E A PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA EM UMA REDE INTERNACIONAL DE PESQUISAS.

No primeiro capítulo será realizado um breve histórico do mendelismo e do surgimento da genética. Posteriormente, se discutirá a institucionalização da genética no Brasil, objetivando explicitar os primeiros estudos e pesquisas da genética vegetal na década de 1920 nas escolas e institutos agrícolas – no qual serão analisados o desenvolvimento dos primeiros temas de genética no IAC e na ESALQ, e o destaque de personagens pioneiros como Carlos Teixeira Mendes, Octávio Domingues, Salvador Toledo Piza, Friedrich Gustav Brieger e Carlos Arnaldo Krug. Ainda neste capítulo serão abordados o surgimento da Universidade de São Paulo e o papel de André Dreyfus no Departamento de Biologia Geral da FFCL.

No segundo capítulo serão arrazoados o desenvolvimento das pesquisas de genética de invertebrados com André Dreyfus, Rosina de Barros e Crodowaldo Pavan, e a institucionalização da genética de populações de *Drosophila* – a partir da chegada de Theodosius Dobzhansky. Também serão analisados a formação da chamada Escola Dreyfus-Dobzhansky, seus principais projetos cooperativos na pesquisa com genética de populações no Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e a atuação da Fundação Rockefeller em seu plano de desenvolvimento para a genética brasileira. Na finalização do capítulo serão apresentados os resultados das pesquisas de genética de populações de *Drosophila* e o reconhecimento internacional de uma rede de pesquisadores brasileiros, como Crodowaldo Pavan, Antônio Brito da Cunha, Cora de Moura

Pedreira, Francisco Mauro Salzano, Oswaldo Frota-Pessoa, Newton Freire-Maia e Pedro Henrique Saldanha, bem como o nascimento da genética humana brasileira.

No terceiro capítulo será discutido a institucionalização da genética humana, no fim dos anos de 1950, o papel pioneiro dos médicos hematologistas, e dos geneticistas humanos, Newton Freire-Maia, Pedro Henrique Saldanha, Oswaldo Frota-Pessoa, Willy Beçak, Cora de Moura Pedreira e Francisco Mauro Salzano, entre outros. A análise institucional da genética de populações humanas será feita a partir da rede de pesquisas formada pela então Escola Dreyfus-Dobzhansky, no Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP. A rede de pesquisas da genética humana era formada pelos Laboratórios de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da FFCL/USP e os laboratórios de genética humana das Universidades de Curitiba, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Bahia – que ainda não eram ainda federalizadas.

Nesse processo de desenvolvimento da genética de populações humanas será apresentado e analisado o papel da Sociedade Brasileira de Genética que elencará uma comissão, a Comissão de Genética Humana que será responsável por elaborar um plano de desenvolvimento nacional da genética humana. Também serão analisadas as funções diretivas da Comissão de Genética Humana, e o apoio financeiro da Fundação Rockefeller, do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e, mais tardiamente, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Por fim, se discutirá a função da Comissão de Genética Humana no processo de desenvolvimento da genética humana brasileira, e na participação de projetos internacionais de pesquisa – como os projetos da *World Health Organization*, já mencionados – que resultará também no reconhecimento internacional do grupo de pesquisadores da genética de populações humanas.

## **CAPÍTULO 1 – A GENÉTICA NO BRASIL: DOS PRIMÓRDIOS NA AGRICULTURA ATÉ A INSTITUCIONALIZAÇÃO NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Para iniciar o desenvolvimento deste capítulo será realizada uma breve contextualização histórica sobre o decurso da ascensão do mendelismo como o precursor da chamada genética clássica e suas pesquisas até os anos de 1920.

Na segunda parte do capítulo, o objetivo será mostrar como se deu a introdução da genética no Brasil, analisando de que forma o seu desenvolvimento esteve ligado às escolas e instituições agrícolas. Estes institutos de pesquisa e ensino foram, no período que antecedeu as universidades, importantes “[...] centros de pesquisa de alto nível realizada por equipes de cientistas brasileiros [...]” (DANTES, 1979, p. 343), além de formarem grupos de pesquisadores e introduzirem a noção de ciência experimental no Brasil.

A última parte do capítulo será destinada a discutir o processo de criação da Universidade de São Paulo e da institucionalização da genética clássica dentro da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e sob a direção do Departamento de Biologia Geral.

### **1.1 Contextualização: uma breve história da genética**

Quando o monge austríaco Johann Gregor Mendel

realizou, em 1865, uma série de experimentos com ervilhas, ele concluiu que havia um mecanismo responsável pela transmissão da hereditariedade. Em seus experimentos com algumas variedades de ervilhas que se apresentavam como dominantes sobre as outras, recessivas, ele tentou explicar como tais características se propagavam através de seus cruzamentos – como nas plantas com vagem verde de cor verde e plantas de vagem verde de cor amarela – demonstrando que a disseminação da herança era realizada de forma independente, porém sem mencionar quais células seriam as responsáveis por sua transmissão.

As experiências de Mendel no convento de Brunn – hoje Brno – na República Tcheca foram centrais para a construção da biologia moderna e possuem muitas relações com a horticultura e o trabalho de seleção e hibridação que eram realizados

por criadores de animais e produtores de sementes (DROUIN,1996). Gregor Mendel (Figura 1) desenvolveu estudos em física, matemática e história natural na Universidade de Viena e, mesmo não tendo completado sua formação, participava de várias academias de ciência, inclusive na Sociedade de História Natural de Brünn, na qual realizou várias apresentações. Sua obra conta com mais de treze artigos, sendo que o principal deles intitulado *Investigações sobre Híbridos Vegetais* foi publicado em 1865 nos *Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn* (Relatórios dos Trabalhos da Sociedade de História Natural de Brünn), ver Figura 2. Drouin (1996) argumenta que a obra de Mendel não ficou nem esquecida nem caiu no obscurantismo, inclusive tendo sido citada uma dúzia de vezes – o que para os padrões do século XIX era bastante razoável.

[...] as leis de Mendel não foram redescobertas [...] foram propostas [...] como um modelo matemático verificado experimentalmente, para resolver problemas que se colocavam a todos os selecionadores, mas aos quais respondiam de maneira mais empírica. A originalidade é incontestável e consciente [...] não foi o único que perguntou a si mesmo no que se podiam tornar os descendentes dos híbridos e praticar fecundações artificias, mas o único a intercalar, entre estas questões e as experimentações, a grelha de uma combinatória (DROUIN, 1996, p. 47).

Figura 1 - Johann Gregor Mendel examina a flor fúcsia, s/d.

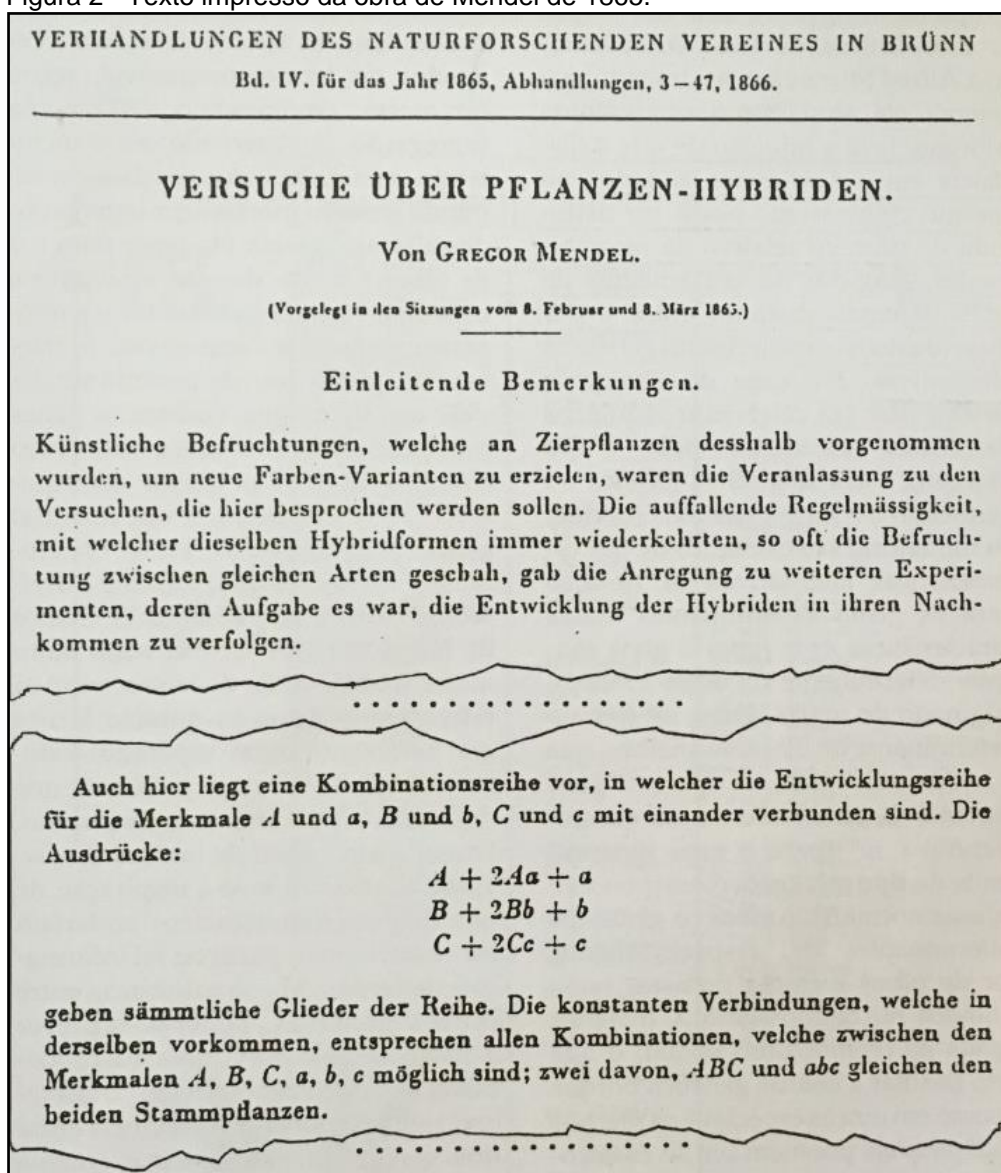


Fonte: Abadia de St. Thomas. Disponível em: <<http://www.fuchsiasinthecity.com/about-fuchsias.dictionary/dictionary-l-m/dictionary-l-m.html>> Acesso em: 20 mai. 2018.

Desta forma, a visão tradicional construída por muitos historiadores da ciência de que a obra de Mendel foi redescoberta não parece ser muito adequada levando em conta sua publicação, em 1865, e suas várias leituras feitas na Sociedade de

História Natural. O fato é que, em 1900, a partir de uma construção mítica do “redescobrimto de Mendel”, os botânicos Hugo de Vries, Carl Correns e Erich von Tschermak ganharam fama e credibilidade ao divulgarem internacionalmente os textos de Mendel e suas leis sobre a hereditariedade. Os três pesquisadores que haviam publicado, de forma independente, no mesmo volume do *Proceedings of the German Botanical Society* chamaram a atenção da comunidade científica para o mendelismo e suas regras de herança e lançaram um movimento pela criação da genética (DROUIN, 1996; KELLER, 1996).

Figura 2 - Texto impresso da obra de Mendel de 1865.



Fonte: OLBY (apud HAUSMANN, 2002, p. 33).



Para Mayr (1998, p. 803), os experimentos de Mendel foram importantes para a “[...] efetiva erradicação dos últimos resquícios de uma crença na mescla de caracteres. Ele enfatizou que, se os fatores do pai e da mãe diferiam, eles jamais se fundiriam [...]”. Além disso, a grande originalidade do texto de Mendel é a forma como “[...] submete os caracteres às leis de combinação e calcula os efetivos teóricos dos diferentes grupos [...]” (DROUIN, 1996, p. 40). Intuitivamente e experimentalmente – a partir de seu “laboratório jardim” – o monge austríaco pressupõe que cada caractere é carregado por um gene, que por sua vez são representados por um duplo exemplar em cada indivíduo. Esta explicação era inovadora neste momento da história no qual não se concebia nem o cromossomo, e para isso ele propõe um modelo mecânico que seja possível receber um modelo matemático aos organismos híbridos.

No começo do século XIX a genética emerge com uma nova ciência já caracterizada por seu método experimentalista, o que para Araújo (2001) era uma marca que rompia com os paradigmas do século XIX, questionando o darwinismo e sua seleção natural que notadamente não eram marcados pela experiência científica, que se mostrava mais realista, progressista e havia proporcionado um salto quantitativo na biologia. Para Araújo (2001, p. 715) o “[...] mendelismo, e logo a genética, vinha mostrando [...] que as mudanças nos organismos eram descontínuas, envolvendo diferenças qualitativas”.

A partir de 1900, a nomenclatura genética acaba sendo mencionada por William Bateson no Congresso Internacional de Botânica, que teve um importante papel no desenvolvimento da genética ao propor que alguns caracteres de herança eram semidominantes – Mendel havia identificado apenas os dominantes e recessivos – e apontou alguns desvios na proporção dos quadros traçados por Mendel (MAYR, 1998; KELLER, 2002). Ao procurar testar as leis de Mendel em outros organismos, tanto vegetais quanto animais, Bateson acabou “[...] propondo novas leis. Entretanto, ele fazia algumas restrições à localização dos fatores mendelianos ser cromossômica” (ARAÚJO; MARTINS, 2008, p. 7).

Com novos estudos sobre o mendelismo e a teoria cromossômica surgiram aproximações entre os cromossomos e a determinação do sexo, o que resultaram em contribuições importantes para o esclarecimento de alguns modelos sexuais em insetos, e na relação com os cromossomos especiais. A partir de 1910, vários grupos iniciaram uma série de estudos sobre a relação entre os cromossomos e a

hereditariedade, mas apesar dos grandes avanços da genética neste período – no que se refere à incorporação dos aspectos básicos da hereditariedade mendeliana – nota-se nos anos seguintes um intenso processo de especialização (ARAÚJO; MARTINS, 2008; MAYR, 1998).

Ainda na década de 1910 emergia a nova área da chamada genética de populações, e seus primeiros estudos se pautavam na realização de experimentos com mamíferos, especialmente camundongos e ratos, e justamente por isso tiveram uma série de dificuldades para a realização, tais como gerações longas, custo de manutenção alto e suscetibilidade às doenças (ARAÚJO, 2004).

Tentando evitar as dificuldades apresentadas nas experiências com os mamíferos, alguns pesquisadores optaram por trabalhar com a mosca das frutas *Drosophila*, adotando uma linha neomendeliana e estudando a genética de transmissão (ARAÚJO; MARTINS, 2008). A *Drosophila* apresentava uma série de vantagens, como produzir uma geração a cada duas ou três semanas, poderia ser mantida em garrafas de leite descartadas e era imune às doenças, além de possuir apenas quatro pares de cromossomos, enquanto os mamíferos possuíam, em média, vinte e quatro cromossomos (MAYR, 1998; MARTINS, 1998).

Desta forma, a *Drosophila* representava uma nova fase dentro da pesquisa genética, apesar de apresentar algumas incoerências, como

[...] a falta de evidências citológicas do *crossing-over* [...]; a pouca importância dada a ausência do *crossing-over* no macho [...], a falta de dados sobre cálculos das porcentagens de *crossing-over* existentes em relação aos quatro grupos de ligação em *Drosophila*” (ARAÚJO; MARTINS, 2008, p.4)

Alguns dos pesquisadores que adotaram a *Drosophila* como material de análise foram William Castle (1914-1977) e, posteriormente, Thomas Hunt Morgan (1856-1945). O grupo de pesquisadores liderados por Thomas Morgan acabou criando a Escola de *Drosophila*<sup>2</sup>, na Universidade de Columbia, em Nova York.

Conhecida popularmente como a “Sala das moscas”, a escola liderada por Thomas Morgan iniciou os estudos dos mapas cromossômicos responsáveis por

---

<sup>2</sup> Para maior aprofundamento sobre a Escola de *Drosophila* ver a clássica obra de Kohler (1994) com o sugestivo título de *Lords of the Fly*.

mostrar as proporções de genes e mutações, além de situar genes e mutações em cruzamentos de inúmeras gerações da mosca *Drosophila*. Os pesquisadores que fizeram parte da escola de *Drosophila* corroboraram com as teorias mendelianas, e concluíram que a herança cromossômica estava ligada aos gametas – e por isso também a denominaram de herança sexual (GLICK, 2003; KOHLER, 1994).

Nos anos de 1920, a sala das moscas de Columbia integrou muitos pesquisadores, entre os quais pode-se mencionar Alfred Henry Sturtevant, Calvin Black-man Bridges, Herman Joseph Muller e, posteriormente, Theodosius Grigorievich Dobzhansky<sup>3</sup>, e foi fundamental para os avanços da genética, pois passaram a estabelecer várias relações fundamentais entre as estruturas cromossômicas e a chamada expressão genética, já que o gene ainda era um mistério (MARTINS, 1998, KOHLER, 1994).

Para Hausmann (2002), fazer relações sobre o posicionamento dos genes era algo fundamental, pois isso afirmava categoricamente que a atividade dos genes poderia ser completamente alterada de acordo com a sua posição dentro do cromossomo. Foi assim que

A escola de Morgan também demonstrou a correlação entre a atividade metabólica de certos genes, em momentos determinados, e as alterações estruturais nos cromossomos gigantes das larvas de *Drosophila*, visíveis ao microscópio sob a forma de laços protuberantes, os assim chamados *puffs*. Entretanto, a verdadeira ação dos genes, passível de ser descrita bioquimicamente, ainda era totalmente desconhecida (HAUSMANN, 2002, p. 23).

Para Mayr (1998, p. 889), a importância da descoberta dos cromossomos gigantes da *Drosophila* está menos na determinação do número e tamanho, mas nas respostas que poderiam ser obtidas nas análises microscópicas, “permitindo uma determinação direta no genótipo, sem precisar recorrer a testes refinados de cultivo”. Assim, podiam ser reveladas a presença de mutações cromossômicas (rearranjos), inversões, deficiências, duplicações e translocações nos dípteros, que agora seriam

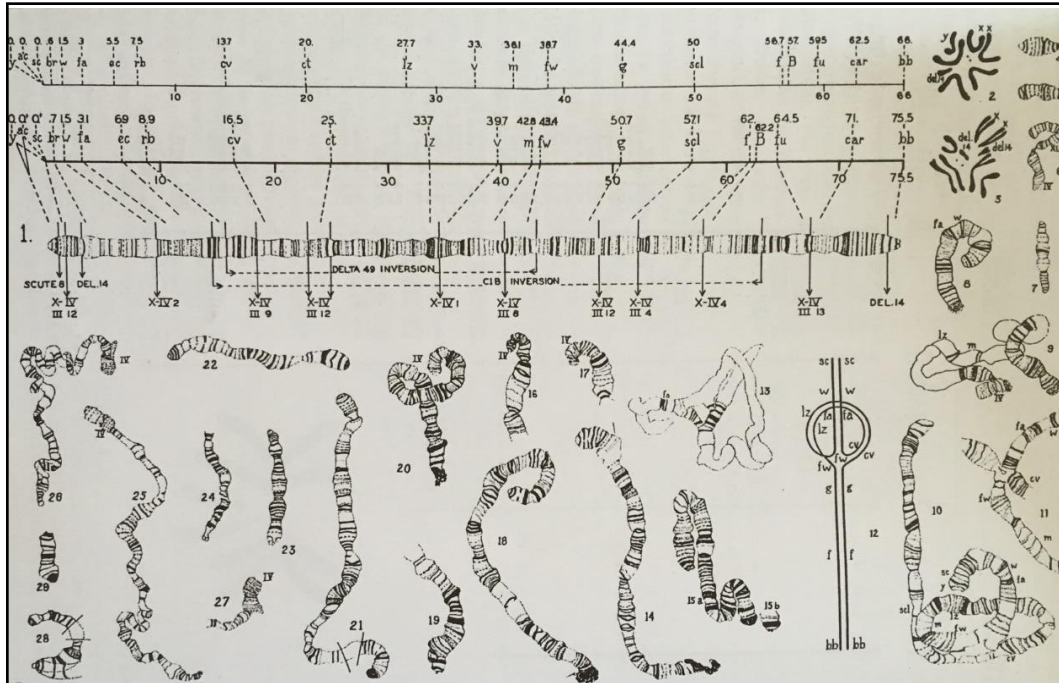
---

<sup>3</sup> Theodosius Dobzhansky foi um dos teóricos do neodarwinismo, publicou a obra *Genetics and the Origin of Species* (1937) que se transformou numa leitura primordial para a definição da teoria sintética da evolução. Nos anos de 1940, iniciou no Brasil a genética de populações de *Drosophila*. Esta escola ficou conhecida como escola tropical de genética Dreyfus-Dobzhansky e se tornou responsável pela institucionalização da genética na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FORMIGA, 2007).

mais fortemente estudadas.

Além disso, a teoria cromossômica da hereditariedade pode ser corroborada ao se comparar os cromossomos com os ainda indefinidos mapas cromossômicos do grupo de Morgan. A ideia dos mapas cromossômicos (Figura 3) foi desenvolvida por Alfred Sturtevant, aluno de doutorado de Morgan, que intuiu “[...] que a distância entre dois genes situados no mesmo cromossomo podia ser deduzida do número relativo de recombinantes, surgidos de cruzamentos parentais distintos entre si por duas (ou mais) características genéticas” (HAUSMANN, 2002, p. 34).

Figura 3 - Mapas cromossômicos da *Drosophila* feito por Morgan, Bridges e Sturtevant, em 1925.



Fonte: HAUSMANN (2002, p. 36).

Os resultados das pesquisas com mapas cromossômicos do grupo de Morgan descobriram inúmeras mutações e, portanto, novos mutantes de *Drosophila*, realizando infinitos cruzamentos que foram fundamentais para o aprofundamento do conhecimento sobre a base material da hereditariedade, concluindo que os genes se colocam numa ordem linear sobre os cromossomos (MAYR, 1998).

Pode-se dizer que o trabalho experimental desenvolvido durante mais de duas décadas por Morgan e seus colaboradores com *Drosophila*, bem como por outros autores em diferentes organismos, estudos sobre genética de populações, oferecimento de ferramentas

matemáticas para o cálculo das distâncias entre os fatores na construção dos mapas cromossômicos e estudos citológicos com o fornecimento da evidencia citológica do *crossing-over* em *Drosophila* [...] já se apoiava em um corpo de evidências razoavelmente sólidas. (ARAÚJO; MARTINS, 2008, p. 5).

Nas décadas de 1920 e 1930, enquanto a genética se desenvolvia freneticamente, no Brasil se iniciavam os primeiros estudos de introdução à genética nas escolas e institutos agrícolas. Contrariando uma linha tradicional da historiografia da ciência (AZEVEDO, 1994; FERRI; MOTOYAMA, 1979; SCHWARTZMAN, 2001) que defende que o Brasil desenvolveu de fato a ciência nas universidades, a genética será introduzida como campo de estudos e pesquisas nestas instituições de ensino agrícola que acabaram também por ser as grandes responsáveis pelo desenvolvimento de técnicas de melhoramento genético de plantas, especialmente as de interesse para a agricultura (ARAÚJO, 2004).

## **1.2 A implantação da genética nas escolas e institutos agrícolas brasileiros: a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e o Instituto Agrônomo de Campinas**

Para analisar a representação do pioneirismo científico dos institutos e escolas agrícolas na área da genética, nos próximos subtítulos serão discutidos, respectivamente, o papel do Instituto Agrônomo de Campinas e da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba. Ambos são considerados pela historiografia como os primeiros institutos de pesquisa e ensino agrícola a realizar a introdução da genética no Brasil (ARAÚJO, 2004; MARTINS, 1994; HABIB, 2010).

### **1.2.1 O Instituto Agrônomo de Campinas**

A Imperial Estação Agrônoma de Campinas foi criada em 1886 pela Lei Imperial Orçamentária nº 3.314, em 16/10/1886, para o exercício de despesas de 1886-1887. A iniciativa de fundação do instituto partiu do conselheiro e ministro da Agricultura, Antônio da Silva Prado, e foi apoiada pelo Imperador Dom Pedro II. A Imperial Estação Agrônoma, que inicialmente não tinha especificação de

localização, rapidamente teve como escolha a cidade de Campinas<sup>4</sup> e foi implantada por D. Pedro II oficialmente em 27 de junho de 1887. A instituição deveria ter como principal função se tornar um centro de referência nas pesquisas agrícola brasileira, especialmente sobre a cultura cafeeira. Esta iniciativa imperial deveria resultar no crescimento econômico e nas possibilidades de desenvolvimento que se encontrava o Estado de São Paulo (MELONI, 2004).

Figura 4 - Foto do edifício principal Prédio D. Pedro II construído em 1888, na década de 1930.



Fonte: Acervo IAC.

Ainda em 1887, a sede da instituição começou a ser construída em um terreno localizado no bairro Guanabara, em Campinas. A construção foi realizada com rapidez e já no final de 1888 tinham sido finalizados o edifício principal da instituição – denominado Prédio D. Pedro II (Figura 4) – e posteriormente vieram os laboratórios de análises química e fitopatológica, o ateliê fotográfico, o posto meteorológico, o depósito de sementes, a adega para experiências com fermento, um pequeno vinhedo, uma instalação completa para experiências de vegetação em vasos, a

---

<sup>4</sup> Não há uma unanimidade entre os pesquisadores que escreveram sobre a escolha de Campinas como sede da Estação Imperial, para Matiello e Carvalho (1980) esta escolha foi motivada pela necessidade e interesse em se combater as pragas e doenças que afetavam os cafezais fluminenses e paulistas; em contrapartida, Camargo (1981), Meloni (2004), Semeghini (1991) defendem que a predileção por Campinas se devia principalmente ao grande desenvolvimento econômico que a região havia alcançado no século XIX.

estrutura de cilindros de ferro para experiências de adubação com cafeeiro, o jardim de Guanabara, o museu, e os campos de experiência de Santa Elisa e do Taquaral, além da biblioteca que já contava com um grande acervo de obras e periódicos especializados europeus (CAMPOS, 1954).

Concomitante à construção da Imperial Estação Agronômica de Campinas em 1887, o ministro que sucedeu a Antônio de Almeida Prado contratou o químico agrícola austríaco Franz Josef Wilhelm Dafert (Figura 5) que foi apresentado como diretor da estação em julho do mesmo ano. Este havia concluído seu doutorado em química agrícola na tradicional Universidade de Giessen, na Alemanha – na qual havia estudado o pioneiro da disciplina de química agrícola Justus von Liebig<sup>5</sup> – e sua proposta de trabalho na Estação Imperial era criar um modelo de estabelecimento que defendia que as instituições como esta “[...] se ocupam de investigações no domínio da agricultura, sob o ponto de vista químico, não se limitando só a isto sua atividade [...]” (Relatório apresentado ao Ministro da Agricultura, Comércio e Obras Públicas por F.W. Dafert-1888 apud MELONI, 2004, p. 46).

Figura 5 - Franz Josef Wilhelm Dafert, s/d.



Fonte: Acervo IAC.

A Imperial Estação Agronômica de Campinas inaugurou seus trabalhos em 1º de novembro de 1888 com a implantação do laboratório de análises para os problemas mais gerais da agricultura brasileira, porém em pouco tempo a direção de Dafert foi interrompida – e ele voltou para a Europa – pelo ministro da Agricultura do governo republicano de 1890. Em 1892 Dafert voltou ao Brasil e reassumiu a direção da Imperial Estação Agronômica de Campinas que, a partir daí, transferia o domínio da

---

<sup>5</sup> A influência da química agrícola se tornou a marca principal da Universidade de Giessen que a partir do final da década de 1950 passou a ser denominada Universidade de Justus Liebig de Giesse.



esfera federal para o governo estadual. Como resultado da mudança de gestão a Estação Agronômica de Campinas passou a ser denominada de Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (CARMO; ALVIM, 1987).

O primeiro regulamento do Instituto Agronômico do Estado foi aprovado pela Lei nº 1.012 de 14/11/1890, que caracterizava a então chamada Estação Agronômica de Campinas como "[...] um estabelecimento experimental destinado ao estudo dos assuntos que se referem à agricultura, procurando auxiliar os agricultores nacionais (...) e fornecer aos agricultores informações ou consultas, sementes e mudas de plantas todas as vezes que forem pedidas" (apud MELONI, 2004, p. 123). Desta forma, o instituto apresentava a seguinte organização:

- Seção Analítica: para a realização dos trabalhos de laboratório;
- Seção de Experiências: para as pesquisas de campo;
- Seção Enológica: para o estudo das vinhas;
- Seção Meteorológica: para estudo das variações climáticas.

Com a retomada de direção de Dafert<sup>6</sup>, os trabalhos do instituto se caracterizaram pelos estudos de campo, realizados pela Seção de Experiências, e pelas análises químicas executadas no laboratório de solos (Figura 6).

Figura 6 - Laboratório de Análises de Solo no início do século XX.



Fonte: Acervo IAC.

As atividades da Seção de Análises caracterizaram muito bem a iniciação

---

<sup>6</sup> Em sua segunda gestão como diretor Dafert permaneceu de 1892 até 1897, e a partir daí regressou à Europa para assumir a direção do Instituto Agronômico de Viena.



científica alemã de Dafert e podem ser consideradas uma de suas principais heranças institucionais. O Instituto Agronômico do Estado de São Paulo terá fundamentalmente como principal serviço a realização de análises laboratoriais para particulares com a intenção de realizar estudos econômicos e técnico-científicos (JORGE et al., 1993). Para se ter ideia do montante, entre 1889 e 1897, foram um total de 998 análises laboratoriais e as amostras enviadas envolviam essências, drogas, minerais, estrumes, adubos, forragens, entre outras (CARMO; ALVIM, 1987).

Em 1891, Dafert realizou o experimento com cafeeiro e, a partir de 1894, “[...] iniciou estudos de dois experimentos com fertilizantes, um em solo com baixo teor de húmus, outro em solo rico. Três tratamentos foram comparados: esterco de curral, fertilizantes químicos de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) e uma combinação dos dois” (JORGE et al., 1993, p. 8). Alguns dos experimentos mencionados foram executados em terras particulares – de pequenos proprietários e até grandes fazendeiros, como o Barão Geraldo de Resende – e só em 1982 foi adquirido a principal área de campo para a Seção de Experiências experimental: a fazenda Santa Elisa (Figura 7), que inicialmente era uma chácara de 50 alqueires e nos anos de 1940 atingia 711 hectares (CARMO; ALVIM, 1987).

Ao mesmo tempo que o Instituto Agronômico do Estado se expandia em termos de pesquisa, análises laboratoriais e infraestrutura, ele não possuía nenhuma função de ensino e a gestão Dafert era considerada excessivamente científica (RAMOS; PIACENTE, 2016). Neste mesmo período, o governo do Estado de São Paulo aceitou a doação de uma fazenda de Luiz Vicente de Souza Queiroz, em Piracicaba, para a construção de uma escola agrícola que deveria estar vinculada ao Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, mas como os recursos para a construção da escola deveriam sair das receitas do instituto o projeto da escola agrícola não teve êxito<sup>7</sup>.

Em 1894, com o início das pragas do café aumentam as pesquisas vinculadas à Seção de Fitopatologia, inclusive com a ampliação do laboratório de química, e o instituto se mantém como um centro pioneiro de pesquisa de estudos de solos. Todas estas mudanças demonstravam o empenho do governo estadual paulista em investir

---

<sup>7</sup> A fazenda doada por Luiz de Queiroz só começaria a funcionar como escola agrícola em 1901 com o nome de Escola Prática de Agricultura de Piracicaba de Piracicaba, foi desvinculada do Instituto Agronômico e passou à tutela da Secretaria de Agricultura, Viação e Obras Públicas do Estado de São Paulo. A Escola Agrícola Prática de Piracicaba é hoje a Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz” e pertence à Universidade de São Paulo.

no Instituto Agronômico do Estado e torná-lo uma referência nacional, isto pôde ser demonstrado pelo novo regulamento estadual de 1897 que previa a dedicação às pesquisas e "[...] investigações de química e fisiologia vegetal e animal, tendo em vista o aperfeiçoamento da indústria agrícola e pecuária e o desenvolvimento de sua produção" (apud MELONI, 2004, p. 123).

Figura 7 - Campos experimentais da fazenda Santa Elisa na década de 1930.



Fonte: Acervo IAC.

Para Henriques (2015), a gestão de Dafert tinha uma preocupação central com a produção agrícola e por isso era fundamental manter a qualidade do solo, evitando assim seu esgotamento. Desta forma,

[...] a linha de trabalho adotada por Dafert, sempre visando que a prioridade era que o agricultor tivesse o máximo de vantagem econômica na sua exploração agrícola – ou no jargão dos periódicos analisados “produzir muito e barato”. Para Dafert, “a tese até agora reconhecida por irrefutável, a saber o fim da cultura dos vegetais é a produção da máxima quantidade de produtos em uma área dada, é um erro em seu sentido geral”. Para o diretor, o que determinava a produção agrícola era a lucratividade do agricultor e, neste sentido, nem sempre recomendava que se investisse em técnicas para preservação ou restituição da fertilidade do solo. De acordo com o cientista, à estação agrônômica caberia indicar ao agricultor o melhor

momento e a melhor forma de adotar a cultura intensiva, com base nos estudos da química agrícola e do mercado (HENRIQUES, 2015, p. 99).

Assim, o final da gestão de Dafert é marcado pelo direcionamento das pesquisas para os problemas da agricultura nacional, especialmente a questão da fertilização do solo. Apesar da crítica, já mencionada, de que o Instituto Agronômico do Estado de São Paulo era excessivamente científico, muitos trabalhos foram realizados e publicados como referências importantes para a agricultura brasileira<sup>8</sup> (IEA, 1972; MELONI, 2004).

Franz Josef Wilhelm Dafert deixou a direção do instituto em 1897 e a partir daí, teve início um período de crise com a gestão de muitos diretores até 1924. A profunda instabilidade que se abateu sobre o Instituto Agronômico do Estado de São Paulo acabou por afastá-lo de suas metas originalmente estabelecidas, especialmente a de tornar-se um centro de pesquisa para os problemas da agricultura nacional. Após 1909, se iniciou uma fase mais pragmática e na qual houve uma grande redução dos estudos e pesquisas científicas, no entanto, esta especialização na resolução de problemas imediatos, e muitas vezes mal solucionados, contribuiu para ampliar uma profunda paralisação do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (SCHWARTZMAN, 2001; SZMRECSÁNYI, 1996).

Em 1922 a instituição passou a se denominar Instituto Agronômico de Campinas<sup>9</sup>, e criou a Seção de Algodão afim de intensificar as pesquisas sobre variedades e outras questões agronômicas, como resultado destes estudos se chegou a variedades paulistas de fibras longas e que teriam grandes rendimentos econômicos a partir dos anos de 1940 (RAMOS; PIACENTE, 2016).

A partir de 1924, a direção do IAC foi assumida por Theodureto Leite de Almeida de Camargo (Figura 8), que era engenheiro agrônomo formado pela Escola Politécnica de São Paulo. Theodureto Camargo “[...] procurou implantar maior rigor aos trabalhos de laboratório e de campo” (DANTES, 1979, p. 367) e iniciou um período de inovação e reforma no Instituto Agronômico de Campinas.

---

<sup>8</sup> O Instituto Agronômico de Campinas foi a primeira instituição a realizar análise de solo e planta no Brasil, recebendo, em 1904, a Medalha de Prata por Análise de Solo na Exposição Universal de Saint Louis, nos Estados Unidos.

<sup>9</sup> Esta denominação – Instituto Agronômico de Campinas – retornaria definitivamente depois de se chamar Instituto Agronômico do Estado de São Paulo entre 1927 e 1935.

Figura 8 - Theodureto Leite de Almeida Camargo na década de 1930.



Fonte: Acervo IAC.

A reforma de Theodureto Camargo foi aprovada pela Lei nº 2.227-A de 19/12/1927, que estabeleceu uma nova estrutura baseando-se na seguinte constituição (DANTES, 1979, p. 368):

- 1) Seções básicas de pesquisa Entomologia, Botânica e Genética;
- 2) Partes técnicas de fiscalização, análises químicas e tecnologia agrícola, e a seção de Bacteriologia e Indústrias de fermentação;
- 3) Seção de Horticultura e Agronomia.

A Lei nº 2.227-A também colocou as novas atribuições do Instituto Agrônomo de Campinas:

- a) estudar os diversos tipos de solos, sua distribuição no Estado e seu valor econômico para as diversas culturas feitas na região; b) classificar as diversas variedades de plantas cultivadas, para melhorar as mais recomendáveis; c) experimentar nas subestações os métodos de cultura e as melhores variedades para as condições de Campinas, a fim de conhecer as modificações sofridas sob as diversas condições ecológicas; d) estudar o emprego do *Rhizobium leguminosarum* na cultura das leguminosas; e) estudar a bacteriologia do solo e dos adubos para conhecer a importância dos microrganismos na fertilidade da terra e na decomposição dos adubos orgânicos e minerais; f) estudar o emprego das bactérias e dos lavradores nas indústrias do álcool, vinagre, conservas alimentícias, vinificação, laticínios; g) estudar os processos de conservação, utilização e transporte dos diversos produtos agrícolas; h) estudar os processos de depuração de

águas residuárias de diversas indústrias agrícolas e seu emprego na agricultura (CAMPOS, 1954, p. 498).

No processo de reformulação do IAC, a gestão de Theodureto Camargo “[...] procurou implantar maior rigor aos trabalhos de laboratório e de campo” (DANTES, 1979, p. 367). Além disso, o Instituto Agrônomo de Campinas aumentou o seu número de pesquisadores, passou a contar com mais laboratórios e três estações experimentais em Limeira, São Roque e Sorocaba – além da sede experimental central (Figura 9). Nas estações experimentais se iniciou uma pesquisa pioneira na horticultura e com frutas de clima temperado sob a responsabilidade, respectivamente, do engenheiro agrônomo Felisberto Cardoso de Camargo e do pomólogo alemão João Herrmann. Para se ter uma ideia da diversidade da pesquisa, só na estação de São Roque havia mais de 400 variedades de uvas, pêsegos, ameixas, cerejas, maçãs, peras, marmelos, nozes, castanhas, figos, framboesas, morangos e citros (CAMPOS, 1954; MELONI, 2004).

Figura 9 - Sede e centro experimental central do IAC na década de 1920.



Fonte: Acervo IAC.

A partir de 1928, e a pedido do diretor Theodureto Camargo, Felisberto Camargo aprofundou as pesquisas sobre a fruticultura – especialmente a citricultura

– e organizou a Seção de Horticultura<sup>10</sup> nas estações experimentais de Limeira e de Sorocaba.

Outro fator fundamental nesta nova fase foi a instituição do regime de tempo integral, em 1929, o que tornou o grupo de pesquisadores do Instituto Agronômico de Campinas “[...] pioneiros em tão importante sistema de trabalho, de alta relevância ao progresso da ciência” (JORGE et al., 1993, p. 20).

Até os anos de 1930, a maior parte dos pesquisadores que foram para o Instituto Agronômico de Campinas era formada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e muitos haviam feito especialização em universidades americanas e europeias com bolsas do governo estadual. Entre o grupo de novos pesquisadores, destacou-se Carlos Arnaldo Krug (Figura 10) que foi um pioneiro nos estudos de genética no IAC. Krug coordenou a Seção de Genética, e a partir de seu direcionamento, em 1927, a genética foi implantada e usada de forma sistemática para o melhoramento do café, milho, fumo ou “[...] para adaptar ao ambiente brasileiro, outras sementes, como o trigo e a cevada” (SCHWARTZMAN, 2001, p. 183).

Figura 10 - Carlos Arnaldo Krug na década de 1930.



Fonte: Guggenheim Memorial Foundation. Disponível em: <<http://www.gf.org/fellows/all-fellows/c-a-krug/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

Em 1931, Carlos Arnaldo Krug foi enviado pelo Instituto Agronômico de Campinas à Universidade de Cornell, em Ithaca, para especializar-se em genética, citogenética e aperfeiçoamento de plantas. A ideia do IAC era realmente aperfeiçoar o melhoramento das espécies vegetais através da genética, especialmente das

---

<sup>10</sup> O Instituto Agronômico de Campinas teve um trabalho pioneiro na pesquisa com hortaliças e foi um dos principais centros de produção e distribuição de variedades de hortaliças do Estado de São Paulo, entre as principais espécies vegetais desenvolvidas estão o tomate, alface, alho, couve-brócolis do tipo ramoso, quiabo, pimentão e pimenta, mandioca e batata, entre outras.

plantas com grande potencial para a agricultura, como o café, algodão e milho (SCHWARTZMAN, 2001) e assim contribuir com o desenvolvimento econômico brasileiro.

Neste mesmo ano foi realizado o Sexto Congresso Internacional de Genética, em Ithaca, e Carlos Arnaldo Krug foi o único participante brasileiro. Sobre o impacto das novas pesquisas do Sexto Congresso Internacional de Genética ele diz:

A exposição de material vivo e de preparações também foi de grande sucesso, ilustrando variados estudos de genética e sua aplicação no melhoramento. Sem dúvida, a de maior interesse foi a *Drosophila*, cuja genética tem sido estudada mais de que qualquer outro animal ou vegetal. No grande Laboratório de Genética achavam-se, no dia marcado pelo programa para demonstração da *Drosophila*, quase todos os pesquisadores deste díptero, tais como: T. H. Morgan, C. B. Bridges, A. H. Sturtevant, M. Demerec, H. J. Muller, [...] Dobzhansky e outros, cada um demonstrando os seus 'stocks' de moscas e muitos, também de excelente material citológico ilustrando a espermatogênese, oogênese, mitose somática, anomalias cromossômicas [...] para este fim foram montados no laboratório cerca de cinquenta microscópios de precisão. (KRUG et al., 1932 apud ARAÚJO, 2001, p. 721).

No final de 1932, Krug retornou ao Brasil e iniciou um programa de melhoramento genético do café, algodão, milho, cana-de-açúcar, arroz, feijão, entre outras variedades. O programa genético abrangia investigações básicas sobre a biologia da reprodução, taxinomia, análises citológicas, morfologia, anatomia, análises genéticas e seleção de linhagens produtivas. Os resultados destas pesquisas se mostraram extremamente promissores para a economia agrícola de São Paulo, para exemplificar serão mencionados os casos do café e do milho.

O programa genético do café foi iniciado após a grande crise de superprodução de 1929, e, portanto, em um momento de desesperança da economia cafeeira. Krug iniciou a implantação de banco de germoplasma que reunia inúmeras variedades de *Coffea arabica* cultivadas, além das variações encontradas no território brasileiro, e fez um grande estudo de testes estatísticos para selecionar as variedades mais promissoras e realizar as análises genéticas e citológicas. Como resultado, Krug desenvolveu algumas variedades de café no IAC que se mostraram até 80% mais produtivas do que outras variedades (COLOMBO; SIQUEIRA, 2017).

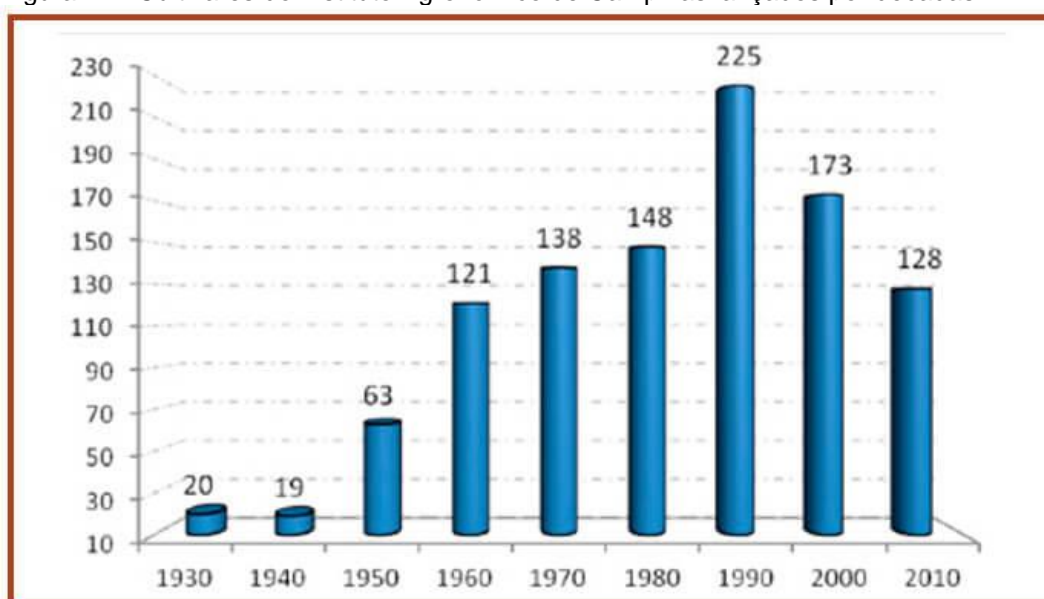
Para a realização do melhoramento genético do milho Krug trouxe um híbrido dos Estados Unidos, pois sua intenção era produzir o primeiro milho híbrido brasileiro.



Depois de quase uma década de pesquisa – e parcerias com outras instituições, como a ESALQ – o resultado foi a criação de uma variedade com uma produção de 35% superior à da variedade comum. Desta forma, o programa de melhoramento genético do milho permitiu que o IAC produzisse as primeiras sementes de milho híbrido nacional<sup>11</sup>, como o híbrido H-7974 que foi muito cultivado pelos agricultores brasileiros (COLOMBO; SIQUEIRA, 2017; SCHWARTZMAN, 2001).

Em 1933, o Instituto Agrônomo de Campinas criou uma cadeira de genética, “[...] com o objetivo de formar especialistas e tecnologia do melhoramento de sementes” (SCHWARTZMAN, 2001, p. 183). A grande produção e o melhoramento genético de plantas e sementes serão características fundamentais do IAC, na Figura 11 pode-se notar a evolução histórica do número de cultivares a partir da criação dos programas de melhoramento genético na década de 1930.

Figura 11 - Cultivares do Instituto Agrônomo de Campinas lançados por décadas.



Fonte: COLOMBO; SIQUEIRA (2017, p. 7).

Até o final de 1930, o Instituto Agrônomo de Campinas era um reconhecido centro de pesquisas agrícolas do Estado de São Paulo, realizando experimentos, distribuindo sementes para os agricultores, além de ajudar em crises econômicas agrícolas – como a crise de superprodução do café e a recessão internacional nos

<sup>11</sup> Segundo o próprio Instituto Agrônomo de Campinas, o Brasil foi o segundo país do mundo, depois dos Estados Unidos, a conseguir produzir híbridos de milho com linhagens devolvidas em seu território (IAC, 1977, p. 14).



anos de 1930, na qual o IAC forneceu sementes de algodão e outras culturas para os fazendeiros locais. Com o aumento dos campos de experiências – e da grande diversidade de espécies cultivadas – e das pesquisas de melhoramento genético coordenadas pela Seção de Genética, o Instituto Agrônomo de Campinas foi responsável por desenvolver, distribuir, selecionar e adaptar inúmeras espécies vegetais para a agricultura.

O IAC passou a ser caracterizado como um centro de genética aplicada e de melhoramento, ele era tido como um instituto extremamente lucrativo nas pesquisas agrícolas do Estado de São Paulo.

### **1.2.2 A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” foi fundada em 1901 – denominada Escola Prática de Agricultura de Piracicaba (Figura 12) era ligada à Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo – tendo como objetivo a formação em nível médio. A partir de 1905, sofreria inúmeras mudanças no seu sistema de ensino e em seu nome (uma homenagem ao seu idealizador): Escola Prática “Luiz de Queiroz” (1905-1911); Escola Agrícola “Luiz de Queiroz” (1911-1931); Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (1931) nomenclatura com a qual é, em 1934, incorporada como uma das instituições de ensino da Universidade de São Paulo.

Segundo Habib (2010, p. 31), duas datas são mencionadas sobre quando a ESALQ foi elevada à categoria de instituição de ensino superior, 1925 e 1931, que aparecem, respectivamente, no livro *ESALQ- 75 anos* de Ernesto Malavolta, e no histórico do site da ESALQ. Independente da data, a partir desta elevação a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” alcançava uma formação agrícola em todos os níveis da educação, do primário até a pós-graduação (SCHWARTZMAN, 2001, p. 182).

É relevante mencionar que apesar de não ter sido a primeira escola agrícola a ser criada no país – este título pertence à Escola Agrícola da Bahia, criada em 1877 – a ESALQ foi idealizada num sistema de ensino agrícola mais ampliado e como todas as instituições agrícolas que seguiam este sistema, tinham características mais profusas.

[...] Além de educar, também eram compreendidas como locais em que experimentos [...] eram levados a efeito. Esse sistema de ensino agrícola mais ‘ampliado’, com experiências práticas e científicas, também servia às elites agrárias específicas, plantadores de fumo, trigo e café, ou seja, novos produtos que pudessem manter sua posição de elite e seus ganhos no mercado internacional (OLIVER; FIGUEIRÔA, 2006, p. 109).

Figura 12 - Edifício principal da ESALQ, inaugurado em 1907, e projeto do engenheiro arquiteto belga José Van Humbeeck.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

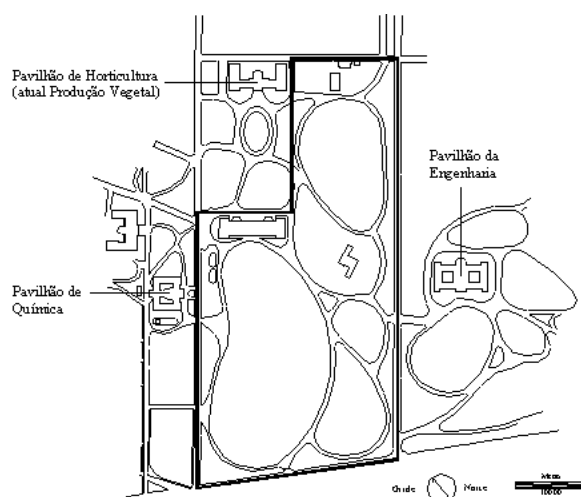
Outro ponto a ser destacado no desenvolvimento das escolas agrícolas, e no qual a ESALQ se encaixava muito bem, era o interesse no ensino agrícola europeu e americano – até os projetos arquitetônicos e paisagísticos eram copiados (ver as Figuras 13 e 14).

Muitos brasileiros eram mandados para realizar estudos em escolas agrícolas no exterior e assim também conheciam modelos de ensino, esta certamente era uma grande preocupação, haja vista as marcantes diferenças entre as sociedades estrangeira e brasileira.

De países como a França, Estados Unidos e Bélgica vieram os modelos iniciais, possibilitando, inclusive, projetos arquitetônicos específicos, que incluíam grandes pavilhões, laboratórios e campos de cultura, projetos curriculares, nome às cátedras e seleção de conteúdos, bem como alguns professores estrangeiros para

ministrarem as aulas e, por vezes, dirigirem essas escolas (OLIVER; FIGUEIRÔA, 2006, p. 111).

Figura 13 - Planta baixa ilustrando a área do Parque da ESALQ, projeto paisagístico do arquiteto-paisagista belga Arsenio Puttemans, de 1905. Nota-se as características europeias dos pavilhões.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

Figura 14 - Formação do Parque e Edifício Central da ESALQ/USP, ao fundo vê-se o edifício central e toda a área do parque, na década de 1910.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

Isso justificava os esforços da ESALQ para patrocinar a vinda, e a consequente contratação de renomados professores estrangeiros, como Nicolau Athanassof, Arsenio Puttemans (Figura 15) e, posteriormente, Friedrich Gustav Brieger. Além

disso, havia também a concessão de bolsas de estudo por parte do governo federal através do Ministério da Agricultura e outros órgãos – entre os alunos contemplados com bolsas de estudo no governo de Rodrigues Alves (1912-1916) estavam Carlos Teixeira Mendes e Salvador de Toledo Piza Júnior, que teriam uma ativa participação no desenvolvimento da genética nesta escola. Desta forma, muitas bolsas semelhantes foram concedidas, o que permitia aos graduados em engenharia agrônômica irem estudar nos Estados Unidos ou Europa (SCHWARTZMAN, 2001).

Figura 15 - Nicolau Athanassof na década de 1910.



Fonte: Acervo da ESALQ, foto publicada no Semanário de 1988 do Jornal “A Província”. Disponível em: <<https://www.aprovincia.com.br/memorial-piracicaba/gente-nossa/nicolau-athanassof-2925/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Todo este esforço em busca do aperfeiçoamento profissional e acadêmico era fundamental para a criação e desenvolvimento de um espaço de ciência na ESALQ, que resultaria – ao menos em teoria – numa próxima geração de pesquisadores. E quando se analisa a genética, é fundamental investigar a sua entrada oficial no currículo e, conseqüentemente, perceber em que cadeiras ou quais professores iniciam a difusão do ensino de genética mendeliana.

Oficialmente a cadeira de genética foi criada na ESALQ em 1936, mas os primeiros estudos do mendelismo se desenvolvem – como já mencionado – há pelo menos duas décadas anteriores. Apesar das controvérsias<sup>12</sup> acerca do pioneirismo do

---

<sup>12</sup> Na conferência de abertura do I Simpósio Sul-Americano de Genética, em 1960, Arnaldo Krug afirmou que André Dreyfus teria ministrado o primeiro curso de genética mendeliana, em 1919, na Associação Brasileira de Educação do Rio de Janeiro. Esta discussão nos faz pensar no papel de liderança e poder que tomará o grupo de André Dreyfus a partir dos anos de 1940, tema a ser discutido

ensino da genética, pode-se afirmar através de documentação das cadernetas de aulas e pequenos livros com anotações dos professores responsáveis pelas disciplinas o pioneirismo no ensino de genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Como defende Habib (2010) o processo educacional incluía os ensinamentos de genética, e

Nesse sentido [...] a constatação de que Carlos Teixeira Mendes incluiu como partes de suas aulas na cadeira de agricultura as Leis de Mendel, isso por si só é um fato relevante e importante para a ciência brasileira. Apesar de a cadeira de genética ter sido criada em fins da década de 1930 na Escola de Piracicaba (HABIB, 2010, p. 59).

A partir desta perspectiva, Carlos Teixeira Mendes pode ser considerado um pioneiro<sup>13</sup>. Se formou em 1908 pela então ESALQ, e entre 1913 e 1914 se especializou na Escola de Grignon<sup>14</sup>, em Paris, e estagiou como assistente nos laboratórios da Estação Experimental de Rothamsted, na Inglaterra. A partir de 1914, voltou ao Brasil e foi contratado como professor da 4ª cadeira de Agricultura da ESALQ, iniciando as pesquisas nos Campos de Experiências da Fazenda Modelo da Escola. Os resultados de suas pesquisas foram descritos, em 1917, na sua tese de cátedra intitulada *Melhoramentos de Variedades Agrícolas*.

O contato de Teixeira Mendes (Figura 16) com o mendelismo aconteceu justamente em sua temporada de estudos no exterior, momento em havia uma grande discussão nas escolas agrícolas francesas sobre qual era o melhor método de melhoramento para o cultivo agrícola. Desta forma, se debatia a metodologia de cruzamentos utilizada por Mendel – bem como toda a teoria mendeliana e o debate com as teorias neolamarckistas – e o experimentalismo prático dos chamados *plant*

---

no próximo capítulo.

<sup>13</sup> Octavio Domingues, que estudou na ESALQ entre 1915 e 1917, e teve como professor catedrático responsável pela 5ª cadeira, de Zootecnia, o búlgaro Nicolau Athanassof, defende que Teixeira Mendes não foi o primeiro professor a incluir os estudos de genética na ESALQ. Segundo ele, desde 1915 o professor Nicolau Athanassof incluía em seu programa os seguintes conteúdos: “[...] A individualidade e seus caracteres morfológicos e fisiológicos. Variação. Leis e causas das variações. Meios para conservação dos caracteres novos. Método de ginástica funcional. Hereditariedade. Teorias, modalidades, leis de Mendel [...]” (SOUZA REIS, 1921, p. 198-99). Todas estas informações aparecem relacionadas no livro *O Ensino na Escola Agrícola “Luiz de Queiroz” de Piracicaba* de Francisco Souza Reis que foi publicado em 1920 – apesar de ser publicado só em 1921 – e consta como sendo um conteúdo programático das cadeiras de 1918 – há menção também da 4ª cadeira de Agricultura.

<sup>14</sup> A Escola de Grignon foi indicada para a formação de Teixeira Mendes, pois dela vinha justamente um importante nome para a ESALQ, o professor Nicolau Athanassof.

*breeders*<sup>15</sup>. Apesar de não serem teoricamente contra as teorias mendelianas, os *breeders* franceses questionavam o tempo gasto de criação de uma geração para se chegar a uma variedade para ser cultivada comercialmente (OLIVER; FIGUEIRÔA, 2006; HABIB, 2010).

Figura 16 - Carlos Teixeira Mendes na década de 1920.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

Influenciado por sua formação europeia, Teixeira Mendes foi o primeiro professor a defender uma tese de cátedra na ESALQ e que tinha por objetivo principal discutir como as teorias biológicas se aplicariam ao melhoramento genético das culturas agrícolas. Para Habib (2010), a tese de Teixeira Mendes não se tratava de uma síntese de teorias e experiências – ao contrário do que se possa pensar.

Defensor da seleção empírica como método mais rápido, barato e de melhores resultados para a agricultura, Carlos Teixeira Mendes foi capaz de conciliar autores e teorias aparentemente inconciliáveis. Essas mesmas teorias biológicas foram por ele ensinadas em suas aulas de agricultura desde que assumiu a cadeira e durante toda a década de 1920 (HABIB, 2010, p.32).

A defesa da seleção empírica também apresentava um problema de método científico, pois “[...] Parte do trabalho é intuitivo, tradicional, e dependia do talento do

---

<sup>15</sup> Os *breeders* eram os profissionais responsáveis por selecionar as melhores sementes que posteriormente seriam vendidas aos agricultores, tiveram muitas vezes um discurso de negação do mendelismo na França.

selecionador em perceber e escolher a melhor semente, a mais perfeita fenotipicamente e não geneticamente. For this job', the 'art' or 'good eye' of breeder" (HABIB, 2010, p. 91). Por esta razão, em sua tese de cátedra, Mendes propôs e diferenciou dois métodos de seleção, o empírico e o metódico. O primeiro método era caracterizado pela escolha das melhores sementes e um olhar dos *breeders*, porém havia o problema de que muitas vezes não se reconhecia as qualidades das plantas – apesar de se chegar a bons resultados com esta metodologia. O segundo método era um processo complexo que tinha necessidade de maior tempo para sua realização, pesquisa em laboratórios, uso de equipamentos, além da técnica.

Em sua tese *Melhoramentos de Variedades Agrícolas*, Carlos Teixeira Mendes propõe um método mais efetivo do que a seleção empírica, sem seleção de variedades, mas bastante prático – tanto que queria que o método fosse ensinado para pequenos agricultores. Este melhoramento genético mais efetivo consistia em escolher as seguintes características:

[...] a) As plantas de desenvolvimento normal, quer no tamanho quer no aspecto geral. b) As plantas apresentando o maior número de espigas, panículas, etc. bem conformadas. O grande número prejudica, muitas vezes, a qualidade. c) As espigas, panículas, etc. maiores e mais bem conformadas. d) Depois da colheita, em casa, preferir, das mesmas, as mais compactas, linhas regulares e fechando bem (milho), mais pesadas, etc (MENDES, 1917, p. 41).

Em contrapartida, a metodologia da seleção “metódica” dependia muito dos laboratórios, mas também do trabalho de campo, e era descrito seguindo as etapas de desenvolvimento abaixo:

a) As plantas porta-sementes devem ser cultivadas bem espaçadas para que possamos estudar o produto de cada indivíduo separadamente. b) As plantas observadas, em todo o ciclo vegetativo, e escolhidas com mais cuidados que na seleção empírica. c) Os produtos desta primeira colheita são classificados em ótimos, bons e regulares. Ótimos serão os raros exemplares apresentando o máximo de qualidades possível, bons, os que se coloquem logo abaixo dos primeiros, e regulares, os de 3º tipo. Estes devem ser entregues ao comércio comum, os segundos vendidos como produtos selecionados e constituindo o tipo-selecionado-comercial e afinal os primeiros chamados produtos de Elite, destinados à continuação da seleção. d) Os ótimos novamente semeados darão os mesmos três tipos precedentes que serão identicamente classificados. e) No laboratório essa escolha é feita, não só entrando os fatores já mencionados, como também, o peso individual (grãos), a riqueza em

açúcar (beterraba), a resistência ai gorgulho (milho) etc. f) No campo devemos levar em consideração dois fatores: as plantas exteriores dos canteiros que não sofreram a mesma concorrência das outras, e ao mesmo tempo receberam mais luz, não devem ser admitidas como normais, precisam ser desprezadas; em qualquer cultura para seleção não devemos fazer atuar fatores artificiais como adubações, irrigações, etc. que desviem as condições em que trabalhamos, das normais (MENDES, 1917, p. 41-42).

Outros pontos que podem ser discutidos sobre a tese de cátedra é o grande debate que Teixeira Mendes realizou a respeito de várias teorias da evolução, e isso é percebido até mesmo na divisão que ele faz da tese. A tese é dividida em três partes, a primeira, uma introdução para as discussões temáticas sobre aclimação de plantas, seleção e cruzamento. Seu debate incluía as teorias de Jean-Baptiste de Lamarck, Charles Darwin, Herbert Spencer, Friedrich Leopold August Weismann, Hugo de Vries e Karl Wilhelm von Naegeli, entre outros, e ele se esforçou por debater como cada uma das teorias representadas por estes autores explicavam as semelhanças entre pais e filhos e a transmissão da herança.

Teixeira Mendes elabora uma descrição significativamente detalhada da teoria mendeliana, estabelecendo gráficos, tabelas, equações matemáticas, entre outros esquemas que apontassem para a questão dos cruzamentos. Seu grande interesse estava em discutir a utilidade prática da teoria no melhoramento agrícola, sua discussão caminha para a aplicação das teorias de Gregor Mendel e de como se poderia observar os caracteres desejados para a criação de novas variedades agrícolas. Toda esta discussão prática aparece em algumas das conclusões de sua tese:

1ª) Dos cruzamentos entre espécies vegetais resultam tipos mistos, sem dissociação de caracteres, o que pode nos conduzir, na prática, a resultados bons, em relação à produção de novas formas ou tipos. 2ª) Esses cruzamentos podem dar em resultado híbridos menos fecundos, e até infecundos, algumas vezes, mas não se pode admitir tal consequência como uma regra geral. 3ª) Nos cruzamentos bissexuais as Leis de Mendel são verificadas e admitidas como verdadeiras na prática. 4ª) A associação dos vários caracteres, a sua separação por segregação, não observam com rigor as proporções enumeradas nessas leis. Esse fato é de fácil compreensão: a falta de fecundação, por qualquer causa alheia ao processo, o aborto de ovários, etc, são causas mais que suficientes para a compreensão da falta de rigor. 5ª) Entre tipos extremos – previstos nas fórmulas – em que um reúne o ótimo de qualidades, e outro o péssimo, medeiam tipos aproveitáveis e que, além disso, podem produzir descendentes



iguais aos ótimos, por segregação e eliminação dos caracteres latentes, agora ativos. 6ª) A verificação das Leis de Mendel é mais difícil na série zoológica, pela disposição das unidades nos óvulos e nos espermatozoides. 7ª) Há entretanto unidades que se representam no exterior pelas quais podemos seguir as leis (MENDES, 1917, p. 83).

É relevante pensar que quando Teixeira Mendes defende sua tese de cátedra em 1917 as teorias de Gregor Mendel ainda não tinham sido entronizadas como um paradigma da biologia – mesmo entre biólogos, agrônomos e os *breeders* (ARAÚJO; MARTINS, 2008; HABIB, 2011; MAYR, 1998). Desta maneira, Carlos Teixeira Mendes se torna um divulgador desta teoria, especialmente, através de sua tese, suas aulas e o importante periódico *Revista de Agricultura*<sup>16</sup>.

Como um divulgador da ciência, suas crenças na seleção empírica e a defesa de se construir os campos de experimentação através da Fazenda Modelo da ESALQ, o fazem discutir e apresentar teorias que pudessem facilitar o melhoramento genético na agricultura brasileira. E por mais contraditório que possa soar,

[...] Para Carlos Teixeira Mendes e sua compreensão de agricultura, tanto Mendel quanto Lamarck ajudavam a explicar os fenômenos da seleção empírica e não existia, para Teixeira Mendes, uma preocupação em desvendar os mistérios da hereditariedade. Lamarck e Mendel eram conciliáveis (HABIB, 2010, p.116).

Desta forma, Teixeira Mendes era um prático agrícola no sentido mais amplo dos *breeders* e seus trabalhos no Campo de Experiências da ESALQ foram justamente os estudos de sementes e da seleção. Seu trabalho com seleção e estudo das sementes resultou no melhoramento de muitas culturas agrícolas, tais como milho, mandioca, batatinha, cana-de-açúcar, alfafa, arroz e café (PIZA Jr., 1950, p.211).

Sua grande preocupação com o melhoramento genético nacional e a defesa dos campos de experiências será uma de suas marcas como pesquisador e prático agrícola. No Relatório de Especialização na França – produzido, entre 1913 e 1914, a partir de seus estudos e da profunda comparação do ensino agrícola na Europa com

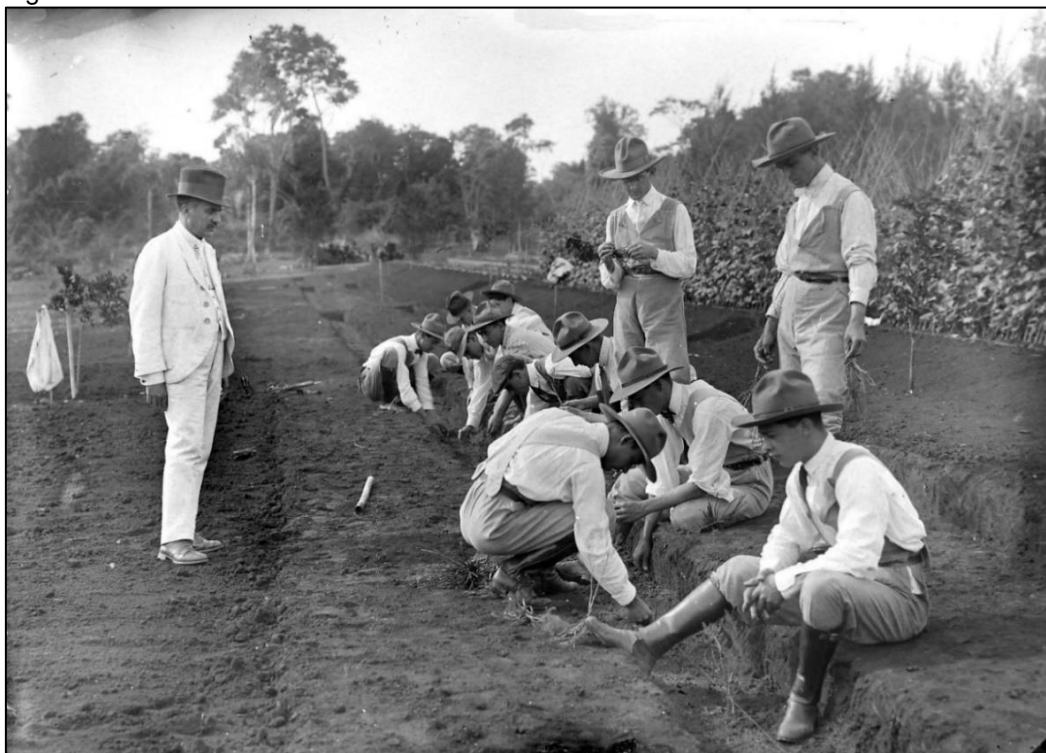
---

<sup>16</sup> A Revista de Agricultura foi fundada por Nicolau Athanassof, Octavio Domingues e Salvador de Toledo Piza Junior, em 1926. Durante todos estes anos ele se manteve publicando temas nas áreas da Agronomia, Zootecnia, Silvicultura e similares. Atualmente ela é chamada de *Brazilian Journal of Agriculture* e editada três vezes por ano, nos meses de junho, setembro e dezembro.

as escolas do Brasil – ele já colocava a importância dos estudos e campos de experimentação (ver Figura 17) para o melhoramento da agricultura brasileira:

(...) Já necessitamos para a nossa indústria e movimento comercial quase 15.000 toneladas de algodão e, entretanto, ainda não produzimos mais de 7.000 ou 8 mil toneladas. Não é só pela distribuição de sementes e publicações que obteremos os resultados almejados. Muito mais importante papel desempenha uma Estação Experimental que especializando-se [sic] no assunto, possa mais tarde ensinar com certeza, os métodos mais seguros que devem seguir os lavradores, assim como distribuir-lhes sementes depois de aclimadas e adaptadas às nossas condições biológicas, não se expondo assim a resultados duvidosos, ou melhor, que só poderão concorrer para aumentar o seu pessimismo quanto a tudo que não se referir ao café<sup>17</sup>.

Figura 17 - Alunos da ESALQ, em 1925, na aula de campo da Fazenda Modelo. Os campos de experimentação foram amplamente defendidos por Carlos Teixeira Mendes após o seu estágio na Inglaterra.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

Além de suas técnicas utilizadas nos campos de experimentação, ele trazia uma significativa discussão bibliográfica para desenvolver em suas aulas. Em sua *Caderneta de Aula* de 1919, Teixeira Mendes expõe seu programa didático da 4ª Cadeira de Agricultura:

<sup>17</sup> MENDES, C. T. “Relatório de Especialização na França”. Processo n. 275, p. 48; 53.

Como primeira aula fiz em primeiro lugar uma exposição do método de ensino que adoto (preceptivo, não admitindo apostilas); como considerarei a parte teórica e a parte prática. Adotei como livros e monografias para o curso, os seguintes: A) Para o Estudo de Melhoramento de Plantas: a) Les Theories de l'Evolution – Delage X Goldschmidt; b) Espèces et Variétés – Hugo de Vries; c) Minha tese de concurso. B) Para as culturas especiais: Cultura do Milho: 1º) The book of corn, [Herbert] Murick (1904), 2º) Cereals in America, [Thomas Forsyth] Hunt (1904); Cultura do Algodoeiro: 1º) La Culture du Cotonnier, C. Farmer (1901), 2º) A Cultura do Algodoeiro, [Gustavo] Dutra; Cultura da Mandioca: 1º) La Culture Du Manioc, Ph. Boname, Culture et Industrie du Manioc, [Léon] Colson (1906), Monografia do Milho e da Mandioca.

Tendo apenas iniciado na aula passada o estudo sobre o melhoramento das plantas repeti essa pequena parte, tendo dado: Teorias em que se baseiam o melhoramento das plantas. Teorias da Evolução e Evolucionismo. Histórico resumido das fases do Lamarckismo e Darwinismo. Estado atual das três Escolas: Neo-Lamarckianos, Neo-Darwinistas e Selecionistas. Iniciei Lamarckismo”; “Lamarckismo (continuação da aula precedente). As leis do Meio e do Modo. Sua discussão. Aplicação à agricultura – Aclimação – Os casos de adaptação, melhoramento e degenerescência”; Lamarckianos – Darwinistas e Selecionistas. A Seleção Natural, a Luta pela Vida. Seleção Artificial com dois fins: para a (ilegível) e para o melhoramento segundo Vilmorin. Tratados de (ilegível), Shirreff, Vilmorin, Von Rünker”; “Seleção segundo Shirreff para obtenção de variedades constantes – Seleção segundo Vilmorin pra o melhoramento – Aplicação e prática de dois métodos: efeitos, vantagens, exemplos e meios de que dispomos para a seleção empírica e racional”; “Variações Flutuantes – Discurso da Lei de Quetelet e da aplicação do Binômio de Newton”; “Repeti a pedido dos alunos a explicação das Flutuações pelo Binômio de Newton. Completei as variações devidas: variedades estáveis e instáveis. Caracteres latentes, Vicinismo e Atavismo”. Desta forma Carlos Teixeira Mendes inicia um grande trabalho de seleção e experimentação de sementes e nas suas aulas ensinava todo o preparo de seleção de sementes que ia do laboratório aos livros. “A pedido dos alunos repeti mais uma vez a recapitulação de Variações Flutuantes, Atavismo e Latência de Caracteres”; “Mutações – Sua discussão – As sete leis – Conclusão do Darwinismo”; “Cruzamento – Fecundação própria e cruzada - Cruzamento entre latentes (ilegível), variedades e espécies. Hibridismo”; “Uniões bissexuais – O modo de transmissão dos caracteres – Escola de Spencer e Darwin, Weismann e de Vries (pangênese); “Leis de Mendel”; “Terminado este capítulo do curso, dei nesta aula um apanhado geral das teorias principais, os fins e os efeitos do melhoramento das plantas na agricultura. Conclusão<sup>18</sup>.

Com Carlos Teixeira Mendes percebe-se, portanto, o início de um processo

---

<sup>18</sup> **Caderneta de Aula.** “Agricultura Especial Teórica”. 2ºSemestre, 2º Ano, 1919. Professor: Carlos Teixeira Mendes.

incipiente dos estudos da hereditariedade e do mendelismo, e o desenvolvimento de técnicas para o melhoramento genético (ver Figura 18, aula de olericultura) praticado nos Campos Experimentais da Fazenda Modelo da ESALQ – tornando, como já afirmado, a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” um dos primeiros lugares a introduzir a genética em seus cursos.

[...] Carlos Teixeira Mendes taught genetics and expressed his ideas about this subject as well as about evolution, showing an influence from De Vries in his texts (which perhaps was not unusual at the time) [...] school maintained a bimonthly journal, *Revista de Agricultura*, which frequently published articles or short papers dealing which genetics and evolution (ARAÚJO, 2004, p. 3-4).

Figura 18 - Aula de olericultura na década de 1930.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

Para Paterniani (1979), os estudos sobre a genética até o início dos anos de 1930, estavam voltados basicamente para as leis de herança de Mendel e as noções de evolução. Sendo apresentados na ESALQ, primeiro por Carlos Teixeira Mendes, como já visto, e depois por Octávio Domingues<sup>19</sup> – que foi aluno de Nicolau Athanassof

<sup>19</sup> Octávio Domingues também atuou como um grande defensor da eugenia mendeliana, participando

e do próprio Teixeira Mendes.

Octávio Domingues (Figura 19) se formou pela ESALQ, em 1917, mas foi trabalhar como agrônomo no Ministério da Agricultura e na Escola de Agronomia da Amazônia. Em 1924, ele retornou para Piracicaba para se tornar assistente de gabinete de Nicolau Athanassof catedrático da 5ª cadeira de Zootecnia – que se subdividia em zootecnia geral, zootecnia especial, exterior e raças, bromatologia animal, laticínios, noções de higiene e veterinária. Na 5ª cadeira ocupada por Nicolau Athanassof também se estudava as leis de Mendel desde 1918, como nos mostra a descrição de conteúdos feita por Souza Reis (1921, p. 198-200):

A individualidade e seus caracteres morfológicos e fisiológicos. Variação. Leis e causas das variações. Meios para conservação dos caracteres novos. Métodos de ginástica funcional. Hereditariedade. Teorias, modalidades, leis de Mendel. Hereditariedade da pelagem, do sexo e dos caracteres adquiridos. Hereditariedade patológica. Interpretação dos fenômenos da hereditariedade. Reprodução. Métodos de reprodução: consanguinidade, seleção, cruzamento, mestiçagem e hibridação. Escolha dos reprodutores; cio, padreação, fecundação, esterilidade, impotência, gestação, parto e aborto. (...)

Figura 19 - Octávio Domingues na década de 1930.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

A cadeira de Zootecnia pouco aprofundou seus estudos no mendelismo, dedicada essencialmente ao estudo de diferentes rebanhos – equídeos, bovídeos, suínos, caprinos e avicultura – e na forma mais apropriada de criá-los maximizando seu retorno econômico para a agricultura. Começa aí um incipiente estudo para o

---

do I Congresso de Eugenia em 1929 e publicando vários textos no *Boletim de Eugenia*.

melhoramento genético animal, que teria mais desenvolvimento, em 1925, quando Octávio Domingues se tornou o professor assistente da disciplina de Zootecnia – ele se tornou catedrático em 1931 com uma tese sobre a temática do melhoramento genético do gado Caracu<sup>20</sup>.

Quando Octávio Domingues assumiu a cadeira de Zootecnia, ele passou a escrever o próprio material didático – segundo ele não havia no Brasil materiais de referências de zootecnia para engenheiros agrônomos, já que os livros estrangeiros não eram adaptados para agricultura nacional – e, em 1928, publicou seu livro *Introdução aos Estudo do Melhoramento dos Animais Domésticos*.

Na discussão em sua obra, bem como em suas aulas, ele apresentou um histórico sobre as definições e a própria zootecnia, a utilização dos animais domésticos, bem como a domesticação das espécies. Além disso, definiu o que seria a “ciência” da zootecnia:

Pelo exposto se depreende que o assunto do nosso estudo não constitui uma ciência pura, é uma ciência aplicada e uma arte. Ciência aplicada quando procura estudar as leis gerais e especiais que regem a vida dos animais domésticos. Arte, quando o homem, com a ajuda desses princípios teóricos, fazendo a sua aplicação, cria o animal, fá-lo produzir, disso auferindo renda. Como ciência aplicada temos a Zootecnia Geral estudando o animal, a raça, a espécie; as leis que regem as variações e a transmissão dos atributos no indivíduo, na raça, na espécie, etc, enfim, o conjunto geral de princípios biológicos, que devem fornecer ao homem os meios de fazer o animal produzir, e melhorar a sua produção. Como arte temos a Zootecnia Especial ou Especializada, cujo escopo é a exploração econômica de uma determinada espécie animal, mediante aplicação daqueles princípios teóricos gerais (DOMINGUES, 1928, p.3).

Domingues seria um dos grandes defensores dos princípios mendelianos aplicados ao melhoramento da genética animal – especialmente o gado bovino – e que, segundo ele, teria como consequência direta o aumento da produção pecuária. Ao descrever as espécies domésticas, a raça e os outros grupos zootécnicos, ele também discutia sobre a seleção natural e artificial e a importância e, conseqüente, influência do ambiente (DOMINGUES, 1928; HABIB, 2010). Defendeu as diferenças das condições ambientais naturais, tais como clima e solo, e artificiais, como

---

<sup>20</sup> A tese de Octávio Domingues sobre a temática do melhoramento genético do gado Caracu não foi encontrada na biblioteca da ESALQ.

alimentação, higiene, entre outros – dizendo que apesar de reconhecer as leis da herança mendeliana e a transmissão de caracteres sua manifestação dependeria das condições ambientais:

A exterioridade dos atributos étnicos, na sua maior parte, pede circunstâncias especiais, adequadas, de ambiente. Como poderá um animal de raça precoce mostrar a sua precocidade numa ambiência onde lhe falta alimentação abundante e apropriada? Como um animal de raça veloz poderá mostrar esse atributo em toda a sua plenitude – atributo que ele herdou – se nunca houver sido submetido a um treino? (DOMINGUES, 1928, p. 85).

Desta forma, Octávio Domingues defende que o criador poderia influenciar nos caracteres genéticos a serem alterados, e isso ocorreria através do melhoramento genético e do controle artificial do ambiente. O surgimento de características novas, ou da formação de novas raças, seria uma consequência de “[...] fatores reais da evolução, quais sejam os até agora conhecidos: a pré-adaptação de Cuénot, a mutação de Vries e a hibridação de Mendel” (DOMINGUES, 1928, p. 43).

Outro ponto importante levantado por Domingues era a aclimação, ou seja, discutir a relevância da adaptação da espécie ao novo clima, e isso era fundamental, haja vista que o Brasil não possuía raças nativas de bovinos, equinos, entre outros animais criados comercialmente. Assim se colocava como necessário um período de adaptação ao clima brasileiro para que a finalidade da pecuária alcançasse de fato um grande desenvolvimento agrícola e isso deveria, segundo ele, ser feito pelo “melhorista” – ou seja o geneticista.

Para Octávio Domingues,

Essa escolha depende da perícia do zoocultor, o que não deixa de ser um poderoso fator a considerar na aclimação. Isto é dizer que sem seleção dos tipos que possuem maior faculdade de adaptação não é possível formar um rebanho de animais aclimados, o que requer conhecimentos especiais. É preciso ser um especialista, um ‘melhorista’ para bem orientar a seleção. Caso contrário, as boas linhagens perdem-se fatalmente, cruzando-se com as inferiores e o rebanho mostrar-se-á sempre com médias cada vez mais baixas, donde ‘o desvio progressivo no sentido desvantajoso do tipo normal’. É a degenerescência da raça (DOMINGUES, 1928, p.115-116).

Domingues enxergava que o melhoramento dos rebanhos no Brasil só poderia acontecer de fato pelo método genético – seguindo as leis e paradigmas desta ciência

– e não pelo método fenotípico, além disso, era um grande crítico de Lamarck e sua herança dos caracteres adquiridos. Para ele, a seleção fenotípica seria um método de reprodução arcaico e que ignorava toda a herança genética do animal, conseqüentemente os resultados deste tipo de melhoramento seriam sempre insuficientes. Segundo Domingues (1929, p. 24)

Esse processo, porém, peca porque por ele nunca chegaremos no aperfeiçoamento de uma raça, à pureza (homozigose) desejável, donde as frequentes desilusões do criador ao verificar o aparecimento comum de tipos regressivos, indesejáveis, no seu rebanho, apesar de seus esforços continuados em escolher sempre os tipos melhores, os mais perfeitos, ou em adquirir animais premiados nas exposições [...] O criador que segue o método de seleção fenotípica, escrevem BABCOCK e CLAUSEN, não deve surpreender-se se, cruzando diferentes linhagens, tiver como resultado o dissabor (disappointment) proveniente da falta de uniformidade do seu rebanho.

Ao estabelecer os problemas do método fenotípico, Octávio Domingues assume a defesa do mendelismo e do melhoramento através da seleção genotípica – também denominada consanguínea, hereditária ou genealógica. Para ele, essa era a única forma de alcançar uma seleção de raças com aptidões pronunciadas para o desenvolvimento econômico. Assim ele explica os passos do método genealógico em seu texto *Os Métodos de Reprodução no Melhoramento do Caracu*<sup>21</sup> abordando os seguintes subtítulos “O que é preciso conhecer principalmente é a Herança”, “A Seleção Genotípica ou Genealógica”, “Os Criadores do Método”, “Que é Consanguinidade”, “Modo de achar a Consanguinidade”, “Como Calcular o Grau de Sangue”, “Aplicação da Consanguinidade”, “A Consanguinidade do Ponto de Vista Biológico”, “Como Pode aparecer um mau atributo numa família Consanguínea”, “A Purificação do Rebanho”, “O Melhoramento de uma Raça afinal...”, além do “Em Resumo”.

Os ensinamentos de Domingues em relação ao método genotípico não ficaram restritos ao mundo acadêmico, já que se tornou um grande divulgador científico e se envolveu em campanhas nacionais para o melhoramento de raças para a produção pecuária – como a campanha do boi da raça indiana Zebu, pelo qual viajou para diversas regiões do Brasil a fim de fazer divulgação dos benefícios econômicos desta

---

<sup>21</sup> Ver DOMINGUES, O. **Os Métodos de Reprodução no Melhoramento do Caracu**. São Paulo: Tipografia Rothschild, 1929. Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo.



raça que transformou a pecuária brasileira. Também iniciou os estudos para o julgamento da raça Caracu, criando inclusive a Escala de Pontos (ver Figura 20) para se quantificar sua genética.

Figura 20 - Escala de Pontos do CARACU.

	Machos		Fêmeas	
	Total	Parcial	Total	Parcial
Ascendência . . . . .		10		10
Colaterais . . . . .		10		10
Descendentes . . . . .		10		10
	30		30	
Pêso . . . . .		10		10
Aparência geral . . . . .		15		15
Mensurações . . . . .		15		15
	40		40	
Cabeça . . . . .		10		8
Chifres . . . . .		3		3
Pescoço . . . . .		3		3
Inserção do pescoço, peito cernelha e espadua		10		8
	26		22	
Torax . . . . .		10		8
Linha do dorso e da barriga . . . . .		6		4
Costelas ou lados . . . . .		6		6
Lombo e flanco . . . . .		3		3
	25		21	
Ancas . . . . .		2		3
Garupa (bacia). . . . .		4		6
Pontas dos isquiões (ou passagem dos)		1		3
Ligamentos isquio-genitais . . . . .		—		2
Nádegas e coxas . . . . .		8		6
Cauda e inserção . . . . .		4		4
	19		24	
Membros . . . . .		6		6
Escroto ou Ubre . . . . .		1		4
Pelagem . . . . .		15		15
Mucosas . . . . .		8		8
	30		33	
Total geral . . . . .	170		170	

Nota: — Para o animal cuja descendência não existir ainda, ou fôr ignorada, ou cujos colaterais não forem conhecidos, dividir-se há o total máximo de pontos conferidos por dois, cabendo cada metade à ascendência e aos colaterais, conhecidos, ou à ascendência e descendência conhecidas. Cada um terá 15 pontos em vez de 10.

Fonte: Domingues (1929, p.72).

Para Domingues, o fundamental era conhecer a origem dos reprodutores, sua ascendência e, desta forma, fazer os cruzamentos de animais que tivessem um patrimônio genético semelhante por meio da consanguinidade. Sua principal defesa era a de que:

[...] muitas raças, por não dizer todas, formadas por seleção, devem seu aperfeiçoamento à consanguinidade. Nem por isso o preconceito morreu. E não morreu porque não será difícil encontrar nos livros de Zootecnia, de ontem, o princípio falso de que a consanguinidade 'sendo uma faca de dois gumes, tanto acumula nos descendentes os bons quanto os maus atributos'. (...) Com o Mendelismo a questão

felizmente está bem resolvida. Daí a conclusão geral aplicável na prática – a consanguinidade não tem predileção para esta ou aquela espécie; ela em sendo aplicada age segundo as leis biológicas da hereditariedade. Desta sorte os maus resultados de sua aplicação não devem ser nelas buscados, mas na imperfeição genotípica dos próprios consanguíneos. Linhagens consanguíneas com atributos indesejáveis, se reproduzidos segundo o *breeding in and in*, darão origem a indivíduos com aqueles atributos em tal estado de pureza e com tal uniformidade, que parece ser verdade aquele ‘acúmulo’, ou ‘acentuação’ de tais atributos de pais consanguíneos. Onde há imperfeições hereditárias, a consanguinidade fixará na prole tais imperfeições (DOMINGUES, 1929, p. 45-46).

O nome de Octávio Domingues também esteve ligado à história da eugenia no Brasil. Como um dos fundadores da Sociedade Eugênica de São Paulo<sup>22</sup>, ele propunha uma eugenia mendeliana pautada por um programa de eutecnia<sup>23</sup>, e, desta forma, criar um ambiente social saudável no qual os geneticamente mais aptos se desenvolvessem. Em sua obra *Eugenia: seus propósitos, suas bases, seus meios* Domingues define a eugenia como

a ciência que se propõe estabelecer princípios, e regras para a formação das proles sadias de corpo, sadias de espírito. Porém os meios de que ela se serve são os da heredologia, isto é, são leis biológicas, que a genética lhe oferece, capazes de serem aplicadas ao homem (DOMINGUES, 1942, p. 27).

É inegável o papel que Domingues exerceu como grande divulgador da genética – tanto na ESALQ quanto na Sociedade Eugênica de São Paulo – e do melhoramento genético animal pela consanguinidade. Posteriormente, em 1935, Domingues aceitou o convite para lecionar na Escola Nacional de Agricultura, no Rio de Janeiro, onde teve um importante papel, e na qual trabalhou até a sua aposentadoria.

Além de Domingues e Teixeira Mendes, outro nome ligado à história da

---

<sup>22</sup> A Sociedade Eugênica de São Paulo foi fundada em 1918 e considerada a primeira organização eugênica da América Latina, contava com 140 membros, a maioria formada por médicos. Um de seus ideais era construir um projeto de construção da nacionalidade que tinha como principal objetivo regenerar os negros, mulatos, pobres, entre outros e transformar o brasileiro num povo forte, saudável e civilizado através do discurso científico da medicina e da genética (STEPAN, 2005). O período áureo da eugenia no Brasil é coroado com a realização do Primeiro Congresso Brasileiro de Eugenia, no Rio de Janeiro em 1929, no qual Domingues e André Dreyfus participaram.

<sup>23</sup> A eutecnia seria o conjunto de medidas – entre elas o saneamento – de ordem exterior ao organismo que atuariam como estímulos no desenvolvimento biológico, porém elas não teriam capacidade de agir na transmissão das heranças genéticas.

genética da ESALQ neste período foi Salvador de Toledo Piza Jr. Ele se formou na ESALQ em 1921, e já em 1922 se tornou ajudante de gabinete da 5ª cadeira de Zootecnia trabalhando (ver Figura 21, sobre aula de zootecnia) com Octávio Domingues. Piza Jr. foi aluno de Teixeira Mendes, e ao ingressar como ajudante no gabinete também ganhou uma bolsa de estudos do governo estadual para estudar zoologia na Alemanha, e fazer um curso sobre protozoários e invertebrados nas Escolas Superiores de Agricultura e Veterinária de Berlim.

Figura 21 - Aula de Zootecnia na década de 1930.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes "Luiz de Queiroz".

Como resultado de seus estudos em Berlim, Piza Jr. ganhou o título de doutor *honoris causa* pela Escola Superior de Agricultura de Berlim como reconhecimento de sua pesquisa sobre protozoários parasitas do gênero *Babesia*, causador da doença piroplasmose e que resultou na publicação da obra *O Gênero Babesia (Piroplasma) e Bebesiose (Piroplasmose)* em 1926 (PIZA Jr., 1926).

Na introdução do livro, Piza Jr. justifica a função de seu estudo sobre o gênero *Babesia* e sua ligação com a citologia:

Ela se destina ao ensino entre nós da Parasitologia, fornecendo aos

estudantes um apanhado geral de tudo o que se há feito até o presente com relação aos hematozoários do gênero *Babesia* e às moléstias que eles determinam nos animais domésticos. Contém, além disso, uma lista bibliográfica bastante vasta, onde os interessados poderão encontrar esclarecimentos dos pontos que não foram suficientemente tratados [...] O último capítulo se refere à técnica usada na montagem de preparações, quer para o simples diagnóstico, quer para os estudos citológicos. Nele encontrará o leitor indicações dos métodos mais modernos de fixação e coloração usados hoje em todos os países (PIZA Jr., 1926, p.7-8).

Além deste estudo sobre citologia<sup>24</sup>, Salvador de Toledo Piza Jr. (Figura 22) trabalhou com citogenética de artrópodes, como escorpiões, aranhas, gafanhotos, entre outros, e seus trabalhos foram reconhecidos internacionalmente. Em sua trajetória como professor da ESALQ e divulgador científico, ele foi marcado por suas discussões no campo das teorias genéticas, em especial por sua resistência quanto à localização do gene e da distribuição ao longo dos cromossomos (ARAÚJO; MARTINS, 2008).

Figura 22- Salvador de Toledo de Piza Jr., s/d.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

No ano de 1930, Piza Jr. iniciou o concurso para tornar-se professor catedrático da 9ª cadeira de Zoologia – envolvendo as disciplinas de Zoologia Geral e Especial, Anatomia e Fisiologia Comparada de Animais Domésticos – e apresentou sua tese intitulada *Localização dos fatores na linina nuclear como base de uma teoria sobre a*

<sup>24</sup> Em 1935 foi criada a 19ª cadeira de Citologia e Genética na ESALQ, segundo Processo N.12g “Salvador de Toledo Piza Jr.; Pede transferência de cadeira (9ª cadeira para 19ª, Citologia e Genética)”.

*hereditariedade*. Sua tese de cátedra apresentou a defesa de cinco pontos centrais, sintetizados abaixo (ARAÚJO, MARTINS, 2008, p.8):

Os fatores (genes, acréscimo do autor) estão localizados na linina e não na cromatina cromossômica; O crossing-over (permuta) não serve para explicar a recombinação dos fatores; A proposta sobre a distribuição linear dos fatores deve ser abandonada; A individualidade e a perenidade da porção cromática dos cromossomos não têm sustentação; A interpretação dos achados citológicos e genéticos é compatível com a noção de um plastinema (conjunto de filamentos da linina no núcleo interfásico).

O ponto alto de sua defesa era a teoria do plastinema, que traz justamente a ideia de uma unidade biológica e faz uma contraposição à teoria cromossômica de Thomas Hunt Morgan, da qual Piza Jr. não era adepto por acreditar que os fatores (ou seja, os genes) estivessem na linina e não na cromatina (PIZA Jr., 1930). Desta forma, Piza Jr. propunha uma nova teoria da hereditariedade que rechaçava a escola de *Drosophila* de Morgan.

Outro ponto bastante controverso de Piza Jr. eram suas notórias referências ao meio e sua influência, bem como a herança dos caracteres adquiridos. Assim como Teixeira Mendes, Salvador de Toledo Piza Jr. não acreditava que o mendelismo e o neolamarckismo seriam teorias excludentes, além disso, argumentava que a transmissão dos caracteres adquiridos explicava, juntamente com o mendelismo, o mecanismo da hereditariedade (PIZA Jr., 1930).

Em um de seus vários artigos publicados no Jornal *O Estado de São Paulo* em 17 de abril de 1926, intitulado *Sobre a tão debatida questão da hereditariedade dos caracteres adquiridos*, Piza Jr. apresenta sua defesa da hereditariedade dos caracteres adquiridos:

‘Podem os descendentes herdar dos pais os caracteres que o meio lhes impingiu?’ ou de outra maneira: - ‘Podem os caracteres, de qualquer natureza, que os seres vivos, animais ou plantas, adquiriram por influência exclusiva do meio, ser transmitidos à descendência, e se conservar fixos, mesmo que esta volte a se reproduzir nas condições primitivas, isto é, fora das causas modificadoras que agiram sobre a ascendência?’ Salientemos, desde já, que um grande número de experiências como as de Weismann, que durante 22 gerações consecutivas cortou a cauda dos ratos, logo após o nascimento, sem que nunca tivesse observado na descendência desses animais, um único indivíduo sem cauda, ou que apresentasse um encurtamento de tal apêndice, absolutamente nada demonstram contra a teoria proposta. As observações e os fatos chamados a cada passo para a

discussão desse assunto, são inúmeros. O seu exame histórico ou crítico seria muito extenso e, pouco ou quase nada traria no sentido de esclarecer a questão. O nosso objetivo aqui é, apenas o de divulgar um só trabalho – o de William Lawrence Tower, que a nosso ver é o único que apresenta qualquer coisa de sólido em prol da nossa tese.

O firme posicionamento de Piza Jr. na argumentação da herança dos caracteres adquiridos foi considerado polêmico dentro da comunidade científica e, especialmente dentro da ESALQ, onde ele encontrou uma grande oposição dos professores e pesquisadores que acreditavam na incompatibilidade desta teoria com o mendelismo e nos avanços da genética de *Drosophila*. Além disso, Piza Jr. considerava que havia muita generalização neste modelo de estudos e ironizavam a ideia de que todos os animais se comportariam da mesma forma nas questões hereditárias (ARAÚJO; MARTINS, 2008; PIZA Jr., 1926).

Segundo Araújo (2004, p. 4), a concepção de Piza Jr era “[...] the view that genes would not exist as corpuscular units; instead, the whole chromosome would be the unit of heredity”. Piza Jr. acreditava na existência do gene, enquanto um transmissor da informação genética, e por isso sua teoria do plastinema tinha por objetivo “[...] responsabilizar o DNA pela transmissão da ‘informação genética’ [...]” (PIZA Jr, 1961, p. 68). Suas concepções sobre a hereditariedade certamente foram influenciadas pelas escolas alemãs, pois para os pesquisadores germânicos muitas pesquisas “[...] feitas no campo da botânica e da zoologia apontavam para uma explicação sobre o desenvolvimento e a hereditariedade e o papel representado na hereditariedade pelo cromossomo de Morgan e seu grupo” (HABIB, 2010, p. 178). Isso explicaria a negação de Morgan, Theodosius Dobzhansky, entre outros e sua escola de *Drosophila* – como já dito anteriormente – afinal o papel da hereditariedade não estaria no cromossomo e sim no citoplasma.

Piza Jr. (1941, p.135-136) é categórico em afirmar que

O gen-partícula não existe. O cromossomo funciona como um todo, reagindo de modo diferente conforme a solicitação do citoplasma. Não há necessidade de uma configuração para explicar as alterações no funcionamento dos cromossomos. Os cromossomos funcionam como os glóbulos brancos de sangue, respondendo de modo específico às influências do citoplasma. As configurações meramente químicas não satisfazem. Os efeitos atribuíveis às inversões se devem à quebra de polaridade dos cromossomos. Os fragmentos de cromossomo têm a mesma constituição do todo e a mesma polaridade do braço de que se destacaram. Uma deficiência de um certo limite para cima torna-se

cada vez mais sensível, até atingir um ponto equivalente à perda do cromossomo inteiro. O cromossomo deficiente funciona como um todo debilitado. Uma translocação tem a significação de um enxerto. Se o fragmento enxertado conserva uma certa independência funcional ele atua como um cromossomo deficiente. Se, pelo contrário, adere intimamente ao porta-enxerto, cada qual exerce sobre o outro uma influência modificadora que pode traduzir-se por uma propriedade nova, que nenhum deles possuía separadamente. O papel dos cromossomos na hereditariedade é secundário porque eles só atuam por solicitação do citoplasma e só agem de maneira específica na determinação de caracteres de menor importância, como são em geral os chamados caracteres mendelianos. O papel do citoplasma é o principal porque dele depende tudo que o organismo possui de essencial e por ser ele que toma a iniciativa mesmo na determinação dos caracteres mendelianos. As mutações de qualquer grau tanto podem originar-se no citoplasma como nos cromossomos. As que alteram a organização nas suas partes fundamentais devem produzir-se no citoplasma. O citoplasma modificado arranca aos cromossomos respostas diferentes para a produção dos caracteres que dependem de uma ação específica deles. Os cromossomos modificados passam a responder diferentemente aos mesmos estímulos anteriores. As perdas de cromossomos, quando não letais, podem traduzir-se por efeitos mutantes de grande envergadura.

Apesar de ter uma significativa produção no campo da genética, as teorias de Piza Jr. jamais foram reconhecidas por seus pares geneticistas<sup>25</sup> e isso se tornou particularmente evidente quando ele tentou, em 1936, uma transferência da 9ª cadeira de Zoologia para a recém-criada 19ª cadeira de Citologia e Genética e, obviamente não obteve sucesso – embora tivesse Carlos Teixeira Mendes como grande defensor. A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, que desde 1934 já pertencia à novíssima Universidade de São Paulo, queria a contratação de um especialista em genética e que fosse estrangeiro, o que justificava o projeto das “Missões Europeia e Norte-americana” – que previa a busca e contratação de professores para a formação da USP<sup>26</sup>.

Ainda em 1936, e como resultado destas missões, o alemão Friedrich Gustav Brieger foi contratado pela ESALQ para organizar o Departamento de Genética e a recém-criada 19ª cadeira de Citologia e Genética, o que inaugurou uma nova fase no desenvolvimento desta ciência na Escola Superior de Agrícola “Luiz de Queiroz” (FORMIGA, 2007; HABIB, 2010; SCHWARTZMAN, 2001).

---

<sup>25</sup> Embora Salvador de Toledo Piza Jr. não tenha sido aclamado como geneticista, realizou importantes trabalhos com o gênero *Insecta*, e seu nome foi reconhecido como um dos maiores entomologistas do Brasil.

<sup>26</sup> A fundação da Universidade de São Paulo será mais amplamente discutida no próximo subtítulo.

Friedrich Gustav Brieger havia estudado em Berlim e concluído seu doutorado em botânica em 1921, pela Universidade de Breslau, e nos anos seguintes trabalhou nas Universidades de Munique, Berlim e Viena, onde estudou anatomia vegetal e genética, respectivamente. Entre 1924 e 1926, recebeu uma bolsa de estudos da Fundação Rockefeller para trabalhar com Edward East (1879-1938) na Universidade de Harvard. (SCHWARTZMAN, 2001, p. 183). A partir de seus estudos nos Estados Unidos, Brieger (Figura 23) passa a fazer uma clara distinção entre seu ensino de genética alemão e norte-americano:

Em 1924 surgiram as primeiras bolsas da Rockefeller para a Alemanha para estudar genética nos Estados Unidos. Eu me inscrevi. Meu chefe não ficou muito satisfeito porque achava que um alemão não precisava ir para os Estados Unidos naquele tempo ainda, mas ganhei a bolsa e fiquei dois anos com o professor East na Universidade de Harvard em Boston, onde aprendi Genética realmente <sup>27</sup>.

Figura 23 - Friedrich Gustav Brieger na década de 1930.



Fonte: Acervo do Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”.

Após voltar dos Estados Unidos Brieger, é convidado para trabalhar com Carl Correns – mencionado como um dos redescobridores dos trabalhos de Mendel – no Instituto Kaiser-Wilhelm, onde hoje é o reconhecido Instituto Max Planck. Em 1933,

---

<sup>27</sup> BRIEGER, F. G. **Friedrich Gustav Brieger**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986, p.1-2.



por conta da Alemanha nazista que o exonera do Instituto Kaiser-Wilhelm “por ser considerado antinazista e comunista”, Brieger foi trabalhar no Instituto John Innes e na *University College*, ambos na Inglaterra, nos quais permaneceu até 1936 quando aceitou o convite para trabalhar no *campus* da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” na Universidade de São Paulo<sup>28</sup>.

Em 1936, quando Brieger foi convidado para assumir a nova 19ª cadeira de Citologia e Genética, o Conselho da Universidade de São Paulo justificou sua contratação defendendo que a genética era ensinada de forma aleatória, por isso havia a necessidade de se criar uma cadeira específica, e por esse motivo foi necessária a contratação de um geneticista estrangeiro. Desta forma, Brieger se torna o representante principal da nova fase na institucionalização da genética na ESALQ, que foi marcada pelo ensino básico de citologia e genética, e pela criação dos primeiros “[...] cursos de Estatística, tanto teórica quanto aplicada à Genética e ao melhoramento [...] Brieger iniciou uma tradição de pesquisa, passando a [...] associar o ensino e a pesquisa” (PATERNIANI, 1979, p. 224).

Para muitos autores (ARAÚJO, 2004; FORMIGA, 2007; HABIB, 2010; MARTINS, 1994; PATERNIANI, 1979; SCHWARTZMAN, 2001) que retrataram este período na história da genética a contratação de Friedrich Gustav Brieger inaugura uma nova fase de desenvolvimento e pesquisas sobre a genética.

Friedrich Brieger também enxergava sua admissão na ESALQ como uma mudança de rumo na evolução da genética e considerava que, até então, a genética havia sido ensinada e desenvolvida de uma forma “atrasada”. A sua percepção era de que um novo tempo de progresso havia sido inaugurado, assim ele descreveu aquele momento:

Em Piracicaba eu tive a sorte de ser o primeiro a começar com regime de tempo integral. Pouco depois outras cadeiras também foram postas em regime de tempo integral e deu-se uma transformação muito boa. Foi o início do novo desenvolvimento da Luiz de Queiroz que tornou A Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – acho que hoje ainda é – a melhor Escola de Agronomia da América Latina. A Genética, praticamente, não existia no Brasil. Tinha professores que davam aulas sobre Genética, mas ninguém trabalhou em Genética. O sistema de dar aulas por livros realmente é um sistema de dar aulas de terceira mão. Antes de uma pesquisa entrar nos livros já se passaram quatro ou cinco anos; para o livro ser lido, usado e traduzido para o português

---

<sup>28</sup> BRIEGER, F. G. **Friedrich Gustav Brieger**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986, p. 2-3.

outros cinco anos. Era tudo meio teórico e meio atrasado<sup>29</sup>.

Nesta nova fase de desenvolvimento, Brieger iniciou a pesquisa básica de genética vegetal com os estudos de genes (chamados gametofíticos) que interferiam no crescimento do tubo polínico do milho atrapalhando sua fertilização, além de trabalhar com os genes que produziam endosperma doce e estabelecer pesquisas sobre a origem do milho (PATERNIANI, 1979). Sobre o seu desejo em estudar a origem e o melhoramento do milho, Brieger relata:

[...] um dos problemas que me interessavam, como já disse, era o método de melhoramento, esse processo complicado de autofecundar durante quatro ou cinco anos para depois cruzar e ter o híbrido. Porém, todo mundo sabia que os índios tinham um milho excelente, viviam do milho, e os índios certamente não tinham feito autofecundação. Supunha-se que haviam feito uma seleção, sem saber, de plantas que aguentam consanguinidade. Consegui, com a ajuda de colegas, algumas amostras de milho indígena da fronteira de São Paulo e Mato Grosso. Naquela época, em 1936, 1937 [...] Cultivei duras raças indígenas e consegui em dois anos perdê-las totalmente, porque parti da hipótese que elas deviam ser resistentes ao *inbreeding*. Também tinha pouco material, então autofecundeí, cruzei-as entre si, e a perda de vigor era tremenda. O que os índios tinham conservado durante centenas de anos, se não mais, eu perdi em dois ou três anos completamente. Então, tive que tirar a conclusão genética, que pode ser errada, de que o milho dos índios, as raças indígenas foram constituídas por outro processo<sup>30</sup>.

Outra importante contribuição nas pesquisas sobre o melhoramento da genética vegetal foi o desenvolvimento de hortaliças. A ESALQ se tornou um importante polo de criação e distribuição de variedades de hortaliças<sup>31</sup> e que, por sua vez, iniciou uma mudança fundamental na qualidade do produto e no hábito de consumo dos brasileiros ao desenvolver cultivares de couve-flor, alface, tomate e espinafre para uma agricultura tropical (COLOMBO; SIQUEIRA, 2017). Em suas memórias, Brieger faz uma narração dos primeiros estudos de hortaliças e o trabalho pioneiro do “melhorista” Marcílio Dias.

Nos trópicos antigamente ninguém sabia muita coisa. Comecei a

---

<sup>29</sup> Ibidem, p. 5.

<sup>30</sup> BRIEGER, F. G. **Friedrich Gustav Brieger**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986, p. 7.

<sup>31</sup> Neste período o Instituto Agrônomo de Campinas também realizava pesquisas e trabalhava com a distribuição de hortaliças, tendo também realizado um trabalho pioneiro.

trabalhar com hortaliças e achei um jovem, chamado Marcílio Dias, que por qualquer razão era predestinado para trabalhar com hortaliças. O Marcílio, de certa forma, era um homem muito difícil porque era de uma inteligência alta, mas de uma obstinação também bastante alta. Tornou-se um excelente melhorista com bases científicas, mas nunca publicou trabalhos. Assistentes dele fizeram Doutorado sob sua orientação, mas era impossível conseguir um auxílio se tentassem escrever. Por outro lado, lembro-me da visita de um especialista norte-americano da Universidade de Cornell, o, tinha-se desenvolvido de um modo geral a chamada Genética de Populações, quer dizer, estudar como se comporta não o indivíduo e seus descendentes, mas o indivíduo como membro de uma população que se propaga como população. Cheguei à conclusão que os índios já haviam inventado o método de melhoramento em populações também sem saber. Isto coincidiu com ideias de norte-americanos que também já propagavam que, em vez de milho híbrido, a gente devia fazer populações melhoradas<sup>32</sup>.

No final da década de 1930, a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” se tornou um importante instituto<sup>33</sup> de desenvolvimento das pesquisas em genética aplicada e teórica, especialmente no melhoramento vegetal de hortaliças adaptadas ao clima tropical e nas variedades de milho de maior qualidade de aminoácidos.

### **1.3 A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras: célula *mater* da Universidade de São Paulo e o Departamento de Biologia Geral**

Segundo Mate (2002), a educação formal era uma das principais bandeiras defendidas pela intelectualidade brasileira até os anos de 1930. Esta elite vislumbrava a escola e o discurso da ciência como solução para os conflitos sociais, pois o conhecimento possibilitaria reformular hábitos e comportamentos que poderiam ser mais apropriados à vida urbana e política. Dessa forma, o Brasil poderia finalmente alcançar o progresso e o pleno desenvolvimento de sua nacionalidade.

A ideia de progresso e educação encontra campo no discurso da racionalização da educação brasileira e, em um contexto de inúmeras reformas, é fundada a Universidade de São Paulo (MATE, 2002). Considerada por muitos autores um marco na história da ciência e da educação no Brasil (AZEVEDO, 1994; MOTOYAMA, 2006;

---

<sup>32</sup> BRIEGER, F. G. **Friedrich Gustav Brieger**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986, p. 13.

<sup>33</sup> Para Araújo (2004) o reconhecimento do trabalho de excelência e boa reputação da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” como um centro de genética aplicada justificou sua inclusão e permanência como parte dos institutos que formaram a Universidade de São Paulo, em 1934.

SCHWARTZMAN,1979, 2001), a criação da USP esteve ligada às questões políticas e econômicas que envolveram o Estado de São Paulo nos anos de 1920 e 1930.

Segundo Cardoso (1982), na década de 1920 e 30, com a crise da Primeira República, a intelectualidade paulistana defendia um lugar de destaque para São Paulo. O chamado “grupo do Estado”<sup>34</sup>, liderado por Júlio de Mesquita Filho e Fernando Azevedo, propunha que o Estado de São Paulo deveria estabelecer um movimento de resistência nacional à ação das oligarquias.

Com a Revolução de 1930 e a ascensão de Getúlio Vargas o governo ganhou um caráter ainda mais autoritário. A centralização política de Vargas aumentou ainda mais a insatisfação dos paulistas, que expressavam o seu descontentamento por meio do jornal *O Estado de São Paulo* e seu grupo supracitado.

Em 1932 a elite paulista deflagrou a Revolução Constitucionalista que tinha por objetivo um projeto político liberal, mas que resultou num grande fracasso perante as tropas do governo federal (SKIDMORE, 1975). No entanto, a derrota militar sofrida pelos liberais paulistas fez com que eles procurassem um outro caminho para alcançar sua hegemonia política:

[...] um projeto educacional para a formação de uma elite intelectual capaz de se impor como líderes nacionais. Para alcançar tal objetivo, uma das prioridades estaria na formação de professores para o ensino secundário, normal e superior (MOTOYAMA, 2006, p. 123).

Imbuídos do discurso da racionalização da educação, a elite paulista colocava a criação da universidade como um marco fundamental para a formação da nacionalidade – como já dito, este era um discurso da intelectualidade nos anos de 1920 e 30. Para alguns autores (AZEVEDO, 1994; MOTOYAMA, 2006; SCHWARTZMAN,1979, 2001) esta preocupação sobre o conhecimento técnico e científico já resultara na fundação de importantes instituições de pesquisa e ensino, tais como o Instituto Agrônomo de Campinas (1887), a Escola Politécnica (1893), o Instituto Butantan (1901), a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (1901) e a Faculdade de Medicina (1912), entre outros.

---

<sup>34</sup> A denominação se refere ao grupo reunido em torno do Jornal *O Estado de São Paulo*, estes representavam políticos, industriais, intelectuais e, em sua maioria, funcionários do jornal. Os principais representantes eram: Francisco Mesquita, Nestor Rangel Pestana, Armando Salles de Oliveira, Júlio de Mesquita (pai), Plínio Barreto, Paulo Duarte, Roberto Simonsen, Léo Vaz, Amadeu Amaral, Vivaldo Coaracy e Arthur Neiva – além dos líderes mencionados, Júlio de Mesquita Filho e Fernando Azevedo.

Todo este contexto levou à elaboração do projeto da Universidade de São Paulo. A comissão responsável por sua criação era basicamente formada pelo grupo do Estado, representado por Júlio de Mesquita Filho, Fernando Azevedo, Henrique de Rocha Lima, Theodoro Ramos, Raul Briquet, André Dreyfus, Almeida Júnior, entre outros. No fim de 1933, o projeto de fundação da USP foi entregue ao interventor estadual Armando de Salles de Oliveira, que também compartilhava das ideias do grupo do Estado – ver Figura 24, que representa o lema do grupo do Estado.

O Decreto estadual nº 6.283 de 25/01/1934 foi o responsável pela criação da Universidade de São Paulo. Em seu artigo 2º mencionava os objetivos da instituição:

- a) promover, pela pesquisa, o desenvolvimento da ciência;
- b) transmitir pelo ensino, conhecimentos que enriqueçam ou desenvolvam o espírito ou sejam úteis a vida;
- c) formar especialistas em todos os ramos da cultura, e técnicos e profissionais de base científica ou artística;
- d) realizar a obra social de vulgarização das ciências, das letras e das artes, por meios de cursos sintéticos, conferências, palestras, difusão pelo rádio, filmes científicos e congêneres<sup>35</sup>.

Figura 24 - Versão vetorizada do “brasão de armas” original da Universidade, criado em 1934 pelo historiador, artista plástico e estudioso de heráldica e medalhística José Wasth Rodrigues. É notável a inscrição “Vencerás pela Ciência”.



Fonte: USP. Disponível em: <[http://www.scs.usp.br/identidadevisual/?page\\_id=10](http://www.scs.usp.br/identidadevisual/?page_id=10)>. Acesso em: 04 mai. 2018.

Com base no tripé: ensino, pesquisa e divulgação científica, a USP seria constituída pelos seguintes institutos: Faculdade de Direito; Faculdade de Medicina; Faculdade de Farmácia e Odontologia; Escola Politécnica; Instituto de Educação; Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras; Instituto de Ciências Econômicas e

<sup>35</sup> SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 6.283, de 25 de janeiro de 1934. Dispõe sobre a fundação da Universidade de São Paulo e a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Disponível em: <<http://perfil.fundap.sp.gov.br/site/legislacaoi.asp?atoid=20631>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

Comerciais; Escola de Medicina Veterinária; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e Escola de Belas Artes. Além dos institutos que apoiaram a formação universitária, tais como os Institutos Biológico, Butantan, Agrônômico de Campinas, Astrônômico e Geográfico e o de Higiene; Museu de Arqueologia, História e Etnografia (Museu Paulista) e Serviço Florestal<sup>36</sup>.

O discurso de racionalização da educação considerava que o ponto nevrálgico da Universidade de São Paulo era a recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Ligada às novas especialidades científicas e às ciências humanas, a FFCL era denominada célula *mater* da USP (MATE, 2002; SCHWARTZMAN, 2001).

### 1.3.1 Célula *mater* da USP: a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras

Como visto a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras era considerada o núcleo “[...] fundamental do sistema universitário e a instituição de alta cultura com a função superior [...]” (CARDOSO, 1982, p. 123). Organizada por dois Decretos – um estadual, nº 6.533 de 04/07/1934, e outro federal, nº 39 de 03/09/1934 – que realizaram sua regulamentação e divisão em três secções: Filosofia, Ciências e Letras.

As secções de Ciências e Letras encontravam-se, respectivamente, subdivididas em: Ciências Matemáticas, Ciências Físicas, Ciências Químicas, Ciências Naturais, Geografia e História, Ciências Sociais e Políticas; e Letras Clássicas e Línguas Estrangeiras.

Para lecionar nos cursos da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, os membros da comissão fundadora decidiram criar um corpo docente altamente especializado e estrangeiro (ANTUNHA, 1974). As “Missões Europeia e Norteamericana” tinham por objetivo selecionar todo o corpo docente da Universidade de São Paulo, especialmente da célula *mater*. Um dos responsáveis por esta tarefa era o engenheiro Theodoro Augusto Ramos<sup>37</sup>, professor da Escola Politécnica, primeiro diretor da recém-criada faculdade e participante do grupo do Estado (MOTOYAMA,

---

<sup>36</sup> Decreto estadual nº 6.283, de 25 de janeiro de 1934. Disponível em: <<http://perfil.fundap.sp.gov.br/site/legislacaoi.asp?atoid=20631>>. Acesso em: 5 out. 2017.

<sup>37</sup> Patrocinado por Armando de Salles de Oliveira, Teodoro Ramos percorreu vários países europeus em busca de professores dispostos a iniciar a nova universidade. Ele também acabou sendo favorecido pelos distúrbios sociais nazifascistas europeus que espantou muitos cientistas, como foi o caso já mencionado do professor Friedrich Brieger.

2006, p. 125).

A maior parte dos professores que vieram na Missão Cultural é mencionada no Anuário da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de 1935. Segundo Antunha, (1974) a relação dos professores que vieram através da missão de Ramos foi: Luigi Fantappiè (Análise Matemática e Geometria); Gleb Wataghin (Física Geral e Experimental); Heinrich Rheinboldt (Química); Ettore Onorato (Mineralogia e Geologia); Felix Rawitscher (Botânica Geral); Ernst Breslau (Zoologia Geral); Pierre Deffontaines (Geografia); Michel Berveiller (Filologia Grega e Latina); Robert Garric (Literatura Francesa); Francesco Piccolo (Língua e Literatura Italiana); Paul Arbousse Bastide (Sociologia); Claude Lèvy-Strauss (Sociologia); Edgard Otto Gotsch (Economia Política); Francisco Rebelo Gonçalves (Filologia Portuguesa); Pierre Hourcade (Língua e Literatura Francesa); Jean Maugüe (Filosofia); Pierre Monbeig (Geografia Física e Humana); Fernand Paul Achille Braudel (História da Civilização); Ernst Marcus (Zoologia Geral); Paul Vanorden Shaw (História da Civilização Americana); François Perroux (Economia Política, Finanças e História das Doutrinas Econômicas); Luigi Galvani (Estatística); Giacomo Albanese (Geometria Projetiva e Analítica e História das Matemáticas); Giuseppe Ungaretti (Literatura Italiana); Georges Readers (Filologia e Literatura Latina); Ottorino de Fiore Cropani (Geologia e Paleontologia); Heinrich Hauptmann (Físico-Química); Jean Gagé (História da Civilização); Roger Bastide (Sociologia); Pierre Froment (Economia Política); Atílio Venturini (Filologia Grega e Latina); Fidelino de Figueiredo (Literatura Luso-Brasileira); Alfred Bonzon (Literatura Francesa).

Além dos professores convidados pela Missão Cultural, alguns professores brasileiros também fizeram parte dos docentes da Faculdade de Filosofia, foram eles: Theodoro Ramos (Mecânica Racional), Luiz Cintra do Prado (Física); Antônio Soares Romeu (Física); André Dreyfus (Biologia Geral); Paulo Sawaya (Zoologia); Afonso d'Escragnolle Taunay (História da Civilização Brasileira) e Plínio Ayrosa (Etnografia Brasileira e Língua Tupi-Guarani) e os assistentes técnicos Omar Catunda (Análise Matemática); Ernesto Luiz de Oliveira Júnior (Geometria); Fernando Jorge Larrabure (Física Geral e Experimental); Reinaldo Saldanha Marinho (Mineralogia e Geologia); Mauricio Rocha e Silva (Biologia Geral) e Gertrud Siegel (Zoologia Geral).

Em 1935, a grande maioria dos cursos mencionados estava instalada<sup>38</sup> na

---

<sup>38</sup> Segundo o Anuário de 1935 da FFCL/ USP a exceção era o curso de Línguas Estrangeiras, que

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e o ano letivo foi iniciado sob a direção de Theodoro Ramos – que morreu pouco tempo depois, assumindo como diretor Antônio de Almeida Prado, que permaneceu até 1937.

Por falta de instalações próprias os cursos funcionavam nas dependências da Faculdade de Medicina – onde se instalaram as áreas de Química, História Natural, História e Geografia, Ciências Sociais e Letras – e na Escola Politécnica – onde estavam a Física e a Matemática.

A partir de 1937, uma parte dos cursos da FFCL se mudaria para o palacete Jorge Street na Alameda Gleite com a rua Guaianazes, nos Campos Elíseos. O prédio foi adaptado para receber a secção de História Natural, constituída pelos Departamentos de Mineralogia, de Zoologia, de Fisiologia Geral e Animal, de Botânica, de Geologia e Paleontologia e Biologia Geral, além do Departamento de Química, que se mudou em 1939.

Os Departamentos de Letras, Filosofia, História, Geografia, Ciências Sociais e Pedagogia<sup>39</sup> foram instalados na Escola Normal Caetano de Campos, localizada na Praça da República – onde se abrigava também a Administração, a Biblioteca Central e o auditório, no qual eram feitas as reuniões da Congregação. As secções de Física e Matemática foram instaladas respectivamente nas avenidas Tiradentes e Brigadeiro Luiz Antônio.

A partir de 1942, os Departamentos de Estatística e de Educação foram transferidos para a Rua Alfredo Ellis, e posteriormente, em 1947, passaram para a Rua Maria Antônia.

Em 1939, a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras sofreu uma reforma estrutural. Conhecida como Reforma Federal de 1939, a modificação teve origem na aprovação do Decreto Federal nº 1.190 de 04/04/1939. Segundo o novo decreto as faculdades de filosofia deveriam seguir a mesma divisão de secções e cursos da Faculdade Nacional de Filosofia, no Rio de Janeiro<sup>40</sup>.

Dessa forma, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, as secções de Ciências e Letras deveriam ser divididas nos seguintes cursos: Matemática, Física, Química, História Natural, Geografia e História, Ciências Sociais, Letras Clássicas,

---

previa as Cadeiras de Língua e Literatura Francesa, Italiana, Espanhola, Inglesa e Alemã, mas só havia as duas primeiras. O curso passou a funcionar somente em 1940.

<sup>39</sup> O curso foi criado pela Reforma Federal de 1939, na qual os cursos de Letras, História, Geografia, entre outros, sofreram alterações – mencionadas no final deste item.

<sup>40</sup> Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1935.



Letras Neolatinas e Letras Anglo-germânicas. Todos os cursos teriam a duração de quatro anos, sendo que um deles seria destinado à formação pedagógica – a partir de então, iniciou-se a distinção dos títulos de bacharelado e licenciatura<sup>41</sup>.

Desta maneira, foram criadas novas disciplinas e cadeiras, havendo a necessidade de elaboração de um novo regulamento da FFCL. Pelo Decreto nº 12.511 de 21/01/1942, as secções e os cursos ficaram assim divididas, de acordo com suas disciplinas na Tabela 2.1:

Tabela 2.1 - Secções, cursos e disciplinas oferecidos pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (1942).

SECÇÃO	CURSO	DISCIPLINAS
Filosofia	Filosofia	Introdução à Filosofia, Psicologia, Lógica, História da Filosofia, Sociologia, Ética, Estética e Filosofia Geral.
Ciências	Matemática	Análise Matemática, Geometria Analítica, Física Geral e Experimental, Cálculo Vetorial, Geometria Descritiva, Mecânica Racional, Crítica aos Princípios da Matemática, Análise Superior, Física Matemática, Mecânica Celeste e Geometria Superior.
Ciências	Física	Análise Matemática, Geometria Analítica, Física Geral e Experimental, Cálculo Vetorial, Geometria Descritiva, Mecânica Racional, Análise Superior, Física Matemática, Física Superior e Física Superior.
Ciências	Química	Complementos de Matemática, Física Geral e Experimental, Química Geral e Inorgânica, Química Analítica Qualitativa, Química Analítica Quantitativa, Química Superior, Química Biológica e Mineralogia.
Ciências	História Natural	Biologia Geral, Zoologia Botânica, Mineralogia Petrografia, Fisiologia Geral

<sup>41</sup> Para obter a licenciatura o aluno deveria cursar, pelo período de um ano, o curso de Didática Geral, oferecido pela secção de Pedagogia.

		Animal, Geologia e Paleontologia
Ciências	Geografia e História	Geografia Física, Geografia Humana, Antropologia, História da Civilização Antiga e Medieval, Elementos de Geologia, História da Civilização Moderna, História da Civilização Brasileira, Etnografia, Geografia do Brasil, História da Civilização Contemporânea, História da Civilização Americana e Etnografia do Brasil e Língua Tupi-Guarani.
Ciências	Ciências Sociais	Complementos da Matemática, Sociologia, Economia Política, Ética, Antropologia, História das Doutrinas Econômicas, Política, Etnografia e Estatística Aplicada.
Letras	Letras Clássicas	Língua Latina, Língua Grega, Filologia e Língua Portuguesa, Literatura Brasileira, Literatura Portuguesa, História da Antiguidade Greco-Romana, Literatura Grega, Literatura Latina e Filologia Românica.
Letras	Letras Neolatinas	Língua Latina, Língua e Literatura Francesa, Língua e Literatura Italiana, Língua e Literatura Espanhola e Hispano-Americana, Filologia e Língua Portuguesa, Filologia Românica, Literatura Portuguesa e Brasileira.
Letras	Letras Anglo-Germânicas	Língua Latina, Filologia e Língua Portuguesa, Língua e Literatura Inglesa e Anglo-Americana, e Língua e Literatura Alemã.
Pedagogia	Pedagogia	Complementos da Matemática, História da Filosofia, Sociologia, Fundamentos Biológicos da Educação, Psicologia Educacional, Estatística Educacional, História da Educação, Fundamentos Sociológicos da Educação, Administração

		Escolar, Higiene Escolar, Educação Comparada e Filosofia da Educação.
Pedagogia	Didática	Didática Geral, Didática Especial, Psicologia Educacional, Administração Escolar, Educação Comparada, Fundamentos Biológicas da Educação e Fundamentos Sociológicos da Educação.

Fonte: A própria autora.

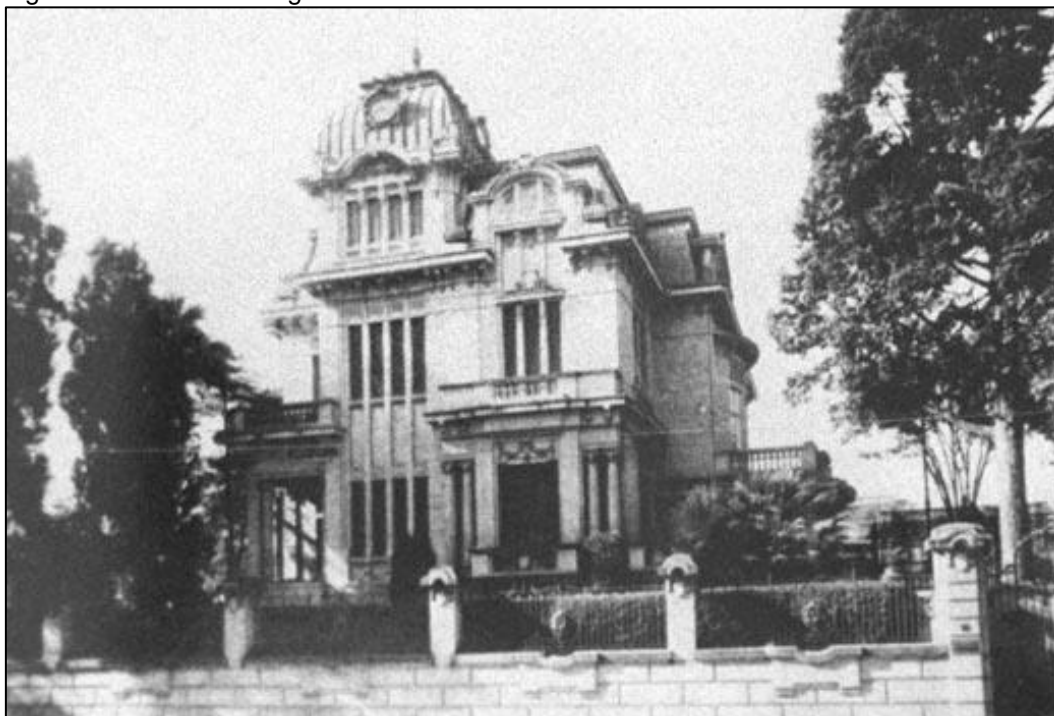
### 1.3.2 O Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo

Foi no porão do palacete Jorge Street (Figura 25), situado na Alameda Gleite, que se desenvolveu as primeiras pesquisas do Departamento de Biologia Geral<sup>42</sup> da FFCL. O imóvel foi construído no final do século XIX, fruto da riqueza dos Barões de Café, e ficou famoso por ser a residência do industrial Jorge Street – que fundou a Companhia Nacional de Tecidos de Juta, idealizou a vila operária Maria Zélia em 1912, atuou na Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e no Ministério do Trabalho do primeiro governo de Getúlio Vargas. O palacete Jorge Street foi adquirido pela USP passando a abrigar, a partir de 1938, os cursos de Química, História Natural e o laboratório de Psicologia Experimental (VILELA, 2003).

A partir do final da década de 1930, o Departamento de Biologia do curso de História Natural passou a desenvolver – sob a coordenação de André Dreyfus – estudos de evolução e genética que envolviam, especialmente, os temas da hereditariedade, teorias da evolução, mendelismo, eugenia, teorias cromossômicas, herança sexual, mutações, entre outros. Todos estes temas eram amplamente estudados por Dreyfus que didaticamente escrevia o próprio material de ensino – apesar de não ter uma formação específica em genética e evolução.

<sup>42</sup> O Departamento de Biologia do Instituto de Biociências da USP permaneceu com essa mesma nomenclatura até o ano de 2005, quando passou a ser denominado Genética e Biologia Evolutiva.

Figura 25 - Palacete Jorge Street na década de 1940.



Fonte: Acervo do Museu de Ciências da USP.

André Dreyfus (Figura 26) era gaúcho e havia se formado pela Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, em 1919. No final de 1920, Dreyfus veio para São Paulo para ocupar o cargo de 2º assistente de Histologia e Embriologia na Faculdade de Medicina. Na Faculdade de Medicina se destacou por suas inovadoras aulas de práticas de laboratório, trabalhava com lâminas histológicas e preparava material didático sobre as teorias da evolução, histologia e genética (COELHO, 1993). Como um dos primeiros médicos mendelianos da sociedade paulistana, em suas aulas Dreyfus se apresentava como um divulgador desta nova ciência aos seus alunos e em suas conferências na Biblioteca Mário de Andrade – além de lecionar na Faculdade de Medicina de São Paulo. Também trabalhou na Escola Paulista de Medicina (EPM) e na Escola Paulista de Sociologia e Política, e, apesar de muito jovem, era reconhecido no ensino e por suas palestras sobre a genética e outros temas relacionados a história da biologia – o que explicava sua indicação para coordenar a Cadeira de Biologia Geral da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.

Figura 26 - André Dreyfus na década de 1940.



Fonte: Acervo do CAPH/ FFLCH/USP.

Além disso, André Dreyfus também participou da Sociedade Eugênica de São Paulo – assim como Octávio Domingues – acreditando também no discurso da ciência médica como fonte criadora de uma nova nação brasileira. Como muitos intelectuais de seu tempo – representados por médicos, advogados, engenheiros, literatos, entre outros – Dreyfus defendia a eugenia mendeliana como forma de superar o atraso intelectual, cultural e racial, e defendia medidas eugenistas para melhorar a raça ou ainda criar um ambiente mais promissor ao indivíduo mais apto. Como um convicto mendeliano, acreditava que as leis da hereditariedade de Mendel e sua confirmação experimental por Thomas Morgan haviam revolucionado a genética, e, portanto, afirmava não haver mais a possibilidade dos eugenistas neolamarckistas ignorarem o mendelismo (STEPAN, 2005).

Em 1929, Dreyfus fez uma conferência intitulada *O Estado Atual do Problema da Hereditariedade* no Primeiro Congresso Brasileiro de Eugenia, na qual realizou um grande histórico sobre as teorias evolucionistas e o desenvolvimento da genética mendeliana. Além disso, Dreyfus explorou temas bastante atuais como a genética de *Drosophila*, a Escola de Morgan e os problemas da consanguinidade. Quase ao final de sua conferência, ele defendeu o abandono do neolamarckismo em favor da genética mendeliana:

Outra crença de vários eugenistas que tem infelizmente que ser abandonada é a de que um meio favorável, boa alimentação, instrução desenvolvida, poderão influir sobre o patrimônio hereditário. Este é um dos aspectos do grande problema da transmissão dos caracteres adquiridos, hipótese de trabalho já apresentada por Lamarck. Uma conferência inteira não caberia para desenvolver convenientemente semelhante tese, mas aqueles que procurarem verificar o que se tem neste particular convencer-se-ão facilmente de que resultaram *negativas* todas as tentativas realizadas pelos mais diversos autores, nos mais diversos vegetais e animais, no sentido de se obter a transmissão hereditária dos caracteres adquiridos. [...]

Um meio favorável [...] compreendendo profilaxia de toda a sorte de doenças contagiosas, boa alimentação [...] é utilíssimo para o indivíduo [...] mas não seria justo que com isso se pretendesse modificar a *espécie*, pois [...] este meio favorável *não cria nem destrói* fatores hereditários<sup>43</sup>.

Sempre ligado às discussões no campo da evolução e da genética, Dreyfus constantemente se expunha publicamente como professor e divulgador. Em 1936, influenciado pelas discussões da teoria sintética da evolução<sup>44</sup>, ele apresentou uma aula inaugural na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. A aula intitulada *A Biologia Como Ciência Autônoma* trazia reflexões e questionava o progresso da evolução e da variação genética:

A evolução só é possível por saltos repentinos, mais ou menos amplos, cujo determinismo só agora começa a ser penetrado, de modo ainda mais muito imperfeito. Vemos, assim, que o grande problema da variação e da evolução, que os naturalistas do fim do século passado [XIX] consideravam como resolvido, é um problema atual, cheio de incógnitas e por isso mesmo mais sedutor do que nunca.<sup>45</sup>

Além de Dreyfus, o Departamento de Biologia Geral era composto por seus auxiliares diretos, além dos auxiliares de ensino e um preparador. Entre os anos de 1934 e 1943, trabalharam no departamento os assistentes Edgar Barroso do Amaral, Rosina de Barros, Crodowaldo Pavan e Antônio Brito da Cunha; os auxiliares de ensino Marta Erps Breuer, Ruth Lange de Morretes e Elisa do Nascimento Pereira; e

<sup>43</sup> DREYFUS, A. O estado atual do problema da hereditariedade. In: **PRIMEIRO BRASILEIRO CONGRESSO DE EUGENIA**, 1, 1929. Atas e Trabalhos, Rio de Janeiro, 1929, v. I, p. 96.

<sup>44</sup> Dreyfus acompanhava toda a discussão sobre a Síntese Moderna, estava atento ao desenvolvimento da genética e já conhecia a obra de Theodosius Dobzhansky antes de saber que ele viria ao Brasil. Ver COELHO, M. A. (entrevistador). Faculdade de Filosofia da USP: lições inesquecíveis. Depoimentos dos professores Antônio Brito da Cunha e Crodowaldo Pavan. In: **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 7, n. 18, p. 189-201, mai/ago. 1993.

<sup>45</sup> Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1936, p. 90-104.

o preparador Edmundo Ferraz Nonato.

De acordo com o Anuário da FFCL de 1934-1935, o programa ministrado por Dreyfus na cátedra de Biologia Geral era organizado de acordo com os seguintes temas: história da biologia, definições de vida, citologia (teoria e morfologia celular, citoplasma, fisiologia celular e propriedades físico-químicas da célula), reprodução e ontogenia (tipos de reprodução, gametogênese, fecundação e embriologia comparada), hereditariedade (história das teorias da hereditariedade, genética macroscópica; mendelismo, meios e genes, leis de Galton e telegonia), citogenética (teoria cromossômica, heranças ligadas ao sexo, paralelismo com as leis mendelianas, mapas genéticos e citológicos, herança citoplasmática, mendelismo e eugenia, alelismo e teorias gerais da hereditariedade); sexo (caracteres ligados ao sexo, intersexualidade, teorias gerais da sexualidade, cromossomos e o sexo); variação e evolução (mutações vetoriais, cromossômicas, hereditárias e não hereditárias); evolução (histórico da evolução, transformismo, teorias clássicas, teoria dos caracteres adquiridos, evolucionismo e genética); histologia dos vertebrados (tecidos e órgãos); problemas especiais (metazoários, imunidade do organismo, envelhecimento e morte); e o curso prático de microscopia e técnica citológica envolvendo temas como morfologia celular, reprodução, embriogenia, entre outros).

Até a década de 1940, Dreyfus ministrou os cursos de Biologia Geral e o de Fundamentos Biológicos da Educação – o primeiro, para os alunos da História Natural e o segundo, para os de Pedagogia. Segundo o Anuário da FFCL, Dreyfus também costumava oferecer cursos fora da faculdade<sup>46</sup>: em 1939, ele foi à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, e à Sociedade Brasileira de Biologia fazer uma palestra sobre “Oswaldo Cruz”; em 1940 palestrou em Viçosa; em 1941, ministrou um curso sobre “Genética” em Belo Horizonte e na Faculdade de Medicina da Universidade do Paraná; em 1942, realizou conferências e cursos sobre genética em Manguinhos, Salvador, Recife, São Paulo, Santos e no Instituto Agrônomo de Campinas; e em 1943, conferências em Piracicaba. Nota-se mais uma vez o relevante papel de Dreyfus na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP como um importante disseminador da genética no Brasil.

Além disso, o Anuário<sup>47</sup> também registrava os trabalhos de campo que o grupo

---

<sup>46</sup> Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1939-1949, p. 520-522.

<sup>47</sup> Os anuários da FFCL são a única fonte que mencionam as atividades do Departamento de Biologia antes da chegada de Theodosius Dobzhansky, em 1943.

do Departamento de Biologia realizava, em geral eram excursões para coleta de material para a pesquisa de laboratório. Nas viagens os alunos e assistentes coletavam gafanhotos, grilos, entre outros espécimes, para preparação de lâminas histológicas. Entre 1939 e 1941, várias excursões foram realizadas nos arredores de São Paulo com esse objetivo e tinham como principal responsável Henrique Serafim de Oliveira.

Em 1942, foi realizada uma excursão ao Pantanal Mato-grossense liderada pelo assistente Crodowaldo Pavan e pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro. O objetivo era a coleta de animais para o estudo da citologia. Neste mesmo ano, Crodowaldo Pavan, Gualberto Evangelista Nogueira e Antônio Brito da Cunha iniciaram uma série de excursões à região sul do Estado de São Paulo com o intuito de estudar a fauna das cavernas da região.

A partir de 1943, as pesquisas e as atividades do Departamento de Biologia Geral começaram a mudar, influenciadas pela atuação da Fundação Rockefeller e pela presença de Theodosius Dobzhansky, tornando o departamento conhecido como a escola tropical brasileira de genética ou a Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky, que passou agora a institucionalizar a pesquisa com genética de populações de *Drosophila* (FORMIGA, 2007).

A vinda de Dobzhansky também estreitará ainda mais os laços já existentes entre André Dreyfus e os geneticistas Carlos Krug, do Instituto Agrônomo de Campinas, e Friedrich Brieger, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Conforme relembra Brieger, havia uma ligação de amizade e uma admiração mútua pelo trabalho dos três pioneiros da genética brasileiro:

Nesta época outra coisa muito favorável era que o André Dreyfus, em São Paulo, tinha aceito o lugar de Chefe do Departamento de Biologia Geral e estava interessado em começar a implantar a Genética. O Carlos Arnaldo Krug, em Campinas, chefe da Seção de Genética que ele criou, começou a implantar métodos de Genética de Melhoramento, quer dizer, Melhoramento com base científica. [...] Nós três, felizmente, estabelecemos uma ótima amizade e uma ótima atmosfera, de modo que nós mesmos nos criticávamos e nos defendíamos contra os outros. Os três tínhamos a ideia de não só trabalhar em Genética Fundamental e Aplicada como também formar discípulos<sup>48</sup>.

---

<sup>48</sup> BRIEGER, F. G. **Friedrich Gustav Brieger**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986, p.5.



Os geneticistas Krug, Dreyfus, Brieger se enxergavam como homens desenvolvedores e pioneiros da genética brasileira. Com diferentes pesquisas e caracterizações, eram extremamente articuladores e tinham consciência da formação de novos cientistas, geneticistas que iriam desenvolver uma revolução genética brasileira (BRIEGER, 1986; PAVAN, 1985).

## CAPÍTULO 2 - A CONTRIBUIÇÃO BRASILEIRA À GENÉTICA DE POPULAÇÕES

Este capítulo será dividido em duas partes. A primeira será destinada a construir um histórico das pesquisas do Departamento de Biologia Geral sob a coordenação do catedrático André Dreyfus até o seu contato com a Fundação Rockefeller. A segunda terá como objetivos analisar os impactos da vinda de Theodosius Dobzhansky, a partir de 1943, e o desenvolvimento da genética de populações no Brasil; o processo de formação da Escola de Genética Tropical Brasileira ou Escola Dreyfus-Dobzhansky e o papel da Fundação Rockefeller; o fim da parceria dos pesquisadores brasileiros com Dobzhansky e o início das pesquisas com genética humana.

### 2.1 O Departamento de Biologia Geral da FFCL e a Fundação Rockefeller: o prelúdio para a genética de populações

Antes da chegada de Theodosius Dobzhansky e da introdução das pesquisas em genética de populações, André Dreyfus e seus alunos estavam pesquisando citologia comparada de vermes, mamíferos e himenópteros<sup>49</sup>. Nesses estudos se investigavam os cromossomos, inclusive o próprio Dobzhansky se manifestaria anos mais tarde sobre este tipo de pesquisa no qual Dreyfus “[...] colocou-se face a face com os problemas da genética de população e da evolução” (DOBZHANSKY, 1952, p. 167).

Os temas pesquisados pelos integrantes do Departamento de Biologia de Geral eram basicamente voltados à determinação do sexo e a histologia dos invertebrados. Alguns trabalhos acabaram sendo publicados em revistas brasileiras como *Revista Odontológica Brasileira*, *Revista de Medicina, Cirurgia e Farmácia*, *Revista Brasileira de Biologia*, entre outras<sup>50</sup>. Isso por ser comprovado pelos trabalhos que Dreyfus publicou até 1940, o primeiro em 1937, intitulado *Contribuição para o estudo do cyclo cromosomico e da determinação do sexo de Rhabdias fülleborni Travassos 1926* (vermes nematoides) e, o segundo em 1939 com João Ernesto de Souza Campos denominado *Estudos sobre cromosomas de Marsupiaes brasileiros*.

---

<sup>49</sup> A ordem de insetos *Hymenoptera* compreende as vespas, abelhas e formigas.

<sup>50</sup> Ver Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1939-1949.

Esta tradição seria seguida por seus assistentes, sua primeira assistente, Rosina de Barros, publicou também em 1939 o trabalho *A colchicina e os Paramecios*. Como resultados das pesquisas com invertebrados Rosina de Barros defendeu, em 1943, a tese *Parênquima de triclades do gênero "euplanaria"*.

Neste mesmo ano, Dreyfus e Marta Magdalena Elisabeth Erps Breuer<sup>51</sup> (Figura 27) publicaram um artigo sobre *Unicidade ou dualidade dos machos de Telenomus fariai?* E em 1944, lançaram uma monografia sobre a mesma temática intitulada *O sexo nos himenópteros arrenótocos: biologia, determinação do sexo e ciclo cromossômico do microhimenóptero parasito Telenomus fariai Lima*.

A trajetória de pesquisa de Dreyfus tinha por objetivo estabelecer uma relação entre os cromossomos e o sexo em insetos (em especial o gênero *Hymenoptera*). Na citação abaixo este interesse é bastante evidenciado por Dreyfus e Breuer (1944, p. 44):

O *Telenomus fariai* é um microhimenóptero parasito endófago de ovos de hemípteros (barbeiros) do gênero *Triatoma* (*Reduviidae*), descrito em 1927, pelo ilustre entomologista Costa Lima. Ele descreveu, com cuidado alguns interessantes aspectos da biologia de *T. fariai*, que a seguir, resumiremos naquilo que interessa mais de perto ao nosso propósito, isto é, ao ciclo cromossômico e determinação do sexo desse interessante animal.

Além do ciclo dos cromossomos e da determinação do sexo, havia também um grande interesse pelos aspectos relacionados à evolução e à seleção natural – já que Dreyfus acompanhava as discussões sobre a teoria sintética da evolução e esses temas faziam parte do programa de sua cátedra. Dreyfus e Breuer (1943, p. 437) salientam este aspecto:

Como o número de vespas que nasceram de tais ovos é relativamente pequeno, devemos admitir que uma concorrência pelo alimento se

---

<sup>51</sup> Marta Magdalena Elisabeth Erps Breuer nasceu em 1902 em Frankfurt, na Alemanha, e foi aluna da Staatliches-Bauhaus de 1921 a 1924. Sua formação na Bauhaus a tornou uma designer num período onde pouquíssimas mulheres eram aceitas nas universidades. Em 1926, se casou com Marcelo Breuer, um dos pais da escola modernista Bauhaus, e após o seu divórcio Marta mudou-se para São Paulo onde foi contratada como desenhista e técnica de laboratório pela Escola Paulista de Medicina, na qual conheceu Dreyfus. Em 1935, foi convidada por André Dreyfus para trabalhar como técnica de laboratório do Departamento de Biologia Geral da FFCL onde trabalhou como designer até 1974 – já no atual Departamento de Biologia do Instituto de Biociências (IB) da USP (BARBOSA; LONA, 2016; BARBOSA; FACCA, 2017).

estabelece dentro do ovo do barbeiro e que morrem, em consequência, muitos dos ovos ou larvas das vespas, havendo maior sobrevivência de machos do que de fêmeas. Demonstra ainda essa “luta pela vida” dentro do ovo do barbeiro, o fato de ser muito difícil o nascimento espontâneo em um ovo com muitos parasitas.

Figura 27- Marta Magdalena Elisabeth Erps Breuer, em 1937, no laboratório de Dreyfus na Faculdade de Medicina.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

Crodowaldo Pavan (Figura 28), o segundo assistente de Dreyfus, também realizava pesquisas sobre a evolução de invertebrados e estudava os bagres-cegos das cavernas de Iporanga<sup>52</sup>. Nos anos de 1940, foi um dos primeiros brasileiros a descrever espécies cavernícolas, e realizou um estudo comparativo entre as espécies *Typhlobagrus kronei* e *Pimelodella transitória*. O trabalho resultou na tese de doutorado de Pavan intitulada *Os peixes cegos das cavernas de Iporanga e a evolução*. Ao justificar a escolha dos bagres-cegos como objeto de pesquisa, Pavan argumenta:

No presente trabalho, trataremos de alguns casos de evolução de animais cavernícolas, que foram apontados entre os melhores exemplos do lamarckismo. Havendo entre nós bom material, resolvemos estudá-lo dada a sua importância nos problemas de

---

<sup>52</sup> Localizada no sul do Estado de São Paulo, a região de Iporanga concentra mais de 350 cavernas e desde 1958 faz parte do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR).

evolução[...] O grande interesse deste material para o estudo do problema evolutivo é que nele encontramos duas populações de peixes, uma cega e despigmentada habitando cavernas e outra “normal” muito próxima da primeira que habita rios comuns e ocasionalmente cavernas. Na população cega encontramos caracteres em evolução, em diferentes estádios de desenvolvimento (PAVAN, 1945, p. 23).

Figura 28 - Crodowaldo Pavan em seu laboratório no Departamento de Biologia Geral, em 1955.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

O estudo comparativo de Pavan envolvia aspectos da morfologia, fisiologia, comportamento e habitat das duas espécies de peixes e de seu grau de pigmentação. Pavan (1945, p. 71-72) queria justificar o desenvolvimento da fauna cavernícola e sua evolução:

O progresso da genética, e aplicação dos seus princípios aos problemas da evolução, permitindo que estes fossem explicados em linguagem de “mutações”, “seleção natural” e “mecanismos de isolamento”, tornou mais clara a origem da fauna cavernícola, que nada mais é do que um caso particular do processo geral da evolução. Esses novos conhecimentos, além de explicarem mais satisfatoriamente o problema, trouxeram luz a alguns dos pontos que permaneciam obscuros com as antigas teorias. A evolução de alguns caracteres dos animais cavernícolas, caracteres estes apresentados

como degenerativos, encontra explicação satisfatória nesses novos conhecimentos.

Na conclusão de sua tese, Pavan argumentou que havia uma ligação entre as duas espécies de bagres, e que a espécie *Typhlobagrus kronei* (Figura 29) teria derivado da *Pimelodella transitória*, tendo, portanto, ocorrido um processo evolucionário (PAVAN, 1945).

Figura 29 - Bagre-cego de Iporanga (*Typhlobagrus kronei*).



Fonte: Júnior Petar. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/2015/09/conheca-o-bagre-cego-de-iporanga-peixe-que-so-existe-no-petar/>. Acesso em: 10 jul. 2018.

Pavan demonstrou ter pleno domínio da evolução e dos trabalhos de Dobzhansky – como já se sabe as ideias do evolucionista russo eram divulgadas e discutidas pela cátedra de Dreyfus – e em especial, pelos chamados mecanismos de isolamento que foram necessários e que explicavam a origem de novas raças e espécies (SIÃO, 2013). O conceito de espécie proposto por Dobzhansky é também o mesmo que Pavan adotou:

Para esclarecer nosso pensamento devemos antes dizer o que entendemos por “espécies” [...] para discutirmos o presente trabalho, torna-se necessário adotar uma delas [definições de espécie]. Escolheremos a de Dobzhansky que nos parece razoável: “Espécies são definidas como processo evolutivo divergente, nos quais, o livre cruzamento que existia previamente entre algumas formas, é impedido por algum mecanismo fisiológico de isolamento” (PAVAN, 1945, p. 20-21).

A tese de Pavan foi construída num período de transição da liderança de Dreyfus e o início da primeira vinda de Dobzhansky em 1943. E um dos grandes responsáveis por este processo foi André Dreyfus. Como catedrático do

Departamento de Biologia Geral e por sua iniciativa à pesquisa Dreyfus acabou atraindo os olheiros da Fundação Rockefeller – provavelmente ele já fosse conhecido por representantes da Fundação Rockefeller durante o período em que este esteve ligado à Faculdade de Medicina de São Paulo<sup>53</sup>.

A partir dos anos de 1940, a Fundação Rockefeller<sup>54</sup> passou a atuar em vários países da América Latina ajudando a criar planos de desenvolvimento para algumas áreas das ciências básicas. No Brasil, tais iniciativas de desenvolvimento envolveram as ciências da física, química e genética.

Zeferino Vaz<sup>55</sup> explica que a Fundação Rockefeller estabelecia critérios de seleção para distribuir o financiamento de pesquisa. Um critério considerado fundamental era a imagem do pesquisador, o vínculo que ele tinha com sua instituição de pesquisa e a área científica que ele buscava especialização. Desta forma, as ações apresentadas pela Fundação Rockefeller em todo este processo eram as seguintes: 1) seleção de pesquisadores; 2) apoio a grupos de pesquisas; 3) fornecimento de recursos para compra de equipamentos e instalação de infraestrutura destinada à pesquisa científica, como os laboratórios; 4) concessão de bolsas de estudos, subsídios para aquisição de bibliografia especializada, financiamento de viagens de estudo e de professores visitantes (VAZ, 1986; MARINHO, 2001). Além disso, Zeferino Vaz salienta que para conseguir uma bolsa de estudos da Rockefeller era imprescindível que os *fellows* regressassem a sua instituição de origem e para ele isso demonstrava o caráter humanístico e “desinteressado” da Rockefeller:

[...] a Fundação Rockefeller teve sempre um comportamento de alta dignidade, porque quando ela dava uma bolsa, ela impunha duas condições, depois de selecionar o indivíduo. Primeiro, que a instituição onde ele trabalhava o recebesse de volta, lhe garantisse o emprego; segundo, que ele, bolsista, assinasse um compromisso formal de voltar à instituição. Não podia ficar nos Estados Unidos [...] o indivíduo passava lá 2/3 anos, conforme o caso e, quando voltava, a Fundação Rockefeller dava-lhe equipamentos necessários para que ele continuasse a linha de pesquisa que ele vinha desenvolvendo.

---

<sup>53</sup> Entre 1916 e 1931, a Faculdade de Medicina teve um grande investimento e influência deste plano de desenvolvimento da Fundação Rockefeller que disseminou, por exemplo, o regime de tempo integral. Em 1934, com a criação da Universidade de São Paulo a Faculdade de Medicina foi anexada pelo Decreto estadual nº 6.283.

<sup>54</sup> O plano de desenvolvimento da Fundação Rockefeller foi sentido em toda a América Latina, sendo dividido em dois períodos, o primeiro, no início do século desenvolvendo a medicina tropical e o sanitarismo, e, o segundo, que vai da Segunda Guerra (1939-1945) até os anos 60, no qual passam a ser privilegiadas as ciências básicas (MARINHO, 2001).

<sup>55</sup> VAZ, Z. **Zeferino Vaz**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986.

Esta instituição, realmente [...] foi a única que agiu de maneira decente, não espoliou cérebros, porque os Estados Unidos desenvolveram uma tremenda política de espoliação<sup>56</sup>.

A Fundação Rockefeller tinha um grupo de funcionários – denominados *officers* – responsáveis por estabelecer as intermediações entre os pesquisadores e institutos que seriam selecionados e fomentados. No Brasil – e para toda América Latina – Harry Miller Milton Jr. foi o principal representante da Rockefeller durante o longo período de 1941 a 1956. Miller foi assessor e diretor associado das áreas de medicina e ciências naturais na América Latina, e após 1960, ele foi substituído por Robert Briggs Watson (MARINHO, 2001).

Para Marinho (2001), Miller “encarnava” muito bem o método de atuação da Rockefeller que basicamente defendia uma pretensa liberdade na definição de temas e objetos de pesquisa. Ela reforça que algumas características eram fundamentais na encarnação de Miller, e na própria atuação da Fundação Rockefeller e:

[..] cingiam-se a dois aspectos: de um lado, na qualidade dos resultados obtidos – o que, evidentemente, vinha ao encontro dos interesses de quem pesquisava; e de outro, na necessidade de fixação dos pesquisadores em instituições locais que garantissem o regime de tempo integral à pesquisa, tida para a Fundação Rockefeller como a única garantia de reprodução do modelo de excelência (MARINHO, 2001, p.119).

Em 1942, quando Harry Miller (Figura 30) contatou Dreyfus e lhe colocou a possibilidade de ganhar uma bolsa de pós-graduação nos Estados Unidos, estes aspectos ficaram bastante evidentes. A proposta era de que André Dreyfus poderia escolher os laboratórios que quisesse visitar, mas teria como obrigatoriedade passar o período de um ano fora do país e, depois retornar ao seu cargo de catedrático – este período deveria ser dividido entre a pesquisa no laboratório e os cursos que ele escolhesse fazer. O convite era imediato e a bolsa já estava aprovada (CUNHA, 1994).

Segundo Pavan<sup>57</sup>, que acompanhou pessoalmente todas as conversas, Dreyfus inicialmente aceitou a proposta de Miller, mas se incomodou com a obrigatoriedade de passar o período de doze meses nos Estados Unidos. Sua principal preocupação era com a juventude e a inexperiência de seus assistentes

---

<sup>56</sup> VAZ, Z. **Zeferino Vaz**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986, p. 79-80.

<sup>57</sup> PAVAN, C. **Crodowaldo Pavan**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1985.



Rosina de Barros e, do próprio Pavan, e então ele decidiu discutir novamente a questão do tempo de duração da bolsa.

Figura 30 - Harry Miller Milton Jr. na década de 1960.



Fonte: Museu do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da UFRGS. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/ppgbmmuseu/index.php/2014-05-23-13-37-21/fotos/item/61-personalidades>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

Harry Miller havia seguido viagem para outros países da América do Sul, visitando Argentina, Chile, Colômbia, Bolívia, entre outros, e quando voltou Dreyfus lhe propôs a diminuição do tempo que ficaria nos EUA. Conforme nos relata Pavan:

Então ele escreveu ao Miller e o Miller insistindo que ele devia passar um ano, e na outra visita do Miller, isso foi mais ou menos em meados de 1942 no segundo semestre de 1942, o Miller estava insistindo que o Dreyfus devia passar um ano fora, nós estávamos almoçando ainda no Automóvel Club, e na conversa toda e o Dreyfus insistindo que no máximo ele poderia passar seis meses, um ano era demais, e o Miller insistindo que não era, então foi aquela discussão praticamente quase todo o almoço e o Miller disse: Por que você não quer passar um ano? Seja franco, por que você não quer passar um ano?

Ele disse: Não vou passar um ano pelo seguinte: porque os meus assistentes são muito novos ainda, eles não têm experiência, a Rosina de Barros está muito moça e o Pavan, é um recém-formado [...] como é que eu posso deixar um laboratório com apenas dois assistentes que são muito jovens?

Então o Miller disse: Está bom, então você acha que pode passar seis meses? Ele disse: Posso. Então vamos fazer uma coisa, você passa

um ano fora, e durante o tempo em que você estiver fora, eu mando no segundo semestre um professor americano que fale espanhol, para ficar no seu laboratório, no seu lugar [...]

Então o Dreyfus ficou muito preocupado e disse: Mas, quem é esse americano que fala espanhol? Então ele disse: É um professor, Dobzhansky da Columbia University, então o Dreyfus disse assim: O Dobzhansky da drosófila? Ele disse, é.

Então faz o seguinte: então manda o Dobzhansky para o Brasil que eu não preciso ir a lugar nenhum. Se é isso, está solucionado o problema. Manda o Dobzhansky para o Brasil e eu não preciso sair [...] Dobzhansky tinha escrito um livro que na época foi o livro mais importante em Evolução depois de Darwin [...]<sup>58</sup>.

Pavan contou que quando Miller declinou o nome de Theodosius Dobzhansky dizendo que ele tinha interesse em realizar pesquisas em áreas tropicais da América, Dreyfus e ele ficaram estupefatos. Isso era um espetáculo, afinal, “[...] Dreyfus ministrava seu curso baseado num livro de Dobzhansky, por isso imediatamente replicou: Se o Dobzhansky pode vir ao Brasil, não necessito ir aos Estados Unidos” (COELHO, 1993, p. 193).

O desenvolvimento da genética no Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP ganhava um novo fôlego, a partir de agora havia um acordo de financiamento com a Fundação Rockefeller. A formatação do acordo assinalava a primeira vinda de Dobzhansky ao Brasil para o ano de 1943, e o mais importante direcionava a área de pesquisa a ser desenvolvida.

Conforme defende Marinho (2001) o fomento à pesquisa da Rockefeller não se daria num vazio ideológico, a ciência, enquanto uma atividade essencialmente social, alcançava prestígio e visibilidade, como um importante valor ocidental de civilização.

Havia, entretanto, uma forma mais sutil de controle que se instalava na relação, na medida em que os *trustes* determinavam as áreas que seriam apoiadas, e, por conseguinte, a **agenda** mais geral de temas e objetos. Portanto, o controle não era direto no sentido de determinar ao pesquisador o seu objeto específico de trabalho, mas indireto na medida em que sinalizava as áreas para as quais haveria disponibilidade de recursos (MARINHO, 2001, p. 119, grifo da autora).

Havia, desta forma, um interesse político da Fundação Rockefeller no desenvolvimento das ciências na América Latina, e especialmente no Brasil. A partir

---

<sup>58</sup> PAVAN, C. **Crodowaldo Pavan**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1985, p. 19-20.

de 1943, o Brasil seguiria a agenda da Rockefeller e a liderança de Dobzhansky, e sua linha de pesquisa de genética de populações e evolução. Nos anos de 1940, Theodosius Dobzhansky era um dos principais geneticistas de *Drosophila* e estava entre os mais importantes evolucionistas do século XX (GLICK, 2008).

Como mencionado no capítulo anterior, Dobzhansky (Figura 31) iniciou sua trajetória de pesquisa, em 1927, na Escola de *Drosophila* de Thomas Hunt Morgan e se tornou um exímio drosofilista, “um dos senhores da mosca”, além ser um dos idealizadores da teoria sintética da evolução (KOHLE, 1994; MARTINS, 1998).

Figura 31 - Theodosius Dobzhansky em 1935.



Fonte: American Philosophical Society/ Science Photo Library. Disponível em: <<http://www.sciencephoto.com/media/890824/view>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

Para Kohler (1994) o grupo de Morgan elaborou a construção da *Drosophila* como um organismo modelo para os estudos genéticos – especialmente a genética de populações – e isso foi responsável por criar uma rede internacional de estudos de genética de *Drosophila*, e uma busca contínua por novas espécies pelo mundo.

The creation of a standard fly by the Morgan group [...] Standard practices are by definition those that are accepted by communities of practitioners [...] the instruments and procedures of the Morgan group were dispersed to biologists everywhere, becoming truly standard. But it is worth just noting here that it was the program and the technology of mass production that enabled *Drosophila* to disperse so successfully. Systematic genetic mapping generated important problems in chromosomal mechanics with the same fecundity that it generated new mutants, and this fecundity is what transformed a localized mode of practice into a cosmopolitan one. Drosophilists followed the fly, and

together they colonized the world.

The construction of *Drosophila* profoundly changed the ecology of laboratories of experimental heredity. *Drosophila* drove other creatures out of these workspaces, creatures like *Phylloxera* that could not compete with the fly's productivity and expansive power (KÖHLER, 1994, p. 89).

Como um representante da Escola de Morgan, Dobzhansky acreditava que os estudos da *Drosophila* – como organismo modelo – poderiam explicar o mecanismo evolutivo. Desta forma poderiam ser encabeçadas várias teorias biológicas relevantes e as muitas espécies de *Drosophila* pelo mundo dariam prova da variabilidade genética mundial.

Para Alvarez (2010), os drosofilistas argumentavam que para

[...] compreender a evolução biológica era [...] necessário estudar a hereditariedade dos organismos nas populações. Este estudo foi desenvolvido em duas fases, por dois triunviratos. Na primeira fase (1918-1932) Ronald Fisher, Sewall Wright e J. Haldane estudaram a hereditariedade nas populações a um nível essencialmente teórico, através de simulações matemáticas. Na segunda fase (1936-1947), Theodosius Dobzhansky, Gaylord Simpson e Ernst Mayr aplicaram os modelos matemáticos desenvolvidos pelos seus predecessores às populações naturais e reuniram as provas experimentais necessárias à consolidação desta nova abordagem, resultante da fusão entre o Mendelismo e o Darwinismo (ALVAREZ, 2010, p. 123-124).

O desenvolvimento dos estudos da genética de populações de *Drosophila* fez com que ela se tornasse o principal tema de pesquisa entre os anos de 1930 e 1950. Como consequência,

na teoria da genética das populações, a evolução passou a ser interpretada em termos de genes e de fundos genéticos e não de indivíduos. A sua estrutura conceptual baseou-se, unicamente, em modelos matemáticos pouco acessíveis à maioria dos biólogos da época, razão porque o seu impacto na comunidade científica foi reduzido. Esta situação alterou-se, rapidamente, com o trabalho de Theodosius Dobzhansky (1937) que consistiu na aplicação do modelo teórico desenvolvido por Fisher, Wright e Haldane às populações naturais de *Drosophila pseudoobscura*. Dobzhansky (1937) estudou populações de diferentes regiões do continente Americano, desde o Canadá até ao México, e verificou que todas elas apresentavam diferentes padrões de bandas nos seus cromossomas. Esta variabilidade foi considerada a matéria-prima da evolução: se os membros de uma população de moscas se cruzarem entre si, mais do que com os elementos das restantes populações, o seu perfil genético

tenderá a divergir (ALVAREZ, 2010, p. 125).

Como salienta Glick (2008), Theodosius Dobzhansky revolucionou os estudos da genética de população e dos mecanismos de evolução com sua vida marcadamente experimental.

[...] modificou substancialmente a natureza da pesquisa em genética evolucionária: ele constatou que "experimentos de campo poderiam ser organizados com a mesma precisão e rigor característicos de experimentos de laboratório" e, com isso, permitiu o desenvolvimento de linhas de pesquisa que romperiam com a tradicional oposição entre biologia de campo e biologia laboratorial (GLICK, 2008, p. 315).

Dobzhansky estava interessado na compreensão do conceito biológico de espécie e da dinâmica evolucionária presente nas populações. Assim, um de seus grandes objetivos era verificar e mapear como o processo evolucionário se mostrava nos trópicos e por isso o Brasil era um lugar bastante atrativo, pois possibilitaria "[...] estender seus estudos de populações nativas de ambientes temperados, comparando-as com populações de países tropicais" (GLICK, 2008, p. 318).

Como parte de uma rede internacional de estudos de genética de populações de *Drosophila*, para Dobzhansky era fundamental estudar a diversidade genética destas populações naturais de *Drosophila*. Ao mesmo tempo havia um projeto pessoal de Dobzhansky para realizar coletas nas populações selvagens de *Drosophila* e que era explicado por sua vida de pesquisador experimental (KOHLENER, 1994).

Dobzhansky had always been an ardent camper and field collector and he responded to landscapes in an intensely emotional, visceral way. The wilder and more romantic the better he liked them. As a young man he made a romantic excursion and collecting expedition in the Caucasus Mountains and Turkestan. In the 1920s he turned a government survey of Turkoman horse husbandry into a genetic field investigation.<sup>5</sup> These early experiences gave him a permanent yen for travel and field collecting. It did not take him long, after moving to California, to begin to explore the spectacular scenery of the North American West: high sierra, deserts, evergreen forests were all within relatively easy reach of Pasadena by automobile. The vast Alaskan outback delighted him: "All those snow peaks and forests," he marveled, "stupendous and indescribable [...] [W]hat a joke of fate that you all to whom mountains and deserts are relatively or quite unimportant have the privilege of seeing them, and I who loves them so much had to leave them behind!

Dobzhansky's collecting expeditions evolved gradually out of his camping excursions, each one becoming more elaborate and far flung:

the Pacific Northwest (1933); Alaska and the Snake River basin (1934); the Four Corners region of Colorado and New Mexico (1935); Death Valley and the Mojave Desert (1936-37); Mexico and Guatemala (1938); Brazil, India, the South Pacific, and so on. Dobzhansky may not have anticipated that these excursions would become such large part of his work; in January 1935 he told Demerec that his forthcoming trip to Mexico would probably be his last [...] Then fieldwork set the pace and direction of Dobzhansky's experimental life (KOHLER, 1994, p. 278-279).

Desta forma, o plano pessoal de Dobzhansky se juntou ao da Fundação Rockefeller e “investiu” na genética brasileira (GLICK, 2008). Este investimento justificava também a escolha da Rockefeller pela célula *mater* da Universidade de São Paulo que se inseria numa “lógica de resultados” que era bastante prática em termos de produtividade e no retorno de investimentos. Os recursos da Fundação Rockefeller eram “[...] majoritariamente transferidos para São Paulo cuja estrutura de poder – político e econômico – mostrava-se, naquelas circunstâncias, capaz de responder mais prontamente às exigências colocadas”<sup>59</sup> (MARINHO, 2001, p.154).

A partir da chegada de Dobzhansky, em 1943, a genética de populações se estabeleceria no Departamento de Biologia da FFCL, trazendo a *Drosophila* como modelo de estudo. Isso representou o início do processo de formação de uma escola de genética tropical na USP – a Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky – e de uma geração de cientistas que disseminariam a genética de populações pelo Brasil.

## **2.2 A Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky e as pesquisas com a genética de populações de *Drosophila* (1943-1960)**

Depois de aceitar o convite de Harry Miller para vir ao Brasil, Dobzhansky rapidamente elaborou um plano de pesquisa de campo denominado *Populações genéticas na América Latina Tropical*. Os objetivos deste plano eram realizar estudos de genética de populações tropicais, explicar a microevolução a partir da distribuição geográfica e da variabilidade das populações naturais, e claro, elucidar o processo evolutivo nos trópicos<sup>60</sup>. O plano de Dobzhansky era audacioso, envolvia um grande

---

<sup>59</sup> O investimento da Fundação Rockefeller em São Paulo também se aliou – indiretamente ou não – à preocupação da elite paulista e de muitos dos fundadores da USP, pois sua principal preocupação estava no desenvolvimento científico, econômico e político do Brasil – que por sua vez contribuiria para criar uma inteligência para governar o país.

<sup>60</sup> Os estudos de Dobzhansky sobre a microevolução eram um de seus grandes interesses em vir para os trópicos, pois era impossível realizar em estudo deste caráter fora do ambiente natural, ele precisa

estudo sobre genética de populações naturais tropicais com a intenção de realizar uma pesquisa pioneira – tal qual haviam feito os pais da genética de populações Sewall Wright, Ronald Aylmer Fisher, John Scott Haldane e Hermann Joseph Müller nas zonas temperadas (GLICK, 2003; PROVINE, 1971; MAYR, 1998).

[...] nada era conhecido sobre estruturas de população em países tropicais, onde havia pequena variação climática. Era importante, portanto, descobrir se, ou não, em espécies tipicamente tropicais, as cotas de mutação são pequenas, as cotas de migração reduzidas ao mínimo; [se] a diversificação das populações em raças locais é alta, e prossegue até uma considerável extensão em linhas não adaptativas<sup>61</sup>.

O plano *Populações genéticas na América Latina Tropical* representou uma grande parte das atividades da Escola Dreyfus-Dobzhansky, que de acordo com Glick (2003) pode ser dividida em três fases:

- 1ª) O período de 1943-1947, em que se inicia as atividades de discussões sobre a obra de Dobzhansky, a introdução de metodologias científicas, como a sistemática e a morfologia de *Drosophila*, e as primeiras pesquisas sobre as espécies brasileiras;
- 2ª) O período de 1948-1949, caracterizado como uma fase experimental dedicada ao estudo da genética das populações naturais das espécies *D. willistoni* e *D. prosaltans*, no qual se iniciou o treinamento dos geneticistas para a pesquisa de campo no laboratório da Universidade de Columbia, em Nova York, e a criação de uma estrutura institucional da genética brasileira;
- 3ª) O período de 1950-1960, o grupo passou a se dedicar às temáticas de taxionomia, genética de populações, evolução e ecologia, e no qual houve a formação de uma rede de pesquisadores e de outros centros de genética que se disseminaram a partir do Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP.

Apesar de apontar três estágios de desenvolvimento da Escola Dreyfus-Dobzhansky, as documentações pesquisadas<sup>62</sup> sugerem que Dobzhansky teria passado quatro temporadas no Brasil, respectivamente nos anos de 1943, 1948-49,

---

estudar as populações naturais – nos laboratórios as espécies de *Drosophila* eram interestéreis. Sua intenção era estudar a microevolução por comparação de espécies de *Drosophila* e verificar a diversidade de espécies nos trópicos.

<sup>61</sup> Carta de Dobzhansky para Miller: 24 nov. 1942. RFA, R.G.1.1 Série 200, Caixa 132, folder 1631, RAC. apud GLICK (2003, p. 148).

<sup>62</sup> As viagens de Dobzhansky ao Brasil e as excursões realizadas pelos participantes da Escola Dreyfus-Dobzhansky são relatadas como atividades do Departamento de Biologia Geral e constam nos Anuários da FFCL/USP.

1952 e 1955-56 e realizado inúmeras excursões pelo território brasileiro (GLICK, 2003; FORMIGA, 2007).

### 2.2.1 A primeira fase (1943-1947)

A primeira fase da Escola Dreyfus-Dobzhansky teve início em 1943, neste ano Dobzhansky passou cerca de sete meses no Brasil realizando conferências e ofertando um curso intitulado *Mecanismos de Evolução e Origem das Espécies* – que tinha como principal discussão seu clássico *Genetics and the origin of species* (1937). A organização das palestras e do curso era feita por Dreyfus e seus alunos assistentes Rosina, Pavan e Antônio Brito da Cunha que convidavam a comunidade científica (CUNHA; PAVAN, 2003).

Os textos eram escritos em inglês por Dobzhansky, traduzidos para o português por Dreyfus e então Pavan e Brito liam o texto em português para Dobzhansky e assim corrigiam sua pronúncia. Somente depois deste “processo” Dobzhansky apresentava o texto, segundo os assistentes Pavan e Brito da Cunha era uma língua única, uma mistura de português, russo com um toque inglês (PAVAN; CUNHA, 2003).

As aulas eram dadas na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, na Glete, e atraíam profissionais de vários institutos do Estado de São Paulo conforme relata Pavan e Brito da Cunha:

[...] assiduously attended by over 100 people, comprising faculty members of other schools, researchers of several institutions, students and liberal professionals, newspapermen, as well as biologists from nearby cities, like the well-known geneticists F.G. Brieger, born in Germany, and C.A. Krug, a former student of R.A. Emerson [...] (CUNHA; PAVAN, 2003, p. 388).

O curso de Dobzhansky teve uma grande influência entre os biólogos de São Paulo e foi frequentado por pesquisadores do Instituto Biológico, Instituto Butantan e da Faculdade de Medicina. Entre os participantes estavam Henrique da Rocha Lima, Clemente Pereira, Zeferino Vaz e Alcides Carvalho, além dos conhecidos parceiros da genética Friedrich Brieger e Carlos Krug – que não vinham sozinhos, cada um deles trazia cerca de quinze a vinte de seus estudantes (GLICK, 2003; SIÃO, 2013).

As apresentações tinham por objetivo debater e divulgar os princípios que norteavam a evolução, bem como as discussões envolvidas na criação da teoria



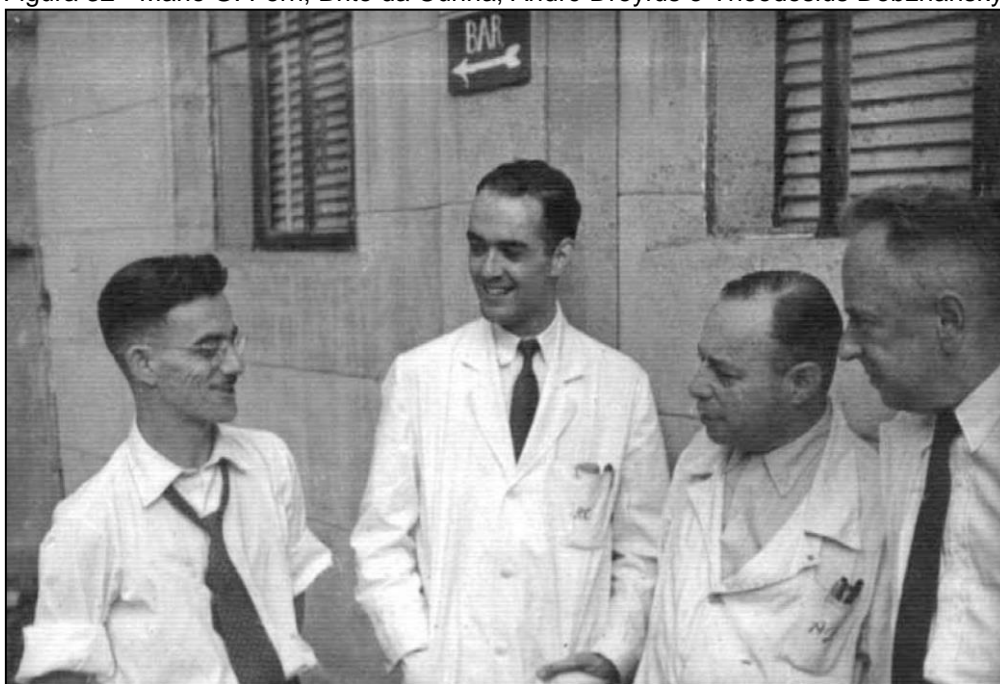
sintética da evolução e da genética de populações, e o encerramento das palestras se dava com um debate traduzido por Dreyfus (CUNHA; PAVAN, 2003).

Como um dos pais da teoria sintética da evolução, Dobzhansky (1956, p. 99-100) defendia que

A hipótese básica, na biologia moderna, para explicar a evolução biológica é que a adaptação dos organismos aos ambientes é a causa principal das mudanças evolutivas. As espécies biológicas mudam por ficarem melhor adaptadas aos ambientes, ou pela necessidade de manterem a adaptação a ambientes que mudam. [...] O ambiente e a natureza biológica do organismo variam conjuntamente, em relações muito estreitas [...] Um organismo adaptado a um único ambiente não viveria por muito tempo. Sempre deve ser adaptado a vários.

Para ele o ponto central da adaptação é que ela explicava a evolução das espécies e poderia revelar, portanto, como as espécies surgiram. Toda esta discussão que sustenta o clássico *Genetics and the origin of species* (DOBZHANSKY, 1941) foi realizada nos cursos e palestras que Dobzhansky deu no Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP, o que fez com que ele se tornasse um polo de atração para muitos pesquisadores (ver Figuras 32 e 33).

Figura 32 - Mario G. Ferri, Brito da Cunha, André Dreyfus e Theodosius Dobzhansky em 1943.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

Figura 33 - André Dreyfus e Theodosius Dobzhansky, em 1943.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

O livro *Genetics and the origin of species* tinha acabado de ser lançado em uma edição atualizada em 1941, a qual muitos brasileiros nem se quer haviam lido, mas do qual muito se comentava, afinal havia se tornado um livro revolucionário. Anos mais tarde, ao escrever no histórico periódico *Genetics* sobre o aniversário de sessenta anos de *Genetics and the origin of species*, Richard Charles Lewontin reafirmou a relevância desta obra de Dobzhansky:

DOBZHANSKY'S construction of the problem of speciation as solely the problem of reproductive isolation was a piece of scientific synecdoche, substituting the process of reproductive isolation for the speciation process in its entirety. It is a testimony to the influence that *Genetics and the Origin of Species* has wielded over 60 years that we continue to study the speciation process without reference to the world that organisms construct and occupy (LEWONTIN, 1997, p. 97).

Se a tese de Dobzhansky em relação à evolução era mostrar o problema da especialização através das mutações, a metodologia da sistemática e morfologia da genética de populações de *Drosophila* iria exatamente ao encontro destes problemas. A abordagem da genética de populações podia revelar como as mutações surgem e são favorecidas pela seleção natural, e posteriormente se disseminam para uma determinada população – mesmo que a mutação ocasione uma pequena vantagem ela deixará um alelo que se espalhará rapidamente para um grupo de populações

naturais. Defender que a evolução acontecia principalmente por pequenas mutações – já que mutações drásticas seriam quase sempre prejudiciais ao invés de benéficas – era um ponto central da genética de populações defendida por Dobzhansky (PROVINE, 1971).

Através de genética de populações podia-se, portanto, investigar a própria evolução humana e, por isso Dobzhansky aproximava o conceito genético da evolução humana e estabelecia as semelhanças do processo evolutivo da espécie humana com os outros animais. Em uma conferência, sem data especificada, realizada na Universidade do Rio Grande do Sul<sup>63</sup>, ele explica:

[...] A hereditariedade no homem, nas moscas de frutas, nos fungos e no milho se processa pelos genes, e cromossomos, da mesma maneira em todos os seres. As leis da genética são as mais universais dentre as leis biológicas. Esse fato é importante porque um biologista pode estudar a hereditariedade e a evolução em qualquer organismo, que por razões técnicas seja mais favorável para tais estudos, e, ainda mais, pode estar razoavelmente certo que os conhecimentos assim adquiridos são aplicáveis a uma grande variedade de organismos, inclusive o homem<sup>64</sup>.

Neste excerto, Dobzhansky também coloca uma justificativa da utilização de seu principal material experimental e, na medida em que fosse estudado, poderia apresentar as causas e os mecanismos das mudanças evolutivas em vários seres vivos – exatamente o ponto alto da genética de populações. Para Dobzhansky (1952, p. 167) as “[...] moscas do gênero *Drosophila* mostraram ser o material mais favorável para as pesquisas dos problemas da genética de populações e da evolução”.

O primeiro passo da Escola Dreyfus-Dobzhansky em relação às pesquisas de genética de populações de *Drosophila* tropicais foi realizar a seleção das espécies. Neste período não se conhecia quase nenhuma espécie brasileira. Era também uma oportunidade para que os pesquisadores brasileiros montassem a própria coleção<sup>65</sup>. Pavan (1986) – que era o assistente mais próximo de Dobzhansky e também de

---

<sup>63</sup> A Universidade do Rio Grande do Sul foi federalizada na década de 1950 e com a Reforma de 1968 passou a ser denominada Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o processo também ocorreu com outras universidades mencionadas no texto, como a Universidade da Bahia, Universidade do Paraná e Universidade do Brasil – atualmente Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

<sup>64</sup> Conferência de Theodosius Dobzhansky, documento mimeografado (sem data) pertencente ao Arquivo Pessoal de Crodowaldo Pavan.

<sup>65</sup> Dobzhansky também tinha a intenção de montar uma grande coleção de espécies tropicais de *Drosophila* em seu laboratório na Universidade de Columbia, ele levou muitas amostras de volta para Nova York e, seguindo seu método usual, usou cepas preparadas em experimentos com raios X.

Dreyfus – mencionou que ele, Dreyfus e Dobzhansky decidiram escolher organismos tropicais que não estivessem sendo trabalhados em países de “ciência desenvolvida”<sup>66</sup>. Essa escolha por espécies tropicais já caracterizava a formação de uma escola tropical de genética e justificava o interesse manifestado por Dobzhansky em seu colossal plano de trabalho *Populações genéticas na América Latina Tropical*. O “[...] *Grand Plan* de Dobzhansky era uma continuação de sua famosa série de artigos sobre a genética das populações naturais sob condições tropicais no Brasil [...]” (GLICK, 2003, p. 148).

Entre 1943 e 1947, o estudo com espécies brasileiras de *Drosophila* resultou na publicação de inúmeros trabalhos<sup>67</sup> – o primeiro deles foi *Studies on brazilian species of Drosophila*, elaborado por Dobzhansky e Pavan – e na descoberta de 23 espécies de *Drosophila* (GLICK, 2003) indicadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Lista das vinte e três novas espécies de *Drosophila* descritas por Dobzhansky e Pavan em 1943.

1	<i>Drosophila paulista</i>
2	<i>Drosophila capricorni</i>
3	<i>Drosophila polymorpha</i>
4	<i>Drosophila cardinoides</i>
5	<i>Drosophila mediosignata</i>
6	<i>Drosophila mediopunctata</i>
7	<i>Drosophila bandeirantium</i>
8	<i>Drosophila pallidipennis</i>
9	<i>Drosophila guarani</i>
10	<i>Drosophila guaru</i>
11	<i>Drosophila guaramunu</i>
12	<i>Drosophila onca</i>
13	<i>Drosophila fascioloides</i>
14	<i>Drosophila inca</i>
15	<i>Drosophila setosa</i>
16	<i>Drosophila betari</i>

<sup>66</sup> A intenção de Dobzhansky, como já foi mencionada, era o estudo das espécies tropicais e, portanto, seria difícil que algum grande laboratório dos Estados Unidos ou Europa estivessem trabalhando com espécies tropicais *Drosophila*, talvez nem os brasileiros tivessem noção imediata de quão inovador seria seu objeto de pesquisa. Dobzhansky queria entender a microevolução e pensou que este processo seria mais bem feito e completo se ele fizesse uma comparação de raças de *Drosophila*.

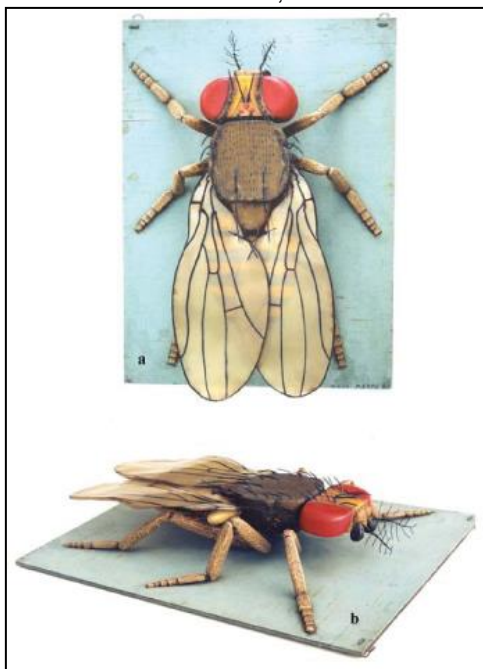
<sup>67</sup> As referências das publicações encontram-se no Anexo A.

17	<i>Drosophila austrorepleta</i>
18	<i>Drosophila pararepleta</i>
19	<i>Drosophila brunneipalpa</i>
20	<i>Drosophila novemaristata</i>
21	<i>Drosophila andina</i>
22	<i>Drosophila dreyfusi</i>
23	<i>Drosophila mirim</i>

Fonte: A própria autora.

Todo este processo contribuiu para o treinamento dos brasileiros com sistemática e morfologia de *Drosophila*. Os pesquisadores brasileiros realizavam descrições da morfologia externa e anatomia das moscas adultas, bem como, os ovos, as pupas, os cromossomos, e os desenhos e modelos de estudos eram elaborados por Marta Breuer – como o exemplo da Figura 34.

Figura 34 - Modelo (escultura de madeira) de fêmea de *Drosophila melanogaster* construído por Marta Erps Breuer nos anos de 1950 e pertencente ao Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, IB/USP: a. visão dorsal; b. visão lateral.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

É importante salientar que todas estas descobertas foram o resultado das inúmeras excursões de coleta por todo o território brasileiro. O Anuário da FFCL de 1939-1949 traz o registro das principais viagens, sendo que a primeira viagem foi

registrada em maio de 1943 e envolveu a participação de Dobzhansky, Dreyfus, e os licenciados Pavan e Edmundo Nonato, e a localidade foi a Gruta de Areias, em Iporanga<sup>68</sup>, no sul do Estado de São Paulo.

A segunda excursão foi realizada por Pavan e Dobzhansky em setembro de 1943 com destino a Belém do Pará e Ilha de Marajó<sup>69</sup>, foram dois meses contínuos de trabalho de campo. Os trabalhos de descrição de sistemática e morfologia foram intensificados nesta excursão, e é importante salientar que ambas as viagens foram financiadas pela Fundação Rockefeller e os Fundos de Pesquisas da Reitoria da USP, além de contar com a Força Aérea Brasileira (FAB) para o transporte aéreo nas regiões mais isoladas.

Após a realização de todo trabalho de campo, Brito da Cunha, Pavan, Rosina e Dreyfus, liderados por Dobzhansky selecionaram as espécies *D. willistoni* e *D. prosaltans* – dentre as oito que haviam realizado a redescrição, conforme a Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Lista das oito espécies de *Drosophila* redescritas por Dobzhansky e Pavan em 1943.

1	<i>Drosophila willistoni</i>
2	<i>Drosophila fumipennis</i>
3	<i>Drosophila Sturtevant</i>
4	<i>Drosophila prosaltans</i>
5	<i>Drosophila prosimilis</i>
6	<i>Drosophila mediotriata</i>
7	<i>Drosophila griseolineata</i>
8	<i>Drosophila annulimana</i>

Fonte: A própria autora.

Em 1944, Dobzhansky retornou para a Universidade de Columbia – onde tinha o cargo de professor de Zoologia desde 1940– e levou as espécies *D. willistoni* e *D. prosaltans*. Auxiliado por seu assistente Boris Spassky iniciaram vários experimentos com irradiação para a observação das inversões e mutações genéticas apresentadas

<sup>68</sup> O Anuário de 1939-1949 menciona, na parte de excursões, que esta região era visitada desde 1942 pelos licenciados Pavan, Brito da Cunha, Gualberto Nogueira e Henrique Serafim que estudavam a fauna cavernícola de suas grutas, como já mencionado este foi o tema da tese da Pavan. As excursões não envolviam coletas de *Drosophila*. Ver Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1939-1949, p.522.

<sup>69</sup> A localidade foi escolhida por Dobzhansky que almejava conhecer o que ele denominava Vale Amazônico.

pelas novas gerações de moscas. A intenção era preparar linhagens com genes letais balanceados para determinar a frequência de genes letais e estéreis em populações naturais (DOBZHANSKY, 1952).

Com o retorno de Dobzhansky para a Universidade de Columbia, as excursões de coleta de *Drosophila* acabaram sendo interrompidas e só voltaram a ser realizadas em 1946 – permanecendo apenas algumas das viagens de Pavan às cavernas de Iporanga. O motivo de se ter uma pausa no trabalho de campo da sistemática e morfologia de *Drosophila* pode ser explicado pelo afastamento de Dreyfus e, posteriormente, de Pavan neste período<sup>70</sup>.

Em 1944, André Dreyfus viajou para Nova York (Figura 35) para visitar o laboratório de Dobzhansky na Universidade de Columbia, e lá foi convidado pelo Departamento de Estado Norte-Americano para realizar palestras e visitar algumas universidades<sup>71</sup>.

Figura 35 - André Dreyfus, na *American Philosophical Society*, Filadélfia, em fevereiro de 1944.



Fonte: American Philosophical Society. Disponível em: <<https://fineartamerica.com/featured/andre-dreyfus-american-philosophical-society.html>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

<sup>70</sup> O afastamento de Pavan até 1946 poderia justificar a ausência das excursões de coleta, já que ele havia sido o assistente mais treinado por Dobzhansky e segundo Brito da Cunha (1989) era um dos grandes destaques do grupo.

<sup>71</sup> O Anuário de 1939-1949 não menciona o período da viagem de Dreyfus, apenas que ele viajou neste ano. Ver FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1939-1949, p. 524.

Um ano depois, em 1945, foi a vez de Pavan que – após defender sua tese de doutorado – recebeu uma bolsa de pós-doutorado da Fundação Rockefeller para estagiar treze meses no laboratório de Dobzhansky na Universidade do Columbia, e mais seis meses na Universidade do Texas, em Austin, além de visitar o Canadá a convite do Embaixador Jean Desy.

Após o regresso de Dreyfus e Pavan o grupo do Departamento de Biologia (ver Figuras 36 e 37) passou a ser dirigido também por Pavan que a esta altura tinha uma relação muito próxima com Dobzhansky – que carinhosamente lhe chamava de *Pavanzinho*. O *Grand Plan* de Dobzhansky continuou os estudos com sistemática e morfologia escolhendo agora as espécies *D. paranaensis*, *D. mercatorum pararepleta* e *D. kikkawai* (DOBZHANSKY, 1952; GLICK, 2003, 2008).

Figura 36 - André Dreyfus, Crodowaldo Pavan e outros assistentes em 1947.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.



A partir desta seleção, o grupo do departamento estudou temas como análises cromossômicas, translocação entre cromossomos-X e autossômicos, taxonomia, entre outros, conseguindo publicações nacionais e internacionais<sup>72</sup>. Os estágios e as bolsas da Fundação Rockefeller para o laboratório de Dobzhansky, em Columbia, também foram se ampliando para outros participantes do grupo a partir de 1946 (CUNHA; PAVAN, 2003) tais como Brito da Cunha e Newton Freire-Maia, um novo pesquisador de Minas Gerais.

Figura 37- André Dreyfus junto com alunos e professores da FFCL na alameda Gleite, em 1947.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

Com ampliação do grupo, entre 1946 e 1947, também foram retomados os trabalhos de campo. As excursões eram realizadas de ônibus ou trem – pelo menos até 1949 quando a Fundação Rockefeller comprou uma perua Ford – e, geralmente, lideradas por Pavan e Brito da Cunha em condições bastante desfavoráveis.

---

<sup>72</sup> Ver as publicações no Anexo A.

O Anuário da FFCL<sup>73</sup> cita as excursões ocorridas neste período – conforme a Tabela 3.3 – porém não menciona o nome de todos os participantes:

Tabela 3.3 - Excursões do período 1946-1947.

Ano	Mês	Local
1946	Setembro	Campos do Jordão/ São Paulo Paulo
1946	Dezembro	Itanhaém/ São Paulo
1947	Janeiro	Lambedor/ Paraná
1947	Março	Curitiba, Morretes, Foz do Iguaçu/ Paraná

Fonte: A própria autora.

É fundamental, nesta primeira fase, ressaltar o papel coadjuvante exercido por Dreyfus, que desde o início deixou um campo aberto para a liderança de Dobzhansky. A liderança de Dobzhansky teve como resultado imediato a iniciação do grupo do departamento nas pesquisas com sistemática e morfologia de *Drosophila* e na publicação de inúmeros trabalhos.

A presença de Dobzhansky e de sua “genética de *Drosophila*” também possibilitou a manutenção dos laços e o estreitamento das relações entre André Dreyfus, Friedrich Brieger e Carlos Krug. Como resultado desta aproximação o Departamento de Biologia Geral da FFCL, a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e o Instituto Agrônomo de Campinas promoveram a Primeira Conferência Brasileira de Genética<sup>74</sup> que aconteceu em Piracicaba, entre os dias 20 a 25 de 1943 (COELHO, 1993, p. 200). No programa da Primeira Conferência Brasileira de Genética constavam conferências de Dobzhansky, Brieger, Krug, Piza Jr., Dreyfus, entre outros, e houve a participação de vinte oito profissionais, fora os alunos da ESALQ (SALZANO, 2011).

Havia uma relação de apoio entre Dreyfus, Brieger e Krug, mas talvez uma aproximação maior entre Brieger e Dreyfus por conta das pesquisas de genética de populações. Sobre esta relação, Brieger relata:

<sup>73</sup> Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1939-1949, v. II, p. 523.

<sup>74</sup> Idem, p. 522, menciona o evento como a Semana de Genética em Piracicaba.

Ao mesmo tempo, tinha-se desenvolvido de um modo geral a chamada Genética de Populações, quer dizer, estudar como se comporta não o indivíduo e seus descendentes, mas o indivíduo como membro de uma população que se propaga como população. Cheguei à conclusão que os índios já haviam inventado o método de melhoramento em populações também sem saber. Isto coincidiu com ideias de norte-americanos que também já propagavam que, em vez de milho híbrido, a gente devia fazer populações melhoradas. Eu trabalhei experimentalmente sobre isso. Precisava inventar, construir modelos matemáticos para prever como a população ia se comportar, para depois ver até que ponto o experimento continua. Essa era uma tendência geral. Também foi feito pelo Dreyfus em drosophilas, com outros fins. De um modo geral, cheguei à conclusão que o método de melhoramento em populações é superior ao milho híbrido. Isto causou um tremendo choque entre o agrônomo Krug e eu, mas o choque depois se anulou porquê de modo geral, hoje em dia, o melhoramento é muito mais feito em populações. É um processo mais rápido, mais eficiente. Linhas puras sempre tiveram a vantagem de serem selecionadas em determinado lugar, então não têm uma grande amplitude de adaptação. Já as populações são muito mais plásticas, de modo que estendem-se muito mais longe<sup>75</sup>.

Tais diferenças em relação aos interesses de pesquisa, aproximaram mais Brieger e a ESALQ de Dreyfus e Dobzhansky do que de Krug. Schwartzman (1979, p. 276) ressalta que:

Brieger e Krug [trabalhavam] em genética vegetal e problemas agrícolas. Mas, se Krug essencialmente da genética aplicada, usando métodos já estabelecidos na basca de melhores espécies de café e milho, Brieger, cuja orientação era para a genética fundamental, estava mais interessado na descoberta de novos métodos de melhoramento que o acompanhassem o progresso da ciência biológica.

Pode-se afirmar, desta forma, que o desenvolvimento da genética de populações influenciou muito mais pesquisas na ESALQ – especialmente na genética do milho – do que no Instituto Agrônomo de Campinas. Desde 1943, o ponto nevrál deste processo se tornou o Departamento de Biologia da FFCL, no entanto, a relação entre os geneticistas pioneiros Dreyfus, Brieger e Krug ainda continuava com o propósito de desenvolver a genética brasileira.

---

<sup>75</sup> BRIEGER, F. G. **Friedrich Gustav Brieger**: depoimento, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986, p. 8.

### 2.2.2 A segunda fase (1948-1949)

Na segunda fase da Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky, os investimentos da Fundação Rockefeller alcançariam maiores vultos e muito mais pesquisadores. Desta forma, o fomento proporcionou o retorno de Dobzhansky, em 1948, e também a vinda de outros cientistas estrangeiros – aumentando o número de bolsistas de pós-graduação enviados aos Estados Unidos. Neste período, uma série de brasileiros passou pelo laboratório de Dobzhansky em Columbia, entre eles estava Warwick Estevam Kerr – da ESALQ e aluno de Brieger – que se tornaria mais tarde um dos maiores especialistas em genética de abelhas do mundo<sup>76</sup>. Conforme lembrou Dobzhansky "Normalmente tínhamos pelo menos um brasileiro no laboratório, raramente dois e raramente nenhum"<sup>77</sup>.

A lista dos bolsistas ainda incluía os brasileiros Antônio Lagden Cavalcanti e Chana Malogolowkin, da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro; Antônio Rodrigues Cordeiro, da Universidade do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre; e os estrangeiros, Hans Burla, da Universidade de Zurique, na Suíça; Marta Wedel, da Universidade de Buenos Aires, na Argentina<sup>78</sup>, além dos assistentes Pavan e Brito da Cunha, e os não bolsistas Rosina de Barros<sup>79</sup> e Marta Breuer.

Os recursos da Fundação Rockefeller também garantiram a continuidade do *Grand Plan* de Dobzhansky e a realização de um novo projeto de pesquisa. Em 1948, Dobzhansky retornou ao Brasil pela segunda vez e deu o *start* para o *Cooperative research project of the University of São Paulo and Columbia University on genetics and ecology of tropical Drosophila* (ARAÚJO, 2004; CUNHA; PAVAN, 2003).

O projeto cooperativo tinha duração de um ano e seria desenvolvido entre 1948

---

<sup>76</sup> Warwick Kerr desenvolveu na ESALQ pesquisas pioneiras em melhoramento genético de abelhas, sendo responsável pela introdução das abelhas europeia e africana no Brasil, pela criação de um híbrido da abelha africana mais dócil e produtivo, além de desenvolver uma pesquisa inédita com abelhas do gênero *Mellipona*, sem ferrão (COELHO, 2005).

<sup>77</sup> DOBZHANSKY, T. Oral History Memoir. Columbia University, Oral History Research Office, New York, 1962, p. 556. apud ARAÚJO, A. M. Spreading the evolutionary synthesis: Theodosius Dobzhansky and genetics in Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 27, n. 3, 2004. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S41154757200400300025&lng+em&nrm+iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S41154757200400300025&lng+em&nrm+iso)>  
Acesso em: 21 out. 2015.

<sup>78</sup> O Anuário da FFCL de 1939-1949 não informa se havia outros participantes nem o período de duração do curso.

<sup>79</sup> Apesar de ser a primeira assistente não há muitas informações sobre Rosina de Barros e o motivo de ela não ter estagiado no laboratório de Dobzhansky, principalmente na terceira fase – a partir de 1950.

e 1949. Este período é considerado por muitos autores como extremamente produtivo<sup>80</sup>, além de marcar o amadurecimento científico da Escola Dreyfus-Dobzhansky (ARAÚJO, 2004; GLICK, 2003; FORMIGA, 2007). Os estudos estavam voltados para a genética de *Drosophila* e tinham por objetivo trazer novos dados sobre a diversidade de espécies e a microevolução ocorrida nas áreas tropicais – já que este era um dos objetivos centrais de Dobzhansky.

O *Cooperative research project of the University of São Paulo and Columbia University on genetics and ecology of tropical Drosophila* também deu continuidade ao estudo da genética de populações das espécies de *D. prosaltans* e *D. willistoni*. Para Dobzhansky o estudo destas duas espécies interessava muito, pois ele queria realizar uma comparação entre uma espécie de grande população com outra de população reduzida (GLICK, 2003).

Pavan explica que o projeto cooperativo tinha cinco temáticas de estudo:

- a) Posição sistemática de *D. willistoni* e *D. prosaltans* em relação a espécies mais afins; b) Número de espécies de drosófilas no Brasil, com suas várias frequências nas várias regiões climáticas e em meses diferentes; c) Dados ecológicos de *D. willistoni*; d) Estruturas citológicas das populações de *D. willistoni* e *D. prosaltans*; e) Estrutura genética das populações de *D. willistoni* e *D. prosaltans*. (PAVAN, 1950, p. 172)

Conforme os estudos foram se desenvolvendo, o projeto acabou concentrando as pesquisas e trabalhos, quase que de forma exclusiva, com a *Drosophila willistoni* e Dobzhansky acompanhou todo este processo durante os anos de 1948 e 1949. Ele atuou no Departamento de Biologia Geral da FFCL dando continuidade aos estudos do grupo na sistemática e morfologia de *Drosophila* e aprofundando conceitos na genética de população. Neste ano sabático, Dobzhansky iniciou o novo curso “*Genética de População e Evolução*”, que foi ministrado na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e registrado nas atividades do Departamento de Biologia no Anuário da FFCL de 1939-1949.

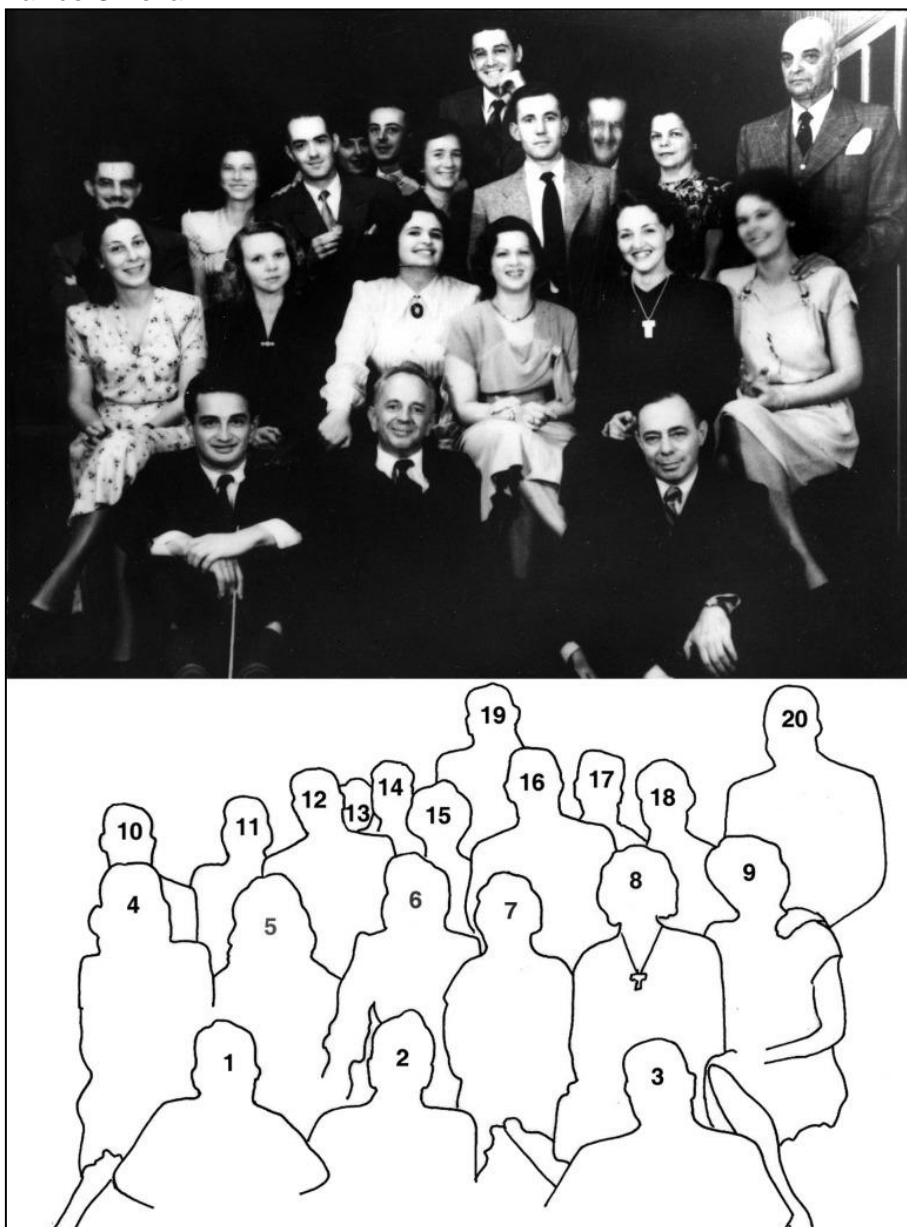
Os participantes do curso “*Genética de População e Evolução*” foram Dreyfus, Pavan, Brito da Cunha, Rosina, Marta Breuer e os bolsistas visitantes – brasileiros e estrangeiros – da Fundação Rockefeller, respectivamente, Antônio Lagden Cavalcanti, Chana Malogolowkin, Antônio Rodrigues Cordeiro, Newton Freire-Maia,

---

<sup>80</sup> Anexo A.

Hans Burla e Marta Wedel<sup>81</sup>, além do pessoal do Departamento de Biologia Geral da FFCL (ver Figura 38).

Figura 38 - Festa para a partida de Theodosius Dobzhansky, em 1949, no Palacete Jorge Street. Identificação: 1. Crodowaldo Pavan, 2. Theodosius Dobzhansky, 3. André Dreyfus, 4. Marta Wedel, 5. Ruth Ferri, 6. Maria de Lourdes de Oliveira Pavan, 7. Inah Cavalcanti, 8. Malvina Cordeiro, 9. Chana Malogolowkin, 10. Mário Guimarães Ferri, 11. Lígia Brito da Cunha, 12. Antônio Brito da Cunha, 13. Flávia Naves Freire-Maia, 14. Newton Freire-Maia, 15. Anita Nickele, 16. Hans Burla, 17. Antônio Geraldo Lagden Cavalcanti, 18. Cândida de Paula Souza, 19. Antônio Rodrigues Cordeiro, 20. Otávio Vaz de Oliveira.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

<sup>81</sup> O Anuário da FFCL de 1939-1949 não informa se havia outros participantes e nem o período de duração do curso.

Durante a realização do *Cooperative research project of the University of São Paulo and Columbia University on genetics and ecology of tropical Drosophila* o Departamento de Biologia Geral foi beneficiado com uma reforma em sua área física e melhorias em sua infraestrutura<sup>82</sup>, e a reforma foi paga com financiamentos da Fundação Rockefeller e da Reitoria da USP.

O projeto teve também como metodologia de trabalho dividir os pesquisadores em dois grupos para potencializar as pesquisas e os trabalhos sob a liderança de Dobzhansky. A primeira equipe foi formada por Dobzhansky, Dreyfus, Pavan, Chana Malogolowkin e Antônio Lagden Cavalcanti, e ficou responsável pelo estudo das variabilidades genéticas da *Drosophila*, e a segunda equipe composta por Brito da Cunha, Rosina de Barros, Antônio Rodrigues Cordeiro, Hans Burla e Marta Wedel, foi encarregada do estudo das variabilidades cromossômicas da *Drosophila*. O Anuário da FFCL de 1939-1949 menciona também a participação de Marta Breuer, Ruth Lange de Morretes, Elisa do Nascimento Pereira e de Edmundo Nonato<sup>83</sup>.

O Anuário<sup>84</sup> relata ainda que o período de 1948-1949 foi de intensa atividade no Departamento de Biologia Geral e muitas excursões foram organizadas para diferentes regiões do país. As excursões eram realizadas, geralmente, por Dobzhansky, Pavan, Brito e outros membros que tinham participação variante – como Edmundo Nonato, Dreyfus<sup>85</sup> e o suíço Hans Burla. Os objetivos básicos destas viagens eram a coleta de espécies de *Drosophila* e a realização de experimentos de solturas de espécies variadas (CUNHA, 1990), as excursões foram distribuídas por todo território brasileiro (conforme a Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Excursões do período 1949-1949.

Ano	Mês	Local
1948	Junho	Belém do Pará
1948	Novembro	Anápolis (Fazenda Monjolinho), Goiás

<sup>82</sup> Segundo Brito da Cunha, o Laboratório do Departamento de Biologia, correspondia a duas salas no porão do Palacete Jorge Street. Ver CUNHA, A. B. C. Pavan através de algumas reminiscências. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 42, n. 9, p. 688-702, set. 1990.

<sup>83</sup> Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1939-1949, v. II, p. 523.

<sup>84</sup> Idem.

<sup>85</sup> Neste período Dreyfus já vinha tendo problemas de saúde por conta da pressão alta, então começou a evitar os trabalhos de campo do grupo – especialmente as viagens mais longínquas.

1949	Janeiro	Acre
1949	Março	Salvador e Juazeiro/ Bahia
1949	Abril	Rio Branco/ Acre
1949	Maio	Santo Ângelo/ Rio Grande do Sul
1949	Junho	Anápolis (Fazenda Monjolinho)/ Goiás
1949	Julho	Carolina e Imperatriz/ Maranhão
1949	Julho	Belém do Pará
1949	Setembro	Ilha do Marajó / Pará

Fonte: A própria autora.

As excursões apresentavam várias dificuldades, uma delas era em relação ao transporte para se chegar às regiões “remotas” do centro e norte do Brasil:

As viagens eram feitas graças à ajuda da FAB [Força Área Brasileira] e especialmente do Clóvis Pavan. Eram feitas em Douglas DC-3 do Correio Aéreo, que voavam baixo e, em certas regiões, como no Brasil Central, pulavam como cavalo xucro (CUNHA, 1990, p. 693).

Um outro relato de Brito da Cunha menciona o carácter aventureiro destas expedições para a região de Vila Atlântica<sup>86</sup>, em Mongaguá (ver Figuras 39 e 40).

Tomávamos o trem para Santos, com passes conseguidos por Dreyfus, e ficávamos num hotel em frente à estação da estrada Santos-Juquiá. No dia seguinte, partíamos no trem das 6 horas da manhã. Em Vila Atlântica tomávamos um trole que corria sobre trilhos através de um enorme bananal até chegarmos ao início da floresta. O trole tinha um estrado de cerca de um metro quadrado e era impulsionado com um varejão [...] Pavan era um dos impulsionadores [...] ‘remava’ até o fim da linha. Lá chegando, púnhamos toda a bagagem nos nossos lombos e íamos através da floresta até o ponto de coleta. [...] Dormíamos num buraco no meio de um amontoado de grandes pedras no leito do rio. Não é fácil dormir em cima de pedras irregulares, no meio de um rio e de nuvens de pernilongos [...] Quando chovia o nosso leito ficava coberto de água e tínhamos que abandoná-lo e ficar no meio do mato tomando chuva. No dia seguinte coletávamos drosófilas nas iscas expostas e repetíamos, na volta,

<sup>86</sup> Segundo Brito da Cunha foram organizadas mais de 22 excursões somente para a região de Vila Atlântica, em Mongaguá.



todas as peripécias da ida. A agravante é, que às vezes, o caçara esquecia de ir nos buscar com o trole e tínhamos que fazer todo o trajeto a pé, carregando toda a tralha (CUNHA, 1990, p. 692).

As excursões também deixaram Dobzhansky muito entusiasmado com a diversidade de espécies brasileiras no bioma da Amazônia, o que pode ser explicado por sua paixão pelas viagens e sua vida experimental (KOHLE, 1994). Em uma expedição sobre uma ilha no Rio Negro, em 1948, ele relata sua admiração ao encontrar o “paraíso da *Drosophila*”:

Uma selva de enxames de 'Drosophila'. Nós chegamos numa ilha do Rio Negro e encontramos o chão coberto de frutas caídas de muitas espécies de árvores e sobre estas frutas haviam nuvens de *Drosophila* como eu nunca tinha visto nos meus quinze anos de colecionador de *Drosophila* na natureza, nem com isca natural ou artificial. Havia seguramente milhares de indivíduos por metro quadrado na ilha, que nas minhas notas foi chamada de Ilha Paraíso da *Drosophila*. Mas até mesmo fora desta ilha, a fenomenal densidade populacional tem sido repetidamente encontrada. E existe em todas as coleções várias espécies diferentes, muitas vezes maiores do que encontra-se na Serra Califórnia. O problema da mosca (não *Drosophila*) é que pelo menos metade destas espécies encontradas são novas, e nós não encontramos tempo para descrevê-las (DOBZHANSKY apud GLASS, 1980, p. 81).

Figura 39 - Pavan ao volante do Ford Mercury comprado pela Rockefeller, Brito da Cunha está ao lado e Sophie Dobzhansky (atrás) durante trabalho de campo no litoral, em 1949.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

Conforme o relato de Dobzhansky, as excursões de coleta encontraram uma grande variedade de espécies de *Drosophila* – tornando a taxionomia bastante trabalhosa. O objetivo do projeto era justamente analisar a diversidade e densidade das populações de algumas espécies de *Drosophila* e seu comportamento, em diferentes períodos do dia, bem como a influência de fatores ambientais nas características das populações naturais (CUNHA, 1990, p. 684).

Figura 40 - Pavan, Brito da Cunha (em pé), Dobzhansky e sua filha Sophie na Vila Atlântica, em Mongaguá, em 1948-1949.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

Outras espécies de animais e plantas encontradas na Amazônia e que não faziam parte do *Cooperative research project of the University of São Paulo and Columbia University on genetics and ecology of tropical Drosophila* também foram analisadas, foi o caso de algumas espécies de árvores da Amazônia (CUNHA, 1990,

p. 684). O relato de George Alexander Black, Dobzhansky e Pavan caracterizou o trabalho de identificação das espécies como extremamente desafiador e depende dos guias locais:

O reconhecimento de espécies de árvores na floresta Amazônica é muito difícil ou impossível sem examinar as flores e os frutos. Esta dificuldade existe nas vizinhanças de Belém [...] O aliviar dessa dificuldade, nos foi dado pelo auxílio da experiência dos mateiros. Esses homens, apesar de não serem letrados, tinham um critério para identificar as árvores que deixou os autores impressionados. Textura, cheiro, gosto, a cortiça, presença ou ausência de látex, fibras e outras características secundárias como folhagens, flores e frutos. Os nomes comuns das árvores usualmente usados pelos mateiros, geralmente coincidiam com as espécies reconhecidas pelos botânicos (BLACK; DOBZHANSKY; PAVAN, 1950, p.415).

O trabalho de identificação das árvores amazônicas rendeu aos três pesquisadores uma publicação pioneira no periódico *Botanical Gazette*<sup>87</sup> – outras publicações de autoria única de Dobzhansky foram feitas nos anos seguintes discutindo questões relativas a evolução nos trópicos e as diferenças entre as diversidades de espécies nas zonas temperadas e tropicais, sempre com a intenção de estabelecer quadros comparativos.

Apesar dos estudos com as árvores amazônicas, o grande volume de pesquisas estava nas espécies de *Drosophila*. Até o final de 1948 os dois grupos de trabalho haviam estudado mais de 40 populações diferentes de *Drosophila*, o que nas palavras de Glick (2003) era uma verdadeira “odisseia” (CUNHA; PAVAN, 2003) – que seria mencionada nos relatos de memória de Dobzhansky, Pavan e Brito da Cunha.

Os resultados da odisséia foram bastante promissores. O primeiro grupo formado por Dobzhansky, Dreyfus, Pavan, Chana Malogolowkin e Antônio Lagden Cavalcanti, que estava estudando variabilidades genéticas da *Drosophila willistoni* conseguiu concluir que as populações desta espécie tropical apresentavam uma quantidade de genes letais<sup>88</sup>, recessivos, muito superior a qualquer outra. Isso foi importante, pois essa grande quantidade de genes estava normalmente relacionada “[...] à reprodução cruzada e ao tamanho das populações. Esse resultado poderia ser

---

<sup>87</sup> BLACK, G. A.; DOBZHANSKY, T.; PAVAN, C. 1950. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. **Botanical Gazette**. n. 111, p. 413-425.

<sup>88</sup> É denominado o gene que causa a morte do indivíduo antes ou depois do nascimento, ou que produz alguma deformidade significativa.

generalizado para todos os organismos que apresentavam populações grandes e reprodução cruzada, inclusive o homem [...]” (CUNHA, 1989, p. 685). Além disso, as pesquisas também contribuíram para a chamada ecologia moderna, reforçando as relações e influências do meio ambiente na dispersão das populações naturais.

O segundo grupo composto por Brito da Cunha, Rosina de Barros, Antônio Rodrigues Cordeiro, Hans Burla e Marta Wedel, que pesquisava as variabilidades cromossômicas selecionou e estudou quatro espécies irmãs de *Drosophila willistoni*, *paulistorum*, *tropicalis* e *equinoxialis*. Como resultado, o grupo encontrou diferentes padrões nos cromossomos das glândulas salivares destas espécies, quando os pesquisadores tentaram cruzar as espécies descobriram que eram interestéreis – embora elas fossem morfologicamente muito similares. O grupo concluiu que os padrões de frequência de inversões encontrados nas *D. paulistorum*, *D. tropicalis* e *D. equinoxialis* reafirmavam a seleção darwiniana.

O grau de variabilidade das espécies era correlato com a diversidade do meio. *Willistoni*, numa área seca da Bahia, tinha baixa frequência de inversão, mas em um meio mais diverso tinha uma alta frequência. Eles também descobriram que *willistoni* era ecologicamente mais versátil que *tropicalis*, que tinha muito menor variabilidade cromossômica. A comparação também revelou um ponto significativo sobre as relações entre competição e origem das espécies. No Vale Amazônico, a região que apresenta um número de nichos de *Drosophila* muito similares, os competidores próximos são espécies irmãs. Nesses lugares onde *willistoni* é abundante, a variabilidade é grande. Alta variabilidade mostra a capacidade de explorar mais nichos, especialmente em vista de competição com espécies irmãs (GLICK, 2003, p. 152).

Uma das teses dos pesquisadores era que a variabilidade genética era um sinal de comprovação da seleção natural e que esta era uma chave para a compreensão da evolução nos trópicos, ou seja, a capacidade/ versatilidade de adaptação das espécies – comprovadas pelas populações naturais de *Drosophila* (GLICK, 2003).

A partir dos apontamentos dos grupos, Dobzhansky elaborou um relatório no qual sintetizou a importância da pesquisa em dois conceitos fundamentais, o primeiro era a variação, e o segundo, a adaptabilidade (DOBZHANSKY, 1950). Desta forma, o evolucionista russo considerou que estas seriam as principais forças da "evolução orgânica". Deve-se lembrar que toda a pesquisa das espécies tropicais de *Drosophila* tinha como objetivo “[...] explorar as diferenças de tempo e 'criatividade' da evolução nos trópicos, comparando com o mesmo processo em climas temperados” (GLICK,

2003, p. 153).

[...] Dobzhansky e seu grupo coletaram e examinaram 110 mil amostras individuais de 35 lugares ecológicos diversos no Brasil. A extrema diversidade das espécies de *Drosophila* em pequenas áreas vizinhas, até 30 espécies em áreas de menos de um quilômetro quadrado, sugeriu que o meio tropical continha "uma maior variedade de nichos ecológicos (oportunidades biológicas)" do que o meio temperado<sup>89</sup>.

Estes resultados apontavam como as espécies de *Drosophila* evoluíram usando tanto a variação como a adaptação. Burla, Brito da Cunha, Cavalcanti e Pavan comprovaram a diferenciação micro territorial, que em linhas gerais significava que na comunidade na qual havia muitas espécies competindo se desenvolveu uma segmentação destas espécies em outras comunidades menores, o que obviamente diminuiria a competição (BURLA et al., 1950, p. 352). A diminuição da competição poderia ser demonstrada pelos diferentes gostos alimentares das espécies – o que resultou em novos estudos do grupo.

Uma experiência feita por Burla e seu grupo foi a soltura de moscas com alguma característica mutante em um lugar próximo a São Paulo para comparar o número de mutantes e moscas selvagens de lugares dados, e os resultados apontaram para a capacidade da *Drosophila willistoni* de formar colônias semi-isoladas. Isso serviria para mostrar como se dava a dinâmica na genética de populações de *Drosophila* e reforçava que a densidade de população nas zonas tropicais era muito maior que nas temperadas – essas áreas eram pesquisadas por Dobzhansky há quase duas décadas (BURLA et al., 1950; DOBZHANSKY, 1950; GLICK, 2003).

Outro grupo de experiências realizadas pelo grupo foi o estudo dos polimorfismos cromossômicos<sup>90</sup>, fenômeno que ocultava a variedade genética e dava inúmeras vantagens aos indivíduos daquela espécie. Desta vez, o grupo de Burla, Cunha e Dobzhansky estudou a *Drosophila willistoni* e encontrou nesta espécie uma alta incidência de inversões cromossômicas. Dobzhansky escreveu para Sewall Wright – um dos pioneiros da genética de populações – assombrado com a *Drosophila willistoni* que tinha “[...] 34 diferentes inversões – ‘a mais flexível espécie conhecida’

<sup>89</sup> DOBZHANSKY, T. **Genetic structure of natural populations**. Carnegie Institute of Washington Yearbook, v. 48, p. 201-212, 1948-49, p. 206 apud GLICK, 2003, p. 153.

<sup>90</sup> Os Polimorfismos cromossômicos são as inversões dos segmentos de cromossomos.

[...] *pseudoobscura*, a espécie de zona temperada mais estudada, tinha somente 20 inversões<sup>91</sup>. O estudo dos polimorfismos cromossômicos reforçava a versatilidade ecológica da espécie e sua conseqüente variabilidade ecológica, e isso era extremamente vantajoso, pois tal espécie poderia dominar diversos *habitats*. Para os pesquisadores os polimorfismos cromossômicos eram "[...] um método no qual uma população pode vir a ser adaptada para um multiforme ambiente" (CUNHA; DOBZHANSKY, 1954, p. 119).

Os polimorfismos cromossômicos mantinham as inversões, pois eles eram transmitidos aos heterozigotos. Isso explicava a vantagem adaptativa que a *Drosophila willistoni* adquiriu – e suas três irmãs *D. paulistorum*, *D. tropicalis* e *D. equinoxialis* – e possibilitava que elas pudessem explorar diferentes ambientes.

O *Cooperative research project of the University of São Paulo and Columbia University on genetics and ecology of tropical Drosophila* resultou na publicação de inúmeros trabalhos entre 1948 e 1950<sup>92</sup> em renomadas revistas internacionais, como *American Naturalist*, *Ecology*, *Genetics*, *Heredity*, e *Nature*, *Proceedings of the National Academy of Sciences* e nacionais, *Revista Brasileira de Biologia* e *Ciência e Cultura*. A safra de publicações corou a maturidade intelectual da Escola Dreyfus-Dobzhansky e seu reconhecimento internacional.

Na segunda fase da Escola Dreyfus-Dobzhansky, é importante ressaltar o papel de Friedrich Brieger ao direcionar as pesquisas na área genética de populações na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, bem como o financiamento da Fundação Rockefeller para as pesquisas na área de milho, trigo e hortaliças – e claro das abelhas de Warwick Kerr. Apesar de não ter um envolvimento direto e contínuo, a ligação entre Dreyfus, Krug, Brieger e Dobzhansky resultou, em 1949, na Segunda Semana de Genética de Piracicaba – a primeira havia ocorrido em 1943. Na Segunda Semana de Genética de Piracicaba Dobzhansky, Pavan, Brito da Cunha, Hans Burla, Marta Wedel, Chana Malogolowkin e Antônio Rodrigues Cordeiro apresentaram trabalhos sobre genética de populações (SALZANO, 2011, p.12).

Na ESALQ, Brieger se dedicava ao estudo genético de populações de milho para resolver o problema da evolução dos mecanismos da heterose<sup>93</sup>. Ele

<sup>91</sup> Dobzhansky para Wright: 28 set. 1948. Wright Papers, APS apud GLICK, 2003, p. 154.

<sup>92</sup> Ver publicações no Anexo A.

<sup>93</sup> Nas palavras de Brieger (1949, p. 423): “Podemos afirmar que heterose geralmente acontece quando

concluiu que não havia um sistema que permitisse o acúmulo de um número suficiente de mutações recessivas ou letais, mas apontou a hipótese da interação gênica que sinteticamente dizia que os genes estabelecem relações por meio de seus produtos – proteínas, enzimas ou hormônios, por exemplo – e não agem, portanto, de maneira isolada. Nesta interação também dependem das funções de outros genes, da ação do ambiente interno ou externo ao organismo (BRIEGER, 1949).

As pesquisas com o milho e genética de populações continuaram na ESALQ e a partir de 1950 a Fundação Rockefeller financiou um projeto específico para a genética de populações vegetais – como se observará mais adiante.

### 2.2.3 A terceira fase (1950-1960)

No final da década de 1940, o Departamento de Biologia Geral da USP se tornou “[...] um lugar estratégico de pesquisa [...]” (GLICK, 2003, p. 157) e proporcionou a muitos pesquisadores o aperfeiçoamento acadêmico. A maioria dos participantes da Escola Dreyfus-Dobzhansky foi convidada pela Fundação Rockefeller para fazer pós-graduação na Universidade de Columbia, ou estagiar num outro laboratório de alguma universidade norte-americana – este foi o caminho trilhado por Pavan, Brito da Cunha, Chana Malogolowkin, Newton Freire-Maia, Oswaldo Frotta-Pessoa, Antônio Cordeiro, Antônio Cavalcanti e Warwick Kerr, entre outros.

Em 1949, quando Dobzhansky voltou para Nova York o *Cooperative research project of the University of São Paulo and Columbia University on genetics and ecology of tropical Drosophila* havia sido concluído com êxito. Os resultados e dados da pesquisa geraram inúmeras publicações que contribuíram para apontar a importância da versatilidade adaptativa das espécies tropicais. Como discutido no item anterior, a versatilidade adaptativa explicava porque certas espécies de *Drosophila* tinham mais facilidade de acomodação ao seu *habitat*, além de apresentarem uma maior diversidade – se comparado às espécies de zonas temperadas. Dessa forma, tais espécies seriam mais capazes de “[...] ocupar e explorar eficientemente uma

---

a média de qualquer caractere ou caracteres no híbrido excede a média de seus descendentes obtidos por qualquer sistema de endocruzamento. Híbridos que são heteróticos nesse sentido, podem ser superiores, iguais ou inferiores a seus próprios parentes. Além disso a heterose não afeta um indivíduo como um todo, mas apenas seus caracteres em separado”.

variedade de nichos ecológicos [...]” (GLICK, 2003, p. 154).

O reconhecimento e a produtividade da Escola Dreyfus-Dobzhansky também eram consequências do apoio – dado “indiscriminadamente” entre 1943 e 1960 – da Fundação Rockefeller e dos Fundos de Pesquisa da Reitoria da USP. Estes recursos fomentavam grande parte das excursões e outras atividades – como a compra de equipamentos para laboratórios, livros, revistas e periódicos científicos, além das bolsas de estudos nos Estados Unidos.

No entanto, havia também doações particulares feitas à USP por membros da sociedade paulista – e até mesmo pelo próprio Dobzhansky. No Anuário da FFCL de 1950 são informados alguns valores recebidos neste período:

O Departamento [de Biologia] é atualmente um dos principais centros de genética da América do Sul, e, certamente, o principal centro para genética de *Drosophila*. Graças à cooperação da Fundação Rockefeller e da Universidade de São Paulo, o Departamento tem podido receber biólogos do país e do estrangeiro, seja como bolsistas, seja como professores contratados.

[...] As doações da Fundação Rockefeller já se elevam a cerca de 15.000 dólares em equipamentos [...] Recebeu também doações do Srs. Fabio Prado, 6.000,00 cruzeiros; Américo Capone, 38.000,00 cruzeiros; Ignácio Calfat, 15.000,00 cruzeiros; Charles Gutmann 2.000,00;] Theodosius Dobzhansky, 16.000,00 cruzeiros; Da. Lourdes Prado, 10.000,00 cruzeiros; Francisco Matarazzo Sobrinho, 25.000,00 cruzeiros<sup>94</sup>.

A cooperação entre a Universidade de São Paulo – representada aqui pela FFCL – e a Fundação Rockefeller trouxe aos cientistas a segurança necessária para prosseguir nas pesquisas e potencializar seus resultados.

Após 1949, o contato entre Dobzhansky, Dreyfus, Pavan, e outros brasileiros que foram à Universidade de Columbia continuou – mesmo após a sua partida. As pesquisas de genética de populações de *Drosophila* ainda se mantiveram como o principal interesse de estudo da Escola Dreyfus-Dobzhansky.

A partir de 1950, o início da terceira fase da escola tropical seria marcado por dois acontecimentos que introduziram novas técnicas na genética de *Drosophila*, o primeiro deles foi à vinda de Hampton Lawrence Carson, professor de zoologia da Universidade de Washington, em St. Louis, e o segundo, a descoberta de uma nova espécie de mosca feita por Pavan (CUNHA, 1990; FORMIGA, 2007).

---

<sup>94</sup> Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1950, p. 261-262.



Hampton Lawrence Carson era um especialista em técnicas de citogenética, foi contratado pela Universidade de São Paulo e sua vinda foi financiada pela Fundação Rockefeller. Hampton Carson tinha como objetivo dar o curso *Citogenética e Evolução* e discutir o problema da especiação, além de desenvolver conceitos, técnicas da citogenética e evolução das espécies brasileiras de *Drosophila* – especialmente a *D. bocainenses*. Carson havia desenvolvido um importante estudo como drosofilista

Based on detailed examination of the banding patterns of the giant polytene chromosomes in the Hawaiian *Drosophila*, Hamp (the name by which most of his colleagues and friends call him) developed a powerful method of population studies which led to the formulation of *Carson's Founder-Flush Theory of Speciation*. He was one of the early pioneers in recognizing the unique situation for speciation in Hawaii, which is so spectacular that Hawaii has been called "one of the best natural laboratories for the study of evolution" It is with this background that one can contextualize Hamp's remarkable contributions. His work on the speciation and evolution of the Hawaiian *Drosophila* has been cited extensively and is considered one of the supreme examples of multidisciplinary research. He was instrumental in bringing together a team of experts in the fields of systematics and taxonomy, genetics, ecology, behavior, physiology, botany, geology, biochemistry, and molecular biology to understand the speciation processes within one of the most remarkable group of organisms (KANESHIR, 2005, p. 285).

No período em que Carson ficou no Departamento de Biologia ele fez duas viagens de coletas acompanhado por Pavan e Brito da Cunha. A primeira excursão foi para o rio Negro na Amazônia, as coletas se realizaram de Manaus até a foz do Rio Branco e também contaram com o apoio da FAB e do governador do Amazonas, Álvaro Maia. A segunda viagem de coleta teve como destino Salvador e Juazeiro, na Bahia, e contou com a colaboração da Fundação Gonçalo Muni, do Serviço Nacional da Malária e da Viação Fluvial Bahiana.

No final de 1950, o Departamento de Biologia Geral passou a ter três estações experimentais particulares no Estado de São Paulo, e elas estavam destinadas as coletas e soltura de *Drosophila*. As estações experimentais estavam localizadas em fazendas nas regiões de Pirassununga, Vila Atlântica, em Mongaguá, e Mogi das Cruzes, e as coletas eram realizadas a cada 45 dias<sup>95</sup>.

Neste período o laboratório do Departamento de Biologia recebeu uma doação em dinheiro do CNPq<sup>96</sup> e a Fundação Rockefeller concedeu duas bolsas de estudo,

---

<sup>95</sup> Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1951, p. 262.

<sup>96</sup> Criado em janeiro de 1951 pela Lei nº 1.310, o CNPq foi instituído como fundo nacional para

uma para Danko Brncic, da Universidade de Santiago, no Chile, e outra para Francisco Mauro Salzano, da Universidade do Rio Grande do Sul.

O curso *Citogenética e Evolução* e as pesquisas sobre polimorfismos cromossômicos – liderados por Carson – tiveram a participação dos pesquisadores Dreyfus, Rosina de Barros, Marta Breuer, Elisa do Nascimento Pereira Knapp, Edmundo Ferraz Nonato, Luiz Edmundo Magalhães, Danko Brncic e Francisco Salzano, além de Pavan e Brito da Cunha (ver Figura 41) – que foram assistentes diretos de Carson e também deram um curso junto com ele sobre genética de populações e evolução<sup>97</sup>.

Figura 41- Hampton Carson (à esquerda) e Luiz Edmundo Magalhães (à direita) em pesquisa de campo em Mongaguá, em 1950.



Fonte: Arquivo Pessoal Luiz Edmundo Magalhães.

As pesquisadas orientadas<sup>98</sup> por Hampton Carson apontaram que as

---

pesquisas científicas e tecnológicas. Em 1974 foi refundado e teve seu nome alterado para Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, mantendo a mesma sigla.

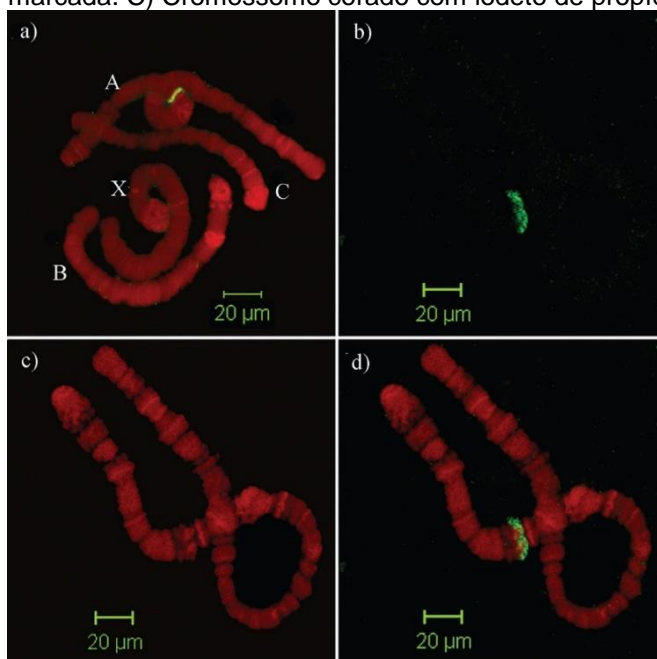
<sup>97</sup> Vale lembrar que Brito da Cunha tinha acabado de voltar do laboratório de Dobzhansky e havia ficado um ano na Universidade de Columbia como bolsista da Fundação Rockefeller.

<sup>98</sup> Hampton Carson publicou alguns artigos com o grupo da Escola Dreyfus-Dobzhansky, e alguns outros fazendo referências às pesquisas com a *Drosophila* de Cunha, Pavan, entre outros, um destes artigos foi intitulado *Interfertile sibling species in the willistoni group of Drosophila* e publicado na *Evolution*, em 1954 (CARSON, 1954).

populações naturais de *Drosophila* de um ambiente com grande diversidade – como os biomas tropicais do Cerrado, da Mata Atlântica e da Amazônia – apresentavam muito mais inversões cromossômicas se comparado às populações marginais, geográfica ou ecologicamente. Após seis meses no Brasil Carson retornou para a Universidade de Washington.

Ainda em 1950, em uma de suas excursões de coleta de *Drosophila*, Pavan encontrou larvas do díptero *Rhynchosciara angelae*<sup>99</sup>. Esta descoberta foi considerada importante – sendo reconhecida internacionalmente – já que os cromossomos politênicos (ver Figura 42) deste inseto eram considerados gigantes e mais observáveis do que os da *Drosophila*.

Figura 42 - Cromossomos gigantes das glândulas salivares da *Rhynchosciara angelae*. A) Quatro cromossomos das glândulas salivares. B) Imagem dividida do cromossomo A mostrando a região marcada. C) Cromossomo corado com iodeto de propídio. D) Imagens mescladas.



Fonte: SIVIERO et. al., 2016, p. 586.

Pavan e Marta Breuer – que fazia as análises técnicas, além de ser a *designer* do grupo – estavam bastante empolgados com as vantagens que a *Rhynchosciara* poderia oferecer como modelo experimental. Iniciaram vários estudos com as glândulas salivares e outros tecidos para realizar análises comparativas. Para eles não havia dúvida de que se tratava de um material excepcional para a genética:

<sup>99</sup> Atualmente é chamada de *Rhynchosciara americana*.

Existindo entre nós material excepcionalmente favorável para esse tipo de estudo, empreendemos a tarefa de fazer uma análise comparativa da morfologia dos cromossomos politênicos de *Rhynchosciara angelae*. Esse díptero, pela primeira vez trabalhado por elementos de nosso laboratório apresenta vantagens não apresentadas por nenhum outro organismo até hoje analisado. Além do grande volume e perfeita nitidez de seus cromossomos salivares, apresenta igual estrutura em cromossomos de outros órgãos. *Rhynchosciara angelae* é o primeiro animal no qual é possível fazer-se análise comparativa de todos os cromossomos de órgãos diferentes (PAVAN; BREUER, 1951, p. 299).

Com os estudos da *Rhynchosciara*, Pavan e Marta Breuer apontaram dados importantes sobre funcionamento dos genes, diferenciação e funcionamento celular, e desta forma contribuíram para a pesquisa da genética, citogenética e fisiologia celular. Para Brito da Cunha os trabalhos de Pavan mostraram que num mesmo tecido existia uma seqüência no funcionamento dos genes de acordo com a idade e a diferenciação do tecido, além disso, a quantidade de DNA seria variável e dependia da atividade da célula<sup>100</sup>.

Com a *Rhynchosciara* Pavan obteve reconhecimento internacional – apesar de este vir quase uma década depois – e conforme ele mesmo analisa:

Nos anos 50 [...] com o grupo de Dreyfus, realizamos um grande número de trabalhos de grande importância para a Genética. Demonstramos como os genes funcionam num mesmo tecido e em pelo menos três tecidos diferentes. Quebramos um Dogma da Genética na época, o da Constância do DNA. Mostramos que certos genes, durante o desenvolvimento do inseto, multiplicam-se em ritmo diferente de outros genes. A descoberta levou 8 anos para ser aceita pela comunidade científica. Por infecções de microsporídios, certos tecidos aumentam o feixe de cromossomos de certas células e chegam a ficar visível a olho nu. Situação única em Genética. Infecções por vírus especiais induzem crescimento nos feixes de cromossomos (politénia). Como certos genes são inibidos pelo vírus e não se dividem, os cromossomos mostram estrangulamentos ao longo de seus comprimentos. Por essa série de trabalhos, fui convidado para montar um laboratório de Efeitos Biológicos das Radiações no Oak Ridge National Laboratory Tennessee, EUA (1963-65) e, posteriormente, fui professor titular com vitaliciedade na Universidade do Texas por dez anos (1968-1978)<sup>101</sup>.

---

<sup>100</sup> Segundo Brito da Cunha, os trabalhos de Pavan foram confirmados por vários autores clássicos da Biologia, como o geneticista molecular Wolfgang Beermann que pesquisou os pufes de DNA em espécies de *Drosophila*, mas não cita mais nenhuma referência. Ver CUNHA, A. B. Setenta anos de C. Pavan e a ciência. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.4, dez. 1989, p.686 e 687.

<sup>101</sup> PAVAN, C. **Está provado cientificamente**: os OGMs são mesmo seguros. Entrevista concedida ao Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 4 jun. 2003. Disponível em: <<https://cib.org.br/esta-provado-cientificamente-os-ogms-sao-mesmo-seguros/>>. Acesso em: 4 jul. 2018.

Os estudos com a *Rhynchosciara angelae* trouxeram um primeiro afastamento entre Pavan e Dobzhansky e, certamente, pode ser considerado um desdobramento da Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky. Para Pavan os estudos com a *Rhynchosciara* eram mais promissores que os estudos com a *Drosophila*, mesmo assim manteve parceria com Dobzhansky por mais alguns anos.

Em 1952, um dos articuladores da Escola Dreyfus-Dobzhansky, André Dreyfus faleceu precocemente aos 54 anos. Sua saúde já estava bastante debilitada por conta dos problemas de pressão alta e da sujeição a derrames e sangramentos, e por conta disso Dreyfus havia iniciado lentamente um processo de afastamento do Departamento de Biologia Geral da FFCL. Durante o afastamento, Dreyfus conscientemente preparou Pavan<sup>102</sup> para o substituir na cátedra – o que demandaria a aprovação de Pavan ao concurso de cátedra (Figura 43), que se concretizou meses depois.

Dreyfus era considerado por seus alunos como um professor extremamente atuante e envolvente, sempre os incentivando a buscarem a pós-graduação e o envolvimento com as pesquisas. Como um dos pioneiro da genética no Brasil – conforme se discutiu no capítulo anterior – participou de várias pesquisas e publicações<sup>103</sup>, mas não se tornou o pesquisador de maior destaque. Esta função coube a Pavan que se colocou como um dos líderes da Escola de Genética, tornando-se o substituto “natural” das funções de Dreyfus e o primeiro livre-docente do Departamento de Biologia Geral, da USP (FORMIGA, 2007)<sup>104</sup>.

Apesar de coadjuvante, a função exercida por Dreyfus foi fundamental, pois ele atuou como uma força de atração para aqueles alunos interessados em genética, e dando-lhes as primeiras noções do estudo da genética. Brito da Cunha, refere-se a Dreyfus como um abnegado pela ciência, capaz de economizar o próprio dinheiro para deixar um “prêmio da genética”.

O seu espírito altruísta levou-o, em seus últimos anos, a economizar para deixar um prêmio de genética ao morrer. Infelizmente, o prêmio foi concedido só duas vezes e o capital devorado pela inflação. Apesar

---

<sup>102</sup> Segundo Brito da Cunha, antes de falecer Dreyfus já tinha tido um derrame e ficou com um lado do corpo paralisado, ficava internado com frequência no Hospital das Clínicas e suas aulas estavam sendo dadas por Pavan (CUNHA, 1990; 1994).

<sup>103</sup> Ver publicações de Dreyfus, no Anexo A.

<sup>104</sup> Pavan obteve sua aprovação em 1951, defendendo a tese “Alelismo de letais do segundo cromossomo de *Drosophila willistoni*” e com a morte de Dreyfus passou a ser o titular do Departamento. Ver Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1951, p. 115.

da saúde delicada, continuou imprudentemente ativo. Horas antes de morrer, ainda terminou a elaboração de um trabalho mostrando que a superioridade racial é geneticamente absurda (CUNHA, 2005, p. 187).

Figura 43 - Brito da Cunha, Marta Breuer, Juan Nacur, Pavan e Dobzhansky em seu concurso de cátedra para o Departamento de Biologia Geral, em 1952.



Fonte: Comissão Memória do Instituto de Biociências da USP organizada pelo professor Carlos Ribeiro Vilela.

Pouco antes de morrer, Dreyfus havia organizado seus últimos cursos com seus alunos e assistentes Elisa Pereira Knapp e Juan Nacur. O Anuário da FFCL de 1952 mencionou que o Departamento de Biologia Geral havia oferecido um curso sobre genética e citologia – parte do curso foi inclusive dedicada ao estudo da genética humana – e outro sobre biologia educacional.

Após o lamento por Dreyfus, a Escola Dreyfus-Dobzhansky se manteve trabalhando ativamente e dando continuidade as pesquisas com genética de populações de *Drosophila*. O foco dos estudos agora englobava as relações entre suas espécies e o tipo de alimentação – especialmente os levedos – e isto foi intensamente investigado entre 1951 e 1956 (CUNHA; PAVAN, 2003).

A intensidade das pesquisas pode ser demonstrada pelo número de excursões

de coleta de *Drosophila* mencionadas no Anuário da FFCL<sup>105</sup> – como se observa na Tabela 3.5:

Tabela 3.5 - Excursões do ano de 1952.

Ano	Mês	Local
1952	Março	Buenos Aires e Tucumán, na Argentina
1952	Abril/ Maio	Belém do Pará, Amapá, Ilha do Marajó, Fordlândia e Floriano
1952	Setembro	Rio Negro, Amazonas
1952	Setembro	Rio Doce, Minas Gerais

Fonte: A própria autora.

A primeira excursão com destino a Argentina foi liderada por Pavan e seus assistentes, e as outras aconteceram após a terceira vinda de Dobzhansky, entre abril e maio de 1952. A primeira viagem foi liderada por Dobzhansky e Brito da Cunha, o seu destino era Belém do Pará e as coletas aconteceram em cidades do Amapá, na Ilha do Marajó, Fordlândia, ambas no Pará, e Floriano, no Piauí. Nessa viagem eles foram assessorados por Felisberto de Camargo<sup>106</sup> do Instituto Agrônomo do Norte; o governador do Amapá, o Major Janary Gentil Nunes; a FAB e alguns fazendeiros destas localidades.

A segunda excursão de coleta contou também com Pavan e a localidade foi no Rio Negro, e na terceira o trio Pavan, Dobzhansky e Brito da Cunha foi para o rio Doce, na Serra da Mantiqueira mineira. Após liderar as três excursões, Dobzhansky retornou para a Universidade de Columbia ainda em 1952<sup>107</sup>.

O Anuário da FFCL de 1952 também informa a continuidade das excursões de coleta nas estações experimentais de Pirassununga, Vila Atlântica, em Mongaguá, e Mogi das Cruzes – é importante reforçar que as visitas às estações experimentais

<sup>105</sup> Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1952, p. 298 e 299.

<sup>106</sup> Felisberto de Camargo havia trabalhado no IAC e foi um pioneiro da Agronomia na região Amazônica, é considerado o fundador da Universidade Federal Rural da Amazônia (antiga Escola de Agronomia da Amazônia, depois Faculdade de Ciências Agrárias do Pará) e o introdutor do gado *Sindi* no Brasil (FERREIRA; QUADROS, 2011).

<sup>107</sup> O Anuário da FFCL de 1952 não precisa a data da volta de Dobzhansky para Columbia, informando apenas o período em que ele esteve liderando as excursões de coleta.

eram frequentes e periódicas.

Em 1952, o objetivo das viagens de coleta era conseguir dados sobre a variação cromossômica de espécies de *Drosophila*, suas relações com o meio e as preferências alimentares de cada espécie. Como resultados, os pesquisadores descobriram algumas subespécies da Amazônia e também que espécies iguais de *Drosophila* apresentavam diferentes preferências alimentares em *habitats* diferentes (CUNHA; PAVAN, 2003). As pesquisas sobre a variação cromossômica de espécies de *Drosophila* e suas preferências alimentares contou com o financiamento da Fundação Rockefeller, dos Fundos de Pesquisas da USP e do CNPq.

A terceira fase da Escola Dreyfus-Dobzhansky foi marcada também por um projeto cooperativo envolvendo uma rede de pesquisadores brasileiros e estrangeiros (CUNHA; PAVAN, 2003). Em sua última viagem, Dobzhansky havia tido a ideia de realizar um projeto na baía de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro, para estudar o comportamento das populações de *Drosophila* isoladas nas ilhas tropicais.

Em 1955, a Fundação Rockefeller financiou a quarta viagem de Dobzhansky – em mais um ano sabático no Brasil ele voltaria para Columbia somente em 1956 – e o novo projeto que também contou com fomento do Fundos de Pesquisa da Reitoria da USP e CNPq<sup>108</sup>.

O projeto de pesquisa de 1955-1956 tinha como objetivo principal analisar as inversões das populações observando a frequência de genes letais e sua eliminação na natureza. Para isso planejaram uma experiência de soltura de populações de *Drosophila* com genes letais induzidos por radiação para analisar e comparar – através do monitoramento – a eliminação de genes letais das populações naturais e os genes letais induzidos por radiação<sup>109</sup>. Isso serviria para analisar o comportamento da *Drosophila* através da “[...] substituição das nativas, conservação em baixa frequência, ou desaparecimento” (SALZANO, 2011, p. 16).

Para desenvolver o projeto havia dois grupos, um em São Paulo liderado por Pavan, Brito da Cunha e Luiz Edmundo Magalhães (Figura 44), além dos bolsistas da Rockefeller Charles Birch, da Universidade de Sidney, na Austrália, Bruno Bataglia, da Universidade de Pádua, na Itália, e Owe Frydenberg, da Universidade de

---

<sup>108</sup> Ver Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data: 1952.

<sup>109</sup> Segundo Pavan e Cunha (2003) a indução por raios X passou a ser muito utilizada, especialmente, após a explosão das bombas atômicas no Japão, para se observar, entre outras coisas, o efeito da radiação.



Copenhagen, na Dinamarca; e o outro em Porto Alegre liderado por Antônio Rodrigues Cordeiro, Danko Brncic e Francisco Salzano (SALZANO, 2011, p.15-16).

Figura 44 - Luiz Edmundo Magalhães no Departamento de Biologia Geral, em 1955.



Fonte: Arquivo Pessoal Luiz Edmundo Magalhães.

Entre 1955 e 1955, as excursões para Angra dos Reis eram semanais e lideradas por Dobzhansky e Pavan. Além de coletar, o objetivo das viagens era fazer a soltura de populações de moscas irradiadas em laboratório e fazer o monitoramento dos genes letais eliminados na natureza, comparando os dados com a eliminação de genes letais das populações naturais (MAGALHÃES, 2009).

Infelizmente a experiência do grupo de Pavan fracassou e todos os preparos foram perdidos – a situação parece ter deixado Dobzhansky bem decepcionado achando que pudesse ter sido um erro dos brasileiros e provocou um afastamento<sup>110</sup> do evolucionista – e o grupo teve que recomeçar todo o preparo novamente, depois conseguindo certo êxito. Em contrapartida, a experiência do grupo de Antônio Cordeiro e Francisco Salzano (ver Figura 45) foi um sucesso e conseguiram uma publicação internacional (SALZANO, 2011).

---

<sup>110</sup> Para Salzano o mal-entendido por conta dos experimentos de Angra dos Reis “[...] determinou a finalização dos trabalhos de Dobzhansky com a equipe [...] de Pavan e do Departamento de Biologia Geral” (SALZANO, 2011, p. 15-16).

Figura 45 - Coleta de *Drosophila* para o estudo sobre a introdução de inversões cromossômicas em populações naturais. Da esquerda para a direita: Antônio Rodrigues Cordeiro, Francisco Mauro Salzano, Danko Brncic, L. Glock e Theodosius Dobzhansky, em 1956.



Fonte: Museu do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O projeto sobre genes letais também estudou as relações que se estabeleciam entre as espécies brasileiras de *Drosophila*. Neste período, o Departamento de Biologia Geral recebeu o professor de taxionomia Ahmed M. El- Tabey Shehata, da Universidade de Alexandria, no Egito. A vinda de Shehata também foi financiada pela Fundação Rockefeller, e tinha como objetivo principal tornar disponível os dados das pesquisas no Brasil para outros laboratórios financiados pela própria Rockefeller – como o próprio laboratório de Dobzhansky, na Universidade de Columbia.

Aqui nota-se a interferência clara da Fundação Rockefeller na *agenda* dos pesquisadores da Escola Dreyfus-Dobzhansky. A atuação da Rockefeller – conforme se discutiu no capítulo anterior – induzia indiretamente o tema a ser pesquisado e desenvolvido e tornava possível, através das publicações e dos pesquisadores financiados por ela, o compartilhamento de informações com outros pesquisadores, de forma internacional. Desta forma, o *modus operandi* utilizado pela Rockefeller beneficiava não só os brasileiros que conseguiam publicações em revistas renomadas, mas também a comunidade científica internacional e isso foi um fato de grande sucesso da Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky (MARINHO, 2001;

GLICK, 2003; 2008).

Os resultados e as publicações<sup>111</sup> do projeto de genes letais apontaram que não havia distinção entre a irradiação por Raios X e as ocorrências naturais de genes letais detectados em condições heterozigóticas, e isso foi uma surpresa já que se acreditava que os genes letais das populações naturais seriam menos nocivos – uma vez que estavam sujeitos à seleção natural (PAVAN; CUNHA, 2003).

Para Cunha os resultados da pesquisa com genes letais podiam ser elencados em seis pontos principais:

- (a) genes letais, naturais e genes letais induzidos por radiação têm comportamentos semelhantes nas populações naturais; (b) os genes letais não são completamente recessivos; (c) a intensidade da seleção contra os genes letais não é constante, variando com as condições ambientais; (d) a taxa de eliminação de genes letais depende da presença de genes supressores; (e) a taxa de aparecimento de novos letais é muito superior à taxa de mutação; (f) o fato observado em (e) é devido à taxa muito grande de ocorrência de genes letais sintéticos, isto é, cromossomos letais produzidos pela recombinação entre cromossomos normais. (CUNHA, 1989, p. 685).

Além deste projeto, o período final da Escola Dreyfus-Dobzhansky foi marcado pelo início da expansão de centros de pesquisa de genética para outras regiões do Brasil. A criação de centros de pesquisa de genética estava diretamente ligada a expansão da Escola Dreyfus-Dobzhansky que se mostrou um empreendimento científico de sucesso. O êxito da escola podia ser explicado pela atuação promissora de seus fundadores Dreyfus e Dobzhansky que tiveram um significativo aporte financeiro da Fundação Rockefeller – apoiada pela USP e depois pelo CNPq – e foram beneficiados pela variabilidade genética das espécies brasileiras de *Drosophila*. Outro fator importante foi que os projetos de pesquisa desenvolvidos por Dobzhansky, Dreyfus, Pavan e o grupo de bolsistas do Departamento de Biologia Geral da FFCL – também apoiados pela ESALQ e IAC – consolidaram a formação destes geneticistas, e como resultado a maioria deles acabou constituindo outros centros de pesquisa de genética. Estes centros de pesquisa, por sua vez, também foram apoiados financeiramente pela Fundação Rockefeller, como exemplos principais são mencionados as Universidade do Paraná e Universidade do Rio Grande do Sul

---

<sup>111</sup> As publicações da terceira fase também foram feitas em importantes revistas internacionais, ver Anexo A.

(GLICK, 2003; MARINHO, 2001).

Até 1956 havia 12 centros de pesquisa de genética no Brasil e seus estudos principais estavam concentrados na área de genética de populações. Embora grande parte das pesquisas estivesse centralizada em São Paulo, havia também atividade importante no Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre, Bahia, Belo Horizonte e Recife<sup>112</sup> (GLICK, 2003; SALZANO, 2011). Salzano sintetiza os principais centros do período de 1955-1956:

Começando pelo Estado de São Paulo e adotando um critério geográfico norte-sul, em Piracicaba, na ESALQ, desenvolviam-se trabalhos importantes sobre a origem e a filogenia das plantas tropicais, especialmente orquídea (F. G. Brieger), citogenética (J.T.A. Gurgel e Almiro Blumenschein), melhoramento de milho (Ernesto Paterniani), hortaliças (Marcílio Dias), espécies frutíferas (José Soubihe Sobrinho), cana de açúcar e forrageiras (G.O. Addison), bem como a genética de abelhas (W.E. Kerr) e estava sendo montado o setor de genética de microrganismos. Independentemente, na Cadeira de Zoologia, S. de Toledo Piza desenvolvia estudos de citogenética de hemípteros.

Na BIO-USP [Departamento de Biologia Geral], os trabalhos envolviam a taxionomia, ecologia, citologia e genética de populações de *Drosophila* (C. Pavan), A. Brito da Cunha, Luiz Edmundo Magalhães, mas também estavam em desenvolvimento estudos com *Rhynchosciara*, que posteriormente demonstrou ser um modelo muito importante para investigações citogenético-moleculares (C.Pavan).

Em Campinas, no IAC, a principal atividade relacionava-se ao café, sob a orientação de C.A. Krug, Alcides Carvalho, H. Antunes Filho, e A.J. Teixeira Mendes. Mas também havia investigação sobre o melhoramento de milho (Glaucio P. Viégas), feijoeiro, algodoeiro e arroz. [...]

Em Belo Horizonte, Giorgio Schreiber e colaboradores desenvolviam especialmente estudo principalmente de citologia quantitativa. No Rio de Janeiro, as pesquisas relacionavam-se principalmente com genes e vírus que perturbavam a proporção sexual em *Drosophila* (A.G.L. Cavalcanti, C. Malogolowkin, Daisy Neves Conceição). Em Curitiba, os estudos eram de citogenética e genética de populações em *Drosophila* e frequência de casamentos consanguíneos em comunidades humanas (Newton Freire-Maia). Investigações sobre a taxionomia, ecologia, citogenética e *Drosophila* (Antonio Rodrigues Cordeiro e Francisco Mauro Salzano) eram desenvolvidas em Porto Alegre (SALZANO, 2011, p.12).

Ainda poderiam ser mencionadas as pesquisas independentes sobre os efeitos

---

<sup>112</sup> Na citação da síntese de Salzano não apareceram as pesquisas de Recife, pois ele havia citado anteriormente “[...] Aluizio Bezerra Coutinho e colaboradores (da Universidade de Pernambuco) sobre *Australorbis glabratus*” (SALZANO, 2011, p.12).

da mudança genética na estrutura de populações da *D. melanogaster* de Sewall Green Wright<sup>113</sup> e Warwick Kerr (Figura 46), da ESALQ (GLICK, 2003) e Cora de Moura Pedreira que iniciou a genética humana na Bahia. Cora Pedreira investigou as populações nativas brasileiras dos “[...] Mundurucú in the Tapajós River region in Pará, the Pataxó in the Colônia River Valley in Bahia, the Canela and Guajajara in Maranhão, the Kraô in Goiás, the Kariri-Mirandela [...], besides the Negroid-Helvetia population [...] and a Northeastern community in Paulo Afonso, also in Bahia” (MOREIRA, 2005, p.iii).

Figura 46 - Estevam Warwick Kerr, s/d.



Fonte: Universidade Federal do Maranhão. Disponível em: <<http://portais.ufma.br/PortalUfma/paginas/noticias/noticia.jsf?id=49536>>. Acesso em: 22. Ago. 2018.

A ESALQ talvez fosse a instituição mais conectada com a Escola Dreyfus-Dobzhansky e a Fundação Rockefeller. Com a genética de populações de milho se desenvolveu um importante estudo genético coordenado por Brieger, Warwick Kerr e, principalmente, Ernesto Paterniani (Figura 47). Paterniani foi bolsista da Fundação Rockefeller, nos anos de 1950, no Programa Agrícola Mexicano da Fundação Rockefeller que tinha por objetivo desenvolver um projeto de melhoramento de milho a partir da constituição de bancos de germoplasma<sup>114</sup>. Como esse era um programa internacional americano, o Brasil seria representado pelo Departamento de Genética da ESALQ e responsável por efetuar um estudo das raças de milho existentes aqui e

<sup>113</sup> O norte-americano Sewall Green Wright, da Universidade de Chicago, foi um dos pais de genética de populações, o trabalho desenvolvido Warwick Kerr se tornou um estudo referencial sobre a distribuição de frequência genética da *Drosophila Melanogaster*.

<sup>114</sup> Segundo Paterniani, o milho e o trigo possuíam um potencial de germoplasma bastante diversificado e que devia ser preservado através dos bancos de germoplasma, que seriam extremamente importantes para os programas de melhoramento genético (DUARTE; UDRY, 2000).

nos países adjacentes, além de desenvolver o Banco de Germoplasma de Milho<sup>115</sup>.

Essa experiência permitiu a Paterniani conhecer as raças de milho mexicanas e as metodologias de melhoramento lá utilizadas. Inicialmente, foram efetuadas viagens de coleta de milho, juntamente com colegas como José Teófilo Gurgel. No interior do Paraguai, durante cerca de um mês, foram coletadas algumas centenas de amostras dos milhos *Avatí Morotí* e também uma série de variedades de milho pipoca, tanto de grãos redondos, como de grãos pontudos. Foram também conduzidas viagens com Warwick Estevam Kerr nos estados do Paraná e de Santa Catarina, visitando especialmente os Índios Kaingang. Nessa ocasião, foram coletadas amostras características do milho cultivado por esse grupo indígena. Ao mesmo tempo, foram efetuadas viagens de visita a agricultores, principalmente em São Paulo e Minas Gerais, sendo obtidas várias centenas de amostras de milhos catetos, dentados e semi-dentados. Foram também encontradas amostras muito interessantes de milho cristal. No sul de Minas Gerais, por exemplo, havia uma variedade chamada Prata, de espigas grandes, compridas, de grãos duros e brancos. Desse modo foi possível obter uma coleção bastante representativa dos principais milhos cultivados, no Paraguai, pelos índios, principalmente os Kaingang. Também foram obtidas sementes de milho entrelaçado, cultivado por índios da Amazônia (DUARTE; UDRY, 2000, p.19-20).

Figura 47 - Ernesto Paterniani, s/d.



Fonte: The Word Academy Science. Disponível em: < <https://twas.org/directory/paterniani-ernesto>>. Acesso em: 22. Ago. 2018.

Como resultado dessas expedições, o Banco de Germoplasma de Milho do

---

<sup>115</sup> Com a fundação da EMPRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), em 1972, o Banco de Germoplasma de Milho passou a ser dirigido e mantido por esta instituição.

Departamento de Genética da ESALQ conseguiu mais 3 mil amostras de sementes, e isso nos mostrou o interesse da Fundação Rockefeller pelo melhoramento genético com implicações diretas na agricultura.

A coroação do desenvolvimento dos centros de genética teve o seu clímax com a criação da Sociedade Brasileira de Genética (SBG), em 1955. A SBG foi criada em Campinas, sob a presidência de Carlos Krug (gestão de 1955-1956) e tinha como objetivos principais reunir pesquisadores das áreas de genética, melhoramento, citologia e evolução e promover o desenvolvimento da genética brasileira; filiar-se à Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência<sup>116</sup> (SBPC) e promover um encontro anual conjunto, bem como atuar na organização de outros eventos científicos de genética (SALZANO, 2011).

Segundo a Ata de fundação da SBG sua data de criação foi dia 5 de julho – uma homenagem ao aniversário de nascimento de André Dreyfus que falecera em 1952 – e entre seus sócios fundadores estavam Carlos Arnaldo Krug, Friedrich Gustav Brieger, Luiz Edmundo Magalhães, Cora de Moura Pedreira, Bruno Battaglia, Hans Burla, Ady Raul da Silva, Hermindo Antunes Filho, J. Grossman, Carlos Mendes, Jose Pompeu Memoria, Fernando Costa Pereira, Gladstone Drumond, Americo Grozmann, Shiro Miyasaka, Glauco Pinto Viegas, Sir Ronald Fisher, Hans Kalmus, Gertrude Cox, Willian Cochran e Sir Ronald Fischer – um renomado pesquisador na área da estatística e um dos pais da teoria sintética da evolução<sup>117</sup>.

A organização da SBG demonstrou o amadurecimento da genética brasileira – e conseqüentemente, da Escola Dreyfus-Dobzhansky. Sob a presidência de Friedrich Brieger, gestão de 1956-1958, foram organizados dois eventos: a VIII Reunião Anual da SBPC e III Semana de Genética, ambos em 1956.

A VIII Reunião Anual da SBPC ocorreu em Ouro Preto, Minas Gerais, de 2 a 7 de julho de 1956 e houve apresentações de Brieger sobre genética de plantas; de Antônio Cavalcanti sobre o conceito moderno de evolução das espécies; de Antônio Cavalcanti e Falcão sobre a proporção sexual em *Drosophila prosaltans*; e Pedro

---

<sup>116</sup> A SBPC foi criada em São Paulo, em 1948, e atuou fortemente na divulgação da ciência nacional, organizando eventos acadêmicos – especialmente a sua clássica “Reunião Anual da SBPC” – e suas publicações de divulgação científica como *Ciência e Cultura*, *Ciência Hoje* e *Jornal da Ciência*. A SBPC foi parceira dos eventos da SBG, desta forma os eventos eram simultâneos – com algumas exceções – e isso ocorreu do período de 1956 a 1991, depois desta a SBG passou a fazer seus congressos em separado.

<sup>117</sup> Ata da fundação da Sociedade Brasileira de Genética. Disponível em: <<http://www.sbg.org.br/pt-br/ata-de-fundacao>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

Henrique Saldanha sobre a adaptabilidade diferencial dos grupos sanguíneos ABO (SALZANO, 2011, p. 16).

A III Semana de Genética se realizou no Departamento de Genética da ESALQ, em Piracicaba, de 25 a 28 de março de 1956. Este evento foi totalmente patrocinado pela SBG. Salzano faz uma síntese do terceiro evento nacional de genética no Brasil:

A abertura dessa semana, no domingo, incluiu conferência de ninguém menos que George W. Snedecor sobre "Componentes da variância" e de Theodosius Dobzhansky sobre "Polimorfismo balanceado no gênero *Drosophila* e no gênero *Homo*": Nos outros dias, houve conferências de C.D. Michener (Um problema de sistemática considerado quantitativamente) e de L.C. Birch (Sobre a abundância dos animais). Apresentaram trabalhos Antônio Brito da Cunha, B. Battaglia e L. C. Birch, Newton Freire-Maia, Ademar Freire-Maia, Warwick Estevam Kerr, Luiz Edmundo de Magalhães, F. Teixeira Alves, A. Lagden Cavalcanti, Antônio R. Cordeiro, Crodowaldo Pavan, Giorgio Schreiber, Padre Santiago Moure, Paulo Emílio Vanzolini, Lindolfo Guimarães, José Cândido de Carvalho, Friedrich Gustav Brieger, Josué Camargo Mendes, Reinard Maack, Alcides Carvalho, H. Antunes Filho, A. Bittencourt, Américo Grosmann, Joana Dobreiner, J.T. A. Gurgel, Ernesto Paterniani, H. H. Laidlaw, F. Pimentel Gomes, O. Frydenberg, Ismael Fabricio Zanardini, Antônio Quelce-Salgado, R. Amudsen Koehler, Bruno Graeflinger, A. P. Torres, e Alberto Queiroz (SALZANO, 2011, p.17).

Os trabalhos da III Semana de Genética versavam sobre genética vegetal, genética de populações de *Drosophila* e chamavam a atenção para a genética humana. É notável que a partir de 1956, os interesses dos geneticistas brasileiros que haviam passado pelo Departamento de Biologia Geral estavam mais difusos e independentes. Esta mudança de interesses certamente contribuiu para aumentar o afastamento, ou como defendeu Salzano (2011) o rompimento com Dobzhansky – a genética de *Drosophila* já não era o único tema estudado, o que seria certamente um bom motivo para a ruptura.

Dobzhansky comenta que sua pior viagem ao Brasil foi a última, entre 1955-1956, pois sofreu um grande desapontamento com a escola de genética que ele havia ajudado a fundar. Em entrevista, em 1962, ao *Oral History of Columbia University* ele diz:

I'm afraid it has to be said, it was a bitter disillusion, which came as a result of most of my friends in Brazil, with some fortunate exceptions, having abandoned the work. Some of these people out there are



intellectually, culturally, the equals of anybody anywhere<sup>118</sup>.

Para Araújo (2004) os principais motivos que levaram ao afastamento de Dobzhansky do grupo da FFCL foram, primeiro, a escolha da espécie de *Drosophila kikkawai* e que não agradava ao geneticista russo; segundo, os trabalhos de Pavan com a mosca *Rhynchosciara angelae* sobre os efeitos da radiação – que apontaram que o grau de atividade de alguns genes está relacionado com sua multiplicação, portanto, o que gera um acúmulo de DNA nos pufes<sup>119</sup> – e que as altas doses de radiação não inibiam o funcionamento dos cromossomos politênicos da *Rhynchosciara*; e terceiro, a “fuga” de drosofilistas para a genética humana.

Segundo Sião (2013) que realizou um estudo bibliométrico sobre as pesquisas em genética de populações de *Drosophila* as publicações começam a declinar a partir de 1956 até 1960, e principalmente pela mudança para a genética humana. De qualquer forma as publicações sobre genética de populações de *Drosophila* corroboram para afirmar o triunfo da Escola Dreyfus-Dobzhansky.

Conforme a análise da Figura 48 – que apresenta o gráfico organizado por Sião (2008) em seu estudo bibliométrico da escola tropical de genética brasileira – é notável o declínio das publicações sobre genética de populações de *Drosophila* no final da década de 1960. Esta data para muitos historiadores significou o encerramento definitivo da Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky (ARAÚJO, 2004; GLICK, 2003, 2008).

A Escola Dreyfus-Dobzhansky havia alcançando reconhecimento internacional (ARAÚJO, 2004), diversificando suas áreas e centros de pesquisa, e um de seus mais relevantes desdobramentos foi o desenvolvimento da genética humana brasileira.

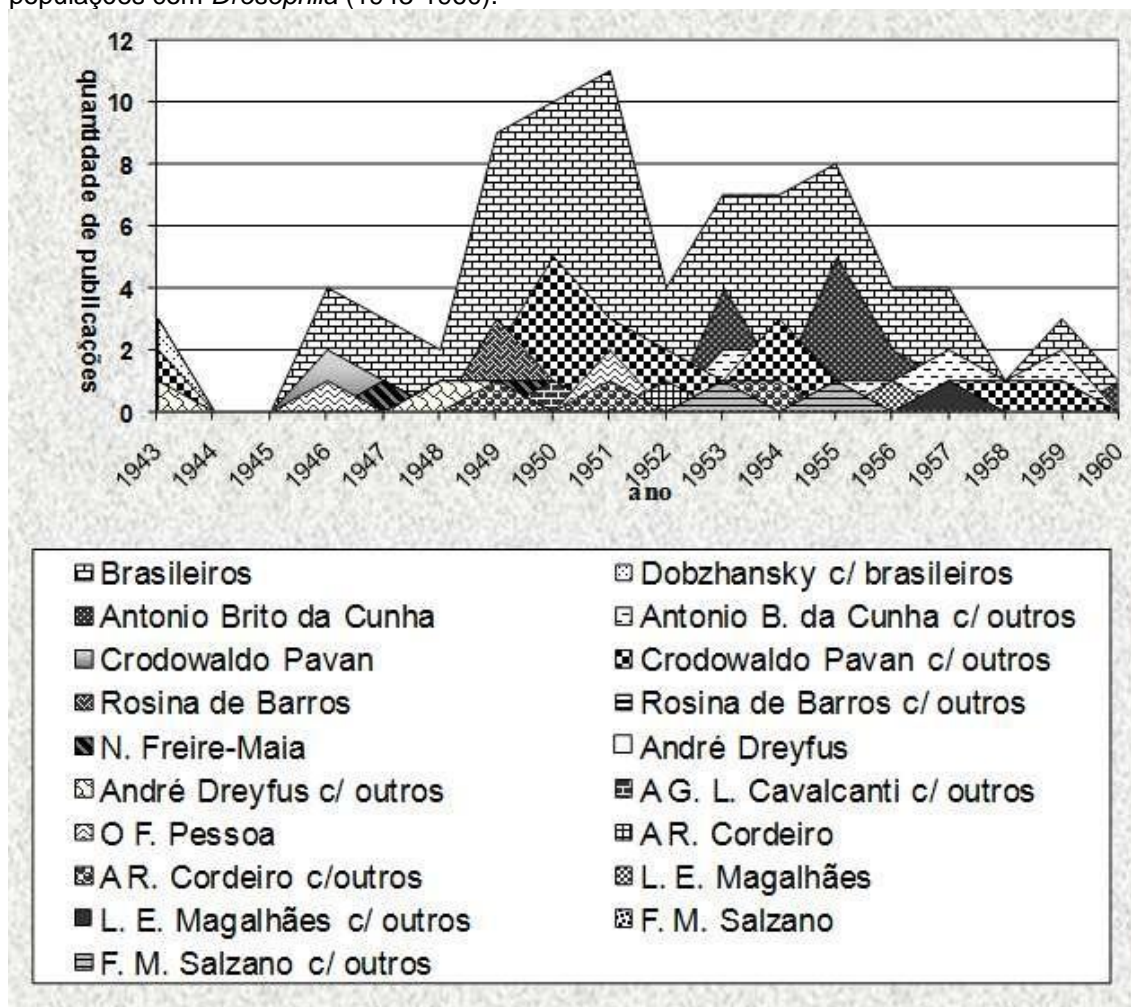
Um forte grupo de pesquisa iniciou as pesquisas em genética humana no Brasil no final de década de 1960. Este grupo começou com Newton Freire-Maia e Francisco Salzano que foram bolsistas da Rockefeller no Departamento de Genética Humana da Escola de Medicina da Universidade de Michigan, este era um dos melhores centros de genética humana no mundo e seu diretor era James van Gundia Neel<sup>120</sup>.

<sup>118</sup> DOBZHANSKY, T. Oral History Memoir. Columbia University, Oral History Research Office, New York, 1962, p. 526 apud ARAÚJO, A. M. Spreading the evolutionary synthesis: Theodosius Dobzhansky and genetics in Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 27, n. 3, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S41154757200400300025&lng+em&nrm+iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S41154757200400300025&lng+em&nrm+iso)> Acesso em: 21 out. 2015.

<sup>119</sup> São regiões nas quais os genes duplicaram-se repetidamente e formaram-se saliências de DNA.

<sup>120</sup> James van Gundia Neel foi um pioneiro em estudar os efeitos da radiação nas populações humanas

Figura 48 - Gráfico com as publicações da Escola Dreyfus-Dobzhansky sobre genética de populações com *Drosophila* (1943-1960).



Fonte: SIÃO, 2008, p. 31.

No Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP, estava Pedro Henrique Saldanha que estudava grupos sanguíneos humanos, e Oswaldo Frota-Pessoa que iniciava uma pesquisa sobre doenças genéticas e aconselhamento genético no recém-criado Laboratório de Genética Humana.

No Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP, Frota-Pessoa (ver Figura 49) estabeleceu uma sólida parceria com Willy Beçak, pesquisador do Instituto Butantan.

Além disso, haviam os estudos pioneiros de Cassio Bottura, professor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da USP, sobre as populações

---

de Hiroshima e Nagasaki e no seu laboratório, na Universidade de Michigan, recebeu muitos bolsistas brasileiros e de outros países para se especializarem em genética humana (WEISS; WARD, 2000).

humanas brasileiras.

Um outro núcleo se formou em Curitiba, com o pioneiro Newton Freire-Maia – que acabou arrastando seu irmão Ademar Freire-Maia – que estudava a frequência de casamentos consanguíneos no Brasil e também o aconselhamento genético.

Figura 49 - Pavan, Antônio Cavalcanti, Brito da Cunha, Chana Malogolowkin, Oswaldo Frota-Pessoa e Hampton Lawrence Carson (sentado), nos anos de 1950.



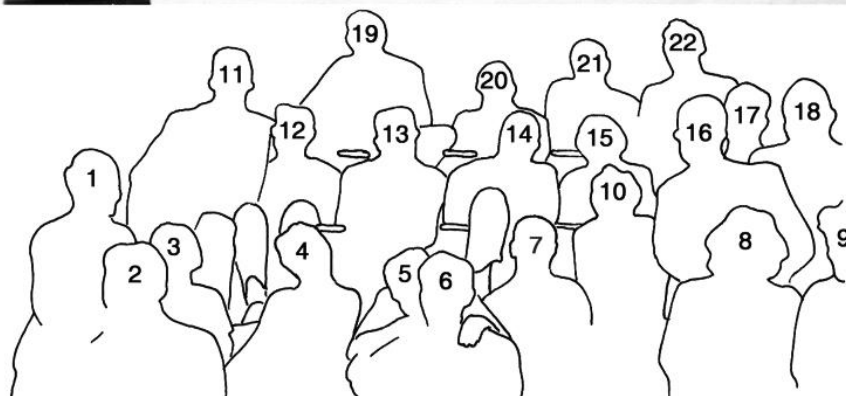
Fonte: Arquivo Pessoal de Oswaldo Frota-Pessoa.

Ainda sobre as pesquisas finais da Escola Dreyfus-Dobzhansky, Salzano (2011, p.17) considera relevante mencionar o desenvolvimento do curso sobre genética de microrganismos na ESALQ, ainda em 1956, coordenado por Amaral Gurgel, Friedrich Brieger e João Lúcio de Azevedo, e a publicação de um trabalho de Antônio Cordeiro, Casemiro Tondo e Flávio Lewgoy sobre *Biophysical Genetics* que combinava técnicas de físico-químicas com a genética humana.

Diferente do que defende Araújo (2004), as pesquisas apontam que o desenvolvimento da genética humana não foi apenas uma iniciativa dos pesquisadores brasileiros e sim, um plano iniciado pela Fundação Rockefeller. No período de 1956 a 1962, a Fundação Rockefeller financiou a genética humana e foi amplamente apoiada pela Sociedade Brasileira de Genética (SALZANO, 1974).

A partir daí o Brasil iniciou sua participação em uma rede de pesquisa internacional de genética humana apoiada por universidades norte-americanas e pela *World Health Organization* (WHO). Com os resultados promissores da Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky, a última vinda de Dobzhansky encerrou as suas pesquisas no Brasil e as parcerias com os drosofilistas tropicais (ver Figura 50, despedida de Dobzhansky).

Figura 50 - Festa de despedida de Theodosius Dobzhansky, em julho de 1956, no Palacete Jorge Street Mansion. Identificação: 1. Inger Frydenberg, 2. Henrique Serafim, 3. Cora Pedreira, 4. Myrthes da Silveira, 5. Lourdes Pavan, 6. Crodowaldo Pavan, 7. Nícia Magalhães, 8. Jeanete Toledo, 9. Natalia Gabrusewycs, 10. Hebe de Souza, 11. Edmundo de Magalhães, 12. Charles Birch, 13. Theodosius Dobzhansky, 14. Bruno Battaglia, 15. Therezinha Ungaretti, 16. Willy Beçak, 17. Ove Frydenberg, 18. Brito da Cunha, 19. Geraldo Barnabé, 20. Pedro Monteiro, 21. Waldemar de Oliveira, 22. Gabriel do Prado Bueno.



Fonte: Arquivo Pessoal Luiz Edmundo Magalhães.

## **CAPÍTULO 3 - A GENÉTICA DE POPULAÇÕES HUMANAS NO BRASIL E A PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA EM UMA REDE INTERNACIONAL DE PESQUISAS**

Neste capítulo, primeiramente, será realizado o histórico da evolução da genética humana brasileira, discutindo suas origens – no final da década de 1950 – no Departamento de Biologia Geral da USP, no Instituto Butantan e nas universidades federais do Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia. Também será analisada a formação da Comissão de Genética Humana e o desenvolvimento de uma rede nacional de pesquisa, bem como os principais estudos realizados. Num segundo momento, será analisado o papel da Comissão de Genética Humana e sua participação em projetos internacionais de pesquisa. Nos projetos se evidenciará as parcerias internacionais realizadas com a *World Health Organization*, e as Universidades de Michigan e Wisconsin, que serão financiadas pela Fundação Rockefeller, e, posteriormente, pelo CNPq, Capes e Fapesp.

### **3.1 O desenvolvimento da genética de populações humanas no Brasil e a Comissão de Genética Humana: uma rede nacional de pesquisa**

Segundo Beiguelman (1979, 1980), os primeiros estudos de genética humana foram realizados pelos médicos Jessé Accioly, Fritz Ottensooser, Cora de Moura Pedreira, Lucy Isabel da Silva Peixoto e outros médicos hematologistas que se interessavam pelos grupos sanguíneos e sua distribuição racial – principalmente entre os índios.

O interesse em institucionalizar a genética humana derivou dos drosofilistas da escola de genética de populações Dreyfus-Dobzhansky que estavam organizados na Sociedade Brasileira de Genética e do apoio da Fundação Rockefeller, como se discutiu no capítulo anterior.

Em 1958, a SBG organizou a IV Semana de Genética e a I Reunião Brasileira de Genética Humana, em Curitiba. O evento ocorreu entre 10 e 15 de novembro e seu principal objetivo foi discutir um programa de desenvolvimento para a genética humana no Brasil. A I Reunião Brasileira de Genética Humana se iniciou com um discurso de abertura de Newton Freire-Maia – Figura 51 – sobre a história da genética humana e seu desenvolvimento no Paraná. Newton Freire-Maia também chamou a atenção para os estudos sobre os efeitos da radiação nas populações humanas –

essa era uma das pesquisas que ele realizava na região sul de Minas Gerais e um dos temas de discussão do evento.

Figura 51 - Newton Freire-Maia na década de 1950.



Fonte: Projeto Memória/Academia Brasileira de Ciências. Disponível em: <[http://www.canalciencia.ibict.br/notaveis/newton\\_freire-maia.html](http://www.canalciencia.ibict.br/notaveis/newton_freire-maia.html)>. Acesso em: 21 ago. 2018.

O impacto da I Reunião Brasileira de Genética Humana resultou na elaboração de um programa para o seu desenvolvimento, que seria apoiado pela Sociedade Brasileira de Genética e a Fundação Rockefeller. Inicialmente foi organizada uma comissão executiva formada por Homero Braga, Newton Freire Maia, Ademar Freire-Maia e Antônio Quelce-Salgado. Essa comissão contou com cento e quarenta e nove participantes de várias cidades brasileiras, além de geneticistas do Uruguai e Argentina (SALZANO, 2011). Posteriormente, em 1959, Crodowaldo Pavan – como presidente da SBG na gestão 1958-1960 – criou a Comissão de Genética Humana<sup>121</sup>, que obteve o apoio de Harry Miller Jr., da Fundação Rockefeller.

A Fundação Rockefeller faria um aporte de cerca de 120 mil dólares até 1965<sup>122</sup>. Sob a liderança de Crodowaldo Pavan e Oswaldo Frota-Pessoa (Figura 52), a Comissão de Genética Humana tinha por objetivo realizar um programa de

---

<sup>121</sup> A Comissão de Genética Humana funcionou até 1972, e depois foi substituída, em 1975, pelo Plano Integrado de Genética que foi executado até 1986 com apoio nacional do CNPq.

<sup>122</sup> Segundo pesquisa nos *Annuals Reports Foundation Rockefeller*, de 1965-1970, muitos projetos e áreas continuaram a ser financiados no Brasil após 1965. Mesmo a genética humana teve vários laboratórios em diferentes universidades que receberam recursos menos generosos até 1970, e que ultrapassam a perspectiva de investimento de 120 mil dólares. No entanto, no *Annual Report Foundation Rockefeller 1970* há uma doação de US\$ 43,940 para pesquisas agrícolas na ESALQ, e de US\$ 71,848 para o Programa Cooperativo *Belem Virus Laboratory* – que estudavam os arbovírus, causadores de doenças com a dengue, zika, febre amarela, entre outras – no Instituto Evandro Chagas, em Belém.



desenvolvimento coordenado das pesquisas nessa área no país, envolvendo o Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP, as universidades da Bahia, Paraná e Rio Grande do Sul.

Figura 52 - Oswaldo Frota-Pessoa na década de 1950.



Fonte: Acervo Pessoal de Oswaldo Frota-Pessoa.

No *Annual Report Foundation Rockefeller 1959* há menção da Comissão de Genética Humana e da SBG e da participação dos pesquisadores brasileiros nos projetos cooperativos dos estudos de genética de populações de *Drosophila*.

Brazilian geneticists, who have for a number of years cooperated closely in their studies of *Drosophila* population genetics, have now formulated a coordinated program of research in human genetics that will take advantage of various unique local study situations and avoid unnecessary duplication of effort. Scientists at the Universities of Bahia, Parana, Rio Grande do Sul, and Sao Paulo will participate in the joint program, which The Rockefeller Foundation is assisting with grants totaling \$120,250. The planning of the national research program will be the responsibility primarily of the Committee on Human Genetics of the Brazilian Society of Genetics. To enable the cooperating scientists to meet periodically, and to defray some of the expenses of foreign advisors invited to Brazil and of publications arising from the work, the Foundation has appropriated \$12,000 to the Brazilian Campaign for the Improvement of Higher Education Personnel for use by the Committee on Human Genetics (FOUNDATION ROCKEFELLER, 1959, p. 116).

A produtividade e a participação dos brasileiros nas pesquisas de genética de

populações de *Drosophila* resultaram em uma relação de proximidade com os *officers* da Fundação Rockefeller, a prova disso é a variedade de correspondências presentes nos arquivos pessoais de Oswaldo Frota-Pessoa com Harry Miller Jr e seu sucessor, Roberts Briggs Watson. As cartas se referem aos planos dos brasileiros e aos pedidos de verbas para infraestrutura, insumos e equipamentos para laboratórios, além de bolsas de pós-graduação – que deveriam também ter a contrapartida das instituições de fomento brasileiras como a Capes e CNPq.

Em 23 de junho de 1959, Harry Miller Jr. relata em correspondência para Pavan, o valor de 43400 dólares que seriam usados no desenvolvimento do programa de genética humana na USP, sob a coordenação de Frota-Pessoa, e, especialmente o direcionamento desta verba:

It will be in order for you to utilize some relatively modest amount of money for laboratory equipment (in this case including some tables and other similar items needed to promote the work on human genetics under the direction of Dr. Frota-Pessoa of your staff). To do so you should send me an estimate of the amount needed in cruzeiros, and request that a definite sum of cruzeiros be sent to the University for the local purchases<sup>123</sup>.

Pavan também reforçou a articulação de Miller Jr. da Fundação Rockefeller no desenvolvimento do programa brasileiro de genética humana – e da formação da Comissão de Genética Humana.

O Miller queria que eu organizasse um grupo de Genética Humana no Brasil, eu era então presidente da Sociedade Brasileira de Genética e eu não queria trabalhar em Genética humana e o Miller me garantia que eu poderia ter dinheiro que quisesse para organizar um grupo de Genética no Brasil. Eu sugeri a ele, talvez até um pouco antes dessa época, posso precisar depois melhor, eu sugeri a ele que ao contrário de eu começar a trabalhar em Genética humana, que ele mandasse, desse bolsa para os brasileiros fazerem estágio no exterior. Eu pedi umas duas ou três e ele mandou quatro [...] Quando esses quatro voltaram, nós tínhamos muito dinheiro da Rockefeller ainda e então eu organizei uma chamada Comissão de Genética humana, com o presidente da Associação Brasileira de Genética, eu organizei uma comissão de Genética humana e que tinha dinheiro quanto quisesse para desenvolver os programas. A única exigência que nos fazíamos, incumbida de acordo com o Miller da Rockefeller, era que qualquer projeto, plano ou programa desenvolvido por esse grupo fosse discutido em grupo. Quer dizer, eles não dariam dinheiro para um

---

<sup>123</sup> Correspondência de Harry Milton Miller Jr. para Crodowaldo Pavan. The Rockefeller Foundation, New York, 23 jun. 1959.



determinado grupo, eles tinham que apresentar, primeiro dar para um, mas este plano, este projeto deveria passar pelo crivo e pela discussão dos quatro membros da comissão. E, nessa época também alguém queria que a gente fizesse um Centro e que reunisse todo mundo do Brasil, eu fui contra e achei que a melhor maneira era manter cada um no seu laboratório, então Salzano ficou no Rio Grande do Sul, o Newton Maia em Curitiba e o Frota Pessoa e o Saldanha aqui em São Paulo. Mas eles tinham dinheiro suficiente para se reunir quando e onde quisessem em qualquer lugar do Brasil (PAVAN, 1977, p. 42-43).

Chama a atenção que a genética humana foi desenvolvida, em seus primórdios, de uma forma semelhante à genética de populações de *Drosophila*. Entretanto, há duas razões diferenciais: a primeira é o papel diretivo institucional que assumiu a SBG; e a segunda é que o fomento da Fundação Rockefeller foi sendo parcialmente extinto enquanto órgãos de fomento nacionais, como CNPq e Capes, foram se colocando como agentes financiadores principais.

Deve-se salientar, porém, que o interesse de geneticistas brasileiros nas pesquisas de genética humana era anterior à criação da Comissão de Genética Humana. Isso se verifica, por exemplo, nos estudos de Newton Freire-Maia sobre casamentos consanguíneos em Minas Gerais; nas pesquisas de Pedro Henrique Saldanha com betaninúria e da genealogia com a capilaropatia hemorrágica hereditária e nas pesquisas de Cora Pedreira (Figura 53) sobre os grupos sanguíneos das etnias indígenas Mundurucú, Pataxó, Canela, Guajajara, Kraô, Kariri-Mirandela, além das populações negroide-helvécica e nordestina (BEIGUELMAN, 1979; MOREIRA, 2004).

No entanto, não havia um plano institucionalizado para desenvolver a genética humana e isso parece ter sido solicitado pela “agenda” da Fundação Rockefeller (MARINHO, 2001; SALZANO, 2011). Desta forma, a “agenda” da Fundação Rockefeller foi cumprida pela Comissão de Genética Humana, que passou a ter a função fundamental de promover e coordenar “[...] as investigações em um campo de conhecimento que estava em plena expansão, em nível mundial, na época” (SALZANO, 2011, p. 6). Era de interesse da Fundação Rockefeller também desenvolver projetos cooperativos internacionais na genética humana tal como havia acontecido com a genética de populações de *Drosophila* de Theodosius Dobzhansky.

Figura 53 - Cora de Moura Pedreira, s/d.



Fonte: Red Iberoamericana de Ciencia e Gênero. Disponível em: <<http://www.ragcyt.org.ar/rictyg/historias-de-vida/pioneras-en-la-ciencia/cientificas-iberoamericanas>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

A Comissão de Genética Humana adotou como prática de funcionamento as nomeações a cada três anos, tendo ainda um secretário executivo e os membros responsáveis diretamente pelas pesquisas no Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP e das universidades da Bahia, Paraná e Rio Grande do Sul. Desta forma, a primeira comissão nomeada por Pavan tinha como secretário executivo Oswaldo Frota-Pessoa, e como pesquisadores Cora de Moura Pedreira (Universidade da Bahia); Antônio Lagden Cavalcanti (Universidade do Brasil/ Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP); Pedro Clóvis Junqueira (Universidade do Brasil/ Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP); Pedro Henrique Saldanha (Departamento de Biologia Geral da FFCL/ Faculdade de Medicina USP); Newton Freire-Maia (Universidade do Paraná); e Francisco Mauro Salzano (Universidade do Rio Grande do Sul) (FROTA-PESSOA, 2003; SALZANO, 2011).

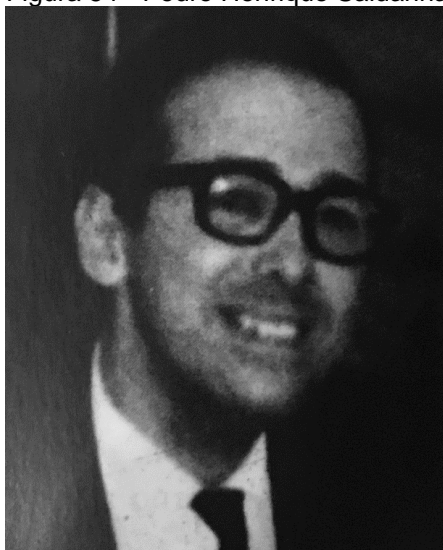
A maior parte dos Laboratórios de Genética Humana foi fundada em 1959, com exceção da Universidade do Paraná, em 1956. Newton Freire-Maia foi o responsável pela criação do Laboratório de Genética, em Curitiba, no qual passou a estudar e a orientar pesquisas sobre os efeitos genéticos dos casamentos consanguíneos e a realizar o aconselhamento genético em 1957. Como pioneiro da genética humana, Newton Freire-Maia

[...] não apenas publicou estudos sobre os efeitos da consanguinidade

nas populações brasileiras, mas incursionou no campo da genética e epidemiologia, da radiogenética e das investigações genético-antropológicas de isolados. De enorme importância foram ainda, os cursos e conferências que Newton Freire-Maia deu em diferentes pontos do país, entusiasmando plateias e despertando vocações [...] (BEIGUELMAN, 1979, p. 1200).

Desta forma, todos os laboratórios iniciam suas atividades oficiais de pesquisa dentro da Comissão de Genética Humana. Chama a atenção o fato do Departamento de Biologia Geral da FFCL/ USP ainda ser um centro de treinamento, de suporte ou mesmo das reuniões sobre as pesquisas que iriam ser desenvolvidas pela Comissão de Genética Humana. Isto pode ser justificado pela liderança de Pavan e o pioneirismo da genética de populações na USP, mas também pelas parcerias formadas entre institutos e faculdades da própria Universidade de São Paulo – além do Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral e da Faculdade de Medicina, liderados, respectivamente, por Frota-Pessoa e Pedro Saldanha (Figura 54).

Figura 54 - Pedro Henrique Saldanha, s/d.



Fonte: Acervo da SBG.

Frota-Pessoa e Pedro Saldanha tiveram uma intensa parceria que pode ser comprovada pelas publicações em inúmeros periódicos<sup>124</sup> e na organização dos cursos de genética humana e médica. Pedro Saldanha havia participado da Escola Dreyfus-Dobzhansky – foi aluno de Frota-Pessoa – e seu trabalho de pesquisa foi realizado na área da genética humana no Laboratório de Genética Humana do

---

<sup>124</sup> Ver a lista de publicações relatadas à Comissão de Genética Humana do Laboratório de Biologia Geral da USP no Anexo B.

Departamento de Biologia Geral (ver Figura 55).

Figura 55 - Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral, em 1959, aluna Jeny de Lourdes Marques Orso.



Fonte: Arquivo Pessoal de Oswaldo Frota-Pessoa.

Em 1959, Pedro Saldanha foi contratado para lecionar genética na cátedra de Química Fisiológica da Faculdade de Medicina da USP<sup>125</sup>, onde encontrou grande receptividade de Jayme Arcoverde de Albuquerque Cavalcanti e de Isaías Raw (BEIGUELMAN, 1979; FROTA-PESSOA, 2003). Na Faculdade de Medicina Saldanha começou os estudos de populações humanas de nordestinos e imigrantes holandeses na Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo, e “[...] se ocupou com temas da genética médica, tais como a incidência de anomalias congênitas em São Paulo, síndrome de Laurence-Monn e [...] polimorfismos aparentemente neutros” (BEIGUELMAN, 1979, p. 1202).

Ao iniciar os estudos de genética humana na Faculdade de Medicina, Pedro Saldanha se associou a Fritz Ottensooser<sup>126</sup> e a seu assistente Maroto Sato, além de

<sup>125</sup> Pedro Saldanha foi considerado um pioneiro no ensino da genética na Faculdade de Medicina da USP e no estudo da genética humana. Este projeto pioneiro na Faculdade de Medicina também se repetiu na Universidade da Bahia com Cora Pedreira.

<sup>126</sup> Fritz Ottensooser nasceu na cidade de Nuremberg, Alemanha, em 1891. Formou-se em medicina pela Universidade de Munique em 1912, e obteve o título de médico doutor na Universidade de Heidelberg, em 1915, com tese de doutoramento sobre malformação. A partir de 1924, passou a se dedicar ao estudo das proteínas do soro do sangue e iniciou uma pesquisa de grupos sanguíneos. Em

orientar os pesquisadores Marina Cavalcanti e Nelson Leon, e continuou a desenvolver trabalhos sobre os grupos sanguíneos e os imigrantes na Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo com esses parceiros da Medicina – além do Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral coordenado por Frota-Pessoa (FROTA-PESSOA, 2003).

Outra parceria importante foi a formada entre Pedro Saldanha e Willy Beçak (Figura 56), do Instituto Butantan, que iniciava seus estudos na citogenética. Saldanha e Beçak iniciaram uma pesquisa sobre a reação gustativa à feniltiocarbamida (FTC)<sup>127</sup> em judeus asquenazes<sup>128</sup> do Brasil, um dos estudos pioneiros envolvendo populações de imigrantes.

Figura 56 - Willy Beçak.



Fonte: Acervo do Instituto Butantan.

Willy Beçak foi o responsável pela criação do Laboratório de Genética no Instituto Butantan em 1959, iniciou uma pesquisa sobre a trissomia do cromossomo 21 relacionada a Síndrome de Down e virou uma referência no estudo da citogenética humana junto com sua esposa Maria Luiza Beçak (BEÇAK, 2008).

No Instituto Butantan, Willy e Maria Luiza Beçak receberam estagiários de todo o Brasil para aprenderem as técnicas de citologia e, também realizar

---

1941, migrou da Alemanha nazista e foi contratado para trabalhar na Faculdade de Medicina da USP. No Brasil, desenvolveu importantes pesquisas sobre os grupos sanguíneos e o uso da matemática e da estatística no estudo da anemia falciforme.

<sup>127</sup> A sensibilidade a feniltiocarbamida é uma característica hereditária que faz com que o indivíduo rejeite vegetais como brócolis, couve, couve-de-bruxelas, couve-flor, agrião e repolho entre outras, por sentir um gosto desagradável.

<sup>128</sup> Os judeus asquenazes são judeus de origem europeia.

aconselhamentos genéticos, que eram muitas vezes compartilhados com Saldanha, na Faculdade de Medicina, e Frota-Pessoa, no Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral/FFCL. Segundo Willy Beçak, a partir de 1959, a genética humana passou a ser reconhecida nacionalmente e seu Laboratório de Genética foi bastante procurado. Conforme ele relatou:

Recebi estagiários vindos desde o Pará até o Rio Grande do Sul. Essas pessoas até hoje, algumas já delas aposentadas, lembram do tempo que passaram aqui aprendendo a fazer citogenética. A escola que introduziu a citogenética no Brasil foi esse laboratório. Em 1960 nós começamos a fazer aconselhamento genético também. Como? Até então o aconselhamento genético – eu comecei a fazer um pouco de genética humana antes – era baseado em estudos de genealogia e cálculos probabilísticos, de que o indivíduo pudesse ter o gene dominante, gene recessivo, de ele estar ligado ao cromossomo X etc. Era um aconselhamento baseado mais na história regressa dos indivíduos e na probabilidade deles passarem para os filhos. Mas, com a introdução dos cromossomos e com a citogenética, nós tínhamos doenças em que podíamos estudar o pai, a mãe e o paciente e verificar exatamente qual era o problema. Passamos, com isso, a receber pacientes do Brasil todo.

Foi, portanto, o primeiro laboratório de citogenética humana e médica do Brasil, o que é um dado extremamente importante. Hoje já não fazemos mais isso porque até laboratórios de análises clínicas realizam esses exames como rotina. Publicamos muitos trabalhos com médicos de maternidades e hospitais principalmente de São Paulo, e descrevemos síndromes novas (BEÇAK, 2008, p. 119-120).

O Laboratório de Genética de Beçak no Butantan também era frequentado por alunos do curso de História Natural da FFCL – ligados, portanto, ao Departamento de Biologia Geral. O mesmo acontecia com os alunos da Faculdade de Medicina, de Pedro Saldanha, e que, além do Instituto Butantan, também foram para o Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral. Desta forma, havia um intercâmbio de alunos e pesquisas entre a Faculdade de Medicina, o Instituto Butantan e o Departamento de Biologia Geral da FFCL. Margarida Lopes Rodrigues de Aguiar-Perecin, que hoje é professora sênior da ESALQ na área de citogenética vegetal molecular, é um exemplo deste intercâmbio. Margarida Aguiar-Perecin foi aluna do curso de história natural, estudou com Rosina de Barros e Pavan e fez um curso de citogenética com Willy Beçak, no Instituto Butantan. Margarida Aguiar-Perecin realizou o estágio exatamente em 1959 e relatou:

Eu fiz um estágio no Laboratório de Genética no Instituto Butantan com o Dr. Willy Beçak. Ele estava organizando um laboratório de Genética, instalando uma técnica para estudar cromossomos humanos, que foi uma grande revolução na época. No passado, os cientistas cortavam o tecido e esse estudo com cromossomos humanos eram com células do sangue e pingava-se as mesmas na lâmina, então, as células ficavam intactas sem cortar. Dessa forma, era possível ver todos os cromossomos<sup>129</sup>.

Após o estágio com Beçak, Margarida Aguiar-Perecin recebeu um convite de Friedrich Brieger para trabalhar com citologia na ESALQ, o que também demonstrava ainda a ligação de Brieger com Pavan, Rosina de Barros, Beçak e toda a Comissão de Genética Humana.

Willy Beçak, Frota-Pessoa, Pedro Saldanha e outros geneticistas (ver Figura 57) estabeleceram importantes parcerias com hospitais, especialmente a Santa Casa de Misericórdia de São Paulo e o Hospital das Clínicas, isso era justificado pelo fato de esses hospitais serem os maiores responsáveis pela residência médica em São Paulo. As parcerias eram fortalecidas pelo contato dos médicos com as disciplinas de genética e os laboratórios de genética humana, o que resultava das iniciativas dos biólogos em inserir a disciplina de genética humana no currículo das faculdades de medicina e nos cursos de residência.

Esse pioneirismo foi iniciado e apoiado pelo grupo da Comissão de Genética Humana, a começar por Pedro Saldanha que havia sido o responsável pela introdução da genética na Faculdade de Medicina, em 1959; depois por Willy Beçak que fundou o Departamento de Genética da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia anos depois, em 1963; e já no final da década de 1960, Heleneide Resende de Souza Nazareth e Joyce Anderson Duffles Andrade iniciam a criação da disciplina de genética na Escola Paulista de Medicina (EPM), Heleneide e Joyce haviam sido alunas de Willy e Maria Luiza Beçak, no Laboratório de Genética Humana do Instituto Butantan (BEIGUELMAN, 1979).

O resultado deste pioneirismo foi o início da prática do aconselhamento genético, desta forma os laboratórios de genética humana fortaleciam ainda mais a parceria entre biólogos e médicos – no final dos anos de 1960 a prática do aconselhamento desenvolveu-se grandemente com o estudo da citogenética, e posteriormente, nos anos de 1970, das técnicas moleculares.

---

<sup>129</sup> Entrevista concedida a autora, Apêndice F, p. 254.

Figura 57 - Francisco Salzano, mulher não identificada, Willy Beçak e Crodowaldo Pavan, no Instituto Butantan, em 1961.



Fonte: Arquivo Pessoal de Oswaldo Frota-Pessoa.

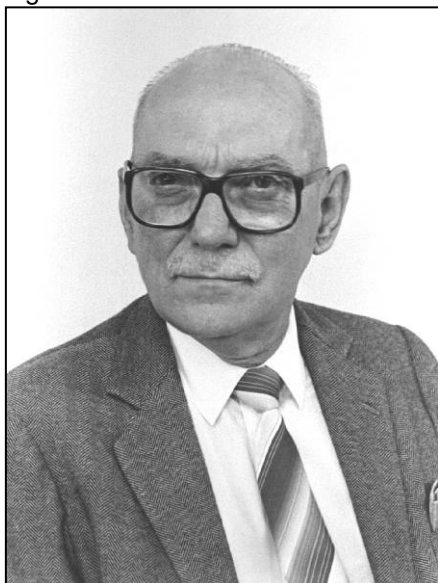
No mesmo período em que em Beçak desenvolvia os estudos de citogenética e o Laboratório de Genética Humana no Instituto Butantan, o médico Cassio Bottura<sup>130</sup> (Figura 58) criou um curso de citogenética humana na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP. Bottura foi um dos fundadores do Departamento de Clínica Médica da FMRP em 1954, e investigou “[...] a constituição cromossômica de hemopatias, malignas ou não, ao mesmo tempo que incursionou no cariótipo de anomalias do desenvolvimento sexual e [...] das células neoplásicas e normais de efusões cavitárias” (BEIGUELMAN, 1979, p. 1203). Apesar das pesquisas de Bottura na FMRP, o Departamento de Genética seria fundado somente em 1965<sup>131</sup> por Warwick Kerr, e o Departamento de Genética Médica, em 1974, por Iris Ferrari – ambos fizeram parte da rede de pesquisadores da genética de populações.

<sup>130</sup> Cassio Bottura havia acabado de se tornar livre-docente em Clínica Médica pela Faculdade de Medicina da USP. Ao longo de sua carreira na FMRP, foi reconhecido internacionalmente junto com a pesquisadora Iris Ferrari pelos estudos sobre a origem do cromossomo *Philadelphia* da leucemia mieloide crônica e a natureza cromossômica da macroglobulinemia.

<sup>131</sup> Frota-Pessoa menciona em correspondência a Harry Miller que Newton e Ademar Freire-Maia foram para a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto fundar um centro de genética humana em 1960, o que demonstra a grande influência do grupo da Comissão de Genética Humana e de sua ampliação pelo Brasil. Ver Correspondência de Oswaldo Frota-Pessoa para Harry M. Miller Jr. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 10 dez. 1960, p.2.



Figura 58 - Cassio Bottura.



Fonte: Acervo da FMRP/USP. Disponível em: < <http://rcm.fmrp.usp.br/corpo-docente-pioneiro/>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

Ainda no ano de 1959, foi realizado o primeiro Curso de Genética Humana em colaboração com o Departamento de Biologia Geral da FFCL e a cátedra de Química Fisiológica – que era responsável pela disciplina de Genética – da Faculdade de Medicina, e que teve como organizadores Frota-Pessoa e Pedro Saldanha, contando ainda com participação de Brito da Cunha, Cora Pedreira, Crodowaldo Pavan, Antônio Lagden Cavalcanti, Jayme Arcoverde de Albuquerque Cavalcanti, Francisco Mauro Salzano, Pedro Clovis Junqueira, Paulo Vanzolini, Newton Freire-Maia e Fritz Ottensooser<sup>132</sup>.

O Plano de Curso tinha por objetivo formar pesquisadores e desenvolver um espírito crítico, uma metodologia ativa de ensino. Nas expressões originais do documento há uma “[...] preocupação em desenvolver a capacidade de estudo individual diretamente na bibliografia, ficando as aulas para discussão e não para dar matéria. Os alunos não deverão copiar o que diz o professor”<sup>133</sup>. As aulas teóricas deveriam ser previamente estudadas pelos estudantes, e o curso seria dividido em quatro etapas, a primeira, era chamada de curso básico, no qual se discutia como bibliográfica base o *Principles of Human Genetics* de Curt Jacob Stern<sup>134</sup>; e a segunda,

---

<sup>132</sup> Plano de Curso de Genética Humana, p. 1.

<sup>133</sup> Ibidem.

<sup>134</sup> Curt Jacob Stern era alemão e foi bolsista da Fundação Rockefeller na Universidade de Columbia, onde se tornou um drosofilista na escola de Morgan. Suas pesquisas pioneiras na genética humana resultaram na obra *Principles of Human Genetics*, de 1948.

de métodos estatísticos e genéticos, em que se discutia a apostila de genética humana, orientações de pesquisa para análise de dados estatísticos e trabalho de campo; a terceira, de aulas práticas que aconteceriam no Laboratório de Genética Humana e na Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo; e a quarta era a excursão de uma semana à comunidade típica para estudos para o estudo genético, na qual os alunos faziam a coleta de dados e, posteriormente, a publicação dos mesmos.

Nas etapas do curso básico e de métodos estatísticos e genéticos, havia uns vinte e seis módulos de conteúdo e os principais eram mendelismo; genética pós-Mendel; noções de genética humana; ação gênica; segregação genética; meios; herança ligada ao sexo; daltonismo; cromossomos X; doenças mentais; doenças genéticas do daltonismo; expressão genética; determinação do sexo; mutações; genética das radiações; os fatores Rh; interações gênicas; genética antropológica; fatores evolutivos; conceito de raça; eugenia; herança e ambiente; método de gêmeos, interações pré-natais; isolados; poliformismo; genética fisiologia; poligens; casamentos consanguíneos; estatística em genética; métodos de determinação de herança; panmixia; pseudo-alelos; tamanho das populações, e mutação e seleção. Além das aulas práticas de FTC; daltonismo; caracteres métricos e simples; grupos sanguíneos; e coleta de dados e sangue na Hospedaria dos Imigrantes<sup>135</sup>.

O Curso de Genética Humana, que estava integrado à Comissão de Genética Humana e à SBG, demonstrava o estabelecimento de uma rede de desenvolvimento da genética brasileira. Conforme Latour (2011, p. 280):

A palavra rede indica que os recursos estão concentrados em poucos locais – nas laçadas e nos nós – interligados – fios e malhas. Essas conexões transformam os recursos esparsos numa teia que parece se estender por toda a parte. As linhas telefônicas, por exemplos, são pequenas e frágeis, tão pequenas que invisíveis num mapa, e tão frágeis que é possível cortá-las facilmente; no entanto, a rede telefônica “cobre” o mundo inteiro.

A rede de genética humana brasileira ampliava seus cabos, ou *staffs*, em Salvador, sob a liderança de Cora Pedreira que estudou os grupos sanguíneos de tribos indígenas na floresta Amazônica e os gêmeos; no Rio de Janeiro, com Pedro Clovis Junqueira que trabalhou nas pesquisas com grupos sanguíneos; em Curitiba,

---

<sup>135</sup> Plano de Curso de Genética Humana.

sob o comando de Newton Freire-Maia que pesquisava a extensão dos estudos de casamentos consanguíneos nas diferentes populações brasileiras, as amputações congênitas de membros e os efeitos da exposição dos radiologistas à radiação; em Porto Alegre, Francisco Mauro Salzano dirigiu um grupo que pesquisava os grupos sanguíneos e a hemoglobina anormal entre os índios e as populações urbanas; em São Paulo, na Faculdade de Medicina, Fritz Ottensooser pesquisou os grupos sanguíneos, e Pedro Saldanha, continuou os estudos sobre a sensibilidade à feniltiocarbamida e os efeitos da imigração na estrutura genética das populações; e Frota-Pessoa, no Laboratório de Genética Humana, investigou as populações isoladas brasileiras, e os aspectos genéticos do bócio (BEIGUELMAN, 1979, 1980; FROTA-PESSOA, 2003).

### **3.2 A Comissão de Genética Humana e sua participação numa rede internacional de pesquisas**

A década de 1960 seria marcada pelo envolvimento da Comissão de Genética Humana em projetos cooperativos internacionais, os geneticistas, organizados na SBG, estavam em ebulição com o processo de desenvolvimento da genética humana. Como resultado, no ano de 1960, foi organizado o Primeiro Simpósio Sul-americano de Genética, de 8 a 11 de janeiro, em São Paulo e Piracicaba. O evento ocorreu na Biblioteca Municipal de São Paulo e teve como presidente de honra e homenageado Harry Miller Jr. – e obviamente, a Fundação Rockefeller. O discurso de abertura foi proferido por Carlos Arnaldo Krug, do Instituto Agrônomo de Campinas, que falou sobre a *Genética no Brasil*. O texto de Krug foi publicado na I parte das Atas<sup>136</sup>, intitulada *O Desenvolvimento da Genética no Brasil*, que contava com mais de doze textos de geneticistas sobre diversos centros de pesquisas e departamentos ligados à história da genética no Brasil. A conferência inaugural de Carlos Krug ressaltava a história da genética no Brasil, o papel da chamada Escola Dreyfus-Dobzhansky, a importância da Rockefeller e “[...] o desenrolar vitorioso de um novo ramo da ciência desenvolvido entre nós” (KRUG, 1961, p. 17). Segundo Salzano (2011) neste discurso Krug informou que Harry Miller havia sido homenageado “[...] com dois títulos de

---

<sup>136</sup> Na II parte das Atas foram descritos cinquenta e sete trabalhos “Sumários dos Trabalhos Apresentados no I Simpósio Sul-Americano de Genética” (CUNHA; FROTA-PESSOA; BLUMENSCHNEIN, 1961).

Doutor *Honoris Causa* de universidades brasileiras, além da Ordem do Cruzeiro do Sul, e três espécies (uma de *Drosophila*, outra de *Rhynchosciara* e ainda outra de orquídea) [...]” (SALZANO, 2011, p. 22). A homenagem da SBG foi feita por meio de uma placa inaugurada no Departamento de Biologia Geral da FFCL.

Sinteticamente, os trabalhos do Primeiro Simpósio Sul-americano de Genética apresentaram “[...] visões históricas sobre os grupos de genética em funcionamento em Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro (2), São Paulo capital (2), Campinas, Rio Claro, Piracicaba (2), Curitiba e Porto Alegre” (SALZANO, 2011, p. 22). No total foram apresentadas cinquenta e oito comunicações, e o discurso final foi proferido por Newton Freire-Maia, que havia sido empossado presidente para a gestão 1960-1962.

Outro evento realizado neste ano foi a VII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Genética, de 3 a 10 de julho de 1960, em Piracicaba. A abertura foi realizada por Friedrich Brieger, Marcilio Dias, Mario Pont Mezzacappa e José Soubihe Sobrinho, e o assunto foram as pesquisas de melhoramento vegetal. Houve a apresentação de trinta e nove trabalhos e duas conferências, a primeira, foi realizada por Brieger, intitulada *Comparação da evolução nos trópicos, especialmente das orquídeas, com a zona temperada*; e a segunda, proferida por Bruce Wallace<sup>137</sup>, da Universidade de Cornell, e intitulada *Radiação e genética de populações* (SALZANO, 2011).

O tema da radiação estava sendo debatido por geneticistas de todo o mundo por conta das discussões da energia nuclear e das bombas nucleares de Hiroshima e Nagasaki (MACINTYRE, 2015; SALZANO, 2011). Bruce Wallace defendia os efeitos benéficos da radiação e usava a *Drosophila melanogaster* como modelo biológico para testar sua teoria. Apesar de controverso, Bruce Wallace

[...] research initially centered on irradiated populations of *Drosophila melanogaster* and the fitnesses of the flies in those populations. Wallace maintained that the additional heterozygosity generated by the irradiation was beneficial to the genetic health of the populations (MACINTYRE, 2015, p. 331).

Nesse mesmo ano, Frota-Pessoa foi convidado para participar do Seminário

---

<sup>137</sup> Bruno Wallace havia sido aluno de Dobzhansky na Universidade de Columbia, como drofilista investigou as populações naturais e sua diversidade de polimorfismos mantidos pela superioridade heterozigótica ou pela superdominância. Teve grandes contribuições no estudo das populações irradiadas de *Drosophila* (MACINTYRE, 2015).

organizado pelas *Organização das Nações Unidas* (ONU) e WHO. O evento ocorreu em Genebra, na Suíça, de 5 a 9 de setembro de 1960, e teve por objetivo discutir “[...] as estatísticas de saúde e vitais que poderiam ser empregadas para estudos de genética e radiação” (SALZANO, 2011, p. 28). Foram convidados sessenta e três especialistas de genética do mundo todo, e Oswaldo Frota-Pessoa foi o representante brasileiro – posteriormente, este cargo passaria para Francisco Salzano. No encontro foi discutido um projeto cooperativo internacional, do qual haveria a participação brasileira – o projeto cooperativo sobre os efeitos genéticos da radiação natural em populações humanas tinha previsão de se iniciar no próximo ano, em 1961.

Também neste período, a SBG organizou sua primeira publicação regular, o *Boletim da Sociedade Brasileira de Genética* que circulou entre 1960 e 1972<sup>138</sup> (ver Figura 59). A função primária do *Boletim da Sociedade Brasileira de Genética* foi a difusão das pesquisas em genética no Brasil e também sobre grupos na Universidade de Buenos Aires e no Instituto de Investigação de Ciências Biológicas de Montevideú. A estrutura era simples, com textos curtos e noticiados que procuravam fazer um apanhado geral dos acontecimentos da genética naquele período (SALZANO, 2011).

Além das ações de desenvolvimento para a genética em geral, que foram promovidas pela SBG, a Comissão de Genética Humana também desenvolveu trabalhos estruturais importantes. Com reuniões periódicas, o grupo desenvolveu iniciativas apoiadas pelos investimentos da Fundação Rockefeller. Dentre as quais se destacam:

Um Curso Intensivo de Especialização em Genética Humana em São Paulo para a formação ou consolidação de grupos de pesquisa no Brasil e Chile; 2. Instalação de um banco de Soros de grupos sanguíneos em Porto Alegre; 3. Credenciamento de um Laboratório de Referência de grupos sanguíneos no Rio de Janeiro; 4. Montagem de uma Biblioteca Central em São Paulo; 5. Planejamento e acompanhamento de um projeto sobre a detecção de efeitos genéticos em populações humanas vivendo em áreas com altos níveis de radiações naturais, coordenado por A. Freire-Maia; e 6. Fornecimento de bolsas para estágios de curta duração de estudantes nos diferentes laboratórios (SALZANO, 2011, p. 26).

---

<sup>138</sup> Após este período o *Boletim da Sociedade Brasileira de Genética* é extinto, e, em 1978, foi criada a *Revista Brasileira de Genética* – atualmente *Genetics and Biology Molecular*.

Figura 59 - Boletim da Sociedade Brasileira de Genética, v. IV, n. 1 e 2, jan./jun 1962.



Fonte: Boletim da Sociedade Brasileira de Genética, v. IV, n. 1 e 2, jan./jun. 1962.

Os investimentos da Fundação Rockefeller faziam parte do acordo feito entre Pavan e Miller, que previam o total de 120 mil dólares para a genética humana até 1963 (FOUNDATION ROCKEFELLER, 1959). A comunicação com Miller era frequente, envolvia basicamente pedidos de bolsa, de verba para congressos, e

infraestrutura em geral, e principalmente, relatavam o andamento das pesquisas, projetos e eventos envolvendo o desenvolvimento da genética. Os pedidos geralmente partiam da Comissão de Genética Humana, e Frota-Pessoa representou a ponte entre os geneticistas humanos e a Fundação Rockefeller, confirmando o perfil de liderança do Departamento de Biologia Geral da FFCL.

Em correspondência de 10 de dezembro de 1960, Frota-Pessoa comunicou a Harry Miller Jr sobre a instalação da Biblioteca Central de Genética Humana:

A Biblioteca Central de Genética Humana está se desenvolvendo rapidamente, pois quase todos os pedidos feitos à Fundação Rockefeller, já chegaram; estão também chegando as separatas mandadas pelos autores. O serviço de duplicação está sendo feito pelo Departamento de Documentação da Universidade, com razoável rapidez. Já mandamos muitas fotocópias para o Salzano, que, por enquanto, é o nosso maior freguês. Pretendo brevemente anunciar a existência do serviço bibliográfico numa circular dirigida a todos os geneticistas humanos e imuno-hematologistas da América Latina<sup>139</sup>.

Chama a atenção o papel de centralização do Departamento de Biologia Geral, aqui representado pela Comissão de Genética Humana e por Frota-Pessoa, na distribuição de material bibliográfico e de como esta distribuição era referencial não somente para o grupo de geneticistas brasileiros, mas também latino-americanos.

O Brasil se tornaria uma referência para a genética humana na América Latina (CRUZ-COKE, 1999) e continuou aumentando significativamente o seu potencial de pesquisa nesta área, especialmente porque maximizou<sup>140</sup> e ampliou os recursos investidos pela Fundação Rockefeller e agências de fomento nacionais, especialmente o CNPq e a Capes. Ficou evidente que a Comissão de Genética Humana não foi financiada apenas pela Rockefeller.

Harry Miller Jr. atestou a parceria existente entre a Fundação Rockefeller, o CNPq e a Capes em correspondência para Anísio Spínola Teixeira, então presidente da Capes:

The expansion and development of the work in human genetics among

---

<sup>139</sup> Correspondência de Oswaldo Frota-Pessoa para Harry M. Miller Jr. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 10 dez. 1960, p.1.

<sup>140</sup> Ao centralizar cursos, biblioteca e eventos se maximizou os investimentos, já que vários grupos de pesquisa se beneficiariam desta concentração de recursos inicial como a realização dos cursos nos vários laboratórios associados à Comissão de Genética Humana, como o de Beçak no Instituto Butantan e o Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral.

the above-mentioned universities [Universidade of São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná na Bahia], and others, together with the generous cooperation of Capes and the CNPq, are but another example of fine collaboration for important scholarly and scientific ends. This seems and responsibilities being shared. All concerned are agreed that it will be highly desirable for the principal scientists who make up the Committee on Human Genetics, recently appointed by Professor Pavan [...] to meet two or possibly three times annually during the first year or so, to coordinate the work in the different centers, so as to avoid duplication and to carry out many other important functions, both advisory and executive in nature<sup>141</sup>.

Em correspondência para Harry Miller, em 12 de janeiro de 1960, Frota-Pessoa mencionou os recursos do CNPq:

I am enclosing a summary of the report on the Human Genetics Course, which I sent to the Conselho Nacional de Pesquisas. We had a total expense of Cr\$1.008.649,10. Deducting half of the expenses for the fellowship and travel of the Brazilian students, this sum reduces to about Cr\$700.000,00 This can be taken as an estimate of the local expense with the International Course, including fellowships and travel for about seven Brazilian students<sup>142</sup>.

Com a parceria entre a Fundação Rockefeller, a Capes e o CNPq – e posteriormente a Fapesp – a Comissão de Genética Humana ampliou suas ações para cumprir o plano de desenvolvimento da genética humana. Em 1960, Miller deixou oficialmente sua função de *officer* para a América Latina – apesar de continuar ainda ocupando outras funções dentro da Rockefeller. Mesmo com o afastamento oficial de Miller, Frota-Pessoa e outros membros da Comissão de Genética Humana ainda mantiveram o contato com Miller.

A transição para o novo representante da Fundação Rockefeller, Robert Briggs Watson (Figura 60), foi feita sem alterar os planos da Comissão de Genética Humana. Robert Watson assumiu o mesmo *modus operandi* até então executado por Harry Miller.

---

<sup>141</sup> Correspondência de Harry M. Miller Jr, para Anísio Spínola Teixeira. The Rockefeller Foundation, New York, 8 mai. 1959, p.1.

<sup>142</sup> Correspondência de Oswaldo Frota-Pessoa para Harry M. Miller Jr. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 12 jan. 1960, p. 1.



Figura 60 - Roberts Briggs Watson, em 1920.



Fonte: LSF Magazine, winter 2015. Disponível em: <<http://biomanufacturing.org/uploads/files/547998065159985597-cho-history.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

Outro fator que contribuiu significativamente para aumentar o potencial de pesquisa para a genética humana, foi a diversidade étnica da população brasileira. Parafraseando Dobzhansky (DOBZHANSKY apud GLASS, 1980, p. 81) o Brasil não era só o “paraíso das *Drosophilas*”, era também o paraíso das populações humanas. Por esta razão – e em igual medida, pela formação, profissionalismo e renome dos geneticistas brasileiros – muitos pesquisadores estrangeiros queriam desenvolver projetos cooperativos com os brasileiros para o estudo das populações humanas nacionais. O Brasil tinha uma imensa e diversificada população, resultado de uma grande miscigenação étnica, além de possuir populações humanas habitando em áreas com alto índice de radiação natural<sup>143</sup>.

Brazilian and foreign geneticists alike agreed that the country provided exceptionally propitious conditions for studying racial crossing, in view of its genetic diversity and its prevailing social, demographic, and

---

<sup>143</sup> Correspondência de Oswaldo Frota-Pessoa para Harry M. Miller Jr. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 12 jan. 1960, p. 2.

epidemiological conditions. Beyond the biological diversity already present in the so-called 'formative stocks,'—that is, Portuguese, African, and Amerindian—there was the influence of various flows of migrants coming to Brazil in the nineteenth and twentieth centuries, including French, Germans, Italians, Japanese, Middle Easterners (Turks and Arabs), Polish, Russians and Spanish (SOUZA; SANTOS, 2014, p. 20-21).

É notável que a rede de genética humana, composta por muitos pesquisadores que tinham sido formados na Escola Dreyfus-Dobzhansky, ainda mantivessem várias temáticas da genética de populações e de fatores micro evolutivos – como taxas de mutação, fluxo gênico e deriva genética. A diferença era que a genética de populações ganharia novas configurações aplicadas à população humana brasileira. Os temas de estudos relacionados às populações indígenas, nordestina e aos imigrantes eram norteadores para se entender o cruzamento racial e a diversidade biológica da população humana brasileira (SOUZA; SANTOS, 2014). Desta forma, pode-se sintetizar os fatores do progresso da genética humana brasileira:

Beyond Dobzhansky's influence, this turn toward human population genetics may be explained by a number of factors. First there was the question of the biological make-up of the Brazilian population, which was seen as broadly mixed, but with a large number of groups considered genetically isolated, such as certain indigenous populations. A second aspect was related to the country's demography, including high migration as well as birth and death rates, which were important factors in studies aimed at investigating human population micro-evolutionary processes. A third factor was a long intellectual and scientific tradition in Brazil that held the 'race question' and public health problems to be the great dilemmas of the formation of the country (SOUZA; SANTOS, 2014, p. 100)

Um dos primeiros geneticistas estrangeiros a se aproveitar do promissor campo de pesquisa das populações brasileiras foi James Neel. Entre 1956 e 1962, Neel orientou vários pesquisadores brasileiros na pós-graduação do Departamento de Genética Humana de Michigan, entre eles Newton Freire-Maia, Francisco Salzano, Antônio Lagden Cavalcanti, Eduardo Barbosa Vianna, Eucleia Contel, Fernando José da Rocha e Pedro Saldanha (BEIGUELMAN, 1979). Neste período o Departamento de Genética Humana da Universidade de Michigan passou a ser o principal campo<sup>144</sup>

---

<sup>144</sup> A Universidade de Michigan teve um importante papel na formação dos geneticistas humanos, mas a partir da década de 1960, os brasileiros também desenvolveram estágios de pós-graduação com Newton Morton, que será um importante parceiro em projetos de pesquisas, assim como James Neel.

de treinamento e pós-graduação para os geneticistas brasileiros – e Neel um importante supervisor na formação dos pesquisadores da genética humana.

A parceria com o Departamento de Genética Humana da Universidade de Michigan era também um direcionamento da Fundação Rockefeller, desta forma todos os brasileiros que iam para Michigan eram *fellows* da Rockefeller que também financiou as pesquisas no Departamento de Genética Humana de Neel. Nas décadas de 1960 e 1970 houve o acréscimo de outro centro de formação em genética humana, o Departamento de Genética Médica do geneticista Newton Ennis Morton, na Universidade de Wisconsin, que posteriormente, se transferiu para a Universidade do Hawaii.

James Neel foi um dos fundadores do Departamento de Genética Humana da Universidade de Michigan e pioneiro na descoberta dos mecanismos de herança da anemia falciforme<sup>145</sup> e nos estudos dos efeitos da radiação nas populações humanas. Neel esteve em Hiroshima quinze meses após a explosão da bomba atômica, em 1946, quando foi convocado pelo governo norte-americano para estudar os efeitos da exposição à radiação nos sobreviventes<sup>146</sup>. James Neel também se interessou pelas pesquisas de populações humanas isoladas – como povos indígenas ou nordestinos – e na seleção natural, e conseqüente evolução, destas populações. Defendeu que essas populações apresentavam condições ambientais diferentes das populações urbanas e industriais e isso alterava a seleção natural, sua tese era que a alteração nos ambientes das populações humanas poderia ter possibilitado o surgimento de novos patógenos ou, modificado, por exemplo, uma vantagem genética da seleção natural que agora tornara-se uma característica deletéria. Para Neel, o estudo destas populações humanas seria fundamental para a compreensão de patógenos e doenças infecciosas, estudados a partir da *thrifty genotype* dessas populações (WEISS; WARD, 2000).

---

No período de 1960-1970, as bolsas de estudos eram da Capes e CNPq, além da Fundação Rockefeller.

<sup>145</sup> Um ano antes de James Neel publicar a descoberta dos mecanismos da herança da anemia falciforme, o médico baiano Jessé Accioly havia chegado aos mesmos resultados, mas não publicou. Anos mais tarde, Jessé Accioly mostrou seu artigo de 1946 à professora Eliane Azevêdo, que era uma das coordenadoras do Laboratório de Genética da Bahia na época e também foi aluna de Cora de Moura Pedreira. Ao que a mesma escreveu um artigo e mandou para *American Journal of Human Genetics* e a história ficou conhecida internacionalmente em 1973. Segundo Eliane Azevêdo, o texto de Jessé Accioly chegou traduzido às mãos de James Neel (AZEVEDO; FERRARI, 2007).

<sup>146</sup> James Neel foi um dos responsáveis pela *Radiation Effects Research Foundation* (RERF), em Hiroshima – uma instituição formada por pesquisadores norte-americanos e japoneses que elaborou importantes estudos sobre os efeitos da radiação nos seres humanos.

## Segundo Salzano (2000) na década de 1960, Neel

[...] proposed the "thrifty gene" hypothesis, suggesting that genes associated with common modern diseases like diabetes, hypertension, and obesity have been preserved because they helped our ancestors to survive when calories and salt were less abundant (Neel, 1962). His long-term (four decades) interest in the genetics and evolution of Amerindians should also be emphasized, leading to the development of a new model of population structure (SALZANO, 2000, p. 557).

As conversas sobre um projeto de pesquisa entre Neel e Salzano foram iniciadas quando Salzano pesquisava os grupos sanguíneos dos índios Caingangue e Guarani, entre 1956 e 1957. Nesta época Salzano realizou o estágio de pós-doutorado em Michigan (ver Figura 61) e foi orientando de Neel – com a temática dos grupos sanguíneos indígenas.

Figura 61 - Francisco Mauro Salzano com seu filho, sua esposa Thereza (centro), e Flávia (esposa de Newton Freire-Maia) com seus filhos, em 1956, quando realizou o estágio de pós-doc com James Neel, na Universidade de Michigan, em Ann Harbor.



Fonte: Museu do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A pesquisa resultou na tese de livre docência de Salzano, intitulada *Estudos Genéticos e Demográficos entre os Índios do Rio Grande do Sul*, em 1960. Após a

livre docência, Salzano iniciou um longo projeto colaborativo com Neel com o objetivo de realizar um amplo estudo dos grupos indígenas<sup>147</sup> (SALZANO, 1960, 2000).

Em correspondência para Frota-Pessoa, em 10 de janeiro de 1961, Saldanha mencionou o interesse de Neel em “[...] realizar trabalhos sobre seleção natural em populações primitivas, cujo plano inclui larga escala (como no Japão) as populações brasileiras”<sup>148</sup>. Na carta de Saldanha ainda havia um pedido extraoficial de Neel que deveria ser transmitido a Frota-Pessoa – que era um dos responsáveis pela Comissão de Genética Humana e pelos projetos de pesquisa. O recado de Neel se resumia aos seguintes pontos:

- a) Elaboração de um plano de colaboração com geneticistas brasileiros;
- b) O Departamento de Genética Humana da Universidade de Michigan já estava treinando os geneticistas brasileiros na genética humana desde a década de 1950, com a finalidade de desenvolver uma “elite científica” neste campo e interessa, portanto, a cooperação com a genética humana no Brasil;
- c) Proposta de um longo projeto, dez anos, de estudo sobre a seleção natural nas populações humanas com a íntima participação dos brasileiros;
- d) A coleta de dados para a seleção natural deveria começar com o projeto de pesquisa nas áreas com alto nível de radiação no Brasil;
- e) O plano de Neel incluiria um vasto programa de ensino, seminário, conferências e coletas de dados;
- f) A escolha do Brasil para as pesquisas de genética humana é justificada pelo amadurecimento da genética humana e por ser esta “[...] mais ativa do que em muitos países desenvolvidos”<sup>149</sup>.

Segundo Saldanha, Neel estava disposto a solicitar verbas de organizações norte-americanas e desenvolver a genética humana brasileira. Nas palavras de Saldanha, Neel queria “[...] realizar para a genética humana no Brasil o que Dobzhansky realizou para a genética animal”<sup>150</sup>.

---

<sup>147</sup> Neel e Salzano também participaram do *International Biological Program* (IBP), um programa nacional norte-americano desenvolvido, entre as décadas de 1960 e 1970 e que o tinha objetivo de levantar a diversidade natural da fauna, flora e das populações humanas indígenas do continente americano. O IBP foi criado pelo *International Council of Scientific Unions* (ICSU) em parceria com o *International Union of Biological Sciences* (IUBS), era formado por vários comitês, e Neel e Salzano atuaram no comitê *Human Adaptation to Extreme Environments*, (MCKEE, 1970).

<sup>148</sup> Correspondência de Pedro Paulo Saldanha para Oswaldo Frota-Pessoa. Universidade de Michigan, Ann Arbor, 10 jan. 1961, p.1.

<sup>149</sup> *Ibidem*, p. 3.

<sup>150</sup> Correspondência de Pedro Paulo Saldanha para Oswaldo Frota-Pessoa. Universidade de Michigan,

Em 1961, Neel estabeleceu uma parceria de pesquisa com Salzano<sup>151</sup>. O projeto cooperativo envolvia o grupo de pesquisadores da *World Health Organization*, Neel e Salzano, além de outros membros da Comissão de Genética Humana. Na *World Health Organization* o projeto de Neel e da Comissão de Genética Humana – representada por Salzano – seria parte da *Research in Population Genetics of Primitive Groups*, que envolveu uma série de cientistas por todo mundo.

Na década de 1960 havia um interesse mundial pelos estudos da genética humana e a *World Health Organization* – além de outras instituições como o *International Council of Scientific Unions*, da qual Neel era participante – queriam investigar as mudanças genéticas nas populações indígenas a nível mundial. O que gerou muitos dados de pesquisa e a produção de inúmeros relatórios sobre a evolução e a genética humana destas populações humanas. Os estudos sobre a genética de populações foram projetos de longo prazo, ao mesmo tempo deviam ser rápidos perante as grandes mudanças na estrutura das populações indígenas. No *World Health Organization Technical Report 1964*, n. 279, que publicou os dados da *Research in Population Genetics of Primitive Groups* de 1962, Francisco Salzano e James Neel aparecem como membros do conselho científico e Robert Lowry Dobson como secretário da comissão.

Segundo o *World Health Organization Technical Report 1964*, n. 279, a importância das chamadas populações “primitivas” era fundamental e corriam um risco de desintegração de sua estrutura cultural e biológica:

Many of the primitive communities of the world face immediate disintegration of their culture, with consequent far-reaching biological changes. This presents a challenge to biomedical scientists which has an urgency and importance quite out of proportion to the relatively small number of people directly involved, or the known health problems concerned. In the present report, the Scientific Group has attempted to outline the nature of this important problem and to suggest the way in which it may be approached through studies in the population genetics of longstanding, but now rapidly changing, human indigenous populations. Such studies will need to give special attention to the

---

Ann Arbor, 10 jan. 1961, p. 2.

<sup>151</sup> Francisco Salzano foi o pesquisador principal do projeto sobre as populações indígenas, mas atuou como representante da Comissão de Genética. Os dados desta pesquisa, e de outras, eram compartilhados com os representantes da Comissão de Genética Humana, como afirma a correspondência de James Neel para *Dears members of the Human Genetics Commission of Brazil* (Correspondência de James von Gúndia Neel para *Dears members of the Human Genetics Commission of Brazil*: Oswaldo Frota-Pessoa, Newton Freire-Maia, Francisco Mauro Salzano, Pedro Clóvis Junqueira. The University of Michigan, Ann Arbor, 27 dez. 1961, Anexo C.

ecological and sociological factors bearing on the genetic structure of small populations, particularly those with a hunter-gatherer, simple pastoral, or digging-stick-and-hoe type of agricultural economy. Although there is a substantial body of generally accepted theory regarding the factors that govern the distribution of genes in time and space, few groups, either primitive or civilized, have been fully described genetically. Still less have the biological and sociological parameters relevant to their genetic structure been adequately investigated (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1964, p. 3).

*A Research in Population Genetics of Primitive Groups* envolveu cinco regiões de estudo, o Ártico, a América do Sul, a África, a Ásia e a Australasia – que incluía Austrália, Nova Zelândia, Nova Guiné e ilhas do Pacífico Sul. Os objetivos principais eram:

- (a) The genetic component in mortality and fertility differences, through the study of familial factors on the one hand, and the study of variations in birth- and death-rates in relation to different genetic structures on the other.
- (b) The biological consequences of inbreeding. Such populations also provide opportunities for examining the biological consequences of formal kinship and marriage systems.
- (c) The disease pattern of relatively undisturbed primitive populations. Attempts should be made to relate disease susceptibilities to specific genetic structures.
- (d) The possible evolutionary implications of differing disease patterns in males and females.
- (e) The biological relationship of the group under study to neighboring groups or to those more remote in time or space. This is likely to require collaborative study involving, for example, cultural, anthropological, linguistic, historical and archaeological investigations.
- (j) The effects of contact with more advanced cultures, in particular the effect on gene frequencies, the emergence of new disease patterns, the possible relationship of these to genetic constitution, and the alteration in physical measurements and physiological and biochemical characteristics (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1964, p. 4-5).

James Nell, Francisco Salzano e Pedro Clóvis Junqueira – que estava no Laboratório de Genética Humana do Rio de Janeiro – organizaram várias excursões para aldeias indígenas, especialmente no Amazonas e Mato Grosso. As excursões contaram com o apoio da FAB e SPI (Serviço de Proteção ao Índio), e as principais tribos estudadas foram as do bioma Amazônico, especialmente os povos Xavante, Caiapó e Yanomami. As pesquisas envolviam um protocolo de mapeamento genético

e bioquímico das comunidades, bem como as referências da Tabela 4.1. O protocolo de pesquisa era dividido em quatro grupos de estudo e coleta (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1964):

- 1) Genética sorológica e bioquímica (grupos sanguíneos, enzimas, hemoglobinas);
- 2) Caracteres genéticos (citogenética, sensibilidade para PTC e daltonismo);
- 3) Morfologia (medições corpóreas, altura, peso, dentes, dermatoglia<sup>152</sup>, coloração da pele, olhos e cabelos);
- 4) Fisiologia (adaptação ao clima, frequência cardíaca e pressão arterial).

Tabela 4.1 - Antígenos dos Grupos sanguíneos da World Health Organization.

<i>Genetic system</i>	<i>All series</i>	<i>Selected series</i>	<i>Series specially selected as justifying the use of very rare reagents</i>
ABO	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> B H		
MNSs	MNS	s He Vw	Hu ? St <sup>a</sup> M <sup>s</sup>
P	P <sub>1</sub>		p <sup>k</sup>
Rh	C D D <sup>u</sup> E c e	C <sup>w</sup> Ce E <sup>w</sup> V(ce <sup>s</sup> )	C <sup>u</sup> , C <sup>x</sup> , CE, E <sup>u</sup> , e <sup>s</sup> , e <sup>i</sup>
Lutheran		Lu <sup>a</sup> Lu <sup>b</sup>	
Kell	K	k Kp <sup>a</sup>	Kp <sup>b</sup>
Lewis	Le <sup>a</sup> Le <sup>b</sup>		
Duffy	Fy <sup>a</sup>		Fy <sup>b</sup>
Kidd		Jk <sup>a</sup>	Jk <sup>b</sup>
Diego		Di <sup>a</sup>	
Sutter		Js <sup>a</sup>	Js <sup>b</sup>
Auberger			Au <sup>a</sup>
Xg			Xg <sup>a</sup>
Wright		Wr <sup>a</sup>	

Fonte: World Health Organization Technical Report 1964, n. 279, p. 11.

A equipe de geneticistas da Comissão de Genética Humana organizou a maior parte das excursões e até mesmo do plano da “*expedition to the Indians*”, cabia aos brasileiros gerenciar o trabalho de campo. Isso ficou evidenciado nas correspondências de Neel para os membros da comissão. Em 24 de novembro de 1961, Neel escreveu para Newton Freire-Maia:

<sup>152</sup> Estudo das impressões digitais de mãos e pés.



Perhaps before we go any further in planning this “expedition” to the Indians, I should define as accurately as possible the nature of my interest, and then you should decide whether the objectives warrant the “expedition”. I am very strongly of the opinion that there is an urgent need for comprehensive genetic-anthropological-medical studies of some of the remaining very primitive populations which are scattered over the face of the earth<sup>153</sup>.

Muitas expedições foram realizadas sob a liderança de James Neel (ver Figura 62), normalmente, envolviam parcerias internacionais de países como Venezuela e México, além dos pesquisadores da Comissão de Genética Humana.

Americans and Brazilians, under Jim's coordination, performed five rounds of field work. The above-mentioned 1962 expedition; additional studies among the Xavante in 1964; investigations on the Brazilian Yanomama in 1967; visits to the Krahó, Gorotire, Macuxi and Wapishana in 1974, and the expedition based on the Alpha Helix ship in 1976, which involved surveys among the Ticuna, Baniwa, Kanamari and Central Pano.

As for the Venezuelan investigations, after the first contacts in 1964, a series of expeditions took place among the Yanomama, making of this group the most well-studied tribal society in all world (SALZANO, 200, p. 559).

O projeto cooperativo de Neel com a Comissão de Genética Humana se estendeu até meados da década de 1970 e foi considerado pioneiro no estudo das populações indígenas, especialmente das doenças e grupos sanguíneos. O plano piloto executado por Neel e Salzano foi considerado modelo pela WHO para o estudo das populações indígenas:

The group advised on the main problems that require investigation, the most suitable methods, and the populations that offer the best opportunities for study. It considered also the results of the WHO - sponsored pilot study carried out in July among the Xavantes Indians in the Mato Grosso area of Brazil (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1962, p. 41).

Em correspondência para a Comissão de Genética Humana, em 27 de dezembro de 1961, James Neel enfatizou a importância dos estudos das populações indígenas e das potencialidades do Brasil:

---

<sup>153</sup> Correspondência de James von Gündia Neel para Newton Freire-Maia. The University of Michigan, Ann Arbor, 24 nov. 1961, p. 1.

I am sure that I do not have to emphasize to a group such as you the need for studies on the population genetics and population dynamics of primitive groups. I am also sure that I don't have to emphasize to you the need for such studies right now, since, with the rapid spread of civilization, many of the remaining few opportunities will vanish during our lifetimes. Brazil impresses me as one of the half-dozen countries where such studies could best be carried out<sup>154</sup>.

Figura 62 - James van Gúndia Neel preparando lâminas de sangue de Malária no estudo dos Yanomami, em 1968.



Fonte: American Society of Human Genetics. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1288160/>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

Entre os interesses do projeto sobre as populações indígenas – e também de outros projetos do período – estavam também o estudo das relações de consanguinidade e da descrição dos polimorfismos genéticos, ligados aos padrões de variabilidade biológica humana.

Segundo Salzano (2011), havia uma grande preocupação dos geneticistas, nas décadas de 1960 e 1970, em investigar o passado evolutivo das populações humanas, especialmente o das populações isoladas. Como principal pesquisador brasileiro da

---

<sup>154</sup> Correspondência de James von Gúndia Neel para Dears members of the Human Genetics Commission of Brazil: Oswaldo Frota-Pessoa, Newton Freire-Maia, Francisco Mauro Salzano, Pedro Clóvis Junqueira. The University of Michigan, Ann Arbor, 27 dec. 1961, p. 1. Anexo C.

*Research in Population Genetics of Primitive Groups*, Salzano ganhou reconhecimento internacional com suas publicações (SALZANO, 1970, 1971, 1975, 1979, 1988).

O estudo da evolução sobre as populações humanas foi essencial para a compreensão das mudanças evolutivas, observando também o impacto da civilização e das alterações causadas no meio ambiente, na dieta alimentar e nas doenças.

[...] The Amazon basin was one of the best available places in which to find such groups. Working with South American colleagues [Salzano e demais membros da Comissão de Genética Humana], beginning in the 1960s, he made an initial foray into the recently contacted Xavante in the Brazilian Mato Grosso. That provided remarkable demographic and phenotypic data and suggested unsuspected amounts of genetic difference between small, geographically adjacent villages. He then turned his attention to the much larger tribal group, the Yanomama, on the Brazilian-Venezuelan border. Over a 30-year period his work in a large number of Yanomama villages and in at least 20 other tribes in South and Central America generated a formidable set of data providing unparalleled and perhaps unrepeatable insight into the evolutionary biology of our specie (WEISS; WARD, 2000, p. 758).

As pesquisas sobre a genética de populações também investigaram o papel das mutações e o efeito da radiação sobre as populações humanas. Desta forma, paralelamente a *Research in Population Genetics of Primitive Groups*, em 1961, se iniciou um projeto cooperativo entre a *World Health Organization*; a Comissão Nacional de Energia Nuclear<sup>155</sup> (CNEN) e a Comissão de Genética Humana, da SBG. O projeto cooperativo tinha por objetivo o estudo dos efeitos da radiação natural nas populações humanas.

A discussão e planejamento do projeto ocorreu na reunião internacional sobre os efeitos da radiação no homem, ocorrida de 12 a 15 de dezembro no Rio de Janeiro. A reunião foi presidida por Carlos Chagas Filho, da CNEN e do Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil; Robert Lowry Dobson, médico diretor da Divisão de Radiação e Isótopos da WHO; além dos geneticistas James Nell e Alan Stevenson, da Universidade de Oxford. A Comissão de Genética Humana indicou Ademar Freire-

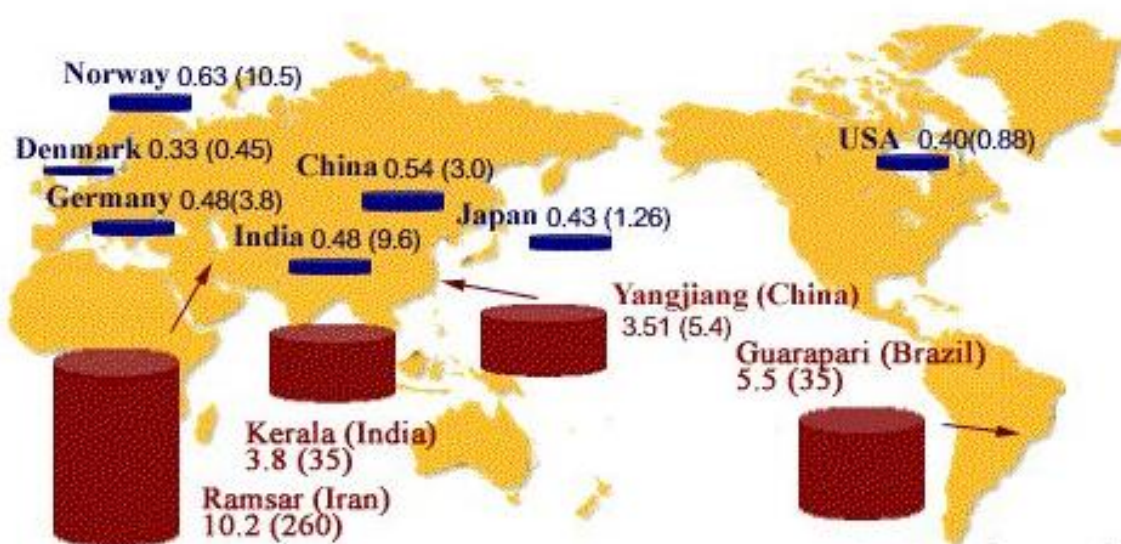
---

<sup>155</sup> A Comissão Nacional de Energia Nuclear foi criada pelo Decreto nº 40.110 de 10/10/1956, no governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961), e seu objetivo era obter o controle do setor nuclear (ANDRADE; SANTOS, 2013).

Maia para coordenar o projeto cooperativo no Brasil (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1961; SALZANO, 2011).

O projeto cooperativo da WHO era internacional e seu objetivo era investigar as regiões de alta *background* ou *High Background Natural Radiation Areas* (HBNRA). Conforme a Figura 63, os maiores índices de radiação natural estão localizados na China, Índia, Irã e Brasil (MORTAZAVI; MOZDARANI, 2012; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1959). No Brasil, a maior concentração de radiação natural estava na cidade de Guarapari, no Espírito Santo.

Figura 63 - Mapa das High Background Natural Radiation Areas.



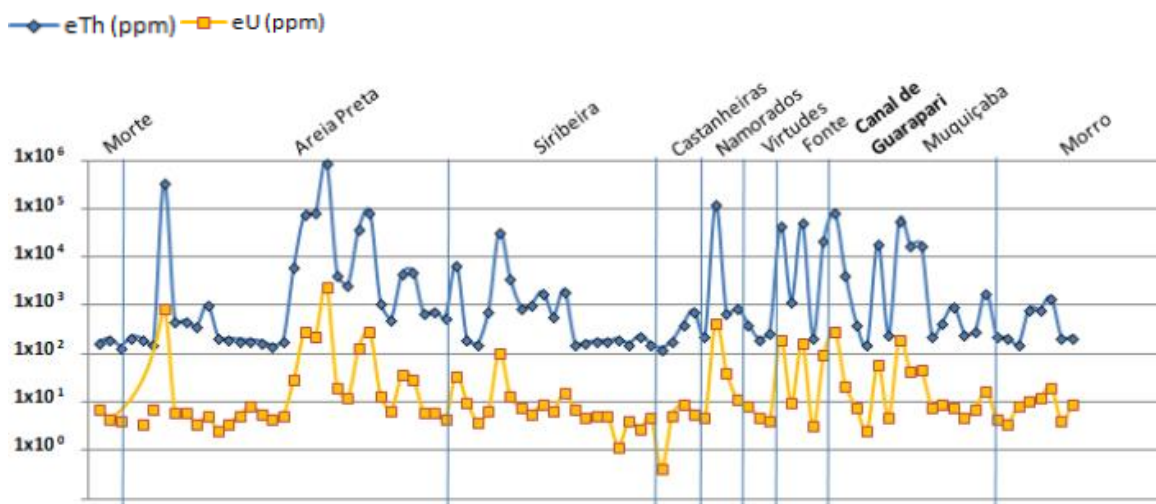
Fonte: MORTAZAVI, MOZDARANI (2012, p. 112).

Durante a reunião internacional promovida pela WHO, foram apresentados os trabalhos desenvolvidos por biofísicos, da Universidade do Brasil, que haviam realizado um mapeamento das regiões – que incluía Angra, Guarapari, Poços de Caldas, Araxá, Porto Seguro e a região sul da Bahia – com os maiores índices de radiação natural no Brasil. Além disso, Ademar Freire-Maia e Antônio Toledo Filho mostraram as pesquisas com irradiação da *Drosophila willistoni*, e Warwick Kerr sobre equivalentes letais em abelhas (SALZANO, 2011).

O projeto foi uma “encomenda” da *World Health Organization* (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1961) e a região de Guarapari foi a escolhida para os estudos, haja vista que é uma área de HBNRA. Guarapari era considerada uma área de alta *background* por conta de suas praias com areias monazíticas, que

apresentam grandes concentração de metais pesados, em especial urânio e tório<sup>156</sup> – conforme a Figura 64. Guarapari possuía a maior reserva de monazítica do Brasil<sup>157</sup>, mineral que contém isótopos radioativos em sua estrutura química (MEZRAHI, 2005).

Figura 64 - Gráfico de níveis de tório (Th) e urânio (U) nas praias de Guarapari.



Fonte: Modificado de GODOY (2018, p. 78).

A exploração das areias monazíticas de Guarapari começou oficialmente em 1906 pela *Société Minière et Industrielle Franco-Brésilienne*<sup>158</sup>, que fazia a retirada da areia monazítica, separava os minerais de maior interesse econômico – a monazita, ilmenita, zircão e granada – e depois exportava para a França (BUENO, 2011; OVERSTREET, 1967).

Em 1941, a *Société Minière et Industrielle Franco-Brésilienne* foi substituída pela MIBRA (Monazita Ilmmenita do Brasil S. A.) pelo Decreto federal nº 7.672, de 19 de agosto de 1941, e passou a pertencer ao russo Boris Davidovitch<sup>159</sup>. A MIBRA (ver Figura 65) foi instalada no centro da cidade, na beira do porto, onde realizava o beneficiamento das areias monazíticas para a extração de sais de terras raras e óxido

<sup>156</sup> Sendo rica em urânio e tório, elementos usados na indústria nuclear para fissão, a monazita foi bastante explorada após a II Guerra Mundial, milhares de toneladas de areia foram enviadas para os Estados Unidos. Atualmente, a extração da monazita é considerada cara, se preferindo a exploração das terras raras, da qual o Brasil possui a segunda maior jazida, no entanto ainda continuam sendo exploradas no Brasil (MEZRAHI, 2005).

<sup>157</sup> Segundo Mezrahi (2005), o Brasil possui a quarta reserva de monazítica do mundo.

<sup>158</sup> A *Société Minière et Industrielle Franco-Brésilienne* ainda fazia a exploração da monazítica nas regiões do litoral da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (OVERSTREET, 1967).

<sup>159</sup> Boris Davidovitch, diretor da MIBRA, teve seu nome associado à CPI da Energia Atômica, em 1956. A MIBRA foi investigada por “[...] suposta corrupção de um magistrado em Cachoeira de Itapemirim, por ordens para adulterar peso e teor torífero da monazita que deveria ser exportada para os Estados Unidos, e por ter interferido no [...] comércio de monazita (ANDRADE; SANTOS, 2013, p. 120).

de tório e funcionou de forma ininterrupta até o fim da década de 1956 (BUENO, 2011; OVERSTREET, 1967). Depois de 1956, com o fim da MIBRA, o Estado passou a deter o controle sobre as areias monazíticas e das reservas de Terras Raras brasileiras – em 1975, a sede da empresa se transformou na NUCLEMON (NUCLEBRÁS Monazita), subsidiária da estatal NUCLEBRÁS (Empresas Nucleares Brasileiras S/A).

Figura 65 - Ensacamento de areais monazíticas para a exportação na MIBRA, década de 1920.



Fonte: Acervo da UFES (Universidade Federal do Espírito Santo). Disponível em: < <https://especiais.gazetaonline.com.br/bomba/>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

Segundo Ata da 60ª Sessão da Comissão Nacional de Energia Nuclear, de 7 de dezembro de 1961, dirigida pelo presidente Marcelo Damy de Souza Santos, a reunião internacional sobre os efeitos da radiação foi encomendada, e patrocinada, pela *World Health Organization*<sup>160</sup>. No entanto, a CNEN aprovou uma verba, solicitada por Carlos Chagas Filho, de 600 mil cruzeiros para o chamado projeto de Guarapari. Conforme informou a ata:

Ofício do Dr. Carlos Chagas Filho, Diretor do Instituto de Biofísica,

<sup>160</sup> A WHO patrocinava muitos eventos e pesquisas sobre a questão da radiação e seus efeitos genéticos desde o lançamento das bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki. Frota-Pessoa (2003) mencionou que havia um grande interesse nas pesquisas de genética humana pela WHO e OAS (*Organization of American States*), que elaborou, a partir do final da década de 1950, um programa de financiamento com o objetivo de graduar mestres e doutores, o Programa Multinacional de Genética – no qual o Brasil seria responsável pela genética humana; o Chile pela genética animal; e a Argentina pela genética vegetal.



solicitando um auxílio de CR\$ 1.000.000,00 (hum milhão de cruzeiros). Sendo que CR\$600.000,00 (seiscentos mil cruzeiros) para pagamento de compromissos firmados com o Projeto Guarapary e CR\$400.000,00 (quatrocentos mil cruzeiros) para custeio da reunião sobre os efeitos da radiação a se realizar no Brasil por iniciativa da Organização Mundial de Saúde. Foi aprovado a concessão do auxílio de CR\$600.000,00 e negado o segundo, considerando que o simpósio será patrocinado pela Organização Mundial de Saúde (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1961, p. 5-6).

Guarapari não era a primeira região brasileira com alta taxa de radiação a ser estudada. Newton Freire-Maia havia pesquisado a região sul de Minas Gerais sob a orientação de James Neel em 1956, na época em que fez seu estágio de pós-doc em Michigan. Nesse período, James Neel e Newton Freire-Maia fizeram parte da comissão científica do *Study Group on the Effect of Radiation on Human Heredity*, que participou do *WHO Programa In Radiation and Isotopes*, do qual Dobson era um dos secretários (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1956). O interesse desse programa – que também foi desenvolvido em outros países de regiões de HBNRA, conforme a Figura 63– se justificou pelas:

Questions of the genetic effects of radiation in man are of special interest from the public health point of view. In fact the mutagenic feature of ionizing radiation places it in a special category of health hazard, since it becomes a problem for all peoples and for members of future generations as well. Consideration of these problems are of basic scientific concern, and must also be taken into account in radiation health planning on a practical basis (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1959, p. 4).

O *Study Group on the Effect of Radiation on Human Heredity* fez parte do grande programa de estudos de genética de populações humanas da WHO – que incluiu também o *Research in Population Genetics of Primitive Groups*. Criado em 1956 por um grupo de especialistas em genética humana – e do qual fez parte o brasileiro Newton Freire-Maia – o *Study Group on the Effect of Radiation on Human Heredity*

represent the beginning of a continuing programme in human genetics. It is worthy of note in this connexion that WHO, through its organization and its interest in demography, public health, and radiation, is in a particularly favorable position to assist in this field (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1959, p. 4).

Os estudos de genética humana eram intensamente debatidos mundialmente em congressos científicos patrocinados pela WHO – e várias outras instituições, tais como *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR) e *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*, entre outras – e em grande parte se demonstrava o interesse por investigar os efeitos da radiação sobre as mutações genéticas, e a preocupação com os impactos destas mutações para as populações humanas atuais e futuras (FROTA-PESSOA, 2003; SALZANO, 2011).

Radiation has been demonstrated to be one of the agents which produces mutation, in a wide range of organisms from bacteria to mammals. The Group is agreed that additional mutation produced in man will be harmful to individuals and to their descendants. While there may be inherent and environmental mechanisms which modify the impact of these mutations over periods of many generations, the effectiveness of such mechanisms in man is not known. In essence then, all man-made radiation must be regarded as harmful to man from the genetic point of view.

[...] There are strong grounds for believing that most genetic effects are very closely additive so that a small amount of radiation received by each of a large number of individuals can do an appreciable amount of damage to the population as a whole. There are, however, many gaps in knowledge particularly concerning these effects in man. These gaps will only be closed after a great expansion of general and *ad hoc* research in genetics and other fields of biology (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1956, p. 5-6).

Desde a Segunda Guerra Mundial houve um grande número de projetos que estudaram os efeitos da radiação. O *Annual Report Foundation Rockefeller* de 1958 faz menção sobre a importância da genética humana e das doações para comissão de pesquisa nipo-estadunidense *Atomic Bomb Casualty Commission*.

RESEARCH IN GENETICS The major difficulty to be overcome in estimating the number of deleterious genes carried in any human population arises from the fact that most such genes are recessive, with effects which become apparent only when they are paired— in other words, inherited from both parents. The chance that this double inheritance will occur is much greater when the parents are closely related. During the extensive study of the effects of radiation carried on by the Atomic Bomb Casualty Commission in Japan, 6,000 children were identified as being born of consanguineous marriages between parents exposed to varying levels of atomic radiation. These children, now from five to ten years old, constitute a unique group for the study



of genetic inheritance, particularly the inheritance of deleterious genes, and of a wide variety of physical and mental characteristics. To help finance a joint Japanese-American study, which will include careful physical and anthropometric examinations of the 6,000 children and statistical analysis of the data, The Rockefeller Foundation has made a grant of \$50,000 to the National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C., for use during the period ending August 31, 1963 (FOUNDATION ROCKEFELLER, 1958, p. 219).

As pesquisas internacionais sobre os efeitos da radiação ionizante<sup>161</sup> envolviam tanto a radiação artificial quanto a natural, e estas envolviam as regiões de alta *background*. O projeto Guarapari (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR, 1961) investigou uma região de HBNRA e foi desenvolvido entre 1961 e 1965, sob a coordenação de Ademar Freire-Maia. Um de seus objetivos principais era investigar a carga de mutações letais nas populações da região de Guarapari e cidades próximas e entender, portanto, como era a proporção desses genes letais e sua distribuição de acordo com as origens étnico-raciais das populações.

O projeto inicialmente envolveu cerca de mil e oitocentos casais, onze mil gestações e mais de oito cidades estudadas no Espírito Santo. Além de classificar as populações em dois grupos, os Brancos (B) e Não-brancos (NB), estes incluindo os mulatos (M), e os Negros (N), tendo os casais sido reunidos em BXB, BXNB, e NBXN (FREIRE-MAIA, A., 1972). Como resultados Ademar Freire-Maia (1972) apontou que não havia altos índices de radiação nas populações e a carga de mutações letais estaria normal, especialmente na população negra. Ademar Freire-Maia chamou a atenção para o fato de que as proporções das mutações letais nas populações negras não eram maiores do que nas populações branca – um resultado que segundo ele era diferente do que indicou as pesquisas de Newton Freire-Maia nas populações em Minas Gerais (FREIRE-MAIA, A.; FREIRE-MAIA, N.; QUELCE-SALGADO, 1961). Os resultados eram diferentes, pois as condições das populações eram totalmente diversas, e o que, obviamente, não seria uma contradição.

Por outro lado, os dados levantados pelo projeto apontaram que os índices de radiação das populações de trabalhadores da MIBRA eram altíssimos e Ademar Freire-Maia levou o caso para ser discutido na Comissão de Genética Humana, da

---

<sup>161</sup> A radiação natural tem sua origem associada a duas fontes: elementos radioativos primários na crosta terrestre, como potássio, urânio, tório e seus produtos de decaimento radioativo, a exemplo do rádio e o radônio, e a radiação cósmica, que são partículas de alta energia vindas do espaço, em sua maioria prótons – núcleos de hidrogênio, que adentram a atmosfera terrestre (GODOY, 2018).

SBG – que era presidida por Newton Freire-Maia. Como o projeto era cooperativo com a CNEN, os dados foram encaminhados ao presidente Marcelo Damy<sup>162</sup>.

Em correspondência para Marcelo Damy, Newton Freire-Maia manifestou grande preocupação com os altos índices de radiação ao qual os funcionários da MIBRA eram expostos diariamente. Os índices de radiação encontrados eram centenas de vezes maiores do que o tido como normal, portanto, os funcionários da MIBRA estavam sendo expostos a um grande perigo. Desta forma, Newton Freire-Maia relatou:

[...] enquanto a dose “normal” de radioatividade natural é cerca de 10 micro-roentgens por hora, os seguintes níveis (micro-roentgens por hora) foram constatados, pelos eminentes pesquisadores Cullen e Roser, em várias instalações da MIBRA:

Área com areia rejeitada – 200; 2. Escrivania do diretor – 230;  
3. Escritório do Diretor – 300; 4. Depósito de areia rejeitada – 400;  
5. Sacos de monazita (na refinaria) – 5000; 6. Sacos de monazita (no Depósito) – 5000.

Sabendo-se que não se conhece dose-limiar abaixo da qual as radiações sejam inefetivas como agentes mutagênicos e que as mutações são, em sua maioria, deletérias, torna-se imperiosa a adoção de uma medida que afaste os funcionários da MIBRA – e, provavelmente, de outras companhias simulares – mas principalmente os seus operários, dos graves riscos que poderão advir, nas gerações seguintes, em consequência de negligências inadvertidas e de abusos [...] praticados pela presente geração. Convém lembrar que os funcionários que se expõem a doses tão altas de radiação, durante algumas horas por dia, no decorrer de anos de trabalho, não se acham isentos deverem surgir, em si próprios, através de ação “somática” do agente nocivo, males da mais alta gravidade, que uma boa orientação – poderia evitar sem dificuldade<sup>163</sup>.

Nos relatórios e atas de sessão do CNEN<sup>164</sup> referentes ao período em que o projeto Guarapari se desenvolveu – 1961 a 1965 – não há menção aos altos índices de radiação encontrados na MIBRA. Os resultados finais do projeto de Guarapari apontados por Ademar Freire-Maia se basearam numa amostragem de 8572 casais e 43930 gestações, percorrendo mais de vinte municípios da região do Espírito Santo,

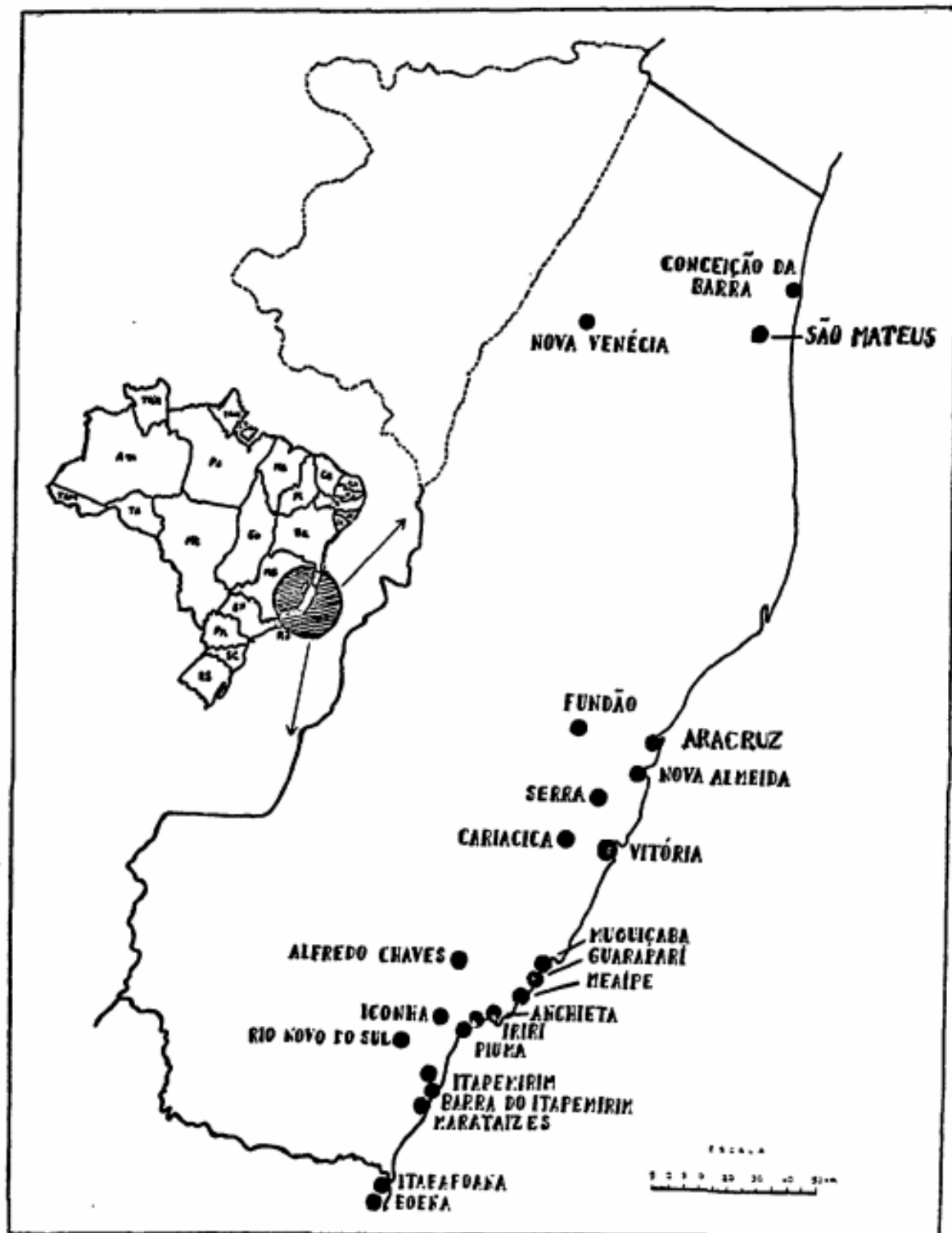
<sup>162</sup> Correspondência de Newton Freire-Maia, para Marcelo Damy de Souza Santos. Universidade do Paraná, Curitiba, 7 ago. 1961.

<sup>163</sup> Ibidem, p. 1-2.

<sup>164</sup> O projeto Memória CNEN criou a Biblioteca Digital Memória CNEN que possui o acervo digitalizado dos relatórios e atas de reunião desde a fundação do conselho, em 1956. Tudo está acessível ao público, porém há algumas ausências de atas no período pesquisado (1961 e 1965). Disponível em: < <http://memoria.cnen.gov.br/prod-cientifica/ProducaoCientifica-f1.asp>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

e especialmente, Guarapari – conforme a Figura 66. Além disso, se mediu a radiação ionizante nas cidades pesquisadas, de acordo com a Figura 67.

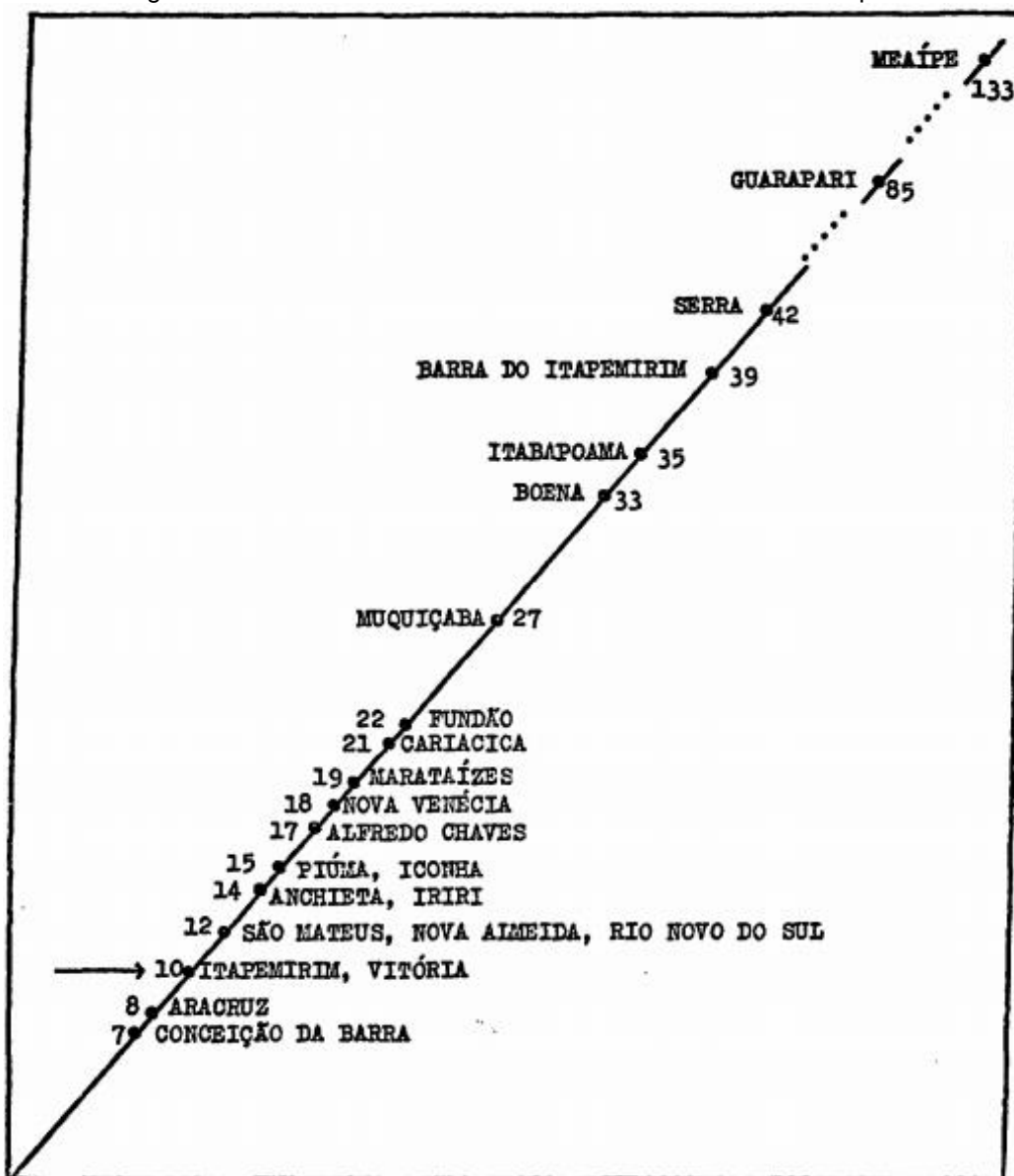
Figura 66 - Mapa do Estado do Espírito Santo com a indicação das cidades estudadas pelo Projeto Guarapari.



Fonte: FREIRE-MAIA (1972, p. 185).

O objetivo das pesquisas era correlacionar os níveis de radioatividade natural com a ocorrência do câncer “[...], leucemia, malformações congênitas [...], distúrbios neurovegetativos, proporção sexual, mortalidade, o desenvolvimento físico, além de outras características” (FREIRE-MAIA, 1972, p. 18).

Figura 67 - Distribuição dos níveis médio de radioatividade natural nas cidades estudadas. Dados em: Micro-Roentgen/ hora. A seta indica o nível normal: 10 nas cidades de Itapemirim e Vitória.



Fonte: FREIRE-MAIA (1972, p. 186).

No entanto, os resultados finais apontaram um número maior de mortes de crianças até o primeiro ano de vida, ou seja, mortalidade-pós-natal, e em consequência, um aumento na mortalidade total (FREIRE-MAIA, 1972). O resultado

final do projeto foi que

[...] parece razoável concluir-se não haver qualquer evidência aceitável de efeito significativo dos altos níveis de radioatividade natural sobre a proporção sexual no nascimento e sobre a ocorrência de anomalias congênitas [...] número de gestações, natimortos, filhos nascidos vivos, mortalidade pós-infantil, esterilidade e infertilidade, além de carga genética revelada pelo endocruzamento, como abortos, natimortos, mortalidade pré-natal, e anormalidades em geral (FREIRE-MAIA, 1972, p. 144).

Para Ademar Freire-Maia (1972) os resultados da pesquisa de Guarapari eram provocativos e não conclusivos. Ele esperava que uma nova pesquisa utilizando técnicas de citogenéticas chegasse a outros resultados sobre os efeitos da radiação natural na região das areias monazíticas de Guarapari – considerada a região de maior população humana a se estabelecer numa HBNRA.

Em 1962, o êxito dos trabalhos da Comissão de Genética Humana fez com que Crodowaldo Pavan – apesar de não estar como presidente da SBG, a gestão de 1962-1964 foi presidida por Antônio Rodrigues Cordeiro – solicitasse a Watson, *officer* da Fundação Rockefeller, mais um pedido de financiamento. Pavan havia sugerido a criação de outras Comissões, uma de Genética Vegetal, e outra de Genética Animal – bem como a montagem de um Plano Trienal de financiamento para a Genética, que duraria até 1966, e novamente incluiu a Comissão de Genética Humana.

As três comissões ficaram assim constituídas (SALZANO, 2011):

- 1) Comissão de Genética Vegetal: Friedrich Gustav Brieger, José Grossman, Carlos Krug, Rudolf Hausmann, Carlos Scholottfield, Ady Raul da Silva e Alcides Carvalho;
- 2) Comissão de Genética Animal: Warwick Kerr, Giorgio Schreiber, Geraldo Carneiro, Antônio Lagden Cavalcanti, Crodowaldo Pavan, Brito da Cunha e Casemiro Tondo;
- 3) Comissão de Genética Humana: Oswaldo Frota-Pessoa, Francisco Mauro Salzano, Newton Freire-Maia, Ademar Freire-Maia, Pedro Junqueira, Cora Pedreira e Pedro Saldanha.

Segundo Salzano (2001), esta foi uma das últimas medidas de impacto da Fundação Rockefeller para o financiamento das pesquisas e estudos da genética no Brasil. Paralelamente, a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", sob a direção de Brieger iniciou o desenvolvimento da genética de micro-organismos<sup>165</sup>.

---

<sup>165</sup> João Lúcio de Azevedo, que atualmente é professor Sênior da ESALQ, menciona que o “[...] Instituto

Paralelamente, a Comissão de Genética Humana iniciou, em 1962, outro novo projeto<sup>166</sup> cooperativo envolvendo a Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo. O projeto da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo tinha a supervisão de Newton Morton, da Universidade de Wisconsin, e contou com a participação de Ademar Freire-Maia, Henrique Krieger (do Laboratório de Newton Freire-Maia), Eliane Elisa de Souza Azevedo (do Laboratório de Cora Pedreira) e Dértia Villalba Freire-Maia (CRUZ-COKE, 1999; FROTA-PESSOA, 2003).

Newton Morton – assim como James Neel – foi um dos responsáveis pela formação dos pesquisadores brasileiros no Departamento de Genética Médica em Wisconsin e depois na Universidade do Hawaii. Morton recebeu muitos brasileiros em seu laboratório, entre eles estavam Frota-Pessoa, Salzano, Ademar Freire-Maia, Dértia Villalba Freire-Maia, Henrique Krieger e Eliane Elisa de Souza Azevedo (BEIGUELMAN, 1979).

Newton Morton foi um dos pioneiros na área de genética epidemiológica e havia trabalhado com Nell nos estudos sobre os efeitos da radiação nas populações em Hiroshima e Nagasaki. O objetivo de Morton no projeto cooperativo com os geneticistas brasileiros era investigar – nestas populações brasileiras da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo – a relação entre níveis de mortalidade, endogamia e variabilidade genética. Seu interesse era estudar também o processo de seleção natural associado a variabilidade genética das populações brasileiras (SOUZA; SANTOS, 2014).

Como já apontado, o Brasil se mostrava o paraíso das pesquisas de populações humanas por sua extrema variabilidade genética. Pedro Saldanha foi um dos primeiros a pesquisar as populações brasileiras por conta desta diversidade étnico-racial. Em 1956, Saldanha iniciou seus estudos sobre o fluxo gênico caucasiano em populações negras brasileiras na cidade de Capivari, São Paulo. Seu objetivo era “[...] avaliar os efeitos da quebra do isolado genético de origem norteamericana nesta região” (BEIGUELMAN, 1979, p. 1201).

---

de Genética [...] se desenvolveu consideravelmente graças a Brieger, pois houve a introdução da genética de micro-organismos, genética de aves, melhoramento de hortaliças, etc. Segundo João Lúcio, não havia no Brasil nenhuma pesquisa sobre micro-organismo, além disso, Brieger convidou duas autoridades no tema, Milisav Demerec, do Departamento de Genética de *Cold Spring Harbor*, e Elias Balbinder, da Universidade de Syracuse (Entrevista concedida a autora, Apêndice D, p. 243).

<sup>166</sup> A Comissão de Genética Humana tinha, desta forma, três projetos de cooperação internacional que se desenvolviam simultaneamente, fora as pesquisas dos laboratórios da Comissão de Genética Humana já mencionadas.

Na Faculdade de Medicina da USP, Saldanha, em parceria com o Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral de Frota-Pessoa, pesquisou a diversidade étnica brasileira, realizando estudos genéticos sobre as características antropológicas<sup>167</sup> e grupos sanguíneos. As pesquisas tinham objetivos de estudar a base étnica brasileira – índios, europeus e negros – e também os novos grupos de imigrantes do século XIX e XX, como asiáticos e holandeses (BEIGUELMAN, 1979, 1980; SALDANHA, 1961).

Saldanha e Frota-Pessoa também foram estimulados a estudar populações de migrantes brasileiros no Estado de São Paulo. O processo de urbanização das metrópoles, especialmente São Paulo, deflagrou o êxodo urbano e o processo de imigração da população brasileira – e nordestina, em particular. Entre as décadas de 1950 e 1970, e conforme os dados da Tabela 4.2, cerca de dois milhões e quinhentas mil pessoas chegaram em São Paulo como migrantes nacionais. Pode-se afirmar que, dentre os migrantes nacionais que chegavam a Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo (ver Figura 68) na década de 1960, os nordestinos representavam mais da metade deles – o que em termos numéricos representaria aproximadamente um milhão de pessoas (ROSSINI, 1977).

Tabela 4.2 - Migrantes no Estado de São Paulo em 1950 e 1960: Censo Demográfico.

Períodos	Estrangeiros		Nacionais		Total
	N	%	N	%	
1820-1900	973.212	99,90	965	0,10	974.177
1901-1905	193.732	94,39	11.565	5,31	205.297
1906-1910	190.186	94,86	10.301	5,14	200.487
1911-1915	339.026	95,22	17.019	4,78	356.045
1916-1920	100.098	77,87	28.441	22,13	128.539
1921-1925	222.711	79,67	56.837	20,33	279.548
1926-1930	253.265	61,91	155.821	38,09	409.086
1931-1935	119.204	43,28	156.242	56,72	275.446
1936-1940	56.468	16,12	293.852	83,88	350.320
1941-1945	4.763	3,20	144.063	96,80	148.826
1946-1950	61.030	13,70	384.359	86,30	445.389
1951-1955	210.879	21,66	762.707	78,34	973.586
1956-1960	159.360	23,54	517.624	76,46	676.984
1961-1970	78.705	9,38	758.782	90,62	837.487

Fonte: Modificado de Departamento de Imigração e Colonização, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo apud ROSSINI (1977, p. 783).

<sup>167</sup> Os estudos de Saldanha utilizavam dados antropológicos, a até mesmo eugênicos, de Nina Rodrigues, Ernani Silva, e outros brasileiros (SALDANHA, 1961).

Aproveitando a concentração de milhares de famílias nordestinas, Saldanha e Frota-Pessoa, fizeram da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo o local referencial de aulas práticas de seus laboratórios. Os estudos de Saldanha – apoiados pelos Laboratórios de Genética Humana da Faculdade de Medicina e do Departamento de Biologia Geral – na Hospedaria de Imigrantes de São Paulo, comprovaram que a composição genética da população do nordeste brasileiro era de 18% de indígenas, 34% de africanos e 48% de brancos portugueses (SALDANHA, 1960).

These results—which indicated high European ancestral levels, with African and indigenous ancestry secondary—were interpreted in light of the historical formation of the Brazilian nation. Similar to Saldanha's interpretation, Krieger [...] emphasized that “the alacrity of the Portuguese males for miscegenation” could be seen as one of the main factors responsible for the high levels of genetic admixture observed in Brazil [...] The genetic admixture of families from the northeast was seen as the direct result of their colonial past, resulting from the interplay among historical and socio-cultural dimensions such as internal migration, labor dynamics, reproduction, and gender relations in Brazilian society (SOUZA; SANTOS, 2014, p. 103).

Figura 68 - População de nordestinos na Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo, s/d.



Fonte: Museu da Imigração do Estado de São Paulo. Disponível em: < [http://www.inci.org.br/acervodigital/upload/fotografias/MI\\_ICO\\_AMP\\_046\\_003\\_010\\_001.jpg](http://www.inci.org.br/acervodigital/upload/fotografias/MI_ICO_AMP_046_003_010_001.jpg) >. Acesso em: 19 ago. 2018.



Desta forma, as populações nordestinas da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo seriam uma excelente amostragem da própria população brasileira, e de sua variabilidade genética. O interesse de Morton e de outros cientistas de vir ao Brasil estudar suas populações humanas era bastante grande, e foi motivado pelas pesquisas de Pedro Saldanha – que havia passado pelo Departamento de Genética Médica de Wisconsin, apesar do estágio de pós-doc ser com James Neel na Universidade de Michigan<sup>168</sup>.

Newton Morton foi atraído pela possibilidade de realizar um grande estudo na Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo, no qual se poderia analisar doenças genéticas e o papel da seleção humana nos imigrantes nordestinos.

For Morton, an important reason for working with populations from the northeast was that previous studies had found a high measure of genetic admixture in the people who passed through the Hostel. It was critical to work on groups with high levels of genetic admixture because the hypotheses under study were related to degree of heterozygosity in a given population [...] this context, the racial classification of individuals was central. Based on morphological data collected by the physician and geneticist Eliane Azevedo (“pigmentation of the abdomen, hair color and type, and conformation of the nose and lips”), Morton classified the population into eight categories: “white, light mestizo, dark mestizo, light mulatto, medium mulatto, dark mulatto and negro” (SOUZA; SANTOS, 2014, p. 103).

Em correspondência a Frota-Pessoa, Pedro Saldanha apontou a metodologia de Morton para o projeto cooperativo:

O método a ser utilizado [...] é o da análise segregacional (*segregation analysis*) cujo princípio básico é a verificação dos desvios fenotípicos de caracteres genéticos (sem dominância) conhecidos [...]

As características fundamentais da população a ser estudada, eu creio, são (em ordem de importância): natalidade alta, mortalidade intrauterina e infantil altas, baixa frequência de filhos extramaritais, não utilização de anticoncepcionais, população homogênea do ponto de vista racial (esta estabilidade racial pode ser medida por ausência de estratificação racial, não coexistência de vários grupos raciais ou melhor étnicos, fácil reconhecimento dos membros da população por simples inspeção fenotípica, baixa taxa de imigração, etc.), condições ecológicas incluindo as sociais-econômicas extremamente desfavoráveis (isto está virtualmente associado com alta taxa de mortalidade infantil), proximidade de pelo menos uma estrada

---

<sup>168</sup> Correspondência de Oswaldo Frota-Pessoa para Harry M. Miller Jr. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 10 dez. 1960, p. 3.

transitável [...], aeroporto [...] alta frequência de casamentos consanguíneos, registros civis (nascimento, casamento e óbito) fidedignos [...] alta infestação de parasitos, etc. [...]<sup>169</sup>.

Pedro Saldanha sugeriu que o projeto da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo também investigasse os nordestinos que haviam migrado para Brasília, denominada por ele de “cidade livre”. Saldanha propõe o estudo dos nordestinos em Brasília, pois

Estas famílias [...] estão lá não mais de 4 anos. Obviamente as condições da cidade livre são superiores aquelas do Nordeste (não fosse assim eles teriam voltado). Esta é uma oportunidade de comparar a prole antes e após a chegar à cidade livre (não poderia haver maior controle). A vantagem é que em Brasília seria fácil obter um cunho oficial para a pesquisa e se contaria, ainda, com maior escolaridade da população para responder aos questionários<sup>170</sup>.

O projeto da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo foi financiado pelo *United States Public Health Service* (PHS) e teve o suporte da Comissão de Genética Humana – até então financiada pela Fundação Rockefeller – e do Departamento de Imigração de São Paulo. O projeto envolveu um denso trabalho de coleta de dados, no qual se recolhiam amostras de sangue e exames médicos, mas também as características antropológicas, demográficas e epidemiológicas<sup>171</sup>. Aproveitando-se da concentração de população nordestina, o projeto teve uma amostragem de 1068 famílias e envolveu aproximadamente 7000 pessoas pesquisadas. Morton passou o ano de 1962 no Brasil realizando as pesquisas com os brasileiros Frota-Pessoa, Salzano, Ademar Freire-Maia, Dértia Villalba Freire-Maia, Henrique Krieger e Eliane Elisa de Souza Azevedo (BEIGUELMAN, 1979; SOUZA; SANTOS, 2014).

Os dados da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo resultaram em muitos estudos e publicações sobre genética e a epidemiologia de inúmeras doenças, entre elas o bócio endêmico; as malformações genéticas, a exemplo da *acheiropodia* e teratologia (ver Figura 69); a doença de Chagas, além de características comuns, como altura, peso e pressão arterial.

<sup>169</sup> Correspondência de Pedro Paulo Saldanha para Oswaldo Frota-Pessoa. Universidade de Michigan, Ann Arbor, 3 jan. 1961, p.1-2.

<sup>170</sup> Ibidem, p. 4.

<sup>171</sup> Morton e seu grupo do projeto da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo utilizaram inclusive dados antropológicos antigos, como o Nina Rodrigues, e também das pesquisas de Saldanha.

Figura 69 - Família de trabalhadores nordestinos com má formação (teratologia) na Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo, s/d.



Fonte: Museu da Imigração do Estado de São Paulo. Disponível em: <  
[http://www.inci.org.br/acervodigital/upload/fotografias/MI\\_ICO\\_AMP\\_042\\_001\\_063\\_a\\_067.jpg](http://www.inci.org.br/acervodigital/upload/fotografias/MI_ICO_AMP_042_001_063_a_067.jpg)>.  
 Acesso em: 19 ago. 2018.

O estudo realizado pelo projeto da Hospedaria dos Imigrantes foi considerado pioneiro na análise da relação entre a miscigenação étnico-racial e a epidemiologia, além de contribuir para as pesquisas da seleção dos sistemas ABO e MN (de grupos sanguíneos) e os polimorfismos genéticos. Morton (Figura 70) e os geneticistas brasileiros:

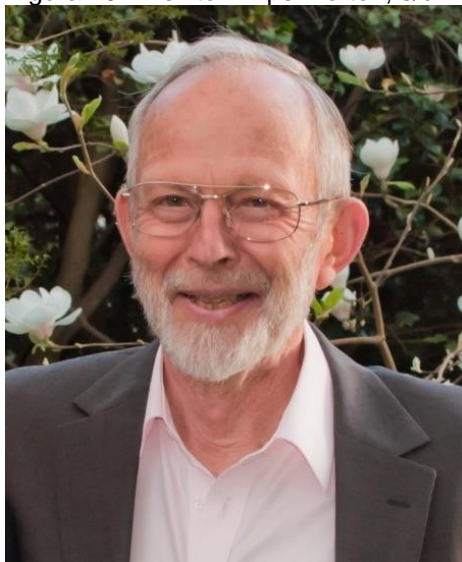
[...] findings led to the conclusion that a "relatively small increase in the heterozygosity, occurring by inter-racial crosses, is irrelevant to fitness"  
 [...] In other words, no association was observed between hybridity due to 'inter-racial crossing effects,' and disease or mortality, a conclusion in agreement with similar research in other regions of the world (SOUZA; SANTOS, 2014, p. 103).

Os projetos cooperativos da Hospedaria dos Imigrantes e da *Research in Population Genetics of Primitive Groups* foram uma importante contribuição para os estudos de polimorfismos genéticos. Para Cruz-Coke (1999, p. 1532).

[...] los pioneros brasileiros FM Salzano, F Ottensosser, B Beiguelman,

O Frotta Pessoa, PM Saldanha y N Freire Maia. Apoyados por los norteamericanos JV Neel y NE Morton completaron la descripción de los polimorfismos genéticos de las más aisladas tribus aborígenes, como los Xavantes y los Yanomama, prototipos clásicos de una investigación antropológica, médica y social de campo.

Figura 70 - Newton Erps Morton, s/d.



Fonte: SHERMAN (2018, p. 1011). Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/D106DAB0D5FFAE6520565BA66F6BB22DCFE882D714E376CA2AC281AFE08D8417CEE1DFEB28FE49813850C0C09AAE86ED>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

As pesquisas sobre polimorfismos nas populações humanas eram fundamentais para a compreensão da variabilidade genética, especialmente se esta variação for superior a 1%. A importância reside no fato de que:

Polimorfismos podem atuar como marcadores genéticos, já que são transmitidos associados a outros genes localizados na região cromossômica próxima a eles (linkage). Desta forma, se um gene próximo a um marcador causa uma doença, todos os indivíduos afetados na família recebem tanto o marcador como o gene causador da doença (14). Os polimorfismos também são responsáveis pela diversidade humana. Diferentes fenótipos são decorrentes de diferentes polimorfismos, como, por exemplo, o sistema ABO (15). De outro modo, os polimorfismos podem influenciar diretamente sobre fatores de risco associados a doenças comuns, como é descrito nos estudos envolvendo a estrutura genética das apolipoproteínas (ROCHA et al., 2017, p. 724).

Além dos projetos cooperativos internacionais, das pesquisas dos grupos da Comissão de Genética Humana, os encontros anuais da Sociedade Brasileira de Genética com a SBPC continuaram ocorrendo com a divulgação das pesquisas das

Comissões de Genética Humana, Animal, Vegetal e posteriormente, Molecular e de Micro-organismos – ver Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Reuniões Anuais SBG e SBPC (1962-1970).

Ano	Reunião anuais	Cidade
8 a 14/7/1962	VIII Reunião Anual da SBG e XIV Reunião Anual da SBPC	Curitiba
7 a 12/7/1963	IX Reunião Anual da SBG e XV Reunião Anual da SBPC	Campinas
5 a 11/7/1964	X Reunião Anual da SBG e XVI Reunião Anual da SBPC	Ribeirão Preto
4 a 10/7/1965	XI Reunião Anual da SBG e XVII Reunião Anual da SBPC	Belo Horizonte
21 a 23/7/1966	XII Reunião Anual da SBG	Piracicaba
25 a 31/7/1966	Internacional Symposium on Genetics	Piracicaba
9 a 15/7/1967	XIII Reunião Anual da SBG e XIX Reunião Anual da SBPC	Rio de Janeiro
7 a 13/7/1968	XIII Reunião Anual da SBG e XX Reunião Anual da SBPC	São Paulo
29/6 a 5/7/1969	XIV Reunião Anual da SBG e XXI Reunião Anual da SBPC	Porto Alegre
5 a 11/7/1970	XV Reunião Anual da SBG e XXII Reunião Anual da SBPC	Salvador

Fonte: A própria autora.

Em 1963, um novo plano trienal da Fundação Rockefeller foi estabelecido para desenvolver as Comissões de Genética (SALZANO, 2011). As comissões permanentes<sup>172</sup> se organizaram da seguinte forma:

<sup>172</sup> Posteriormente, em 1966, as quatro Comissões Permanentes foram renomeadas: 1) Comissão de Genética Animal: Secretário Geral: Luiz Edmundo Magalhães; Segundo Secretário: Edmundo K Marques; Membros: Antônio Buschinelli, Antônio R. Cordeiro, Celso A. Mourão, Giorgio Schreiber e Warwick E. Kerr.; 2) Comissão de Genética Humana: Secretário Geral: Bernardo Beiguelman; Segundo Secretário: Ademar Freire-Maia; Membros: Cora Pedreira; Manuel Ayres, Newton Freire-Maia, Pedro Saldanha, Oswaldo Frota-Pessoa e Willy Beçak; 3) Comissão de Genética Molecular e de Microorganismos: Secretário Geral: Francisco J.S. Lara; Segundo Secretário: João Lúcio de Azevedo; Membros: Casemiro Tondo, Crodowaldo Pavan, Luiz Caldas, Maury Miranda e Rahme N. Neder; 4)

- 1) Comissão de Genética Animal: Secretário Executivo: Luiz E. de Magalhães; Segundo Secretário: Almiro Buschinelli; Membros: Antônio Cordeiro, Celso A. Mourão, George O'Neill Addison, Giorgio Schreiber e João Veiga;
- 2) Comissão de Genética Humana: Secretário Executivo: Pedro Saldanha; Segundo Secretário: Ademar Freire-Maia; Membros: Antônio Cestari, Bernardo Beiguelman, Cora Pedreira, Francisco Salzano, Newton Freire-Maia e Willy Beçak;
- 3) Comissão de Genética de Microrganismos e Genética Molecular: Secretário: Francisco Lara; Segundo Secretário: Hildebrando da Silva; Membros: Erney Camargo; José Fernandes, João Lúcio de Azevedo, Luiz Caldas, Rahme Nader e Rudolf Hausmann;
- 4) Comissão de Genética Vegetal: Secretário Executivo: Alcides Carvalho; Segundo Secretário: Almiro Blumenschein; Membros: Ady da Silva, A.S. Pompeu, Ernesto Paterniani, Teixeira Alves e José de Alencar.

No plano trienal das Comissões, a Fundação Rockefeller injetaria na Comissão de Genética Humana 200 mil dólares. As verbas serviriam para manutenção de equipamentos e infraestrutura; investimentos em pesquisas; compra de materiais bibliográficos; equipamentos e material de laboratório; pagamentos de serviços de laboratórios; e bolsas de estudo<sup>173</sup>. Os laboratórios da Comissão de Genética Humana envolveram:

1. Laboratório de Genética Humana da Universidade do Paraná (Coord. Newton Freire-Maia);
2. Laboratório de Genética Humana do Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP (Coord. Oswaldo Frota-Pessoa);
3. Laboratório de Genética Humana da Universidade do Rio Grande do Sul (Coord. Francisco Salzano);
4. Laboratório de Genética Humana do Hospital de Clínicas da Universidade da Bahia (Coord. Cora Pedreira);
5. Laboratórios de Genética Biofísica da Universidade do Rio Grande do Sul (Coord. Casemiro Tondo);
6. Laboratório de Genética Médica da Faculdade de Medicina (Coord. Pedro

---

Comissão de Genética Vegetal: Secretário Geral: Almiro Blumenschein; Segundo Secretário: Antônio S. Pompeu; Membros: Ady Silva, Alcides Carvalho, Edmundo Heidrich Sobrinho, Ernesto Paterniani e Jairo Silva.

<sup>173</sup> Relação de pedidos de auxílios dos diversos Laboratórios de Genética Humana à Fundação Rockefeller, elaborada por Pedro Henrique Saldanha, 19 fev. 1963.

Saldanha).

Os projetos cooperativos da Comissão de Genética Humana ainda se devolveram até o final da década de 1960, momento em que se ampliavam as pesquisas com citogenética humana – iniciadas por Willy Beçak no Instituto Butantan. Em 1964, o Brasil realizou o Simpósio sobre Citogenética de Mamíferos e Problemas Relacionados com a Radiobiologia no Rio de Janeiro e São Paulo, e que teve como resultado a obra *Mammalian Cytogenetics and Related Problems*, organizado por Crodowaldo Pavan, Carlos Chagas e Oswaldo Frota-Pessoa – a obra foi publicada pela Universidade de Oxford.

Ainda neste período, a Comissão de Genética Humana realizou uma campanha envolvendo o ensino de genética nos cursos de medicina e a prática do aconselhamento genético no Brasil. Inicialmente deveria se investir no ensino de genética e na criação dessa disciplina para os cursos de medicina.

A discussão sobre o ensino da genética nas faculdades de medicina se iniciou a partir de uma iniciativa da *World Health Organization* que propôs a criação de um comitê de especialistas em genética humana, do qual Oswaldo Frota-Pessoa fez parte (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1962). As discussões da WHO versavam sobre a importância do ensino de genética humana para a formação dos médicos e da importância do aconselhamento genético nos laboratórios de genética humana.

Segundo a WHO (1962), a genética humana havia alcançado um rápido desenvolvimento e existiam cinco razões mínimas para a genética ser incluída no curso médico:

1. O combate e tratamento das doenças prolongou a vida das pessoas e o estudo das doenças ou anomalias genéticas deve ser uma parte da vida do médico;
2. O estudo dos grupos sanguíneos teve aplicações importantes no campo das transfusões e da prevenção da eritoblastose fetal;
3. A química molecular trouxe inovações para os estudos das estruturas dos genes e de anomalias, que, por sua vez, causam muitas doenças hereditárias;
4. A opinião pública se preocupa com os efeitos da radiação ionizante;
5. As técnicas de citogenética permitiram a investigação dos cromossomos e de suas anomalias.

A Comissão de Genética Humana foi pioneira na defesa do ensino de genética para os médicos e já contava – desde o final da década de 1950 – com a implantação

da disciplina de genética feita por Pedro Saldanha e Cora Pedreira, respectivamente, nas Faculdade de Medicina da USP e Faculdade de Medicina da Universidade da Bahia. Entre o final da década de 1960 e início de 1970, muitas faculdades de medicina inseriram a disciplina de genética e/ou criaram departamentos de genética. Em geral, os responsáveis por este processo de inserção da genética nos cursos de medicina estavam frequentemente associados aos pesquisadores dos laboratórios da Comissão de Genética Humana da SBG. Na Tabela 4.4 verifica-se uma relação dos departamentos e/ou disciplinas de genética criados por pesquisadores ligados à Comissão de Genética Humana.

Tabela 4.4 - Disciplina de Genética e Departamentos de Genética criados entre 1960 e 1970.

<b>Ano de fundação</b>	<b>Pesquisador/ Origem (Identificação do Laboratório de Genética Humana/ ou outro pertencente a SBG)</b>	<b>Disciplina ou Departamento fundado/ Universidade</b>
1958	Pedro Henrique Saldanha (Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	Disciplina de Genética na Faculdade de Medicina USP
1959	Cora Pedreira (Universidade da Bahia/ estágio no Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	Disciplina, Laboratório de Genética Humana e 2ª Cadeira de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da Bahia
1962/1963	Ademar Freire-Maia (Universidade do Paraná/ Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	Departamento de Genética da UNESP de Botucatu.
1963	Bernardo Beiguelman (Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	Departamento de Genética Médica da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP
1963-1964	Pedro Henrique Saldanha (Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	- Disciplina de genética médica na Faculdade de Medicina da Santa Casa de São Paulo;  - Disciplina de genética médica na Faculdade de Medicina de Marília
1964	Warwick Estevam Kerr (ESALQ/ Departamento Biologia Geral FFCL/USP), Henrique Krieger	Departamento de Genética de Ribeirão Preto



	(Laboratório da Universidade do Paraná) e Newton Freire-Maia (Laboratório da Universidade do Brasil/ Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	
1964	Antônio Rodrigues Cordeiro (Universidade do Rio Grande do Sul/ Departamento Biologia Geral FFCL/USP) e Warwick Estevam Kerr (ESALQ/ Departamento Biologia Geral FFCL) e Newton Freire-Maia (Laboratório da Universidade do Brasil/ Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	Departamento de Genética e Morfologia da Universidade de Brasília
1969	Eliane Azevedo (Laboratório de Genética da Universidade da Bahia)	Departamento de Genética Médica da Universidade Federal da Bahia
1969-1970	Bernardo Beiguelman (Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	-Departamento de Genética Médica da Faculdade de Medicina da Fundação Universitária do ABC  - Disciplina de Genética Humana do Instituto de Psicologia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas
1970	Heleneide Resende de Souza Nazareth e Joyce Anderson Duffles Andrade (Laboratório de Genética do Instituto Butantan)	Disciplina e Departamento de Morfologia e Genética da Escola Paulista de Medicina.
1971	Newton Freire-Maia (Laboratório da Universidade do Brasil/ Departamento Biologia Geral FFCL/USP)	Departamento de Genética da Universidade do Paraná

Fonte: A própria autora.

A significativa quantidade de cursos ou departamentos de genética envolvendo as várias universidades brasileiras – conforme a Tabela 4.3 – chama a atenção para o papel articulador e o desenvolvimento da Comissão de Genética Humana, e também da própria SBG, além de se perceber a expansão de uma rede difusora de

pesquisadores da genética humana.

Outro ponto a ser discutido, em consequência da criação de disciplinas e departamentos de genética, é a expansão do serviço de aconselhamento genético. Utilizado de forma pioneira, por exemplo, pelos Laboratórios de Genética Humana da Universidade da Bahia e o Departamento de Biologia Geral da FFCL/USP, o aconselhamento genético era fundamental para realizar os diagnósticos. Com o auxílio da citogenética e do cariótipo, os geneticistas e médicos poderiam estabelecer a origem genética de doenças e síndromes congênitas, especialmente para Down, surdez, síndrome do X frágil, entre outras (BEÇAK, FROTA-PESSOA, 1973).

Segundo Angela Maria Vianna Morgante, que é professora sênior no Departamento de Genética e Evolução do IB da USP e se graduou em história natural na década de 1960 na Universidade da Bahia – sendo, portanto, aluna de Cora Pedreira – no Laboratório de Genética Humana,

[...] a Profa. Cora Pedreira desenvolvia pesquisa em Genética Humana e as anemias hereditárias eram um dos assuntos pesquisados, com foco especial na anemia falciforme. Essa anemia, frequente em afrodescendentes, constitui problema de saúde pública na população baiana. Minha iniciação científica foi, assim, num laboratório universitário em que se faziam testes genéticos para diagnóstico de anemia falciforme, permitindo tratamento adequado para os afetados e identificação e orientação de pessoas de suas famílias, que não tinham a anemia, mas que tinham probabilidade alta de virem a ter crianças afetadas, visando à prevenção<sup>174</sup>.

Angela Morgante veio fazer pós-graduação no Laboratório de Genética Humana com Frota-Pessoa no Departamento de Biologia Geral e analisou o serviço de aconselhamento genético coordenado por Frota-Pessoa.

O Serviço de Aconselhamento Genético derivou da pesquisa na área de Genética Humana. O professor Frota-Pessoa criou o serviço no Departamento de Biologia, uma unidade universitária de ensino e pesquisa, não um hospital, então, havia ligações com serviços médicos diversos, como a APAE e clínicas médicas da cidade de São Paulo, principalmente com os serviços públicos de saúde. Interagíamos, especialmente, com o berçário do Hospital Universitário – USP, na realização de testes genéticos. O Prof. Frota-Pessoa orientava médicos que foram colegas meus na pós-graduação. Esses médicos eram formados e treinados para atuar na área da Genética Médica e no Aconselhamento Genético. Dessa forma, éramos uma

---

<sup>174</sup> Entrevista realizada pela autora, Apêndice B, p. 235.

equipe multidisciplinar<sup>175</sup>.

Mais uma vez observa-se a importância das parcerias que os laboratórios ligados à Comissão de Genética Humana realizavam e como a comissão influenciou na formação de gerações de pesquisadores – inclusive lançando obras introdutórias sobre a genética humana e médica. Em 1968 foi publicada a primeira obra brasileira de genética médica intitulada *Introdução à Genética Médica*, organizada por Willy Beçak e Oswaldo Frota-Pessoa. A obra contou com a participação dos geneticistas Ademar Freire-Maia, Antônio Lagden Cavalcanti, Bernardo Beiguelman, Francisco Marçallo, Henrique Krieger, Fritz Ottensooser, Newton Freire-Maia, Pedro Saldanha e Warwick Kerr, além da argentina Norma Magnelli.

O recorte final da pesquisa termina em 1970, com uma grande expansão dos pesquisadores da Comissão de Genética Humana para várias universidades brasileiras, conforme a Tabela 4.4, o desenvolvimento dos projetos cooperativos internacionais da WHO e James Nell, envolvendo o estudo das populações indígenas e da região de alta *background*, em Guarapari, e o projeto das populações de imigrantes nordestina da Hospedaria dos Imigrantes de São Paulo, envolvendo Newton Morton. Estes resultados atestam, certamente, a participação da genética humana brasileira em uma rede internacional de pesquisas, e seu consequente reconhecimento internacional como um dos melhores grupos de pesquisa da genética humana mundial.

A partir dos anos de 1970, este grupo continuou se desenvolvendo, ganhando indicações para ocupar cargos de consultoria e participação em pesquisas cooperativas em importantes organizações internacionais com a *World Health Organization*, *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) e o *International Council of Scientifics*, além de prêmios internacionais – como Oswaldo Frota-Pessoa, o segundo<sup>176</sup> brasileiro a ganhar o prêmio Kalinga para a popularização da ciência (ver Figura 71), oferecido pela UNESCO, em 1982.

---

<sup>175</sup> Entrevista realizada pela autora, Apêndice B, p. 236.

<sup>176</sup> O primeiro brasileiro havia sido José Reis, em 1974.

Figura 71 - Oswaldo Frota-Pessoa com Amadou-Mahtar M'Bow, diretor geral da UNESCO, recebendo o Prêmio Kalinga em 1984.



Fonte: Arquivo Pessoal de Oswaldo Frota-Pessoa.

## CONCLUSÃO

Esta tese procurou discutir o desenvolvimento histórico da genética no Brasil, restringindo-se ao recorte temporal de 1920 a 1970. O problema central foi analisar o processo de origem e desenvolvimento da genética brasileira, o que envolveu sua institucionalização e os desdobramentos na genética de populações de *Drosophila* a partir de 1943 e, posteriormente, na genética de populações humanas na década de 1950.

Dessa forma, buscou-se a investigação de duas hipóteses que pudessem trazer respostas a esse problema. A primeira hipótese foi baseada no pressuposto de que a história da genética no Brasil, nos anos de 1920, teve suas origens ligadas ao ensino da genética nas escolas agrícolas; a segunda constituiu-se na ideia de que o desenvolvimento e a institucionalização da genética de populações de *Drosophila* e da genética de populações humanas foram realizados por meio da formação de redes de pesquisadores brasileiros e da participação de grupos internacionais de pesquisadores.

A tese comprovou a primeira hipótese, apontando que o ensino da disciplina de genética foi realizado na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP, com a participação pioneira de Carlos Teixeira Mendes, em 1918, e Octávio Domingues, em 1924. Por suas influências europeias de pesquisa, Carlos Teixeira Mendes e Octávio Domingues discutiam o mendelismo em suas aulas e criaram os campos de pesquisa da Fazenda Modelo, trabalho que resultou no melhoramento de muitas culturas agrícolas, tais como milho, mandioca, batatinha, cana-de-açúcar, alfafa, arroz e café.

Ainda em relação à primeira hipótese, a tese destacou o papel precursor do Instituto Agrônomo de Campinas nas pesquisas de melhoramento genético vegetal, análises dos estudos de campo realizados pela Seção de Experiências e pelas estações experimentais, na gestão do diretor Theodureto Leite de Almeida de Camargo a partir de 1924.

A segunda hipótese também se confirmou. A tese buscou mostrar como a formação de redes de pesquisa proporcionou o desenvolvimento da história da genética brasileira. Ao confirmar o desenvolvimento de redes de pesquisa, desejou-se, conjuntamente, responder aos problemas de investigação da tese, que eram os

seguintes: No desenvolvimento da genética de populações de *Drosophila* e de populações humanas, é possível aplicar o conceito de rede? Em caso afirmativo, o que poderia ter funcionado como centro de disseminação de pesquisadores brasileiros? Qual é o papel de instituições como a Fundação Rockefeller e a Sociedade Brasileira de Genética? Nos estudos de populações humanas, os pesquisadores brasileiros participaram de projetos cooperativos, conforme havia acontecido na genética de populações de *Drosophila*? Estava a genética humana inserida em uma rede internacional de pesquisas em genética de populações humanas, à semelhança do caso da genética de populações de *Drosophila*?

A tese procurou apontar, portanto, respostas a essas questões, que serão sintetizadas abaixo e que envolvem diretamente seu problema central, que é a análise do desenvolvimento da história da genética no Brasil entre 1920 e 1970.

O processo de institucionalização da genética se iniciou com André Dreyfus, Rosina de Barros, Crodowaldo Pavan e Brito da Cunha no Departamento de Biologia Geral da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, que desenvolveu como linha de pesquisa central a genética de populações de *Drosophila* por meio da vinda de Theodosius Dobzhansky em 1943.

Dobzhansky fazia parte de uma rede internacional de pesquisas genéticas de populações de *Drosophila* que se destacou como uma das principais linhas de pesquisa da história da biologia. A vinda de Dobzhansky foi motivada pela Fundação Rockefeller e tinha o interesse de desenvolver pesquisas com espécies tropicais de *Drosophila*, além de iniciar o grupo de alunos de André Dreyfus, no Departamento de Biologia Geral da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP.

A partir de 1943, formou-se a Escola Dreyfus-Dobzhansky, que se converteu em um polo de atração e formação de pesquisadores brasileiros na genética de populações. Tais pesquisadores brasileiros vinham, sobretudo, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, do Instituto Agronômico de Campinas, da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro, e de Universidades do Rio Grande do Sul e da Bahia, não federalizadas até a década de 1970.

O que a tese procurou destacar é que os pesquisadores formados na genética de populações de *Drosophila* se envolveram, com muitas publicações, em uma rede internacional de pesquisa e formaram novos centros de pesquisa no Brasil. Dessa forma, além de pesquisas de genética de populações de *Drosophila*, desenvolveram-

se também outras áreas de interesse nacional, assim como a genética de populações de milho e a genética de populações humanas. O resultado foi que esses geneticistas brasileiros também estabeleceram novos centros de pesquisas, aumentando a rede e atraindo alunos interessados nessas áreas.

O ponto central da tese foi a comprovação da segunda hipótese, demonstrando o desenvolvimento da genética brasileira por meio da formação de redes.

Dessa forma, a tese corroborou a atuação da Comissão de Genética Humana como uma rede de pesquisa brasileira em genética de populações humanas, que coordenou o desenvolvimento dessa área no Brasil. A Comissão de Genética Humana, sob a coordenação de Frota-Pessoa, compreendia uma concentração de recursos nos laboratórios de genética e estava em constante conexão por meio de seus líderes Frota-Pessoa, Pedro Saldanha, Francisco Salzano, Newton Freire-Maia, Cora Pedreira e Antônio Cavalcanti, além do líder periférico Willy Beçak, do Instituto Butantan. Seu principal feito foi o envolvimento e a participação direta em projetos cooperativos internacionais da *World Organization Health* e das Universidades de Michigan e Wisconsin, que participavam de uma rede internacional de pesquisas de populações humanas.

Outro ponto assinalado pela tese foi o papel da Fundação Rockefeller, com uma função diretiva da “agenda” da pesquisa de genética e um investimento aproximado de 820 mil dólares. A tese também destacou a importância do fomento nacional, assinalando o papel do CNPq e da Capes, principalmente. A Fundação Rockefeller, representada por Harry Miller Jr. e Robert Briggs, foi fundamental para a entrada da Comissão de Genética Humana na rede de pesquisa internacional de populações humanas.

Da mesma forma que ocorreu com a genética de populações de *Drosophila* e com a vinda de Dobzhansky, James Neel e Newton Morton atuaram na formação dos geneticistas brasileiros e estabeleceram projetos cooperativos internacionais que tinham um interesse mundial em estudar a diversidade étnico-racial das populações humanas no Brasil, bem como as populações que viviam nas áreas de *High Natural Background Radiation* – caso do Projeto Guarapari, em parceria com a *World Organization Health* e a Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Destaca-se ainda o papel da Comissão de Genética Humana no desenvolvimento de outros grupos, laboratórios e departamentos de genética pelo

Brasil, demonstrando que o papel da rede também era a disseminação de novos grupos de pesquisadores. Nas palavras de Latour, a rede era tão conectada e tão expansiva, que parecia estar em todos os lugares. A partir da Comissão de Genética Humana, muitas universidades brasileiras institucionalizaram a genética humana e médica, o que contribuiu grandemente para o desenvolvimento da prática do aconselhamento genético e para os estudos de inúmeras doenças nas populações humanas brasileiras.

Por fim, esta tese procurou contribuir para apresentar novas possibilidades de estudo e temas sobre a história das ciências no Brasil, além de fazer avançar o debate sobre a historiografia das ciências ao propor que a história da genética brasileira tenha se desenvolvido por meio do conceito de redes, e que a Comissão de Genética Humana foi a rede de atuação para o desenvolvimento da história da genética de populações humanas.

Por limitações diversas, alguns temas não puderam ser desenvolvidos e podem ser objetos de novas pesquisas da autora e/ou de outros pesquisadores, a saber: as influências dos pesquisadores alemães e franceses na formação das escolas e institutos agrícolas; o papel dos médicos hematologistas brasileiros como precursores da genética humana, como o médico Jessé Accioly, que havia descoberto os mecanismos de herança da anemia falciforme paralelamente ao norte-americano James Neel; a função da *World Organization Health* e suas ações diretas sobre projetos de pesquisa na genética de populações humanas ao redor do mundo; a ligação de projetos de genética que a Fundação Rockefeller financiava nos países da América Latina com o Brasil; entre outros.

Espera-se que, a partir desta tese, outros temas de pesquisa possam emergir, tais como: a história da genética humana molecular brasileira, que foi realizada pela geração de pesquisadores formados a partir dos geneticistas da Comissão de Genética Humana e patrocinada por instituições de fomento brasileiras, como o CNPq, a Capes e a Fapesp; a participação e inserção dos geneticistas brasileiros no Projeto Genoma; e os estudos atuais sobre células-tronco, reprodução humana e suas possibilidades de pesquisa, também encabeçados por pesquisadores como Mayana Zatz, Thomas Gollop, Maria Rita dos Santos e Passos Bueno, Lygia da Veiga Pereira e outros, que foram frutos diretos e indiretos da Comissão de Genética Humana ou já influenciados pela história de sucesso da genética brasileira.



Finalmente, esta tese destacou a importância das pesquisas da genética de populações de *Drosophila*, populações humanas e sua contribuição para uma história de sucesso da genética brasileira e sua reconhecida importância internacional, provando ser ela muito anterior à publicação brasileira sobre o genoma da *Xylella* na *Nature* no ano 2000.

## FONTES

### **Arquivo Pessoal Oswaldo Frota-Pessoa**

Boletim da Sociedade Brasileira de Genética, São Paulo, v. IV, n. 1 e 2, jan/jun. 1962.

Correspondência de Harry Milton Miller Jr. para Crodowaldo Pavan. The Rockefeller Foundation, New York, 23 jun. 1959.

Correspondência de Harry M. Miller Jr, para Anísio Spínola Teixeira. The Rockefeller Foundation, New York, 8 mai. 1959.

Correspondência de James von Gundia Neel para Dears members of the Human Genetics Comission of Brazil: Oswaldo Frota-Pessoa, Newton Freire-Maia, Francisco Mauro Salzano, Pedro Clóvis Junqueira. The University of Michigan, Ann Arbor, 27 dez. 1961.

Correspondência de Pedro Paulo Saldanha para Oswaldo Frota-Pessoa. Universidade de Michigan, Ann Arbor, 3 jan. 1961.

Correspondência de Pedro Paulo Saldanha para Oswaldo Frota-Pessoa. Universidade de Michigan, Ann Arbor, 10 jan. 1961.

Correspondência de Oswaldo Frota-Pessoa para Harry M. Miller Jr. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 12 jan. 1960.

Correspondência de Oswaldo Frota-Pessoa para Harry M. Miller Jr. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 10 dez. 1960. Relação de pedidos de auxílios dos diversos Laboratórios de Genética Humana à Fundação Rockefeller, elaborada por Pedro Henrique Saldanha, 19 fev. 1963.

Lista de trabalhos publicados por membros do Laboratório de Genética Humana (1959-1962). Cátedra de Química Fisiológica (Disciplina de Genética) da Faculdade de Medicina, da Universidade de São Paulo.

Plano de curso de Genética Humana, realizado pelo Departamento de Biologia Geral da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, pela Cátedra de Química Fisiológica (Disciplina de Genética) da Faculdade de Medicina, da Universidade de São Paulo, organizado pelos professores Oswaldo Frota-Pessoa e Pedro Henrique Saldanha.

Relação de pedidos de auxílios dos diversos Laboratórios de Genética Humana à Fundação Rockefeller, elaborada por Pedro Henrique Saldanha, 19 fev. 1963.

SALDANHA, P. H. (1961). Laboratório de genética humana da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Separata e Atas do Primeiro Simpósio Sul-Americano de Genética, 1960, p. 97-101).

### **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

#### **Biblioteca Central da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Setor de Obras Raras)**

DOMINGUES, O. **Introdução ao Estudo do Melhoramento dos Animais Domésticos**. Piracicaba, SP: sem editora, 1928.

\_\_\_\_\_. **Os Métodos de Reprodução no Melhoramento do Caracu**. São Paulo: Tipografia Rothschild, 1929. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo; Diretoria de Publicidade; Distribuição Gratuita.

MENDES, C. T. **Melhoramento de Variedades Agrícolas**. Piracicaba: Tipografia da Livraria Americana, 1917. Dissertação apresentada à banca julgadora do Concurso para preenchimento da Cátedra de Agricultura da Escola Agrícola “Luiz de Queiroz” de Piracicaba.

PIZA Jr., S. de T. “Sobre a tão debatida questão da hereditariedade dos caracteres adquiridos”. **OESP**, 17 de abril de 1926.

\_\_\_\_\_. **O Gênero Babesia (Piroplasma) e a Babesiose (Piroplasmose) dos Animais Domésticos**. São Paulo: Tipografia Rothschild, 1926. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo; Diretoria de Publicidade; Distribuição Gratuita.

\_\_\_\_\_. **Localização dos fatores da linina nuclear como base de uma nova teoria da hereditariedade**. Piracicaba, São Paulo: Irmãos Perches & Cia, 1930.

\_\_\_\_\_. **O Citoplasma e o Núcleo no Desenvolvimento e na Hereditariedade**. Piracicaba, SP: Tipografia Jornal de Piracicaba, 1941.

SOUZA REIS, F. T. **O Ensino na Escola Agrícola ‘Luiz de Queiroz’ de Piracicaba**. São Paulo: Olegário Ribeiro, 1921.

### **Museu e Centro de Ciências, Educação e Artes “Luiz de Queiroz”**

Caderneta de Aula. ‘Agricultura Especial Teórica’. 2ºSemestre, 2º Ano, 1919.  
Professor: Carlos Teixeira Mendes.

### **Setor de Protocolo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo**

Processo nº 275. Carlos Teixeira Mendes/ Sobre a especialização na França.

Processo nº 12g. Salvador de Toledo Piza Jr. pede transferência de Cadeira (da 9ª Cadeira para a 19ª, Citologia e Genética.

### **Universidade de São Paulo**

#### **Arquivo da Reitoria e do Instituto de Biociências da USP**

Processo nº 5.939-70, 15 de janeiro de 1970. Órgão Reitoria/USP. Assunto: Portaria que fixa as normas da Reforma Universitária de 70.

Processo nº 6.207-7, 30 de março de 1970. Órgão FFB/USP. Assunto: Separação das disciplinas biológicas entre a Faculdade de Ciências Biomédicas e Faculdade de Medicina.

#### **Arquivo Pessoal Crodowaldo Pavan (Comissão da Memória do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo)**

Circular nº 957 de 14 de setembro de 1961. Órgão – FFCL/USP. Proposta de reestruturação do Curso de História Natural e a criação de um curso de Biologia.

DOBZHANSKY, T. Adaptation in man and animals: a synthesis. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 91, n. 3, p. 634-636, jun. 1961.

\_\_\_\_\_. Conferência: Conceito Genético da Evolução Humana pelo Prof. Theodosius Dobzhansky da Columbia University, s/d. (mimeografada)

\_\_\_\_\_. Genetic entities in hominid evolution. *Classification and Human Evolution*, Chicago, p.347-362, 1963.

\_\_\_\_\_. Genetic homeostasis. **Evolution**, v. IX, n. 1, mar., 1955.

\_\_\_\_\_. Genetics and the Destiny of Man. **The Antioch Review**, Yellow Springs, p.57-68, 1959.

\_\_\_\_\_. Human Nature as a Product of Evolution. **New Knowledge in Human Values**, New York, p. 75-85, 1959.

Lista dos endereços dos membros das comissões de Genética da Sociedade Brasileira de Genética. Cátedra de Química Fisiológica (Disciplina de Genética) da Faculdade de Medicina, da Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. Genética sem gens. In: CONGRESO SULAMERICANO DE ZOOLOGÍA, 1, s/d., La Plata, Actas e trabajos...sección VII, 325-333.

\_\_\_\_\_. História do conceito de gen. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.13, n.2, p.65-68, 1961.

Processo no 18.769/65 de 11 de julho de 1966. Universidade de São Paulo. Centro de Treinamento para Professores de Ciências Exatas e Naturais.

### **Centro de Apoio à Pesquisa em História “Sérgio Buarque de Holanda” (CAPH) da Universidade de São Paulo**

Anuário da FFCL/USP. Órgão/USP. Data – 1934, 1935, 1936, 1937/1938, 1939/1949, 1950, 1951, 1952.

Decreto nº 12.511, de 21 de janeiro de 1942. Órgão – FFCL/USP. Regimento de concurso para provimento de cargos de Professor Catedrático e Livre-Docência da FFCL.

Decreto nº 21.780, de 15 de outubro de 1952. Órgão – FFCL/USP. Regimento de doutoramento da FFCL/USP.

Decreto nº 7.069, de 6 de abril de 1935. Órgão – Secretaria. Regulamento da FFCL/USP.

Decreto nº 12.038, de 01 de julho de 1941, da Secretaria de Estado da Educação e Saúde Pública de São Paulo, aprovando o regulamento da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1941.

Filosofia, Ciências e Letras. Órgão do Grêmio da FFCL/USP. Data – 1936- 1938, 1940, 1941, 1945, 1953.

Guia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras para 1943. Seção de Publicações da FFCL/USP. São Paulo, 1943.

Guia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras para 1948. Seção de Publicações da FFCL/USP. São Paulo, 1948.

Guia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras para 1951. Seção de Publicações da FFCL/USP. São Paulo, 1951.

Guia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras para 1953. Seção de Publicações da FFCL/USP. São Paulo, 1953.

Guia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras para 1954. Seção de Publicações da FFCL/USP. São Paulo, 1954.

Programas Aprovados pela Congregação para o Ano Letivo de 1953. Seção de Publicações da FFCL/USP. São Paulo, 1953.

Programas Aprovados pela Congregação para o Ano Letivo de 1954. Seção de Publicações da FFCL/USP. São Paulo, 1954.

Universidade de São Paulo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 22 fev. 1934, p. 4.

**Centro de Documentação da Fundação Getúlio Vargas (CPDOC/ RJ)**

BRIEGER, F. G. (1986). **Friedrich Gustav Brieger: depoimento**, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986.

CORDEIRO, A. (1985). **Antônio Cordeiro: depoimento**, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1985.

MILLER JR., H. (1991). **Harry Miller Jr.: depoimento**, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1991.

PAVAN, C. (1985). **Crodowaldo Pavan: depoimento**, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1985.

VANZOLINI, P. (1986). **Paulo Vanzolini: depoimento**, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986.

VAZ, Z. (1986). **Zeferino Vaz: depoimento**, 1977. Rio de Janeiro: CPDOC, 1986.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERVO DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO (FMRP/USP). Disponível em: < <http://rcm.fmrp.usp.br/corpo-docente-pioneiro/>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

ACERVO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO (UFES). Disponível em: < <https://especiais.gazetaonline.com.br/bomba/>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

ALVAREZ, M. O contributo da genética para a evolução do pensamento evolutivo. **Antropologia Portuguesa**, Coimbra, n. 26/27, p. 121-135, 2009/2010. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/21457/1/AP26.27.pdf>> Acesso: 12 ago. 2018.

ALVES, O. R. **Os homens que governaram São Paulo**. São Paulo: Nobel; ed. da Universidade de São Paulo, 1996.

AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY. Disponível em: <<https://fineartamerica.com/featured/andre-dreyfus-american-philosophical-society.html>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

AMERICAN SOCIETY OF HUMAN GENETICS. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1288160/>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

ANDRADE, A. M.R. de; SANTOS, T. L. dos. A dinâmica política da criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, 1956-1960. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas*, Belém, v. 8, n. 1, p. 113-128, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-81222013000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-81222013000100007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 ago. 2018.

ANTUNHA, H. C. G. **Universidade de São Paulo: fundação e reforma**. São Paulo: Ministério da Educação/ FINEP/ CRPE, 1974.

ARAÚJO, A. M. de. A influência de Theodosius Dobzhansky no desenvolvimento da genética no Brasil. **Episteme**, Porto Alegre, v.3, n. 7, p. 43-54, 1998.

\_\_\_\_\_. O salto qualitativo em Theodosius Dobzhansky: unindo as tradições naturalista e experimentalista. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, Rio de Janeiro, v. VIII, n. 3, p. 713-726, set/dez. 2001.



\_\_\_\_\_. Spreading the evolutionary synthesis: Theodosius Dobzhansky and genetics in Brazil. **Genetis and Molecular Biology**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 467-475, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-4757200400300025&lng=em&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-4757200400300025&lng=em&nrm=iso)>. Acesso em: 21 out. 2017.

\_\_\_\_\_; MARTINS, L. Al-C. P., “A teoria cromossômica da herança e a teoria do plastinema de Toledo Piza Jr.: um confronto esquecido”. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 3, p. 1-19, 2015.

AZEVEDO, E. E. de S. Genética humana no Brasil: passado e presente. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 41, p. 442-444, 1989.

AZEVEDO, F. de. **A cultura brasileira**: introdução ao estudo da cultura no Brasil. 4 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1964.

\_\_\_\_\_. (Org.) **As Ciências no Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: ed. da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994. 2 v.

BARBOSA, A. M; LONA, M.T. Mulheres nas Artes e no Design: As Garotas de Glasgow. **25º Encontro da ANPAP - Arte**: seus espaços e/em nosso tempo. Porto Alegre / RS, 26 a 30 de setembro de 2016. Disponível em: <[anpap.org.br/anais/2016/simposios/s4/ana\\_mae\\_barbosa-miriam\\_therezinha\\_lona.pdf](http://anpap.org.br/anais/2016/simposios/s4/ana_mae_barbosa-miriam_therezinha_lona.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2017.

\_\_\_\_\_; FACCA, C. A. A experiência de John Dewey no ideário bauhauseano e a questão de gênero: o legado de Marta Erps-Breuer, In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas, 26º, 2017, Campinas. **Anais do 26º Encontro da Anpap**. Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2017, p. 301-316. Disponível em: <[http://anpap.org.br/anais/2017/PDF/S01/26encontro\\_\\_\\_\\_BARBOSA\\_Ana\\_Mae\\_Barbosa\\_\\_FACCA\\_Claudia\\_Alquezar.pdf](http://anpap.org.br/anais/2017/PDF/S01/26encontro____BARBOSA_Ana_Mae_Barbosa__FACCA_Claudia_Alquezar.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2017.

BARROS, R. de. **Parenquima de triclades do gênero *euplanaria***. 1943. 120 f. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1943.

BEÇAK, W. Sobre a história da genética no Instituto Butantan. **Caderno História da Ciência**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 113-134, jun. 2008. Disponível em: <[http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1809-76342008000100007&lng=pt&nrm=iso](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-76342008000100007&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 21 ago. 2018.

\_\_\_\_\_; FROTA-PESSOA, O. **Genética Médica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier; Brasília: INL, 1973.

BEIGUELMAN, B. A genética humana no Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 1198-1217, 1979.

\_\_\_\_\_. A genética humana no Brasil. In: In: FERRI, M. F.; MOTOYAMA, S. (Org.). **História das Ciências no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980, p. 274-305.

BEN-DAVID, J. **O papel do cientista na sociedade**: um estudo comparativo. São Paulo: Pioneira; ed. da Universidade de São Paulo, 1974.

BERNAL, J. D. **Ciência na história**. Lisboa: Livros Horizonte, 1965. 7v.

BLACK, G. A.; DOBZHANSKY, T.; PAVAN, C. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. **Botanical Gazette**, n. 111, p. 413-425, 1950.

BRASIL. Decreto nº 39, de 3 de setembro de 1934. Aprova os estatutos da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?historica=decreto-no-39-de-3-de-setembro-de-1934>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

BRASIL. Decreto nº 1.190, de 4 de abril de 1939. Dispõe sobre a organização da Faculdade Nacional de Filosofia. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-1190-4-abril-1939-349241-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 14 ago. 2017.

BRASIL. Decreto nº 7.672, de 19 de agosto de 1941. Dispõe sobre a sociedade "Monazita e Ilmenita do Brasil Ltda." a fazer a lavra da jazida de areias monazíticas, de zircônio e de ilmenita, no município de Guarapari do Estado do Espírito Santo. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1940-1949/decreto-7672-19-agosto-1941-338246-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

BRIEGER, F. G. "The genetic basis of heterosis in maize", **Genetics** v. 35, p. 420-445, 1949.

BUENO, B. **Guarapari**: muito mais que um sonho lindo. Brasília: Thesaurus, 2011.

BURLA, H. et al. Population density and dispersal rates in Brazilian *Drosophila willistoni*. **Ecology**, v. 31, n. 3, p. 393-404, jul.1950.

CAMARGO, J. F. de. **Crescimento da população no Estado de São Paulo e seus aspectos econômicos**. São Paulo, IPE/USP, 1981.

CAMPOS, E. de S. **História da Universidade de São Paulo**. São Paulo: ed. da Universidade de São Paulo, 1954.

CANGUILHEM, G. **Ideologia e racionalidades nas ciências da vida**. Lisboa: Edições 70, [19--].

CARDOSO, I. A. R. **A universidade da comunhão paulista: o projeto de criação da Universidade de São Paulo**. São Paulo: Cortez, 1982.

CARMO, V. do; ALVIM, Z. **Chão fecundo: 100 anos de história do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: IAC, apoio cultural Agroceres, 1987.

CARSON, H. L. (1954), Interfertile Sibling Species in the Willistoni Group of *Drosophila*. **Evolution**, v. 3, p. 148-165, 1954.

COELHO, M. A. (entrevistador). Faculdade de Filosofia da USP: lições inesquecíveis. Depoimentos dos professores Antônio Brito da Cunha, Crodowaldo Pavan e Erasmo Garcia Mendes. In: **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 7, n. 18, p. 189-207, maio/ago. 1993.

\_\_\_\_\_. Warwick Kerr: a Amazônia, os índios e as abelhas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-014200500100004&script=sci\\_arttext&ttng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-014200500100004&script=sci_arttext&ttng=pt)>. Acesso em: 1 dez. 2017.

COLOMBO, C. A.; SIQUEIRA, W. J. Siqueira. IAC: Berço do Melhoramento Genético Contemporâneo no Brasil. **O Agrônomo: Boletim Técnico-informativo do Instituto Agrônomo**. Ed. 69, 2017. Disponível em: <[http://oagronomico.iac.sp.gov.br/?page\\_id=770](http://oagronomico.iac.sp.gov.br/?page_id=770)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Ata da 60ª Sessão da Comissão Nacional de Energia Nuclear, em 7 de dezembro de 1961. Disponível em:

< <http://memoria.cnen.gov.br/memoria/exibeAta.asp?codigo=60>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CENEN). Ata da 167ª Sessão da Comissão Nacional de Energia Nuclear, em 24 de agosto de 1964. Disponível em: < <http://memoria.cnen.gov.br/memoria/exibeAta.asp?codigo=167>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

COYNE, J. A. Evolution: Ernst Mayr (1904-2005). **Science**, v. 307, n. 5713, p. 1212-1213, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/307/5713/1212?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESUL...>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

CRUZ-COKE, R. M. Historia de la genética latinoamericana en el siglo XX. **Revista Médica do Chile**, Santiago, v. 127, n. 12, p. 1524-1532, 1999. Disponível em: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98871999001200016&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98871999001200016&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 23 ago. 2018.

CUNHA, A. B. da. André Dreyfus. **Estudos Avançados**, São Paulo, n. 22, p. 185-188, dez. 1994. Disponível em: <[http://planeta.terra.com.br/educaçao/dfd/artigo\\_dreyfus.html](http://planeta.terra.com.br/educaçao/dfd/artigo_dreyfus.html)>. Acesso em: 17 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. C. Pavan através de algumas reminiscências. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 42, n. 9, p. 688-702, set. 1990.

\_\_\_\_\_. Setenta anos de C. Pavan e a ciência. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 4, p. 683-705, dez. 1989.

\_\_\_\_\_; DOBZHANSKY, T. Combining ability of certain chromosomes in *Drosophila willistoni* and invalidation of the "wild-type" concept. **The American Naturalist**, v. 88, p. 75-86, 1954.

\_\_\_\_\_; FROTA-PESSOA, O.; BLUMENSCHHEIN, A. (Edit.). **Atas do Primeiro Simpósio Sul-americano de Genética**. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras/ USP, 1961.

\_\_\_\_\_; PAVAN, C. Theodosius Dobzhansky and the development of Genetics in Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 387- 395, set. 2003.

DANTES, M. A. M. et al. (org.) **A ciência nas relações Brasil-França (1850- 1950)**. São Paulo: ed. da Universidade de São Paulo/ Fapesp, 1996.

\_\_\_\_\_. A história da ciência e as fronteiras do conhecimento. In: **Simpósio Nacional De História- História: Fronteiras**, 1999. São Paulo: Humanitas/ FFLCH-USP: ANPUH,1999, p. 41-50.

\_\_\_\_\_. (Org.). **Espaços da Ciência no Brasil (1800-1930)**. Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ, 2001.

\_\_\_\_\_. Fases da implantação da ciência no Brasil. **Quipu**. Revista Latino-Americana de História de las Ciéncias y la Tecnologia, v. 5, n. 2, p. 265-275, maio/ago. 1988.

\_\_\_\_\_. Institutos de Pesquisa Científica no Brasil. In: FERRI, M; MOTOYAMA, S. (Orgs.). **História das ciéncias no Brasil**. São Paulo: EPU/ ed. da Universidade de São Paulo, 1979, v. 2, p. 341-367.

DARWIN, C. R. **A origem das espécies**. São Paulo: M. Claret, 2005.

DEBUS, A. A ciência e as humanidades: a função renovadora da indagação histórica. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, v.5, p.3-13, 1991.

DOBZHANSKY, T. André Dreyfus e a Escola Brasileira de Biologia Geral. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 4, n. 3 e 4, p. 166-169, 1952.

\_\_\_\_\_. A evolução humana. **Revista de Antropologia**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 97-102, dez. 1956. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ra/article/view/110336/108911>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Evolution in the Tropics, **American Scientist**, v. 38, p. 209-221, 1950.

\_\_\_\_\_. **Genetics and the Origin of Species**. 2.ed. New York: Columbia University Press, 1941.

DOMINGUES, O. **Eugenia: seus propósitos, suas bases, seus meios**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942.

DREYFUS, A. **Contribuição para o estudo do ciclo cromossômico e da determinação do sexo de *Rhabdias fulleborni* Travassos 1926**. 1937. 130 f. Tese (de Cátedra) – Departamento de Biologia Geral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1937.

\_\_\_\_\_. O estado actual do problema da hereditariedade. In: **PRIMEIRO BRASILEIRO CONGRESSO DE EUGENIA**, 1, 1929. Actas e Trabalhos, Rio de Janeiro, 1929, v. I, p. 96.

\_\_\_\_\_. O sexo nos himenópteros arrenótocos: Biologia, determinação do sexo e ciclo cromossômico do microhimenóptero parasito *Telenomus fariai* Lima. **Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo – Biologia Geral**, v. 5, p. 5-99, 1944.

\_\_\_\_\_; BREUR, M. E. Unicidade ou dualidade dos machos de *Telenomus farai*. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 4, p. 431-441, 1943.

\_\_\_\_\_; CAMPOS, J. E. de S. Estudos sobre cromossomas de Marsupiais brasileiros: os cromossomas na espermatogênese de *Didelphys aurita*. **Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Biologia Geral**, v. 17, n.3, p. 3-19, 1939.

DROUIN, J. M. Mendel: para os lados do jardim. In: SERRES, M. **Elementos para uma história das ciências**. Terramar: Portugal, 2006, v. III, p. 29-47.

DUARTE, W; UDRY, C. V. **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos enérgicos**. Brasília: Paralelo 15, 2000.

**ESALQ 75**. Livro Comemorativo do 75º aniversário da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de S. Paulo. Piracicaba, São Paulo: Editora Franciscana, 1976.

FERNANDES, A. M. **A construção da ciência no Brasil e a SBPC**. Brasília: ed. da Universidade de Brasília/ ANPOCS/ CNPq, 1990.

FERNANDES, F. **A questão da USP**. São Paulo: Brasiliense, 1984.

FERREIRA, P. R.; QUADROS, M. **O Homem que tentou domar o Amazonas:** biografia do cientista Felisberto Camargo, polêmico, ousado e futurista. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

FERRI, M; MOTOYAMA, S. (Orgs.). **História das ciências no Brasil.** São Paulo: EPU; ed. da Universidade de São Paulo, 1979, 3 v.

FIGUEIRÔA, S. F. de M. **As ciências geológicas no Brasil:** uma história social e institucional (1875-1934). São Paulo: HUCITEC, 1997.

\_\_\_\_\_. (Org.) **Um olhar sobre o passado:** história das ciências na América Latina. Campinas: ed. da Universidade de Campinas; Imprensa Oficial, 1999.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1956. Disponível em: <<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122215/Annual-Report-1956.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1957. Disponível em: <<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122218/Annual-Report-1957.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1958. Disponível em: <<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122220/Annual-Report-1958.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1959. Disponível em: <<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/.../Annual-Report-1959.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1960. Disponível em: <<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122225/Annual-Report-1960.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1961. Disponível em: <

<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122227/Annual-Report-1961.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1962. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122229/Annual-Report-1962.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1963. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122232/Annual-Report-1963.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1964. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122234/Annual-Report-1964.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1965. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122236/Annual-Report-1965.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1966. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122238/Annual-Report-1966.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1967. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122240/Annual-Report-1967.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1968. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122242/Annual-Report-1968.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1969. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122244/Annual-Report-1969.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.



FOUNDATION ROCKEFELLER. Annual Report Foundation Rockefeller, 1970. Disponível em: <  
<https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/20150530122246/Annual-Report-1970.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

FORD, E. B. Theodosius Grigorievich Dobzhansky: 25 January 1900 - 18 December 1975, **Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society**, v. 23, p. 59-89, 1977. Disponível em: <  
<http://rsbm.royalsocietypublishing.org/content/roybiogmem/23/58>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

FORMIGA, D. de O. **A Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky: a Institucionalização da genética na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (1934-1956)**. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em História Social) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2007.

FREIRE-MAIA, A. **Carga Genética Humana e Radioatividade Natural no Brasil**. 1972. 185 f. Tese (Livre Docência em Genética Humana e Médica) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu, 1972.

FREIRE-MAIA, N. **Teoria sintética da evolução: de Darwin à teoria sintética**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: ed. da Universidade de São Paulo, 1988.

\_\_\_\_\_; FREIRE-MAIA, A.; QUELCE-SALGADO, A. Lethal Mutations an Brazilian Human Populations. **NATURE**, n.189, v. 4758, p. 80-81, 1961.

FROTA-PESSOA, O. Primórdios da genética humana no Brasil. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 26, p. 25-31, jan./jun. 2003.

GIASS, B. (Ed.) **The Roving Naturalist: travel letters of Theodosius Dobzhansky**. Philadelphia: American Philosophical Society, 1980-81.

GLICK, T. F. A Fundação Rockefeller e a emergência da genética no Brasil (1943-1960). In: DOMINGUES, H. M.; SÁ, M. R. (Orgs.). In: **A recepção do Darwinismo no Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003, p.145-161.

\_\_\_\_\_. O Programa Brasileiro de genética evolucionária de populações, de

Theodosius Dobzhansky. **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v. 28, n. 56, p. 315-325, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-01882008000200002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-01882008000200002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 jul. 2018.

GODOY, P. P. **Estudo da Proveniência e Distribuição de Sedimentos em uma Região de Anomalia Radioativa – Guarapari, Es.** 2018. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

HABIB, P. A. B. B. **Agricultura e biologia na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ): os estudos de genética nas trajetórias de Carlos Teixeira Mendes, Octavio Domingues e Salvador Toledo Piza Jr. (1917-1937).** 2010. 348 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) – Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2010.

\_\_\_\_\_. Agronomia e Biologia: seleção empírica e genética mendeliana na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (1917-1937). **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História- ANPUH**, São Paulo, jul. 2011, p.1-13.

HAUSMANN, R. **História da biologia molecular.** 2.ed. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002.

HENDRY, J. H et al. Human Exposure to High Natural Background Radiation: What Can It Teach Us about Radiation Risks? **Journal of radiological protection: official journal of the Society for Radiological Protection**, n. 29, p. 29–42, 2009. Disponível em: < <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/29/2A/S03/meta>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

HENRIQUES, A. B. **Agriculturar a Agricultura: a modernização da agricultura no governo estadual paulista (1892-1926).** 2015. 397 f. Tese (Doutorado em História) Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Assis, 2015.

KANESHIRO, K. Hampton L. Carson (1914–2004), **Journal of Heredity**, v. 96, n. 3, p. 285–286, maio 2005. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jhered/article/96/3/285/2187650>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

KOHLER, R. E. **Lords of the fly: *Drosophila* genetics and the experimental life.** Chicago: The University of the Chicago Press, 1994.

KRUG, C. A. A Genética no Brasil. In: CUNHA, B. da; FROTA-PESSOA, O.; BLUMENSCHHEIN, A. (Edit.). **Atas do Primeiro Simpósio Sul-americano de Genética**. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras/ USP, 1961.

LATOURE, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. 2.ed. São Paulo: Ed. Unesp, 2011.

**LSF Magazine**, winter 2015. Disponível em: <<http://biomanufacturing.org/uploads/files/547998065159985597-cho-history.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

HULL, L. W. H. **Historia y filosofía de la ciencia**. Barcelona: Ed. Ariel, 1961.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Instituto Agrônômico: histórico, organização, atividades**: 1887-1977. São Paulo: Imprensa Oficial, 1977.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). **Desenvolvimento da agricultura paulista**. São Paulo: IEA, 1972.

JACOB, F. **A lógica da vida**: uma história da hereditariedade. Rio de Janeiro: Graal, 1983.

JORGE, J. A. et al. **Memória do Instituto Agrônômico**. Campinas: IAC, 1993.

KELLER, E. F. **O século do gene**. Belo Horizonte: Crisálida, 2002.

LEWONTIN, R. C. **Biologia como ideologia**: a doutrina do DNA. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2000.

\_\_\_\_\_. Dobzhansky's Genetics and the Origin of Species: Is It Still Relevant? **Genetics**, n.147, v.2, p. 351-355, 1997.

MACINTYRE, R. J. et. al. In Memory of Bruce Wallace: 1920–2015, **Journal of Heredity**, v. 106, n. 3, p. 331-332, 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jhered/article/106/3/331/849669#57960688>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

MAGALHÃES, L. E. de. Breve Relato Histórico acerca do "Projeto Angra dos Reis, 1955-56". In: V SIMPÓSIO DE ECOLOGIA, GENÉTICA E EVOLUÇÃO DE DROSOPHILA, 1997, Ribeirão Preto. **Anais**. Ribeirão Preto: USP, 2007.

MAIO, M. C. (Org.) **Raça, ciência e sociedade**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; CCBB, 1996.

MARINHO, M. G. S. M. C. **Norte-americanos no Brasil: uma história da Fundação Rockefeller na Universidade de São Paulo (1934-1952)**. Campinas; Bragança Paulista: ed. da Universidade São Francisco; ed. Autores associados, 2001.

\_\_\_\_\_. **O papel da Fundação Rockefeller na organização do ensino e da pesquisa na Faculdade de Medicina de São Paulo (1916-1931)**. 1993. 181 f. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, 1993.

MARTINS, L.C.P. Thomas Hunt Morgan e a teoria cromossômica: de crítico a defensor. **Episteme**, Porto Alegre, v. 3, n. 6, p.100-126, 1998.

MARTINS, J. T. A biologia no Brasil. In: AZEVEDO, F. de. (Org.) **As Ciências no Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: ed. da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994, v. 2, p. 233-300.

MATE, C. H. **Tempos modernos na escola: os anos 30 e a racionalização da educação brasileira**. Bauru: EDUSC; Brasília: INEP, 2002.

MATIELLO, J. B.; CARVALHO, F. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do café. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 495-505, jul./set. 1980.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

\_\_\_\_\_. **O desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasília: ed. da Universidade de Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. **Populações, espécies e evolução**. São Paulo: Cia. Nacional; ed. da Universidade de São Paulo, 1977.

MCKEE, J. International Biological Program. **Science**, p. 471-472, 23 out. 1970. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

MELONI, R. A. **Ciência e Produção Agrícola: A Imperial Estação Agrônômica de Campinas 1887/1897**. São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2004.

MEMÓRIA CNEN, Biblioteca Digital Memória CNEN. Disponível em: <<http://memoria.cnen.gov.br/prod-cientifica/ProducaoCientifica-f1.asp>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

MENDES, C. T. "A seleção empírica". **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 3, n. 11-12, nov. /dez. 1928.

MEYER, D. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: ed. da Universidade do Estado de São Paulo, 2005.

MEZRAHI, A. **Avaliação Crítica dos Requisitos de Segurança e Radioproteção Adotados para o Transporte de Minérios e Concentrados que Contêm Urânio e Tório**. 2005. 140 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Nuclear) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

MICELI, S. **Intelectuais e classe dirigente no Brasil (1920-1945)**. São Paulo: Difel, 1979.

MIR, L. (Org.). **Genômica**. São Paulo: Atheneu, 2004.

MOREIRA, L. M. de A. Cora de Moura Pedreira (1915-2005). **Genetics Molecular Biology**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. iii-iv, set. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-47572005000300002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572005000300002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 22 jul. 2018.

MORTAZAVI, S.M.J.; MOZDARANI, H. Is it time to shed some light on the black box of health policies regarding the inhabitants of the high background radiation areas of Ramsar? **Iranian journal of radiation research (IJRR)**, v.10, n. 3-4, p. 111-116, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/High-Background-Radiation-Areas-Around-the-World-Numbers-given-are-in-mSv-year-Ramsar-in\\_fig2\\_235430852](https://www.researchgate.net/High-Background-Radiation-Areas-Around-the-World-Numbers-given-are-in-mSv-year-Ramsar-in_fig2_235430852)>. Acesso em: 27 ago. 2018.

MOTOYAMA, S. Conferências com debates III. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, n. 3, p.11-21, 1989.

\_\_\_\_\_. (Org.) **Prelúdio para uma história**: ciência e tecnologia no Brasil. São Paulo: ed. da Universidade de São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. (Org.) **USP 70 anos**: imagem de uma vida vivida. São Paulo: ed. da Universidade de São Paulo, 2006.

MUSEU DA IMIGRAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <[http://www.inci.org.br/acervodigital/upload/fotografias/MI\\_ICO\\_AMP\\_042\\_001\\_063\\_a\\_067.jpg](http://www.inci.org.br/acervodigital/upload/fotografias/MI_ICO_AMP_042_001_063_a_067.jpg)>. Acesso em: 19 ago. 2018.

MUSEU DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR/UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/ppgbmmuseu/index.php/2014-05-23-13-37-21/fotos/item/61-personalidades>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

OLIVEIRA, L. L. **A questão nacional na primeira república**. São Paulo: Brasiliense, 1990.

OLIVER, G. de S. **O papel das Escolas Superiores de Agricultura na institucionalização das ciências agrícolas no Brasil, 1930-1950**: práticas acadêmicas, currículos e formação profissional. 2005. 326p. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000374173>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

\_\_\_\_\_; FIGUEIRÔA, S. F. de M. Características da institucionalização das ciências agrícolas no Brasil. **Revista da SBHC**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p.104-115, jul./dez. 2006.

OVERSTREET, W. C. The Geologic Occurrence of Monazite. **Geological Survey Professional Paper**, United States Government Printing Office, Washington, v. 530, 1967.

PATERNIANI, E. Genética vegetal. In: FERRI, M; MOTOYAMA, S. (Orgs.). **História das ciências no Brasil**. São Paulo: EPU/ ed. da Universidade de São Paulo, 1979, v. 1, p. 219-240.

PAVAN, C. A variabilidade genética e sua importância na evolução. **Ciência e**

**Cultura**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 170-183, 1950.

\_\_\_\_\_. **Está provado cientificamente**: os OGMs são mesmo seguros. Entrevista concedida ao Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 4 jun. 2003. Disponível em: <<https://cib.org.br/esta-provado-cientificamente-os-ogms-sao-mesmo-seguros/>>. Acesso em: 4 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Os peixes cegos das cavernas de Iporanga e a evolução, **Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Biologia Geral**, v. 6, n. 79, p. 5-104, 1945.

\_\_\_\_\_; BREUER, M. E. Análise comparativa de cromossomos politênicos de diferentes órgãos de *Rhynconsciara angelae*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.3, n. 4, p. 299-300, 1951.

PÉCAUT, D. **Os intelectuais e a política no Brasil**: entre o povo e a nação. São Paulo: Ática, 1990.

PESTRE, D. Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. **Cadernos IG/ UNICAMP**, Campinas, v. 6, n. 1, p.3-56, 1996.

PIZA Jr., S. de T. “Carlos Teixeira Mendes. Nasceu para a Agricultura, viveu pela Agricultura e morreu na Agricultura”. **Revista de Agricultura**, Piracicaba v. 25, n. 7-8, jul./ago. 1950.

**PRIMEIRO CONGRESSO BRASILEIRO DE EUGENIA**, 1., 1929, Rio de Janeiro. Actas e Trabalhos. Rio de Janeiro: s.n., 1929, v. 1.

PROVINE, W. B. **The origins of theoretical population genetics**. Chicago: The University of Chicago Press, 1971.

RAMOS, P; J. PIACENTE, F. O Instituto Agrônomo de Campinas: sua criação, importância e um pouco de sua história. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 365-392, ago. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8649134>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

**Red Iberoamericana de Ciencia e Género**. Disponível em: <<http://www.ragcyt.org.ar/rictyg/historias-de-vida/pioneras-en-la-ciencia/cientificas->

iberoamericanas>. Acesso em: 20 ago. 2018.

REIS, J. R. F. **Higiene mental e eugenia**: o projeto de 'regeneração nacional' da Liga Brasileira de Higiene Mental (1920-1930). 1994. 150 p. Dissertação (Mestrado em História) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

ROCHA, A. P. da et al. Polimorfismos genéticos: implicações na patogênese do carcinoma medular de tireoide. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 1, n. 5, p. 723-730, jul. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27302007000500009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302007000500009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 30 ago. 2018.

ROSSINI, É. R. Estado de São Paulo: A intensidade das migrações e do êxodo rural/urbano. **Ciência e Cultura**, São Paulo, n. 7, p. 779-803, jul. 1977.

SALA, O. A questão da ciência no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.12, n. 5, p.153-160, 1991.

SALDANHA, P. H. Frequencies of consanguineous marriages in northeast of São Paulo. **Acta Genetica et Statistica Medica**, n. 10, p. 71-88, 1960.

\_\_\_\_\_. **Contribuição ao estudo genético da mistura racial no Brasil**. 1965. 156 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Medicina de São Paulo, Universidade de São Paulo, 1965.

SALZANO, F. M. **Biologia, cultura e evolução**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1993.

\_\_\_\_\_. Estudo sobre a Evolução biológica no Brasil. In: FERRI, M; MOTOYAMA, S. (Orgs.). **História das ciências no Brasil**. São Paulo: EPU/ ed. da Universidade de São Paulo, 1979, v. 1, p. 242-264.

\_\_\_\_\_. **Estudos genéticos e demográficos entre os índios do Rio Grande do Sul** 1960. 180 f. Tese (Livre Docência) – Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1960.

\_\_\_\_\_. James V. Neel and Latin America: or how scientific collaboration should be conducted. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 557-561, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-)



4757200000300010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. FREIRE-MAIA, N. **Populações brasileiras: aspectos demográficos, genéticos e antropológicos**. São Paulo: Editora Nacional, 1967.

\_\_\_\_\_. **Problems in Biology**: a study of brazilian population. Detroit: Wayne State University, 1970.

\_\_\_\_\_. **Recordar é viver**: a história da Sociedade Brasileira de Genética. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2011.

\_\_\_\_\_; CALLEGARI-JACQUES, S. M. **South-American Indians**: a case study in evolution.

\_\_\_\_\_. **The ongoing evolution of Latin-American Populations**. Springfield: Charles C. Thomas, 1971.

\_\_\_\_\_. **The role of natural selection in human evolution**. Amsterdam: North-Rolland, 1975.

\_\_\_\_\_. **Você e sua herança**: questões básicas de genética e antropologia. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 6.283, de 25 de janeiro de 1934. Dispõe sobre a fundação da Universidade de São Paulo e a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Disponível em: <<http://perfil.fundap.sp.gov.br/site/legislacaoi.asp?atoid=20631>>. Acesso em: 12 ago. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 12.511, de 21 de janeiro de 1942. Dispõe sobre a reorganização da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto.lei/1942/decreto.lei-12511-21.01.1942.html>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

SAWAYA, P. **Esboço Histórico da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (1934-1969)**. FFLCH/USP. São Paulo: FFLCH/USP, 1979.

SCHWARCZ, L. M. **O espetáculo das raças**: cientistas, instituições e questão racial

no Brasil (1870-1930). São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

SCHWARTZMAN, S. A árvore da ciência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 15, p. 70-84, 1984. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/arvore.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. A ciência da ciência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 2, n.11, p. 54- 59, 1984. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/ciencia2.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **Ciência e história da ciência**. Publicado por FINEP, Grupo de Estudos sobre o Desenvolvimento da Ciência, Documento de Trabalho, n. 2,1976 (mimeografado). Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/cciencia.htm>>. Acesso em: 6 dez. 2015.

\_\_\_\_\_. **A formação da comunidade científica no Brasil**. Rio de Janeiro: FINEP; São Paulo: Cia. Nacional, 1979.

\_\_\_\_\_. **Um espaço para a ciência: a formação da comunidade científica no Brasil**. Brasília: Ministério da Ciência & Tecnologia; CEE, 2001.

\_\_\_\_\_. **A Universidade de São Paulo e a questão universitária no Brasil**. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/redesc./paradox.htm>>. Acesso em: 7 dez. 2015.

SEMEGHINI, U. C. **Do café à indústria: uma cidade e seu tempo**. Campinas: Ed. Unicamp, 1991.

SERRES, M. (coord.) **Elementos para uma história das ciências**. Lisboa: Terramar, 1996. 3v.

\_\_\_\_\_. **Filosofia Mestiça**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

SIÃO, J. F. M. As contribuições de Theodosius Dobzhansky para o desenvolvimento da genética no Brasil (1943-1960): um estudo bibliométrico. **Filosofia e História da Biologia 2**, v. 2, p. 203-225, 2007.

\_\_\_\_\_. **Theodosius Dobzhansky e o desenvolvimento da genética de populações de *Drosophila* no Brasil: 1943-1960**. 2008. 96 f. Dissertação

(Mestrado em Ensino de História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

\_\_\_\_\_. **Os estudos com drosófilas no Instituto de Biociências da USP nas décadas de 1940 e 1950**: entrevistas com docentes. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SILVA, G. L. S. P. da (Coord.). **Estatísticas da agricultura brasileira**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Economia Agrícola, 1990.

SIVIERO, F. et al. The histone genes cluster in *Rhynchosciara americana* and its transcription profile in salivary glands during larval development. **Genetics Molecular Biology**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 580-588, dez. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-47572016000400580&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572016000400580&lng=en&nrm=iso)>. Acesso: 14 jul. 2018.

SHERMAN, S. L. et.al. Newton E. Morton (1929-2018). **The American Journal of Human Genetics**, n. 102, jun. 7, p. 1011–1017, 2018. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/D106DAB0D5FFAE6520565BA66F6BB22DCFE882D714E376CA2AC281AFE08D8417CEE1DFEB28FE49813850C0C09AAE86E D>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

SKIDMORE, T. **Brasil**: de Getúlio Vargas a Castelo Branco (1930-1964). Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GENÉTICA. Ata da fundação da Sociedade Brasileira de Genética. Disponível em: <[http://www.sbg.br/ata\\_fundacao.asp](http://www.sbg.br/ata_fundacao.asp)>. Acesso em: 8 nov. 2016.

SOUZA, V. S de S; SANTOS, R. V. S. The emergence of human population genetics and narratives about the formation of the Brazilian nation (1950–1960), *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, v. 47, Part A, p. 97-107, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369848614000508#bib6>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

STEPAN, N. L. **A hora da eugenia**: raça, gênero e nação na América Latina. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2005.

SZMRECSÁNYI, T. **Origens da liderança científica e tecnológica paulista no século XX**. Campinas: Instituto de Geociências, DPCT/IG/Unicamp, 1996.

THE WORD ACADEMY SCIENCE. Disponível em: <<https://twas.org/directory/paterniani-ernesto>>. Acesso em: 22. Ago. 2018.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Disponível em: <[http://www.scs.usp.br/identidadevisual/?page\\_id=10](http://www.scs.usp.br/identidadevisual/?page_id=10)>. Acesso em: 04 mai. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO (UFMA). Disponível em: <<http://portais.ufma.br/PortalUfma/paginas/noticias/noticia.jsf?id=49536>>. Acesso em: 22. Ago. 2018.

VILELA, C. R. **A história do palacete da Glete**. 2003. Disponível em: <[http://planeta.terra.com.br/educação/fdg/vilela\\_carlos.htm](http://planeta.terra.com.br/educação/fdg/vilela_carlos.htm)>. Acesso em: 8 nov. 2017.

VILELA, C. R.; CUNHA, A. B. da. On Marta Breuer and some of her unpublished drawings of *Drosophila* spp. male terminalia (Diptera, Drosophilidae). **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 580-587, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572006000300032>>. Acesso em: 7 mai. 2017.

VINCENZI, L. J. **A fundação da Universidade do Distrito Federal e seu significado para a educação brasileira**. Fórum Educacional. Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, jul./set. 1986. Disponível em: <<http://www.prossiga.br/anisioiteixeira/artigos/federal.html>>. Acesso em: 24 jul. 2016.

WEISS, K. M; WARD, R. H. James V. Neel, M.D., Ph.D. (March 22, 1915–January 31, 2000): Founder Effect. **American Journal of Human Genetics**, n. 66, v. 3, p. 755-760, 2000. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1288160/>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Executive Board, 1956. Effect of radiation on human heredity: report of a study group. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/131330/EB19\\_40\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/131330/EB19_40_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 12 ago. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Executive Board, 1959. A brief survey of the WHO programme in radiation and isotopes. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/handle/10665/133167>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Expert Committee on Radiation, 1962. Radiation hazards in perspective: third report of the Expert Committee on Radiation. Geneva: World Health Organization, 1962. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40549/WHO\\_TRS\\_248.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40549/WHO_TRS_248.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 13 ago. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO); CANDAU, M. G., 1963. The work of WHO, 1962: annual report of the Director-General to the World Health Assembly and to the United Nations. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85753/Official\\_record123\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85753/Official_record123_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 14 ago. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Scientific Group on Research in Population Genetics of Primitive Groups. Research in population genetics of primitive groups: report of a WHO Scientific Group. Geneva: World Health Organization, 1964. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40586/9241202793\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40586/9241202793_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 12 ago. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO Expert Committee on Human Genetics & World Health Organization. La enseñanza de la genética en las facultades de medicina y en los cursos de perfeccionamiento: primer informe del Comité de Expertos en Genética Humana. Geneva: World Health Organization, 1962.

## APÊNDICE A – Entrevista de Mayana Zatz

ENTREVISTA 1	
<b>Entrevistadora</b>	Dayana de Oliveira Formiga
<b>Colaboradora</b>	Mayana Zatz
<b>Local</b>	CEGH-CEL/ USP
<b>Data</b>	17/11/2017
<b>Currículo Lattes</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/2454447846752426">http://lattes.cnpq.br/2454447846752426</a>

Oswaldo Frota-Pessoa foi o pioneiro da genética humana no Brasil na década de 1960. A turma de alunos dele tinha aproximadamente 30 pessoas. Eu comecei a trabalhar com ele na iniciação científica porque queria fazer genética humana. Desde o início ele nos colocou para atender pacientes, pois já havia a área de aconselhamento genético.

Este foi um dos primeiros estudos brasileiros da genética humana. Contudo, naquela época, nós não tínhamos os testes genéticos que possuímos atualmente. Estudávamos enzimas, cromossomos e fazíamos cálculos de risco. Dessa forma, dependendo da estrutura da família, podia-se fazer um cálculo de risco para saber qual seria a probabilidade de uma pessoa ou um casal gerar um filho com o mesmo problema.

Como pioneiro da genética humana no Brasil, Oswaldo Frota-Pessoa formou todos os geneticistas humanos na segunda geração de biólogos da USP. Ele tinha algumas características especiais. A primeira delas era a maneira como ele nos fazia pensar. Quando achávamos que havíamos entendido alguma coisa, ele nos fazia uma pergunta e nós mudávamos todo o raciocínio, pois usava o questionamento como método de ensino. Em sua tese de livre-docência, ele apresentou um raciocínio em papel escrito que foi distribuído para o público, e, quando acabou sua apresentação, todos aplaudiram. Em seguida, ele disse: “Isso que eu expus está errado. Eu apenas queria ver como vocês iriam reagir”.

A segunda característica é que ele era extremamente ligado ao ensino. Ele sempre dizia que a aula tradicional passava da boca do professor para o caderno do aluno sem o conteúdo ter passado pela cabeça de nenhum dos dois. Dessa forma, sempre criava maneiras de chamar a atenção dos alunos. Certa vez, apareceu com uma galinha, colocou-a na mesa e ela começou a botar ovos. Em seguida, ele disse: “Eu tenho certeza que muitos de vocês nunca viram uma galinha colocando ovos”.

Era frequente ele nos pedir para darmos aulas em seu lugar, quando ele não podia. Quando eu estava começando o mestrado, ele me disse para substituí-lo em uma aula em Montevideo sobre mucopolisacaridoses, uma doença genética. Porém, eu disse a ele: “Eu não sei nada sobre mucopolisacaridoses”. E ele respondeu: “Você tem que aprender que em uma aula quem aprende é o professor. Vá lá e dê o curso”.

Ele sempre estava instigando e desafiando os alunos. Nos fazia ser independentes. Para a minha formação acadêmica isso foi ótimo, porque quando fui fazer meu pós-doutorado nos Estados Unidos, eles disseram: “Aqui os alunos têm que ser independentes”. E eu respondi: “Não se preocupem, estamos acostumados”.

A terceira característica dele era a forma como atendia os pacientes. Ele atendia muito bem e eles o adoravam. E isso também foi algo que nos transmitiu, ou seja, tratar bem as pessoas que nos procuravam.

Naquela época, as distrofias já eram estudadas, apesar de ser um tema novo. Ninguém trabalhava com distrofias na época. Eu resolvi estudar distrofias, porque participei de um aconselhamento de genética de uma mulher que iria se casar e a irmã dela havia gerado três filhos com distrofia. Ela não sabia qual era o risco de ter um filho com distrofia. Dessa forma, me interessei e foi assim que comecei a trabalhar com isso.

Nós fazíamos testes enzimáticos e foi por isso que acabei descobrindo e estabelecendo o teste mais adequado para descobrir qual era o risco de uma mulher – se estava aumentando ou diminuindo – de ter filhos com distrofias. Fiz o mestrado, doutorado e pós-doutorado sobre distrofias nos Estados Unidos e, quando retornei ao Brasil, estabeleci essa linha de pesquisa.

Naquele momento, nós usávamos o laboratório de genética humana no antigo prédio do Instituto de Biociências. Nós não tínhamos, como temos hoje, o Centro de Pesquisas em Genoma Humano e Células-Tronco para atender os pacientes. Os consultórios e laboratórios eram em outro prédio, onde Frota-Pessoa fazia os alunos aprenderem todas as técnicas.

Eu fui bolsista da Fapesp e do CNPq, mas não obtive bolsa da Fundação Rockefeller. Fui bolsista do CNPq quando fui para os Estados Unidos. Frota-Pessoa achava que era algo secundário nos preocuparmos com bolsa, pois devíamos ficar felizes por estarmos trabalhando no que gostávamos.

Nesta época, a Síndrome de Down era a doença genética mais frequentemente

estudada. Em seguida, foi descoberta por uma de nossas colegas, a Síndrome do X Frágil, que é a forma mais comum de déficit intelectual. Então, entrei com as doenças neuromusculares.

Nas décadas de 1960 até 1980 era mais difícil fazer pós-doutorado do que atualmente. Não havia dinheiro para pesquisa e conseguir uma bolsa era difícil. Não tínhamos dinheiro para comprar reagentes, então, quando eu fui para os Estados Unidos, voltei com uma mala cheia de reagentes. Fazer pesquisa era algo muito difícil.

Na década de 1980, nós começamos a usar as técnicas moleculares no estudo de genes. Isso mudou totalmente a pesquisa na genética humana, pois nós melhoramos a capacidade de diagnóstico. Maria Rita Passos, que foi minha aluna, ficou seis meses fazendo pós-doutorado na Inglaterra. Aprendeu as técnicas moleculares e, então, implantou-as aqui. Em seguida, com as técnicas de nova geração, *next generation sequencing*, nós aumentamos nossa capacidade de diagnóstico e de pesquisa.

No começo, nós ficávamos felizes quando conseguíamos mapear um gene e publicar nas melhores revistas. Depois, não bastava apenas mapear, precisava saber o que esse gene fazia e qual proteína era codificada por ele. Atualmente, só é possível publicar um trabalho quando se faz todo o estudo funcional para entender como a proteína age em diferentes modelos, animais ou celulares.

Finalmente, há agora a expectativa de que será possível editar um gene. E isso irá causar uma grande mudança. Será um espetáculo, pois é o que os pesquisadores mais desejam. Quando comecei a trabalhar com genética humana, não imaginava que os avanços tecnológicos iriam permitir fazer isso. Parecia algo impossível!

Com cortes grandes na ciência e na pesquisa, eu acho que a USP se preservou, principalmente devido ao fato de que nós dependemos da Fapesp. E mesmo com os cortes – porque a Fapesp depende do ICMS (e ele diminuiu) – perto do restante do Brasil, nós não podemos nos queixar.

Contudo, o que acontece na USP, infelizmente, não é representativo no restante das universidades brasileiras. A grande maioria de nossos alunos não é de São Paulo. Isso é uma pena, porque começa a haver um *gap* muito grande difícil de ser recuperado. Temos muitas pessoas preparadas, mas o grande medo é de que esses pesquisadores possam ir embora e não retornar.

Não há apenas alunos querendo se desligar do Brasil. Anteriormente, eu



recebia muitos e-mails de pessoas que estavam no exterior e gostariam de voltar. Há três ou quatro anos, eles ainda achavam isso interessante. Hoje, ninguém me escreve que quer vir para o Brasil. Talvez a imagem que se constrói lá fora seja pior do que a realidade, pois São Paulo ainda está melhor em comparação ao que sabemos do restante do Brasil, o que se torna algo desanimador.

No momento da minha graduação, nós discutíamos a descoberta do DNA, porém, não havia a mesma velocidade de informação que há atualmente. Era necessário receber revistas científicas publicadas no exterior, o que não tínhamos. Havia uma biblioteca que se localizava na UNIFESP (Universidade Federal de São Paulo), a BIREME (Biblioteca Regional de Medicina), onde fazia-se a encomenda da revista, mas ela chegava dois meses depois. Era dessa forma que sabíamos dos avanços na ciência. Os professores discutiam suas pesquisas na sala de aula, pois normalmente quem trabalha com pesquisa está mais atualizado do que aquele professor que só estuda por meio de livros.

Os professores pioneiros costumavam fazer isso. Pavan, que foi dessa geração, tinha esse tipo de atitude, assim como o Frota-Pessoa. Eu tive muita sorte em ser aluna deles. Frota era um caso à parte, mas Pavan também foi um pioneiro porque nos fazia pensar. Eu me lembro que ele dizia: “Façam perguntas. Se vocês fizerem 100 perguntas idiotas e uma inteligente, eu só vou me lembrar da inteligente”.

Pavan levou vários alunos para os Estados Unidos, porque ele foi professor em Austin. Frota-Pessoa nos deixava soltos porque tinha aproximadamente 30 alunos e não era possível para ele acompanhar a todos. Ele dizia que era como a seleção natural, que os bons iam ficar e sobreviver. Ele não leu minha tese de doutorado inteira, afirmo isso porque me lembro que havia algumas anotações dele: “Eu li até a página dez, acho que está bom, não preciso ler o resto”. Ele gostava muito de nos fazer independentes.

Até a construção do Centro de Estudos do Genoma Humano havia só o laboratório de genética humana, não havia lugar apropriado, inclusive para os pacientes. Nós tínhamos que adaptar os consultórios no fim do corredor, mas estava longe do ideal, porque, às vezes, tínhamos pacientes cadeirantes e o elevador não funcionava. Dessa forma, surgiu a ideia de construir o Centro de Estudos do Genoma Humano. Nós ganhamos um projeto chamado PROEX (Projeto de Grupo de Excelências) e, então, iniciou-se a construção do Centro de Estudos do Genoma

Humano. Atualmente, nós atendemos mais de mil pacientes por ano.

Nas décadas de 1970 até 1990, antes do Centro de Estudos do Genoma Humano, já tínhamos parceria com médicos. Quem fazia parte da primeira geração era Thomaz Gollop, geneticista e obstetra, Antônio Richieri-Costa, da USP de Bauru, e Paulo Otto, aposentado pelo Instituto de Biociências. Eles vinham toda semana para atender pacientes por meio de aconselhamento genético.

Eu tenho duas alunas que se formaram e continuaram no caminho da genética humana, Maria Rita Passos e Mariz Vainzof. São pioneiras e, atualmente, professoras titulares. E há também a geração mais jovem.

Ao redor do ano 2000, tivemos um saldo qualitativo com a introdução da genética molecular e do projeto do genoma *Xylella* que foi capa da revista *Nature*. Eu me lembro que um presidente de congresso disse: “Eu tenho uma boa e uma má notícia. A boa notícia é que sequenciaram o primeiro genoma de uma bactéria de planta. A má notícia é que não fomos nós que fizemos isso”. Então, realmente nós estávamos nas manchetes, não pelo futebol, mas pela ciência.

Foi algo muito gratificante. O então governador Mario Covas, no exercício de seu mandato naquela época, fez uma festa para o grupo do genoma da *Xylella* e mandou colocar faixas nas ruas que diziam: “São Paulo tem orgulho de seus cientistas”. Foi tão emocionante que eu me senti como um jogador de futebol depois de ter ganhado a copa. Foi uma época de ouro.

As pesquisas com o genoma foram muito importantes e atualmente na USP não se separa a pesquisa com genoma da pesquisa com células-tronco porque nós usamos muito as células-tronco para entender o genoma. No começo, a ideia era usá-las para terapia celular e nós fizemos muita pesquisa sobre isso. Mas, hoje, nós usamos mais células-tronco para modelar doenças genéticas. Dessa forma, pode-se pegar a célula do sangue, reprogramá-la no laboratório e fazer, por exemplo, uma célula muscular, e assim ter a possibilidade de estudar inúmeras questões.

Por exemplo, por que uma mutação atinge um tecido e não outro? Por que pessoas que têm a mesma mutação podem ter quadros totalmente diferentes? Como é a interação entre aquela mutação e outros genes? E, principalmente, nós podemos testar estratégias terapêuticas? Atualmente, nós estamos pesquisando correção gênica com células-tronco humanas diferenciadas no laboratório em neurônios.

Podemos também testar milhares de drogas nas células para saber se existe

alguma que pode reverter o fenótipo errado. Por exemplo, se há uma doença em que há morte do neurônio motor, então, pode-se criar no laboratório neurônios motores daquela pessoa e testar drogas para ver se aquela cultura de células irá preservar o neurônio motor. Isso vai facilitar muito os tratamentos futuros. Pode-se testar milhares de drogas, e se houver uma droga promissora, pode-se testá-la em um modelo de camundongo e, a partir disso, em humanos. Assim, nós podemos economizar muitos estudos em modelos de camundongos e cortar caminho para tratamentos futuros. Hoje, essas células-tronco estão sendo mais usadas para modelar doenças genéticas do que para terapias celulares. Há vários grupos que estão fazendo isso.

Nós temos várias linhas de pesquisa. Primeiro, testamos a injeção de células-tronco adultas, não embrionárias, derivadas de diferentes tecidos. Podemos obter célula-tronco adulto de tecido adiposo, medula óssea e a polpa de dente, assim, nós injetamos essas células em modelos animais que possuem doenças musculares, como os camundongos. Nós observamos um efeito benéfico nos animais, eles viviam mais, porém, o que nós descobrimos é que estas células não se diferenciavam em músculo.

Acredita-se que estas células secretam fatores que diminuem a inflamação ou que aumentam a resistência, o que era diferente do que se imaginava no começo. Atualmente, uma das minhas pesquisas é estudar o que essas células secretam para ter esse efeito benéfico. São inúmeras proteínas e estou interessada nisso.

Nesse momento, nós achamos que ainda há muita pesquisa a ser feita. Desde a década de 80, a droga mais usada para diminuir a inflamação é o corticoide. Existem tecnologias para terapia gênica na distrofia, mas eu não acho que funciona. Agora existem terapias novas para uma doença que se chama atrofia espinhal progressiva. Nas distrofias, ocorre a perda do tecido muscular; na atrofia ocorre a perda dos neurônios motores.

A forma 1, que é mais grave, acomete bebês que não chegam aos dois anos de idade. Não conseguem nem sustentar o pescoço. A forma 2 é aquela em que a criança nunca anda, mas pode sobreviver mais; e há ainda há as formas de adultos, em que eles conseguem andar aos 10, 12 anos, depois perdem a capacidade de andar e possuem uma sobrevida normal, porém em cadeiras de rodas. Existem drogas novas que conseguem fazer um bebê portador de atrofia espinhal conseguir andar, ou seja, conseguir ter um quadro incomparavelmente mais leve. Mas ainda é algo

novo, nós não sabemos o que irá acontecer a longo prazo.

Há outras estratégias de terapia gênica em que se substitui o gene que está defeituoso por uma cópia normal para recuperar os neurônios motores. Por outro lado, essas terapias têm um preço absolutamente inacessível. Então, é outra briga em que nós estamos entrando, porque não adianta oferecer um tratamento que é inacessível. Essa droga que eu estou falando custa nos primeiros dois anos, três milhões de reais. Não há quem pague. Quero dizer, nem na iniciativa privada e muito menos o SUS. Estou brigando para baixar o preço, mas não sei quanto eu irei conseguir. São medicamentos importados.

Contudo, eu estou muito otimista. Acho que nós teremos avanços enormes no tratamento dessas doenças. Vamos poder corrigir várias doenças com mutações. Não todas, porque se a criança nasce toda malformada é difícil. Mas, doenças metabólicas e doenças do sangue serão as primeiras que vamos tentar com essa tecnologia. Não apenas doenças hereditárias, mas câncer também. Acho que também teremos avanços importantes e haverá a evolução da chamada farmacogenômica, ou o que chamamos de medicina de precisão.

Atualmente, quando se toma uma droga, não sabe se será boa, inócua ou nociva. Por isso há aquelas bulas com letras minúsculas para ninguém conseguir ler e esquecer-se dos possíveis efeitos colaterais. A resposta às drogas depende dos genes e da velocidade do metabolismo. Então, você pode ser um metabolizador rápido, intermediário ou lento.

Se alguém for um metabolizador rápido, ele terá que tomar uma dose muito maior, porque senão seu corpo a eliminará. Então, uma dose que pode ser boa para uma pessoa, pode ser inócua para outra. E se for um metabolizador lento acontecerá exatamente o contrário, ou seja, você acumulará aquela droga no organismo a ponto de ela se tornar tóxica. No futuro, nós imaginamos que antes de tomar uma droga, o médico poderá dizer: "Vamos fazer um exame genético, porque de acordo com o seu genoma, você vai tomar tal droga em tal dosagem". Isso será uma evolução. Hoje, os laboratórios preferem vender a droga para todo mundo para ver o que acontece.

A procura por testes de genética tem aumentado no Brasil nos últimos anos por causa desses testes de última geração. Mas, por outro lado, nosso problema é que quando começamos a fazer os testes genéticos, a Fapesp subsidiava, porque era pesquisa. Agora não mais, pois não é mais pesquisa. E nós não podemos oferecer de

graça, porque temos que comprar todos os reagentes, já que o SUS também não paga. Então, isso diminuiu a procura de pessoas que não podem pagar.

Porém, em cada dez exames pagos, nós conseguimos um de graça. Mais do que isso, não. Atualmente, nós temos painéis que conseguem estudar 6.700 genes ao mesmo tempo. Então, há uma chance enorme de fechar um diagnóstico. Mas custam três mil reais para nós. Então, não é possível oferecer totalmente de graça. Nas clínicas particulares do Brasil um teste desses sai muito mais caro.

Em relação aos testes genéticos, há duas situações: fazer diagnóstico em uma pessoa que já possui uma doença e, por isso, é importante usar o teste para confirmar o diagnóstico e testar pessoas clinicamente normais. A questão ética é sobre doenças de início tardio para as quais não há tratamento. Por exemplo, uma doença em que a pessoa é absolutamente normal com 50, 60 anos de idade, mas ela nasceu com uma mutação que vai determinar se ela vai ter uma perda cognitiva ou de movimento e acabar morrendo em uma cadeira de rodas. Por que eu preciso saber aos 20 anos se tenho a mutação ou não, se nada poderá ser feito a respeito?

Quando nós – e o restante do mundo – começamos a realizar testes genéticos, as pessoas que tinham um histórico de doença na família traziam as crianças para descobrir se haviam herdado a mutação. No começo, fazíamos o teste, mas depois começamos a perceber que isso era um desastre, uma condenação sem poder oferecer nada em troca.

Hoje, não oferecemos o teste para crianças de doenças de adulto para a qual não há tratamento. Quando se testa uma criança, tira-se o direito de ela escolher quando adulta se quer ou não ser testada, e a maioria dos jovens não querem ser testados, por isso nós não incentivamos o teste. Quando achamos que alguém deve ser testado? Quando a pessoa vai tomar alguma decisão reprodutiva a respeito ou se há outro motivo muito importante.

Nós tínhamos um caso de uma menina, cujo pai tinha distrofia miotônica – que é uma distrofia que começa tarde, e um dos sinais clínicos é que a pessoa trava a mão e não consegue abrir, o que chamamos de fenômeno miotônico. Aos 17 anos essa mocinha nos procurou e disse: “Eu quero ser dentista, mas se eu tiver essa mutação, eu não vou fazer odontologia”. Então, nós achamos válido fazer o teste genético. Ela não tinha a mutação e, atualmente, deve ser uma dentista.

Cada caso é único e sempre conversamos sobre os prós e contras de se

realizar o teste. Para nós é muito fácil testar, muitas vezes alguém quer se testar, mas não o faz, porque nós o convencemos que não vale a pena. Algo que tem acontecido muito e está sendo debatido atualmente são os chamados achados incidentais. O que é isso? Hoje, se estuda o genoma inteiro, muitas vezes a pessoa suspeita de uma doença e no teste encontramos outra mutação que não tem nada a ver com o problema dela.

Por exemplo, uma criança que tem suspeita de uma doença neuromuscular e não se sabe qual é exatamente a doença. Fazemos o teste genético, estudamos todos os genes e se descobre uma mutação no gene BRCA1 – responsável pelo câncer de mama, que não tinha a ver com o problema neuromuscular. Ela veio com um problema e saiu com dois. Então, há o dilema: nós contamos ou não? Quando contar? Esse é um problema que está sendo muito discutido internacionalmente porque está ocorrendo em todo o mundo!

Geralmente, discutimos cada caso. Se há alguma coisa que pode ser feita, contamos, ao contrário, não. Nós estávamos discutindo o caso de uma criança de dez anos, por exemplo, que fez o teste e que foi encontrada uma mutação. Ele tem uma suspeita de uma doença neuromuscular, mas que para ele não trará benefícios se souber. Decidiu-se que não vale a pena contarmos. Alguém levantou a mão e disse: “E se ele tiver herdado essa mutação da mãe dele? E esta mãe tem o risco de ter câncer de mama, que poderia ser evitado, mas não estamos alertando? ”. Assim, notamos que a resposta nunca é simples, por isso discutimos cada caso. Contudo, se houver um risco aumentado para ter doença de Alzheimer, para quê contar? Não há nada que possa ser feito.

Há também a questão do seguro de saúde, porque o seguro de saúde irá adorar saber quais são as mutações que você tem e que aumentam o risco de uma doença de alto custo. Nós não queremos que eles saibam, não é? Então, é uma faca de dois gumes, porque, por um lado, se você souber que possui um risco desses, pode fazer um prêmio de seguro muito alto. E, por outro lado, se o seguro de saúde souber antes de você, ele vai dizer: “Eu não quero fazer o seu seguro”.

No Centro de Estudos do Genoma Humano não estamos tratando nenhuma doença no momento. Estamos apenas fazendo a parte de genética e pesquisando. Há um grupo que estuda autismo e outros que continuam estudando más formações craniofaciais, surdez, déficit intelectual, câncer e síndrome de Prader-Willi – uma

síndrome que gera obesidade mórbida em crianças. Enfim, são várias linhas de pesquisa de diferentes pesquisadores.

Uma das pesquisas que estamos fazendo com células-tronco é para entender a regeneração de órgãos. É uma parceria com o professor Silvano Raia, o pioneiro de transplante de fígado no Brasil. Ele mostrou que se pode tirar um terço do fígado de um adulto, transplantar em uma criança e o fígado se regenerava – tanto para a pessoa que doou, quando para aquela que recebeu. A nossa pesquisa é entender como regenerar o fígado. Pegamos o fígado de rato, tiramos todas as células e “repopulamos” com células humanas, que são reprogramadas para serem células hepáticas. Agora, o objetivo é conseguir fazer um fígado funcional.

Além disso começamos esse ano uma pesquisa nossa que mostrou que o vírus da Zica destrói tumores do sistema nervoso central, para os quais não há tratamento. O nosso próximo objetivo é tentar usar essa descoberta para tratar pacientes com esses tumores.

## APÊNDICE B – Entrevista de Angela Maria Vianna Morgante

ENTREVISTA 2	
<b>Entrevistadora</b>	Dayana de Oliveira Formiga
<b>Colaboradora</b>	Angela Maria Vianna Morgante
<b>Local</b>	IB/ USP
<b>Data</b>	17/11/2017
<b>Currículo Lattes</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/5393628668007180">http://lattes.cnpq.br/5393628668007180</a>

Durante minha graduação em Biologia, não convivi com os professores Crodowaldo Pavan e Brito da Cunha, pois fiz o curso de graduação na Bahia. Cora de Moura Pedreira foi minha professora de Genética na Universidade Federal da Bahia e me iniciou na Genética Humana. Ela possuía forte relacionamento com os pesquisadores de São Paulo, principalmente Pavan e Brito da Cunha. Minha vinda para São Paulo para a pós-graduação foi por meio de sua indicação ao Prof. Pavan.

Na Universidade Federal da Bahia, a Profa. Cora Pedreira desenvolvia pesquisa em Genética Humana e as anemias hereditárias eram um dos assuntos pesquisados, com foco especial na anemia falciforme. Essa anemia, frequente em afrodescendentes, constitui problema de saúde pública na população baiana. Minha iniciação científica foi, assim, num laboratório universitário em que se faziam testes genéticos para diagnóstico de anemia falciforme, permitindo tratamento adequado para os afetados e identificação e orientação de pessoas de suas famílias, que não tinham a anemia, mas que tinham probabilidade alta de virem a ter crianças afetadas, visando à prevenção.

Quando vim para a USP para a pós-graduação, não tinha ainda um projeto específico. Fui recebida pelo Prof. Pavan, que me entrevistou e encaminhou para possíveis orientadores, tanto da área de Genética Animal quanto Humana. Terminei sob a orientação de Oswaldo Frota-Pessoa, o que foi um privilégio. Fui, assim, para a Genética Humana, no estudo dos cromossomos.

Além da pesquisa, também iniciei minha participação no Aconselhamento Genético. O Prof. Oswaldo Frota-Pessoa criou o serviço de Aconselhamento Genético, uma aplicação da pesquisa na prática, assim, beneficiando pessoas. Uma forte interação entre pesquisa e serviço à comunidade, com muitas pessoas que usufruíam do serviço concordando em participar da pesquisa.



O Serviço de Aconselhamento Genético derivou da pesquisa na área de Genética Humana. O professor Frota-Pessoa criou o serviço no Departamento de Biologia, uma unidade universitária de ensino e pesquisa, não um hospital, então, havia ligações com serviços médicos diversos, como a APAE () e clínicas médicas da cidade de São Paulo, principalmente com os serviços públicos de saúde. Interagíamos, especialmente, com o berçário do Hospital Universitário – USP, na realização de testes genéticos. O Prof. Frota-Pessoa orientava médicos que foram colegas meus na pós-graduação. Esses médicos eram formados e treinados para atuar na área da Genética Médica e no Aconselhamento Genético. Dessa forma, éramos uma equipe multidisciplinar. Esse serviço continuou sendo coordenado pelo Prof. Paulo Otto e por mim no Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do IB-USP.

O serviço de aconselhamento genético tinha, portanto, relação estreita com os projetos de pesquisa em desenvolvimento na pós-graduação. Um importante projeto sobre distrofias musculares, orientado pelo Prof. Frota-Pessoa e desenvolvido na pós-graduação pela Mayana Zatz, evoluiu para um serviço de aconselhamento genético, por ela coordenado, voltado para doenças neuromusculares. Eu estava estudando alterações cromossômicas estruturais, tentando entender a relação entre essas alterações e quadros de malformações congênitas e de deficiência intelectual. Essas pessoas eram atendidas e orientadas no serviço de aconselhamento genético, participando da pesquisa mediante concordância. Muitas vezes, a alteração cromossômica está presente apenas na criança que nasce, mas há outras que podem ser herdadas, porque existem pais clinicamente normais que possuem a alteração cromossômica em estado equilibrado - por exemplo, um cromossomo trocou um segmento com outro e a pessoa possui os dois cromossomos alterados; nessa pessoa não há perda nem ganho de segmento cromossômico; ela, entretanto, pode transmitir para sua criança só um dos cromossomos alterados e a criança tem, assim, a alteração cromossômica não equilibrada, causando um quadro clínico. Essa pessoa precisa receber aconselhamento genético.

Além de investigar a relação das alterações cromossômicas estruturais com os quadros clínicos, meu interesse foi também entender como elas se formam. Nesse estudo, a aplicação das técnicas de biologia molecular é fundamental, permitindo analisar as cicatrizes nas junções das quebras cromossômicas e verificar quais

seqüências de DNA participam dessas alterações.

Mas o estudo dos cromossomos me levou a outra linha de pesquisa – a da deficiência intelectual com herança ligada ao cromossomo X. Um cromossomo muito especial foi o responsável - o Cromossomo X Frágil. Trata-se de um cromossomo X que apresenta um segmento descondensado, denominado sítio frágil, na parte final do braço longo. Esse cromossomo foi associado a uma forma de deficiência intelectual com herança ligada ao X, que recebeu a denominação de Síndrome do Cromossomo X Frágil. Na verdade, o segmento descondensado do cromossomo marca o local de um gene que está alterado. Passamos a estudar essa síndrome, inicialmente usando técnicas citogenéticas e depois analisando diretamente o gene, investigando a síndrome de deficiência intelectual e outros quadros clínicos associados a alterações nesse gene. A partir desses estudos, passamos a desenvolver uma linha de pesquisa sobre deficiência intelectual com herança ligada ao X, congregando médicos e biólogos.

Durante meu pós-doutoramento, no início dos anos 70, na Universidade do Texas em Austin e no MD Anderson Hospital and Tumor Institute, Houston, Texas, tive um excelente treinamento em cultivo de células e técnicas de bandamento cromossômico, ou seja, coloração diferencial ao longo do cromossomo. Essas técnicas citológicas permitiram grande desenvolvimento no estudo dos cromossomos. Antes, analisávamos cromossomos uniformemente corados, não sendo possível identificar individualmente todos os pares cromossômicos. A identificação e a caracterização de alterações estruturais eram um desafio, a maioria das vezes intransponível. A introdução das técnicas de bandamento cromossômico constituiu um grande passo, tanto para a pesquisa como para o diagnóstico das alterações cromossômicas. Mas, essas técnicas de bandamento cromossômico têm uma resolução de cinco a 10 milhões de pares de bases, o que significa perder alterações menores. Com as técnicas moleculares, inicialmente usando os cromossomos nas lâminas, na década de 80, e depois, com a análise direta do DNA, a identificação das alterações cromossômicas atingiu a resolução de pares de bases. O desafio agora é compreender o significado dessas pequenas alterações.

No caso da síndrome do X frágil, o diagnóstico laboratorial era inicialmente citológico. O cromossomo característico da síndrome não era visualizado em todas as células e, mesmo com o uso de técnicas que aumentavam a frequência de células

com o cromossomo apresentando o sítio frágil no cromossomo X, era necessária a análise de 100 a 200 células ao microscópio. Com a identificação do gene cuja alteração causa a síndrome, o teste passou a ser molecular, mais rápido e conclusivo. Mais que isso, o teste molecular permite identificar as pessoas da família que possuem o gene alterado, mas de uma forma que não causa deficiência intelectual e não é diagnosticável pelo exame dos cromossomos. Impactou, portanto, o aconselhamento genético numa síndrome que afeta cerca de 3% das pessoas do sexo masculino que têm deficiência intelectual, com probabilidade de repetição de 30%-40% na irmandade.

Sem sombra de dúvidas a biologia molecular trouxe para a Genética Humana um grande avanço, tanto para a pesquisa quanto para o diagnóstico.

Atualmente, estou ligada ao Centro de Pesquisa sobre o Genoma Humano e Células-Tronco, IB-USP. O Centro foi uma iniciativa da Profa. Mayana Zatz e possui excelente infraestrutura para desenvolvimento de pesquisa e oferecimento de serviços à comunidade.

### APÊNDICE C – Entrevista de Maria Rita dos Santos e Passos Bueno

ENTREVISTA 3	
<b>Entrevistadora</b>	Dayana de Oliveira Formiga
<b>Colaboradora</b>	Maria Rita dos Santos e Passos Bueno
<b>Local</b>	CEGH-CEL/ USP
<b>Data</b>	29/11/2017
<b>Currículo Lattes</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/4063718580685742">http://lattes.cnpq.br/4063718580685742</a>

O primeiro professor que me estimulou a ingressar na pesquisa foi um botânico. Durante a graduação, nós tínhamos que fazer um trabalho de campo, e isso resultou em meu interesse pela pesquisa na área de botânica. Porém, após um ano eu me desinteressei e procurei outras áreas. Me indicaram a professora Mayana Zatz, que havia recém-chegado dos Estados Unidos. Me disseram que ela era uma ótima pesquisadora e quando fui procurá-la, ela me disse que me aceitaria na iniciação científica se eu estudasse rigorosamente. Dessa forma, comecei a trabalhar com ela, o que me fez desenvolver meu interesse pela genética.

Na iniciação científica eu estudava distrofia muscular. Este era o mesmo trabalho da Mayana Zatz. Nós estávamos muito atrasados na USP, esse tipo de pesquisa era difícil para nós. A grande diferença daquele período para hoje em dia é que não havia internet. Dessa forma, a velocidade das informações era muito lenta.

Nosso acesso a artigos científicos acontecia por meio da biblioteca da USP e da UNIFESP. Nós fazíamos um levantamento bibliográfico e, quando não havia uma revista, encomendávamos o artigo. Era um trabalho denso, porque quando os textos chegavam, tirávamos xérox de tudo; havia muito papel.

Durante o mestrado e doutorado, trabalhei com análise bioquímica de mulheres em risco de terem mutação no gene da distrofia. Era relacionado ao aconselhamento genético, para analisar quem possuía ou não a mutação. Havia métodos indiretos e, no contexto do mestrado e doutorado, os testes começaram a melhorar.

Durante o doutorado, fui para a Bahia. Isso ocorreu porque me casei e passei em um concurso na Universidade Federal da Bahia. Contudo, isso não deu certo, voltei para São Paulo e me integrei novamente ao grupo da Mayana Zatz, ela estava querendo alguém que investisse em biologia molecular.

Ganhei inicialmente uma bolsa do CNPq. Naquela época não havia bolsa para pós-doutorado. Tive sorte quanto a isso, porque consegui uma bolsa – que existe até

hoje – chamada “Jovem Doutor”. Quer dizer que quando terminávamos o doutorado, podíamos pedir essa bolsa. Ela durava um ano. Eu fiz meu pós-doutorado na Universidade de Oxford e fui para um dos laboratórios para trabalhar com a Distrofia Muscular de Duchenne, fazendo pesquisa na parte molecular com bolsa do CNPq também.

A minha ida pra Oxford teve um grande impacto, porque a maneira de se fazer pesquisa era totalmente diferente, pois no Brasil quase não tínhamos recursos. Ficávamos felizes com publicações em revistas reconhecidas. O grupo que participei no exterior era altamente competitivo, eles queriam publicar na revista *Nature*, algo que estava longe do contexto científico brasileiro. Eu permaneci dois meses naquele laboratório e isso revolucionou a minha forma de fazer pesquisa. Lá aprendi toda a parte básica de biologia molecular e fazer uma pesquisa muito mais crítica, algo que apliquei aqui quando retornei para a USP.

A partir daí, começamos a implantar novas metodologias, como a biologia molecular. Não tínhamos infraestrutura, então eu trouxe muitas coisas na mala, como reagentes. Pedimos ajuda para todos do departamento para conseguir fazer a parte molecular. Lentamente, as coisas começaram a melhorar, especialmente porque naquele período a Fapesp possuía mais recursos financeiros e isso acarretou em mais oportunidades para grandes projetos científicos, fortalecendo o grupo como um todo.

Isso foi antes do projeto genoma, que ocorreu em meados dos anos 2000, porque eu fui para a Universidade de Oxford no final da década de 1980 e fui contratada na USP em 1989 por meio de concurso. Até 1992, fazíamos biologia molecular básica, porque neste período o sequenciamento era semimanual, e só então começaram a ter os primeiros equipamentos no projeto da *Xylella fastigiosa*, que foi publicado na revista *Nature* em meados dos anos 2000.

Atualmente trabalho com dois grupos de doenças: autismo e síndromes craniofaciais. De uma maneira geral, neste trabalho queremos encontrar os genes ou entender os mecanismos que levam à doença ou síndrome. Nós usamos várias abordagens, uma delas é o uso das células pluripotentes induzidas. Estas são células-tronco que são pluripotentes, um estágio parecido com o embrionário. A grande vantagem é que se pode diferenciar para qualquer tipo de célula do corpo ou mesmo de diferentes estágios do desenvolvimento embrionário.

Quando pensamos nas mudanças das pesquisas com genética molecular

desde a década de 1980 até os dias atuais, vemos alterações muito drásticas. Nos anos 80, só trabalhávamos com probabilidades e testes indiretos. Atualmente, é diferente, pois a grande maioria dos genes associados a doenças genéticas monogênicas (um único erro genético principal) são conhecidos e, portanto, há testes genéticos disponíveis para a grande maioria das doenças raras. Por exemplo, por meio de testes genéticos pode ser verificado se uma mutação que causa uma doença em sua família está presente ou não em você. Caso você não tenha a mutação, o seu risco seria igual ao da população. Essa notícia muda a forma como as pessoas lidam com o problema, ou seja, podem se planejar e escolher entre ter ou não um filho, assim como preferir adotar para não correr o risco. Dessa forma, a disponibilidade de testes genéticos levou a uma grande mudança nesses anos pois pode identificar as pessoas com risco alto daquela com risco baixo. Por outro lado, surgiram várias questões éticas, particularmente nas doenças de início tardio e grave, como doenças neurodegenerativas, que ainda não tem tratamento.

Outra questão relevante é o apoio de fomento dado pela Fapesp, a qual financia projetos que são bem avaliados cientificamente. O apoio do CNPq é muito importante também, e até recentemente era uma fonte de recursos importante para complementar o apoio da Fapesp. Contudo, recentemente com os cortes do governo para pesquisa, esse cenário mudou. Além do impacto em recursos para obtenção de insumos, há falta de recursos para bolsistas, irá impactar negativamente o desenvolvimento de pesquisa no estado de São Paulo e no país.

Além do apoio da Fapesp, é importante mencionar o processo de colaboração de pesquisa molecular dentro da USP. O Centro de Pesquisas sobre o Genoma Humano e Células-Tronco estabelece parcerias frequentes com o Instituto Butantã, o Instituto de Química e a Faculdade de Medicina. Para o futuro, penso que teremos muitas perspectivas boas em relação à genética molecular, a minha visão em relação às terapias e técnicas na área de genética humana irão facilitar o processo de conhecimento de doenças complexas, como exemplo pode-se mencionar o autismo, que atualmente possui um investimento mundial, com a perspectiva de sequenciar vinte mil autistas.

## APÊNDICE D – Entrevista João Lúcio de Azevedo

ENTREVISTA 4	
<b>Entrevistadora</b>	Dayana de Oliveira Formiga
<b>Colaborador</b>	João Lúcio de Azevedo
<b>Local</b>	Departamento de Genética da ESALQ
<b>Data</b>	30/11/2017
<b>Currículo Lattes</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/2302429651674634">http://lattes.cnpq.br/2302429651674634</a>

Eu me formei na turma de 1959. A minha formação em genética neste período era mais voltada para a área agrícola, dedicada ao melhoramento de plantas, citologia e genética geral. Eram três diferentes disciplinas que fazíamos no campo da genética, assim como algumas disciplinas optativas. A base era citologia e durava um semestre, depois estudávamos genética.

A genética que estudávamos neste contexto da década de 1950 comportava conhecimentos como as leis de Mendel, genética quantitativa, de populações, assim como a parte de melhoramento genético.

O professor responsável por essa área do conhecimento era o catedrático geral Friedrich Gustav Brieger, um alemão. Ele veio para a USP em 1936, quando esta universidade havia acabado de ser criada. Sua vinda tinha como objetivo construir o campo da genética no Brasil, ajudando sobretudo na USP em São Paulo. A turma da USP de São Paulo vinha para Piracicaba, porque aqui havia a parte experimental. Havia laboratórios e pesquisa de campo, algo que naquele período não havia em São Paulo. Dessa forma, todos os anos vinham alunos para Piracicaba, faziam aulas de genética e melhoramento genético, principalmente com milho, pois era onde o professor Brieger concentrava seus conhecimentos.

Eu fui aluno de Brieger. Na época ele ainda não falava português corretamente. Outro professor que tive foi José Theófilo do Amaral Gurgel, seu braço direito, assim como também Almiro Blumenschein, citologista. Este último era famoso por ter feito seu PhD com Barbara McClintock, ganhadora do prêmio Nobel em genética em 1983. Havia também o professor Warwick Kerr, que trabalhava com abelhas e lecionava genética em Piracicaba, na ESALQ – depois ele foi para a UNESP de Rio Claro, USP de Ribeirão Preto, e ainda foi diretor do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA).

Quando era aluno na ESALQ havia uma disputa com genética envolvendo o

professor da ESALQ, Salvador de Toledo Piza Jr. do Departamento de zoologia. O doutor Toledo Piza dizia que não havia gene, porque ele acreditava que o organismo funcionava como um todo, algo semelhante ao que se faz na Epigenética hoje em dia. Contudo, Brieger defendia a ideia do papel importante do gene. Dessa forma, ocorria muita confusão, especialmente porque Brieger tinha muita influência sendo estrangeiro e pioneiro. Ele mesmo conseguiu uma verba para criar o Instituto de Genética em 1958 durante o governo de Juscelino Kubitschek.

Brieger trabalhou na Alemanha e, em seguida, na Inglaterra, sendo bolsista da Fundação Rockefeller. Quando ele chegou ao Brasil, possuía um poder muito grande, o que causava inveja nas pessoas da ESALQ. O orçamento que ele tinha era maior que o de toda a ESALQ, ou seja, a genética adquiriu um poder dentro da escola agrícola. Isso fez com que ele fosse alvo de muita inveja, pois haviam muitos contra ele, como Toledo Piza, que acreditava que o gene não existia e que o vírus não era nem vivo nem morto, enquanto que Brieger acreditava que o vírus era vivo.

Em 1958 foi criado o Instituto de Genética que se desenvolveu consideravelmente graças a Brieger, pois houve a introdução da genética de micro-organismos, genética de aves, melhoramento de hortaliças, etc. Ele possuía quase o mesmo número de funcionários que toda a ESALQ.

Brieger também criou a iniciação científica e, no caso de estudos genéticos, ele tinha uma verba para disponibilizar bolsas de estudo. Eu fui bolsista e trabalhei na área de genética de micro-organismos. Naquele momento, Brieger estava criando esse campo no Brasil e havia algumas vantagens de se trabalhar com micro-organismos em genética, cuja geração era muito mais rápida que com seres humanos, milho ou *Drosophila*. Assim, ele convidou um pesquisador dos Estados Unidos, chamado Milisav Demerec, e outro que se chamava Elias Balbinder, um argentino que também morava nos Estados Unidos, mas que falava português. Naquele período, ninguém falava inglês muito bem, então quando Demerec veio ao Brasil, o professor Gurgel traduzia. Com esses professores e alguns outros, foi criada a área de genética de micro-organismos.

Em seguida, veio um cientista chamado Roper, da Inglaterra. Ele escolheu alguns pesquisadores para ir à Inglaterra para estudar genética de micro-organismos, sendo eu e a Dra. Nelly Neder, também da ESALQ.

A mesma coisa ocorreu com os estudos de hortaliças. Toda a hortaliça da



Alemanha na época das grandes guerras vinha da França. Brieger ficou desgostoso com isso, porque os alemães gostam de salada. Assim, quando veio para o Brasil, ele percebeu que no Brasil não se comia hortaliças, mesmo com um clima bom, o que lhe deu a ideia de fazer genética de hortaliças no país. Houve trabalhos com melhoramento de hortaliça, couve-flor, repolho, cenoura e berinjela. Setenta por cento das hortaliças brasileiras saíram da ESALQ, naquela época.

Mas voltando a genética de micro-organismos, na graduação, eu estudava a genética de uma bactéria que atacava plantas cítricas, seu nome era *Xanthomonas campestris*. Ela atacava a couve-flor e o milho, além das plantas cítricas. Antigamente, todas se chamavam *Xanthomonas campestris*, atualmente, está dividida, pois há a do trigo, a do milho, entre outras.

Os estudos das bactérias se sofisticaram devido à descoberta do DNA, porque no passado não existiam tais conhecimentos. Quando eu estava estudando sobre genética, um professor falou pela primeira vez que dois cientistas na Inglaterra, Watson e Crick, concluíram que o DNA era o material genético. Contudo, isso era novidade no Brasil. Os alunos não escutavam falar sobre isso. A primeira vez que eu ouvi foi por meio de um professor em uma aula teórica, que nos esclareceu que haviam descoberto uma molécula da vida.

Nós estávamos atrasados no sentido de incorporar a genética molecular dentro da genética vegetal no Brasil. Isso aconteceu aproximadamente nas décadas de 1970 e 1980. Nós dávamos muita aula, eu, por exemplo, lecionava genética molecular, mas era muito mais com bactérias e fungos do que plantas.

Começamos a falar em transgenia no campo a partir da década de 1980. Em 1978 eu estava analisando os primeiros enfoques, contudo, só nos anos 2000 que praticamente todas as primeiras plantas transgênicas apareceram. Nós estávamos atrasados devido a demanda tecnológica ser muito grande. Era possível fazer o melhoramento clássico, contudo, naquela época era difícil fazer a importação de enzimas de restrição, era o início.

Havia intercâmbio com São Paulo. Os congressos na área de genética, bioquímica e biologia molecular foram muito importantes, porque era uma forma de se aprender e compartilhar o conhecimento.

O trabalho com as técnicas moleculares mudou muito a genética vegetal, pois transformou o perfil do melhorista. No passado, o melhorista era aquele sujeito que ia

ao campo, plantava o milho e fazia polinização. Atualmente, é tudo na base molecular. Antes, o pesquisador tinha que ir ao campo, polinizar o milho, a soja e tudo mais, hoje não é mais assim.

Quando pensamos em empresas como Monsanto, Bayer, Dupont e a Basf...tudo é realizado a nível molecular. Quando eu fui visitar a Dow Química nos Estados Unidos, eles realizavam três mil cruzamentos por dia, tudo é computadorizado, por isso se faz tanto!

No passado, fazíamos dez cruzamentos, ou seja, quando fazíamos um híbrido demorava anos, hoje se faz em semanas, quer dizer, é impossível competir com essas empresas na Universidade. Atualmente, as empresas estão liderando esse espaço de melhoramento de plantas, e com os animais deve ser a mesma coisa. No caso do melhoramento de plantas, primeiro é necessário entender o campo, segundo, deve-se saber muito sobre biologia molecular, computação e eletrônica. E terceiro, é necessária liderança, porque se você contratar um melhorista antigo ele não vai fazer o que fazemos hoje com a genética molecular. Assim como também pagar a alguém que só entende de informática não é suficiente, é difícil formar uma pessoa com todas essas capacidades.

Por outro lado, a infraestrutura do laboratório para a microbiologia é mais fácil. Atualmente, nós temos tudo em biologia molecular, mas demorou um pouco mais para isso acontecer. Os programas de biotecnologia se iniciaram na ESALQ por volta dos anos 2000, mas o apoio à tecnologia começou na década de 1990, com a Fapesp, o FINEP, Capes e CNPq – especialmente estes últimos, que fizeram parte de um programa integrado de genética coordenado pelo professor Crodowaldo Pavan.

Esse programa de genética que Pavan estabeleceu incluía uma parte de melhoramento genético de micro-organismos, que ficou sob minha responsabilidade, outra que ficou com o professor Marcílio Dias da ESALQ que trabalhava com hortaliças e a última parte de *Drosophila* sob a liderança do Dr. Luiz Edmundo Magalhães da USP de São Paulo, sem contar a genética humana e outras mais. Funcionou muito bem; porque conseguimos montar todos os laboratórios da ESALQ, ou seja, esse dinheiro nos ajudou a modernizar a nossa infraestrutura.

O sequenciamento do primeiro genoma – o da *Xylella fastidiosa* – teve a participação da ESALQ. José Fernando Perez era o diretor científico da Fapesp, e ele estabeleceu uma parceria entre o FUNDECITRUS (Fundo de Defesa da

Citricultura) e a Fapesp, que patrocinaram o sequenciamento. A *Xylella fastidiosa* estava acabando com a produção de laranja e de sucos de laranja no Brasil, então, investiram em sequenciar seu genoma. Assim, ele organizou uma equipe com cinco pessoas, Paiva, que era da Escola Paulista de Medicina, eu, da ESALQ, e três professores de pós-graduação, um da Suíça, um dos Estados Unidos e outro da Inglaterra. Em seguida, nós montamos quarenta e três laboratórios que pudessem fazer isso. Foi algo muito bonito; porque fizemos em equipe num momento em que ninguém trabalhava em conjunto, ou seja, cada um fazia o seu e competia com o outro.

Isso começou em 1997 e a publicação do projeto saiu em 2000. Uma vez por mês havia reunião na Fapesp, na qual nós falávamos o que tínhamos feito e o que estávamos fazendo. Próximo do ano 2000, o Dr. Simpson um americano que fazia parte da equipe, sugeriu que deveríamos publicar isso, mas ainda não tínhamos fechado o genoma; contudo, um pesquisador da UNESP de Jaboticabal, chamado Jesus Ferro, apresentou o genoma fechado na última reunião que fizemos.

O problema da *Xylella* foi proveitoso no sentido em que reuniu os pesquisadores para trabalharem em conjunto. Depois disso, trabalharam com a cana-de-açúcar, entre outras coisas. Mas, hoje, o sequenciamento nem sequer resulta em publicação, há coisas muito mais complexas para se entender, como a ação dos genes, por exemplo.

Entretanto, os avanços foram importantes na questão agrícola, no campo houve melhorias com o uso das plantas transgênicas, pois é algo muito importante no que se refere aos genes resistentes à doenças, herbicidas, ervas e plantas daninhas. No Brasil, no início, a Comissão Nacional de Biotecnologia e Biossegurança (CTNBio) não resolvia nada, sempre havia os céticos. A partir disso, foram feitos muitos testes. É evidente que é necessário tomar cuidado – inclusive eu fazia parte da comissão nacional de biossegurança em Brasília – e para se aprovar chegou-se ao consenso de que a aprovação requeria o consenso de, pelo menos, metade dos membros.

O primeiro organismo transgênico aprovado foi a soja resistente a herbicida, depois foram aprovados o milho e o algodão. No passado, tudo era importado da Argentina, inclusive a soja vinha de contrabando, porque o agricultor não podia usar algo que não era aprovado no Brasil.

Atualmente, até cerca de noventa por cento é transgênico. Os geneticistas

clássicos só queriam que se produzisse o milho crioulo, que tem uma produção baixa, e o agricultor com certeza opta por aquilo que é mais lucrativo. Os ecólogos têm uma certa razão em tentar impedir isso, mas não podem impedir para sempre. O agronegócio para certas culturas vegetais em Mato Grosso e Goiás é cem por cento transgênico, sobretudo no que diz respeito ao milho, soja e algodão.

A ESALQ contribuiu para o desenvolvimento dos transgênicos apenas nos testes, mostrando que o transgênico não é prejudicial à saúde, mas nenhuma espécie de transgênico foi desenvolvida aqui. Nós fizemos um trabalho junto com Wellington Luís de Araújo – da área de biomedicina da USP e fazia pós-doutorado na ESALQ – e que foi encomendado pela empresa Monsanto. Enviaram toda a soja para estudarmos os micro-organismos dela, assim como fizeram com a entomologia, ou seja, para descobrirem se apareceriam insetos no transgênico, podendo acabar com a soja. Foram três anos de trabalho e nosso grupo analisou que os micro-organismos mudavam mais com o clima. Trouxeram a soja de todo o Brasil e acabou sendo publicado pela Monsanto, porque após três anos de estudo não encontramos na época nada perigoso com os micro-organismos comparando plantas transgênicas e não transgênicas.

## APÊNDICE E – Entrevista de Lygia da Veiga Pereira

ENTREVISTA 5	
<b>Entrevistadora</b>	Dayana de Oliveira Formiga
<b>Colaboradora</b>	Lygia da Veiga Pereira
<b>Local</b>	LANCE/ IB/ USP
<b>Data</b>	04/12/2017
<b>Currículo Lattes</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/1550542923772116">http://lattes.cnpq.br/1550542923772116</a>

No período em que prestei vestibular, eu tinha facilidade nas áreas de matemática e física, sendo assim, escolhi ingressar no curso de Engenharia. Tive um professor de química no colégio em 1983 que nos aconselhou a pensar na área de Engenharia Genética. Me interessei por essa área quando estava no terceiro ano de Engenharia, já tendo estudado os temas básicos e iniciando-me em Engenharia da Computação. Eu queria entender se era possível ser introduzida a essa área durante o período da minha graduação.

Contudo, percebi que para ingressar no campo da biologia, química ou medicina, os meus três anos de estudo até então em engenharia teriam sido sem valor. Dessa forma, transferei meus créditos para o curso em física, porque havia uma professora que fazia pesquisa em biologia molecular no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, no Rio de Janeiro. Durante os meus estudos em física, fiz iniciação científica em um laboratório fazendo pesquisa sobre o desenvolvimento em *Drosophila*.

Durante dois anos em iniciação científica, aprendi muito sobre biologia molecular e técnicas em engenharia genética. Me interessei por esse campo de estudos e, então, apliquei para fazer pós-graduação, tendo sido aluna de doutorado nos Estados Unidos. Eu entendi que engenharia genética era apenas uma coleção de técnicas que são utilizadas para estudar um organismo vivo ou semivivo, ou seja, desde o vírus até o ser humano. Eu estava mais interessada em aplicar isso no estudo do ser humano, então fui pesquisadora na área de genética humana.

Durante meu doutorado, estive envolvida em um laboratório que estudava uma doença chamada Síndrome de Marfan. Esta é uma doença autossômica dominante do tecido conjuntivo, e naquele período eles haviam acabado de identificar uma pequena parte do gene envolvido na doença. Isso foi antes do projeto do genoma humano, ou seja, não conhecíamos os genes humanos.

O meu trabalho de doutorado foi clonar o gene inteiro da Síndrome de Marfan, o qual codifica uma proteína chamada fibrilina-1. Então, eu caracterizei todo o DNA e o RNA, logo a sequência primária daquela proteína e toda a estrutura “*intron-exon*” do genoma humano e, a partir daí, passei para o genoma do camundongo, isolando seu gene. Fiz um camundongo nocaute, ou seja, um modelo de camundongo para estudar a doença no laboratório.

Quando a biologia teve conhecimento do genoma humano, isso impactou muito a genética médica, porque trouxe uma facilidade em identificar genes que estão envolvidos em doenças genéticas e, por isso, tornou-se possível sequenciar o genoma de uma pessoa e identificar variantes. No passado, o genoma era uma caixa preta da qual possuíamos apenas alguns pequenos pedaços, dessa forma, quando se desenvolvia um projeto para encontrar o gene envolvido em uma doença, havia poucos recursos, tendo que também identificar aquele gene pela primeira vez no ser humano e depois associá-lo àquela doença.

Atualmente, com a possibilidade de ter o genoma em mãos, do ponto de vista da genética clínica e genética médica, é mais fácil identificar qual é a alteração responsável por uma doença em um paciente.

Eu trabalho com uma técnica que envolve fazer a modificação genética em células-tronco embrionárias de camundongo. No final do meu doutorado, aprendi a trabalhar com essas células-tronco embrionárias e fazia a mutação a partir da célula com a mutação para gerar o camundongo. Quando retornei ao Brasil, trouxe esse projeto comigo e ganhei o Jovem Pesquisador da Fapesp para estabelecer essa metodologia no país, porque ninguém havia feito camundongos nocautes aqui.

Nós fizemos o nosso modelo do camundongo Marfan, que estudamos até hoje, após o departamento dar espaço para montar o primeiro laboratório. Contudo, nesse meio tempo surgiram as células-tronco embrionárias humanas derivadas de embriões humanos e o governo brasileiro começou a se interessar e investir na área do desenvolvimento de terapia celular.

Quando surgiu o interesse em investir nessa área, nosso grupo era o que tinha mais experiência com célula-tronco embrionária, que é diferente da células-tronco adulta, medula óssea e gordura, ou seja, é uma célula-tronco completamente diferente.

Nós também temos outra linha de pesquisa que envolve estudar o cromossomo

X nas mulheres. Existe um processo natural nas mulheres que, apesar de termos dois cromossomos X, apenas um deles funciona. Dessa forma, durante o desenvolvimento embrionário, o embrião feminino começa com os dois cromossomos X ativos e, quando esse embrião está no estágio de blastocisto, cada célula identifica que há um cromossomo X a mais e inativa um deles. Pensamos que se tivéssemos acesso a essas células-tronco embrionárias humanas, talvez pudéssemos entender a inativação do cromossomo X em humanos durante o desenvolvimento embrionário. Assim, tínhamos interesse em trabalhar com essas células, contudo, ao produzi-las estaríamos atendendo uma demanda do governo federal de gerar células embrionárias humanas no país e disponibilizá-las a grupos interessados em desenvolver terapia celular.

Foi assim que surgiu o LaNCE (Laboratório Nacional de Células-Tronco Embrionárias). Ele foi uma parceria entre o meu grupo e o grupo do professor Stevens Rehen, da UFRJ, que também possuía experiência em cultivar as células embrionárias humanas. Ele havia chegado da Califórnia, onde tinha trabalhado com isso em San Diego. Então, nós nos unimos para apresentar uma proposta. Em seguida, houve uma chamada do governo federal do CNPq em 2008 para criar laboratórios, ou seja, esses centros de terapia celular. Assim, nós dissemos juntos que apresentaríamos um projeto para criar um laboratório nacional de células-tronco embrionária específico para células pluripotentes e células embrionárias em parceria USP e UFRJ. Porém, esse projeto se tornou dois laboratórios, pois nos tornamos independentes.

Nós treinamos muitas pessoas que queriam trabalhar com células embrionárias e, depois do surgimento das células iPS, também passamos a estabelecer essas linhagens aqui. Temos o trabalho de fornecer as células para grupos que queiram trabalhar com elas e de treinamento pessoal, porque elas são células de um cultivo diferente e específico. Dessa forma, recebemos muitos alunos de pós-graduação e de pós-doutorado que ficam de uma a duas semanas no laboratório aprendendo a trabalhar com essas células para poderem retornar a seus laboratórios e iniciar uma linha de pesquisa que envolva essas células-tronco embrionárias ou IPS.

Na chamada para o Governo Federal, o patrocínio para a construção dos laboratórios veio da FINEP e do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). Foi um conjunto do Ministério da Saúde, Ciência e Tecnologia,

que naquele momento era apenas ciência e tecnologia, não havendo comunicação junto. O BNDES também se uniu para financiar a criação de oito laboratórios, os centros de terapia celular. O nosso, em específico, foi 80% financiado pelo BNDES, sendo o restante do patrocínio vindo da FINEP.

O LaNCE possui uma infraestrutura para produzir células adequadas para o uso clínico. Nas minhas pesquisas, eu não desenvolvo terapia celular, mas faço prestação de serviços, porque se surgir um grupo, por exemplo, que tenha desenvolvido um protocolo para transformar as células pluripotentes em cardiomiócitos para uso clínico e agora querem começar um ensaio clínico, precisando produzir essas células em condições sanitárias adequadas para colocar no ser humano, eu tenho a infraestrutura adequada para esse grupo usar.

O que começamos a desenvolver é explorar o uso dessas células para o desenvolvimento de novos fármacos. Estamos interessados especificamente em criar uma biblioteca de células embrionárias humanas que representem a população brasileira. Temos a hipótese de que daqui alguns anos, a indústria farmacêutica, antes de testar um medicamento em uma população humana, vai poder, por exemplo, testar a droga para entender se é tóxica, em células dessa população.

Não há patrocínio privado. Nós acreditamos que o interesse por isso será da indústria farmacêutica, dessa forma, temos tentado divulgar nossa ideia, mas para a forma nacional é algo muito sofisticado. Assim, nosso plano é divulgar isso para a farma internacional, pois é quem está prestando atenção nisso com mais afinco. Imagine se há em uma dessas indústrias farmacêuticas, quatro medicamentos que passaram por todos os testes em cachorros e agora estão prontos para serem testados em seres humanos. Se eles puderem testar isso em células humanas, eles provavelmente terão alguma resposta de qual deles, pelo menos nas células, é mais efetivo ou menos tóxico, dando uma linha de prioridade. Então, o uso de tecnologias baseadas em células, e em ensaios em células pode acelerar o desenvolvimento de novos medicamentos, diminuindo custos. O interesse do SUS por este tipo de projeto é distante, pois é algo muito sofisticado. O SUS está interessado em coisas mais imediatas.

Em termos de terapia com células-tronco embrionárias ou pluripotentes, elas ainda não são uma realidade. Ninguém está sendo tratado com isso, mas já houve testes em animais para testes em seres humanos. Já existem ensaios clínicos para



tratar lesão de medula, regeneração da retina e diabetes, e começará também para Parkinson e enfarto. Essas células já foram transformadas em células para o coração, pâncreas, retina e medula espinhal, e a eficiência delas nessas várias doenças já foi demonstrada em modelos animais e agora estão sendo testadas em seres humanos. Os próximos dez anos serão muito interessantes, porque nós veremos o resultado desses ensaios clínicos e a possibilidade de surgirem novas terapias para essas doenças.

Agora pode acontecer muita coisa, como ocorreu com as células da medula óssea nos anos 2000. Nós achávamos que tudo seria tratado com célula da medula óssea, como regeneração do coração infartado, cirrose hepática e derrame. Contudo, os ensaios clínicos mostraram que não funcionava em humanos, assim, voltou-se para o laboratório para tentar entender. Enquanto isso, as células embrionárias estão caminhando, pois agora estão sendo testadas em seres humanos.

A legislação sobre o uso de células embrionárias está bem estabelecida no Brasil e em vários lugares do mundo. Isso é o suficiente para permitir fazer pesquisas e, se sair alguma terapia, que essa terapia seja legal. É uma legislação com restrições, pois só podemos utilizar embriões que foram produzidos até 2005. Mas, com tudo isso, nós temos embriões suficientes para conseguir gerar essas células-tronco embrionárias no Brasil. Em 2008, nosso grupo gerou a primeira e, desde então, nós geramos outras cinco linhagens diferentes a partir de embriões humanos doados para a pesquisa. A partir disso, essas coisas saem daqui para todos os laboratórios que estiverem interessados, porque nós somos o único laboratório no Brasil que fornece esse tipo de célula.

Apesar da crise que resultou em cortes na ciência e tecnologia, temos o privilégio de estarmos localizados em São Paulo. A Fapesp ainda nos mantém, e eu sou parte do CEPID e CTC de Ribeirão Preto, que é o Centro de Terapia Celular, então nós temos esse financiamento. Atualmente, é apenas a Fapesp, pois nós tínhamos algumas bolsas, principalmente bolsas técnicas que não foram renovadas, como aqueles editais do CNPq, os universais, e essas chamadas pararam.

Eu não sei como os pesquisadores no Rio de Janeiro sobrevivem. O Estado do Rio de Janeiro está falido, o que torna o investimento em pesquisa mais complicado. O que ocorreu com o LaNCE da UFRJ é que como o Stevens, um neurobiólogo, trabalha muito com neurociência, ele estava gerando mini cérebros a partir das células

embrionárias. É possível diferenciar essas células em suspensão e como elas começam a formar um mini cérebro. Claro que não é exatamente um mini cérebro, mas é uma estrutura complexa que se assemelha com um cérebro. Então, surgiu o Zika vírus e ele se envolveu em pesquisas a respeito, conseguindo mostrar que o vírus do Zika infecta esses minis cérebros humanos que impede o crescimento, indicando mais uma causa da microcefalia. Dessa forma, ao entrar nesse tipo de pesquisa, ele conseguiu financiamento. Mas se não fosse isso, não sei onde estariam nesse momento.

No LaNCE daqui há muito técnicos, mas o restante são alunos de pós-graduação e pós-doutorandos. Atualmente, possuímos dois alunos de pós-doutorado, assim como também temos nove alunos de pós-graduação e uma secretária administradora, e só foi possível tê-la devido à verba do BNDES. Atualmente, só recebemos investimento da Fapesp.

Também não possuímos verba da USP. Às vezes, há alguma coisa, porém, a USP está com dificuldades financeiras. Naquela época em que estavam sendo construídos esses laboratórios, eu ganhei um projeto de infraestrutura no valor de 170 mil reais da USP. Contudo, o dinheiro nunca chegou, porque era uma irresponsabilidade fiscal ficar dando esse dinheiro enquanto que as contas da USP não estavam sendo quitadas. Há integração com alunos de graduação que podem começar fazendo iniciação científica ou estágio de um ano para verem se gostam ou não e, então, se engajarem, se a resposta for positiva. Eventualmente, eles fazem pós-graduação, mas podem escolher outra área. Eu não tenho graduação em biologia, mas tenho uma pós-graduação muito forte. Estudei cinco anos no doutorado nos Estados Unidos, então, isso deve ter uma relevância. Porém, se eu for falar de outra área, o meu conhecimento passa a ser mais superficial se não for sobre genética. Eu nunca senti nenhuma resistência por não ter uma formação em biologia.

As pesquisas daqui podem futuramente ter uma ligação com a medicina. Eu estudei o cromossomo X, uma pesquisa básica que leva a entender o funcionamento do cromossomo X dos seres humanos. Agora, por exemplo, na síndrome de Marfan, quando se está tentando entender o desenvolvimento da doença, tudo o que nós aprendemos com o modelo animal pode mais facilmente se reverter para alguma melhora no atendimento da doença em humanos. Quando há a melhora da compreensão de uma doença, há a possibilidade de melhorar o tratamento da mesma.

## APÊNDICE F – Entrevista de Margarida Lopes Rodrigues de Aguiar-Perecin

ENTREVISTA 6	
<b>Entrevistadora</b>	Dayana de Oliveira Formiga
<b>Colaboradora</b>	Margarida Lopes Rodrigues de Aguiar-Perecin
<b>Local</b>	Departamento de Genética/ ESALQ
<b>Data</b>	13/12/2017
<b>Currículo Lattes</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/2629062842231601">http://lattes.cnpq.br/2629062842231601</a>

Eu me graduei no curso de História Natural em 1960, quando uma parte do curso era na Alameda Gleite, e algumas aulas na Cidade Universitária da USP.

Durante o período em que eu estava na graduação, quem lecionava na área de Genética era o Professor Pavan. Havia também o curso de Citologia, que era no mesmo departamento, e quem lecionava era a Professora Rosina de Barros. Era um ótimo curso, nós tínhamos aulas de Botânica, Zoologia, Fisiologia Animal e Vegetal, Mineralogia e Geologia, inclusive, nós estudávamos também com os alunos do curso de Geologia.

Eu fiz um estágio no laboratório de Genética no Instituto Butantan com o Dr. Willy Beçak. Ele estava organizando um laboratório de Genética, instalando uma técnica para estudar cromossomos humanos, que foi uma grande revolução na época. No passado, os cientistas cortavam o tecido e esse estudo com cromossomos humanos eram com células do sangue e pingava-se as mesmas na lâmina, então, as células ficavam intactas sem cortar. Dessa forma, era possível ver todos os cromossomos.

No estágio, eu aprendi sobre cultura de tecidos, contudo, surgiu outra oportunidade e acabei vindo para Piracicaba. Eu tive apoio do Professor Brieger aqui em Piracicaba. Ele havia organizado um Instituto de Genética e eu fui contemplada com uma bolsa de estudos. Em seguida, fui nomeada bióloga, fiz doutorado e, na década de 1970, me tornei docente do departamento.

Fiz a pós-graduação na ESALQ, inscrevendo-me pelo regime antigo. Naquele período, nós apenas podíamos desenvolver uma tese, sem curso algum. Porém, como o curso de pós-graduação foi iniciado naquele momento, eu assistia a algumas matérias, sem ser obrigada a assistir ao curso. Foi um período de transição, pois começaram algumas mudanças. Nós levávamos um tempo considerável para fazer uma tese e, agora, há um prazo.

Era contratada como bióloga, então, só fazia pesquisa, não era bolsista. Comecei a lecionar em 1971, quando fui contratada como professora e já estava nesse prédio (Pavilhão José Teóphilo do Amaral Gurgel) e nesse laboratório, então denominado Laboratório de Citologia e que atualmente é denominado Laboratório de Citogenômica e Epigenética. Esse local era apenas da área de Genética, depois foram construídos outros laboratórios. O prédio mais novo é este ao lado (Pavilhão Friedrich Brieger). Eu reformei o laboratório, deixando-o mais moderno. Nós tivemos uma verba de infraestrutura da Fapesp, em 1999, destinada a reformar laboratórios antigos.

Eu trabalhava com o professor Almiro Blumenschein, e ele com orquídeas. Porém, como já havia feito estágio na área animal, passei a estudar cromossomos de aves. Minha tese de doutorado foi sobre cariótipos de várias ordens de aves. Quando se estudam os cromossomos de diversas espécies, é possível entender o mecanismo de evolução das mesmas, ou pelo menos a evolução cromossômica das espécies.

Eu fazia pesquisa mais no campo das aves, contudo, como o departamento era mais voltado para a área de plantas, eu recebi a sugestão de trabalhar com Citogenética do milho. Dessa forma, me tornei especialista em estudar a estrutura dos cromossomos do milho, mas não para fazer melhoramento genético, pois fazia pesquisa básica.

Nos cromossomos do milho há umas regiões específicas chamadas heterocromáticas, que são regiões mais condensadas dos cromossomos, os chamados knobs cromossômicos. Então, mapeei esses knobs nos cromossomos da raiz, porque o estudo da Citogenética de milho foi todo feito em células de flores masculinas, ou seja, em células da meiose, que dão origem aos gametas. Na fase de paquíteno, os cromossomos são muito nítidos. Os principais geneticistas norte-americanos fizeram toda a citogenética de milho no paquíteno. Sendo assim, é necessário esperar que a planta cresça para colher a inflorescência masculina. No trabalho feito com cromossomos que se localizam na ponta da raiz, foi possível se fazer uma correlação com um método chamado de “bandamento-C”, que marca nos cromossomos os knobs vistos no paquíteno. Publiquei esse trabalho em colaboração com o Professor Vosa com quem eu trabalhei na Universidade de Oxford, Inglaterra, quando fiz pós-doutorado em 1971 e 1972.

Quando retornei, trouxe a técnica do bandamento-C, que é uma técnica onde se pode analisar regiões heterocromáticas de cromossomos. Em seguida, passei a

orientar alunos e a trabalhar com outras plantas também, usando a mesma técnica. Estudamos várias plantas, como a cana de açúcar, assim como espécies de *Stylosanthes*, que são plantas forrageiras. Vários outros gêneros de plantas foram estudados por meus orientados, entre os quais as pimentas e pimentões do gênero *Capsicum*, e espécies de plantas medicinais do gênero *Mikania*. Mais tarde, nós implantamos uma nova técnica que se chama “Hibridação Molecular *in situ*”, conhecida como FISH, que permite a visualização dos cromossomos fluorescentes, nos quais podemos mapear DNAs repetitivos em várias plantas, sobretudo DNAs ribossômicos.

Conforme novas técnicas iam surgindo, nós fomos implantando as mesmas no laboratório tais como a técnica de cultura de tecidos, onde se coloca o embrião em uma placa de Petri com meio nutritivo e ele forma uma massa celular chamada “calo”. Em seguida, com o tratamento hormonal adequado, ele forma embriões que se chamam “embriões somáticos” e esses pequenos embriões regeneram plantas. Assim, se pode obter clone de plantas.

Nós passamos a observar algumas alterações que aconteciam nos cromossomos, e elas aconteciam com baixa frequência em culturas de calos, contudo, os alunos de pós-graduação se entusiasmaram especialmente por essas aberrações. Vimos que os cromossomos se quebravam e mudavam de estrutura e, depois, havia aberrações que permaneciam constantes. Nós descobrimos que na cultura de tecido se formavam novos telômeros.

Telômero é uma região na ponta dos cromossomos, e quando eles se quebram ficam instáveis e podem grudar em outros que quebraram. Mas eles sofriam alterações por quebras, e em seguida, eles sofriam um ciclo que se chama “ciclo de quebra-fusão-ponte”. Este havia sido descrito por Barbara McClintock, ganhadora do prêmio Nobel. Com o nosso estudo, surgiram várias aberrações que se mantinham estáveis, porque elas ganhavam um telômero novo. No telômero ocorre um tipo de DNA repetitivo específico. Existe uma enzima que se chama telomerase, que pode adicionar sequências de DNA telomérico no cromossomo quebrado. Resultados dessa pesquisa, foram publicados em várias revistas europeias, americanas e nacionais.

O professor Blumenschein fez uma tese de doutorado nos Estados Unidos sobre knobs heterocromáticos de milho, abordando a influência desses knobs em

certas características agronômicas na planta.

Estive duas vezes na Inglaterra, com bolsas de aperfeiçoamento. Na década de 1970 eu tive uma bolsa do Conselho Britânico, e na década de 1980 eu fui com uma verba do Banco Interamericano de Desenvolvimento, através de um convênio BID/USP. Só então eu fui aprender a fazer hibridação molecular *in situ*.

Como eu me preocupava com a compra de drogas para os experimentos, adquirei várias delas na Inglaterra com o dinheiro da bolsa. Naquele período nós conseguíamos fazer isso, inclusive, até bactérias eu pude trazer. Quando eu cheguei ao Brasil, era o fim do governo Sarney, ou seja, havia uma inflação de 80% por mês. Isso foi terrível, pois mudou o preço das drogas. A obtenção dos equipamentos de uso no laboratório era difícil. Só quando a Fapesp estabilizou isso é que houve uma melhora, pois tornou-se possível fazer um projeto através dela e, então, obter material de consumo nacional e material de consumo importado.

A técnica de FISH permitiu que pudéssemos mapear sequências de DNA nos cromossomos. Atualmente, é necessário dominar as técnicas moleculares também, como manipular o DNA, marcá-lo e preparar uma lâmina com este DNA marcado. Além disso, é necessário um microscópio de fluorescência.

O microscópio de fluorescência do laboratório foi comprado através do projeto de multiusuários da Fapesp na década de 1990. Esse projeto consistia em permitir que outros pesquisadores pudessem usar o aparelho. Foi uma época de colaboração, contudo, agora há mais pessoas que possuem microscópio fluorescente.

O Projeto Genoma fez com que os cientistas isolassem sequências de DNA de genes e DNA não gênico. Então, hoje as pessoas isolam sequências de DNA em seu próprio laboratório. Eu mesma recebi dos Estados Unidos algumas sequências de DNA do milho que usei para mapear os cromossomos. Dessa forma, os Projetos Genoma impactaram, no sentido em que se pode implantar no mundo inteiro técnicas para se isolar sequências de DNA e reconhecê-las

Atualmente, há outras técnicas sendo utilizadas. Por exemplo, há um ex-aluno meu, Mateus Mondin, atualmente chefe do Laboratório de Citogenômica e Epigenética que implantou a área de epigenética, realizando o mapeamento de alterações do DNA ou alterações das proteínas que estão ligadas ao DNA e se relacionam com o funcionamento do cromossomo. Ele também está conduzindo trabalhos de bioinformática com seus estudantes de pós-graduação estudando sequências

repetitivas de DNA.

No Departamento de Genética e na ESALQ há outros laboratórios que trabalham também com a área da biologia molecular. O nosso laboratório se chamava “Laboratório de Citogenética Molecular e Plantas”, mas agora se chama “Laboratório de Cito Genômica e Epigenética.

## ANEXO A – Publicações da Escola Dreyfus- Dobzhansky (1943-1960)<sup>177</sup>

BARROS, R. de. Aberrações cromossômicas em *Drosophila mercatorum pararepleta* I. Aneuplóides espontâneos. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 365-376, 1949.

\_\_\_\_\_. Aberrações cromossômicas em *Drosophila mercatorum pararepleta* II. Uma longa duplicação espontânea adjacente e invertida. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.9, n. 4, p. 463-466, 1949.

\_\_\_\_\_. Um caso de alteração na proporção entre os sexos, em *Drosophila mercatorum pararepleta*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 107-110, 1949.

\_\_\_\_\_. A new species of the genus *Drosophila*, with discussion about speciation in the *mercatorum* sub-group. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 265-278, 1950.

BREUER, M. E; PAVAN, C. Genitália masculina de *Drosophila* (Díptera) do grupo *annulimana*. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 469-488, 1950.

\_\_\_\_\_. Gens na diferenciação. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 4, n. 3 e 4, p. 115, 1952.

\_\_\_\_\_. Genitália masculina de *Drosophila* (Díptera) do grupo *dreyfusi*. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 14 n. 4, p. 465-475, 1954.

BURLA, H.; PAVAN, C. The *calloptera* group of species. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.13, n. 4, p. 291-314, 1953.

\_\_\_\_\_. *et. al.* Population density and dispersal rates in Brazilian *Drosophila willistoni*. **Ecology**, v. 31, n. 3, p. 393-404, Jul., 1950.

\_\_\_\_\_.; CORDEIRO, A. R.; DOBZHANSKY, T.; MALOGOLOWKIN, C.; PAVAN, C. The Willistoni Group of sibling species of *Drosophila*. **Evolution**, v. 3, p. 300-314, Abr., 1949.

---

<sup>177</sup> Adaptado de Sião (2007).



CORDEIRO, A. R. Experiments on the effects in heterozygous condition of second chromosomes from natural populations of *Drosophila willistoni*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 38, p. 471-478, 1952.

\_\_\_\_\_. Inheritance of variations in the male genitalia in *Drosophila paulistorum*. **The American Naturalist**, v. 86, p. 185-188, 1952.

\_\_\_\_\_; SAWAYA, P. **Viabilidade de heterozigotos e dinâmica de populações naturais de *Drosophila willistoni sturtevant***. 1953. (Tese de Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1953.

\_\_\_\_\_; DOBZHANSKY, T. Combining ability of certain chromosomes in *Drosophila willistoni* and invalidation of the “wild-type” concept. **The American Naturalist**, v. 88, p. 75-86, 1954.

\_\_\_\_\_; DREYFUS, A. Chromosomal aberrations in Brazilian *Drosophila ananassae*. **Proc. National Academy of Sciences**, v. 29, n. 10, p. 301-305, 1943.

\_\_\_\_\_; PAVAN, C. Chromosome complements of some south-brazilian species of drosophila. **Proc. National Academy of Sciences**, v. 29, n. 11, p. 368-375, 1943.

\_\_\_\_\_. Studies on brazilian species of drosophila. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Biologia Geral**, v. 36, n. 4, p. 7-72, 1943.

\_\_\_\_\_. Local and seasonal variations in frequencies of species of *Drosophila* in Brazil. **The Journal of Animal Ecology**, v. 19, n. 1, p. 1-14, maio 1950.

\_\_\_\_\_; CUNHA, A. B. da. Diferenciação nas preferências de nutrição nas espécies de *Drosophila*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 5, n. 4, p. 221, 1953.

\_\_\_\_\_. Diferenciação nas preferências de nutrição nas espécies brasileiras de *Drosophila*. **Revista Brasileira de Química**, v. 36, n. 219, p. 144, mar. 1954.

\_\_\_\_\_. Differentiation of nutritional preferences in Brazilian species of *Drosophila*. **Ecology**, v. 36, n. 1, p. 34-39, jan. 1955.

\_\_\_\_\_. ; BURLA, H.; CUNHA, A. B. da. A comparative study of chromosomal polymorphism in sibling species of the *Willistoni* Group of *Drosophila*. **The American Naturalist**, v. 84, n. 817, p. 229-246, jul./ago. 1950.

CUNHA, A. B. da. Polymorphism in natural populations of a species of *Drosophila*. **Heredity**, v. 37 n. 8, p. 253-257, 1946.

\_\_\_\_\_. Genetic analysis of the polymorphism of color pattern in *Drosophila polymorpha*. **Evolution**, v. 3, n. 3, p. 239-251, 1949.

\_\_\_\_\_. Contribuição ao estudo do polimorfismo. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Biologia Geral**, v. 131, n. 9, p. 1-58, 1951.

\_\_\_\_\_. Modification of the adaptive values of chromosomal types in *Drosophila pseudoobscura* by nutritional variables. **Evolution**, v. 5 n. 4, p. 395-404, 1951.

\_\_\_\_\_. Modificação dos valores adaptativos de tipos cromossômicos de *Drosophila pseudoobscura* por fatores de nutrição. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 3, n. 4, p. 283, 1951.

\_\_\_\_\_. Estudo sobre o polimorfismo cromossômico adaptativo em *Drosophila willistoni*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 5, n. 4, p. 220, 1953.

\_\_\_\_\_. Inversões cromossômicas com efeitos limitados ao sexo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 5, n. 4, p. 222, 1953.

\_\_\_\_\_. A further analysis of the polymorphism of *Drosophila polymorpha*. **Nature**, v. 171, p. 887, 1953.

\_\_\_\_\_. Chromosomal inversions with sex-limited effects. **Nature**, v. 172, p. 815-816, 1953.

\_\_\_\_\_. Inversões cromossômicas com efeitos limitados ao sexo. **Revista Brasileira de Química**, v. 36, n. 219, p. 146, 1954.

\_\_\_\_\_. A evolução biológica I: provas e evidências da evolução. **Anhembi**, v. 18, n. 52, p. 44-57, 1955.

\_\_\_\_\_. A evolução biológica II: provas e evidências da evolução. **Anhembi**, v.18, n. 53, p. 256-277, 1955.

\_\_\_\_\_. A evolução biológica III: provas e evidências da evolução. **Anhembi**, v.18, n. 54, p. 468-486, 1955.

\_\_\_\_\_. Chromosomal polymorphism in the Díptera. **Adv. Genetics**, v. 7, p. 93-138, 1955.

\_\_\_\_\_. Sobre duas raças de *Drosophila neocardini* Streisinger (Drosophilidae, Díptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 117-125, 1955.

\_\_\_\_\_. Adaptation of carriers of different chromosomal types in *Drosophila willistoni* to a variety of environments. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 263-272, 1956.

\_\_\_\_\_. Differential viability favoring inversion heterozygotes in *Drosophila willistoni*. **Evolution**, v. 10, n. 3, p. 231-234, 1956.

\_\_\_\_\_. Contribuição ao estudo da adaptação das populações de *Drosophila* (Díptera) a diferentes levedos. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Biologia Geral**, v. 220, n. 10, p. 1-60, 1957.

\_\_\_\_\_. Chromosomal variation and adaptation in insects. **Annual Review of Entomology**, v. 5, p. 85-110, 1960.

\_\_\_\_\_; DOBZHANSKY, T. A further study of chromosomal polymorphism in *Drosophila willistoni* in relation to the environment. **Evolution**, v.8, p. 119-134, Jun., 1954.

\_\_\_\_\_; BURLA, H.; DOBZHANSKY, T. Adaptive chromosomal polymorphism in *Drosophila willistoni*. **Evolution**, v. 4, p. 212-235, mar. 1950.

\_\_\_\_\_; DOBZHANSKY, T.; SOKOLOFF, A. On food preferences of sympatric species of *Drosophila*. **Evolution**, v. 5 p. 97-101, jun. 1951.

\_\_\_\_\_; BRNIC, D.; SALZANO, F. M. A comparative study of chromosomal polymorphism in certain South-American species of *Drosophila*. **Heredity**, v. 7, n. 2, p. 193-202, 1953.

\_\_\_\_\_; SHEHATA, A. M. EI-T.; OLIVEIRA, W. de. A study of the diets and nutritional preferences of tropical species of *Drosophila*. **Ecology**, v. 38, n. 1, p. 98-106, 1957.

\_\_\_\_\_; DOBZHANSKY, T.; PAVLOVSKY, O.; SPASSKY, B. Genetics of natural populations. XXVIII supplementary data on the chromosomal polymorphism in *Drosophila willistoni* in its relation to the environment. **Evolution**, v. 13. p. 389-404, set. 1959.

\_\_\_\_\_ et al. A comparative analysis of the effects of natural and of radiation-induced lethals in heterozygous individuals and their frequencies in natural populations of *Drosophila willistoni*. **Progress in Nuclear Energy, Series VI, Biological Sciences**, v. 2, p. 359-363, 1959.

DREYFUS, A. Analysis of sexual isolation between *Drosophila paranaensis* and *D. Pararepleta*. In: **Proc. Of the Eighth International Congress of Genetics, Suppl. Hereditas**, 1951, p. 564-565.

\_\_\_\_\_; BREUER, M. E. Unicidade ou dualidade dos machos de *Telenomus farai*. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 4, p. 431-441, 1943.

\_\_\_\_\_; BARROS, R. de. Mutations chromosomiques chez les hybrides de *Drosophila mercatorum pararepleta* x *D. Paranaensis*. **São Paulo Médico**, v. 1, p. 11-18, 1948.

\_\_\_\_\_. Sex-ratio chez certains hybrides interspécifiques de *Drosophila* et son interprétation par l'analyse des chromosomes salivaires. In: **Symposium sui fattori ecologici e genetici della speciazione negli animali. Suppl. A "La Ricerca Scientifica"**, 1949, p. 94-104.

FREIRE-MAIA, N. Sobre os cromossomos de *Drosophila montium*. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Biologia Geral**, v. 86, n. 7, p. 3-19, 1947.

\_\_\_\_\_. Balanced polymorphism in *Drosophila montium*. **Evolution**, v. 3, p. 98, 1949.

\_\_\_\_\_; PAVAN, C. Introdução ao estudo da *Drosophila*. **Revista Cultus**, v. 1, n. 5, p. 3-61, 1949.

FROTA-PESSOA, O. *Bunostoma brasiliensis* (Drosophilidae – Díptera). **Summa Brasiliensis Biologiae**, v.1, n. 11, p. 175-179, 1946.

\_\_\_\_\_. *Drosophila* (Hirtodrosophila) *magnarcus* (Díptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 407-411, dez. 1951.

\_\_\_\_\_. A revision of the genus *Neotanygastrella duda* (Díptera, Drosophilidae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 145-151, jun. 1951.

MAGALHÃES, L. E. de. Description of four new species of the *saltans* group of *Drosophila* (Díptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 273- 280, 1956.

\_\_\_\_\_; BJÖRNBERG, A. J. S. Estudo da genitália masculina de *Drosophila* (Díptera) do grupo *saltans* (Díptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 17n. 4, p. 435-450, 1957.

PATTERSON, J. T.; PAVAN, C. *Drosophila fulvimacula flavorepleta* subsp. nov. In: Patterson J. T. (Ed.) **A pair of allopatric subspecies belonging to the repleta species group**, University of the Texas Publications, 1952. p.114-128.

PAVAN, C. Chromosomal variations in *Drosophila nebulosa*. **Genetics**, v.31, p. 546-557, 1946.

\_\_\_\_\_. Two types of heterochromatin in *Drosophila nebulosa*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 32, n. 5, p. 137-145, 1946.

\_\_\_\_\_. Variação cromossômica em *Drosophila nebulosa*. **Gazeta Clínica**, v. 45, n. 3 e 4, p. 84-85, 1947.

\_\_\_\_\_. Espécies brasileiras de *Drosophila* II. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade São Paulo - Biologia Geral**, v. 111, n. 8, p. 1- 37, 1950.

\_\_\_\_\_. **Alelismo de letais no segundo cromossoma de *Drosophila willistoni***. 1951. (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1951.

\_\_\_\_\_. **Relações entre populações naturais de *Drosophila* e o meio ambiente**. 1952. (Tese de livre docência) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1952.

\_\_\_\_\_. Morphological and physiological aspects of chromosomal activities. In: **On Physiological Genetics: International Congress of Genetics Montreal**, v. 10, p. 1-14, 1958.

\_\_\_\_\_. Relações entre populações naturais de *Drosophila* e o meio ambiente. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Biologia Geral**, v. 221, n. 11, p. 1-81, 1959.

\_\_\_\_\_; BREUER, M. E. Two new species of *Drosophila* (Díptera) of the *dreyfusi* group (Díptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 459- 463, 1954.

\_\_\_\_\_; CUNHA, A. B. da. Espécies brasileiras de *Drosophila*. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo - Biologia Geral**, v. 86, n. 7, p. 20-64, 1947.

\_\_\_\_\_; NACRUR, J. Duas novas espécies de *Drosophila* (Díptera) do grupo *annulimana*. **Dusenya**, v. 1, n. 5, p. 263-274, 1950.

\_\_\_\_\_; KNAPP, E. do N. P. The genetic population structure of Brazilian *Drosophila willistoni*. **Evolution**, v. 8, n. 4, p. 303-313, 1954.

\_\_\_\_\_; DOBZHANSKY, T.; BURLA, H. Diurnal behavior of some neotropical species of *Drosophila*. **Ecology**, v. 31, n. 1, p. 36-43, jan. 1950.

\_\_\_\_\_ *et. al.* Concealed genic variability in Brazilian populations of *Drosophila willistoni*. **Genetics**, v. 36 p. 13-30, jan. 1951.

\_\_\_\_\_; DOBZHANSKY, T.; CUNHA, A. B. da. Heterosis and elimination of weak homozygotes in natural populations of three related species of *Drosophila*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 43, n. 2, p. 226-234, 1957.

\_\_\_\_\_; *et. al.* Análise comparativa dos efeitos de gens letais naturais e de gens letais recém-induzidos por irradiação em indivíduos heterozigotos e da frequência dos gens letais em populações naturais de *Drosophila willistoni*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 206- 208, 1958.

SALZANO, F. M. Chromosomal polymorphism in two species of the Guarani group of *Drosophila*. **Chromosoma**, v.7, p. 39-50, 1955.

\_\_\_\_\_; PAVAN, C. **Problema de espécies crípticas**: Estudos ao subgrupo bocainensis de *Drosophila*. 1955. (Tese de Doutorado).

**ANEXO B – Trabalhos publicados pelo Laboratório de Genética Humana da  
USP (1959-1962)<sup>178</sup>**

LISTA DE TRABALHOS PUBLICADOS POR MEMBROS DO  
LABORATÓRIO DE GENÉTICA HUMANA

(de agosto de 1959 a dezembro de 1962; \* indica os membros do L.G.H.)

1. F. Ottenscooper\*. Causas de erros nas provas serológicas de paternidade. *Arquivos de Biologia* 11:38-42 (1960).
2. P. H. Saldanha\*, O. Frota-Pessoa, Phyllis Eveleth, F. Ottenscooper\*, Alda B. Cunha e Marina A. A. Cavalcanti\*. Estudo genético e antropológico de uma colônia de holandeses do Brasil. *Revista de Antropologia* 8:1-42 (1960).
3. P. H. Saldanha\*, L. E. Magalhães e W. E. Horta. Race differences in the ability to excrete beetroot pigment (Betanin). *Nature* 187:806 (1960).
4. P. H. Saldanha\*. Inbreeding in Brazil. (crítica bibliográfica). *Revista de Antropologia* 8:161-163 (1960).
5. N. Leon\*, I. Ferrari e C. Bottura. Chromosome constitution in a case of Klinefelter's syndrome. *Lancet* 11 (August 6th):519, (1960) (letter to the editor).
6. P. H. Saldanha\*. Frequencies of consanguineous marriages in northeast of São Paulo, Brazil. *Acta Genetica et Statistica Medica* 10:71-88 (1960).
7. O. Frota-Pessoa e P. H. Saldanha\*. The rate of spontaneous sex-linked mutations and the doubling dose in man. *Annals of Human Genetics* 24:367-373 (1960).
8. P. H. Saldanha\*. Laboratório de Genética Humana da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Atas do I Simpósio Sul-Americano de Genética, São Paulo, março de 1960, pp. 97-101, (1961).
9. F. Ottenscooper\*. Os grupos séricos Gm em Genética e Antropologia. *Boletim da Sociedade Brasileira de Genética* 3:17-19 (1961).
10. P. H. Saldanha\*. Relatório Geral das Atividades do Laboratório de Genética Humana, de agosto de 1959 a agosto de 1960 (relatório geral nº 1). Publicação do L.G.H.; mimeografado (1961).
11. P. H. Saldanha\* e Sônia Guinsburg. Distribution and inheritance of middle phalangeal hair in a White population of São Paulo, Brazil. *Human Biology* 33:237-249 (1961).
12. N. Leon\*, Dorina R. Epps, Maria L. Beçak e W. Beçak. Discrepancies between bone-marrow and peripheral-blood chromosomal constitution. *Lancet* 11 (October 14th):880-881 (1961).

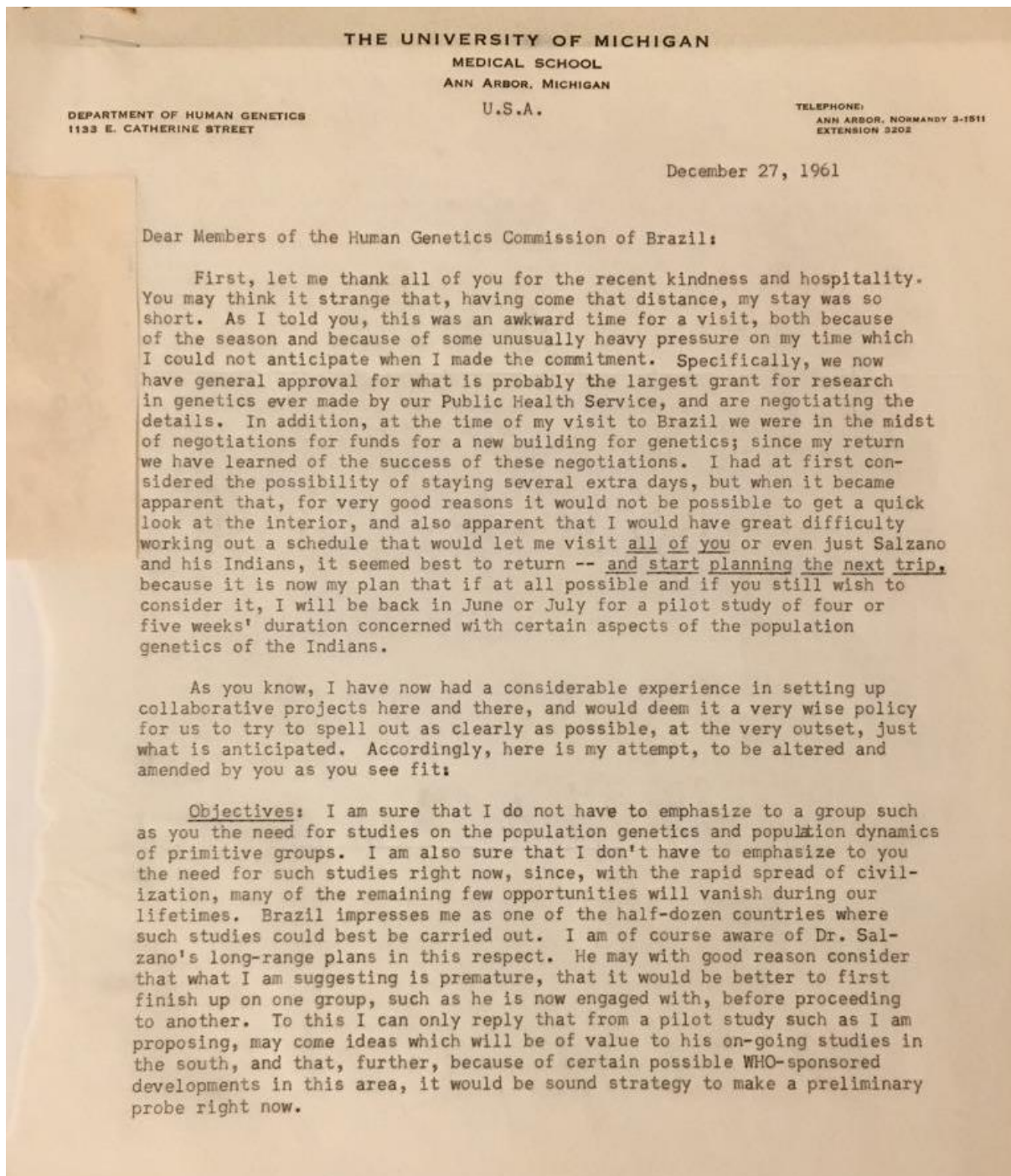
<sup>178</sup> Arquivo Pessoal de Oswaldo Frota-Pessoa.



- B. Ulhoa Cintra. The Laurence-Moon syndrome, a pedigree with uncommon features. *Acta Genetica et Statistica Medica* 11: 217-229 (1961).
14. F. Ottenssooser\*, N. Leon\* e Alda B. Cunha. Beiträge zur Kenntnis der Gm-gruppen. *Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie* 122:165-178 (1961).
15. P. H. Saldanha\*. Relatório Geral das Atividades do Laboratório de Genética Humana, de setembro de 1960 a dezembro de 1961 (relatório geral nº 2). Publicação do L.G.H.; mimeografado (1961).
16. P. C. Junqueira, F. Ottenssooser\*, L. Montenegro, N. C. Junqueira e Alda B. Cunha. Grupos sanguíneos de nordestinos. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 34:143-152 (1962).
17. P. H. Saldanha\*. The Genetics effects of Immigration in a rural community of São Paulo, Brazil. *Acta Geneticae Medicae et Gemellologiae* 11:158-224 (1962).
18. F. Ottenssooser\*, N. Leon\* e M. Sato\*. Os fatores Gm em Antropologia. *Revista Paulista de Medicina* 61:19-28 (1962).
19. P. H. Saldanha\*. Os componentes raciais das populações nordestinas. *Ciência e Cultura* 14:115-117 (1962).
20. P. H. Saldanha\*. Race Mixture among Northeastern Brazilian Populations. *American Anthropologist* 64:751-759 (1962).
21. F. Ottenssooser\*. Analysis of Trihybrid Populations. *American Journal of Human Genetics* 14:278-280 (1962).
22. P. H. Saldanha\*. Programa de Biologia para o exame de seleção da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para 1963 (publ. em 1962).
23. N. Leon\*, M. Neves e Castro e R. I. Dorfman. Biosynthesis of testosterone by a Stein-Leventhal ovary. *Acta Endocrinologica* 39:411-414 (1962).
24. P. H. Saldanha\*. Taste sensitivity to phenylthiourea and its bearing on the problem of Negro-White admixture in Brazil. *Human Biology* 34:179-186 (1962).
25. P. H. Saldanha\*. Population Cytogenetics. *Lancet* 11 (October 6th): 728 (1962) (letter to the editor).
26. P. H. Saldanha\*. Aspectos genéticos da teratologia humana. *Revista Paulista de Medicina* 61:368-382 (1962).
27. P. H. Saldanha\*. Efeito dos casamentos consanguíneos sobre a frequência relativa de caracteres determinados por genes incompletamente ligados ao cromossomo X. *Revista de Antropologia*

28. P. H. Saldanha\*, O. Frota-Pessoa e Lucy I. Feixoto. Genetics of betanin excretion among Dutch immigrants in Brazil. Proceedings of the II International Conference of Human Genetics, Roma, September 1961 (Publ. by Excerpta Medica, Amsterdam, em impressão).
29. P. H. Saldanha\*. The effect of immigration of the incidence of some congenital abnormalities and on the distribution of stature in a rural community of São Paulo, Brazil. Proceedings of the II International Conference of Human Genetics, Roma, September 1961 (Publ. by Excerpta Medica, Amsterdam, em impressão).
30. P. H. Saldanha\*. Herança do lobo auricular. Revista de Antropologia (em impressão).
31. P. H. Saldanha\*, O. Frota-Pessoa e Lucy I. Feixoto. On the genetics of betanin excretion. Journal of Heredity (em impressão).
32. P. H. Saldanha\*. The estimation of relative fitness of gene determining achondroplasia based on the equilibrium between mutation and selective elimination rates. Journal de Génétique humaine (em impressão).

**ANEXO C – Correspondência de James von Gundia Neel para Dears members of the Human Genetics Comission of Brazil<sup>179</sup>**



<sup>179</sup> Arquivo Pessoal de Oswaldo Frota-Pessoa.



-2-

With respect to the actual objectives of the pilot study which I propose, I should at the outset recognize the need for great elasticity in the planning, since some things which from a distance look feasible may prove impossible when one gets into the field, and, at the other extreme, unsuspected opportunities may arise. Be this as it may, I have in mind such possibilities as the following: 1) Attempting to obtain a kind of pedigree for complete tribes, for an evaluation of breeding structure. 2) Attempting to obtain blood, serum, and saliva specimens, with due regard for family relationships, not only for the study of blood group frequencies and preliminary data on selection in relation to polymorphisms, but for detecting departures between the stated and the actual breeding patterns. 3) Some appraisal of the pressures of disease within the population, where I would hope my medical background would be of some value. 4) If it develops that there is a rather high amount of consanguinity, an attempt to carry out certain minimum objective tests for consanguinity effects. Specifically, we have found visual and auditory acuity to be rather sensitive indicators of consanguinity effects in our work in Japan. Could we get the cooperation of these Indians in such tests, using, of course, for visual testing the chart for illiterates? 5) Could we obtain such simple physical measurements as height, span, and weight, to relate both to reproductive success and inbreeding? Undoubtedly a variety of other possibilities will come to your minds.

Obviously we will be corresponding over the next several months concerning the precise tentative objectives, and the equipment necessary to insure their success. In a very real sense, what we design here might become a model for studies to be carried out in other parts of the world.

Administrative considerations: I regard this primarily as a Brazilian study, in which I am only one of several collaborators, each with a specific contribution to make. Putting it very frankly, I do not have in mind rushing in to scoop up some data and rush back home. The "acid test" of the kind of cooperation envisaged usually arises when it comes to a discussion of possible publication. Let me say clearly and simply that I think credit should go where credit is due, and that I see very little prospect that my contribution would warrant senior authorship on anything that might emerge from the work. I would like to hope that my own background in population genetics and field work in various parts of the world would be useful in the study, but it certainly would contribute no more to its success than the knowledge of various other members of the team.

From the administrative standpoint, I believe the study has much to gain from a well-defined affiliation with the World Health Organization. Specifically, I would hope to arrange to come back to Brazil in my capacity as Consultant in Human Genetics to the World Health Organization, as well as in my capacity as Professor of Human Genetics on temporary leave from his university. I would also hope that there could be arranged some type of correspondence between WHO in Geneva and its field office in Brazil, which would recognize the existence of this project, and which might be of some value to us in the contacts we will probably have to make with such units as the Brazilian Air Force and the Brazilian Agency for Indian Affairs.

-3-

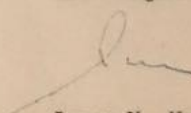
Finances: Six months is not very long to line up funds. I would anticipate that I would be able to arrange for my own transportation and support in the field through the utilization of some of our existing grants. This will require special authorization, to which I expect to devote some time during the next month. With respect to the expenses in Brazil, including the possibility of purchasing such much-needed equipment as a small generator, a small clinical centrifuge, a refrigerator of some type, etc., perhaps we could persuade WHO to make certain funds available, and I shall write Dr. Dobson in this respect. It would be most helpful if you for your part could furnish some kind of budget to be used as the basis for a definitive approach to WHO.

Personnel: As we agreed in our preliminary discussions, it would be a matter of the utmost importance to enlist the cooperation of an anthropologist with previous contacts with the group whom we hope to approach. As far as I am concerned, the selection of the Brazilian participants is entirely in your hands.

Division of laboratory responsibilities: As we discussed, I should certainly think that wherever possible, the indicated studies of the blood and saliva specimens which we obtain should be carried out in Brazil. However, I will draw attention to the ability of laboratories of the Department of Human Genetics here at Michigan to carry out certain special studies which might not be possible at the present time in Brazil. Thus, we are very well set up for special studies of the serum proteins, as well as special studies of some of the newly discovered intra-erythrocytic enzyme systems. It may be advisable to send aliquots of blood back to Ann Arbor.

This would seem to be about enough for a preliminary letter. I will greatly appreciate your frank reactions to all of the above.

Best regards, and thanks again



James V. Neel, M.D.

JVN:s

To: Dr. O. Frota-Pessoa  
Dr. F. Salzano  
Dr. N. Freire Maia  
Dr. P. Junqueira  
Dr. R. L. Dobson, WHO