POLIMORFISMOS GENÉTICOS EM POPULAÇÕES BRASILEIRAS (*)

Francisco M. Salzano

Pesquisador na Seção de Genética do Instituto de
Ciências Naturais da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

FATORES EVOLUTIVOS

Segundo Dobzhansky (1951), a definição mais geral de evolução seria a de uma mudança na constituição genética de uma população. De acôrdo com a teoria sintética da evolução, hoje quase que universalmente aceita, os fatores evolutivos são em número de quatro: a) mutação; b) seleção; c) oscilação genética; d) migração diferencial (ou fluxo gênico).

Quem fornece a matéria prima para a evolução são as mutações. Se um gen A^1 , no momento de sua reprodução, dá origem a uma réplica (alelo) A^2 , a população estará perdendo algum A^1 e ganhando A^2 . A isto denominamos **pressão de mutação**. É muito pouco provável que as duas variantes agora presentes no grupo em referência tenham o mesmo **valor adaptativo**, isto é, que seus portadores apresentem a mesma capacidade relativa de transmitir seus gens para o conjunto gênico das gerações seguintes. Se genótipos diferentes apresentam valor adaptativo diferente, para cada um indivíduo produzido por um genótipo apenas (1-s) será formado pelo outro; s aqui é um número positivo entre 0 e 1 e é usualmente conhecido como o "coeficiente de seleção" contra

(*) — A presente revisão foi preparada para um estudo de ordem mais geral, envolvendo aspectos diversos das populações brasileiras. É apresentada aqui com o objetivo de divulgar algumas das pesquisas em desenvolvimento na Seção de Genética do Instituto de Ciências Naturais da UFRGS, bem como as realizadas em outros centros de Genética Humana brasileiros. As pesquisas do autor no assunto foram subvencionadas em parte pelo Conselho Nacional de Pesquisas, Conselho de Pesquisas da UFRGS, Fundação Rockefeller e Serviço de Saúde Pública dos EE.UU. (U.S. Public Health Service research grant GM-08238).

um certo genótipo. É uma medida da intensidade da seleção.

Além destes dois fatores fundamentais, mutação e seleção, poderá haver modificações nas frequências gênicas tanto através de flutuações acidentais de geração a geração em populações pequenas (**oscilação genética**), como através de migração (**fluxo gênico**), isto é, troca de indivíduos e hibridação de populações geneticamente diferentes. O efeito do fundador de Mayr (1942) especifica um caso especial de migração, com o estabelecimento de uma nova população a partir de uns poucos fundadores originais, que seriam portadores de apenas uma pequena fração da variação genética total da população que lhe deu origem.

Irei revisar, a seguir, alguns estudos feitos em populações brasileiras, nos quais se procurou explicar certo tipo de variabilidade genética através de um destes fatores ou relacionar de maneira específica certos estados patológicos com constituições genéticas.

ESTUDOS GLOBAIS EM POPULAÇÕES PRIMITIVAS

A compreensão do presente e do futuro evolutivo do homem depende de um conhecimento mais exato das pressões seletivas e da estrutura de cruzamento de comunidades cujo tipo de vida se aproxima do que existia no passado. Por outro lado, apesar de que teoricamente pode-se inferir quais os fatores que determinam a distribuição dos gens no tempo e no espaço, poucos grupos, primitivos ou civilizados, foram descritos de maneira completa geneticamente. Os parâmetros biológicos e sociológicos que determinam as suas estruturas genéticas foram ainda menos estudados. Daí a necessidade que existe de pesquisas globais em populações primitivas.

A ênfase em comunidades deste tipo (populações pequenas, com economia baseada na caça e coleta, agricultura e pecuária rudimentares) é devido a que: a) Tais grupos representam a maior aproximação possível às condições em que o homem viveu a maior parte de sua existência. É provável que quase todas as qualidades genéticas do homem moderno tenham sido desenvolvidas pela ação da seleção natural e outros processos evolutivos nestes níveis culturais; b)

O tamanho relativamente pequeno de tais populações e a simplicidade de sua ecologia as tornam mais propícias para estudos intensivos; e c) A maioria desses grupos estão ameaçados de desintegração cultural e em alguns casos de perda de sua identidade física em face da civilização que avança. É portanto, urgente estudá-los de maneira detalhada o mais cedo possível.

Dados necessários

Em estudos de tal amplitude deve-se obter uma série de informações em áreas de estudo as mais diversas. Os dados que foram considerados necessários por um grupo de especialistas que se reuniu em Genebra em 1962, a convite da Organização Mundial de Saúde, são: a) Demografia e ambiente sócio-cultural — informações sobre cada indivíduo e sobre a sua história reprodutiva; identificação de fatores sociais que afetem a fertilidade e sobrevivência de membros do grupo; b) Estado de saúde e doenças mais comuns; c) Pesquisas genéticas e de antropologia física; d) Dados sobre o ambiente físico e biológico (estudos geológicos, climatológicos, botânicos e zoológicos).

É evidente que um programa tão vasto não poderá ser realizado por uma pessoa apenas; torna-se necessário a formação de equipes de trabalho. O tipo de investigação preconizado é eminentemente inter-disciplinar.

Estudos em índios brasileiros

Venho me dedicando a pesquisas em índios brasileiros desde 1957, em íntima colaboração com outros centros de investigação, nacionais e estrangeiros. Com a acumulação do material estudado entre os Caingang do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, entre os Xavantes do Mato Grosso e Caiapós do Pará, tornar-se-á possível em um futuro próximo estabelecer correlações entre os dados demográficos e genéticos obtidos em um grupo já completamente adaptado às condições de vida dos neo-brasileiros (Caingang) com os de outros que somente agora iniciam a passagem do estágio de caça-coleta para o de um tipo de agricultura rudimentar (Xavantes e Caiapós). Esta comparação é de importância

óbvia para a compreensão dos fatores sócio-demográficos e outros que podem influir na evolução de determinadas características genéticas de um grupo humano.

Alguns destes estudos, entretanto, já forneceram informações importantes sobre mecanismos evolutivos nestes grupos e serão mencionados em outras secções deste artigo.

SELEÇÃO

Encontra-se implícita no conceito de polimorfismo genético a idéia de que a seleção natural seria o principal fator condicionante dos mesmos. Entretanto, com algumas poucas exceções, pouco se sabe a respeito dos fatores que mantêm a maioria dos polimorfismos detectados na espécie humana. No que se refere a populações brasileiras, a identificação destes fatores foi procurada através de diversos tipos de investigação.

Grupos sangüíneos e doenças

Até época recente os grupos sangüíneos eram considerados como adaptativamente neutros: não confeririam vantagens nem desvantagens aos seus portadores. Na verdade, isto era inclusive citado como razão para seu uso em Antropologia Física. A verificação de que diversos mecanismos seletivos estão agindo no que se refere aos gens que condicionam os sistemas ABO e Rh levou à modificação de tal conceito e à procura de efeitos similares em outros sistemas sangüíneos.

O tipo mais óbvio de investigação neste campo é o da comparação da prevalência dos diferentes fenótipos em indivíduos sãos e doentes, e estudos nesta direção vêm sendo realizados em diversas partes do mundo (revisão em Clarke, 1961). As populações brasileiras não se prestam particularmente bem a este tipo de pesquisa devido à sua grande heterogeneidade racial. Por outro lado, o fato de que certas doenças infecciosas cuja prevalência foi muito reduzida em países tecnologicamente mais avançados ainda se apresentam em número significativo no Brasil pode e já foi aproveitado no estudo destas associações.

Saldanha (1956a) indicou a possibilidade de um excesso de indivíduos B (grupo sangüíneo ABO) em tuberculosos

testados em Campos do Jordão, Estado de São Paulo. A amostra de indivíduos estudados, entretanto, não foi grande (274 doentes) e nem esta, nem os controles foram classificados de acordo com o grupo racial. Por outro lado, Branco Ribeiro (1963) confirmou, em 100 pacientes com câncer do estômago em São Paulo, a associação já verificada em outros países entre esta doença e o grupo sangüíneo A (sistema ABO).

Em populações brasileiras, a pesquisa mais sistemática neste tipo de estudos refere-se à relação entre grupos sangüíneos e lepra. Este problema foi investigado por Cesarino Netto (1952), Beiguelman (1963, 1964a) e Salzano, Suñé e Ferlauto (1965). Não foram encontradas diferenças significativas entre normais e leprosos nos sistemas ABO, MN e Rh (total de doentes estudados: 4.058 quanto ao sistema ABO; menos quanto aos outros sistemas). Beiguelman (l.c.) encontrou um desvio na prevalência de indivíduos A e O entre lepromatosos e tuberculóides, mas este resultado não foi confirmado por Salzano, Suñé e Ferlauto.

Outros polimorfismos e doenças

Além dos grupos sangüíneos, o polimorfismo mais investigado em populações brasileiras quanto a associações com doenças foi o relacionado com a sensibilidade à feniltiouréia (PTC). Aguiar e Freire-Maia (1953) e Saldanha (1956b) estudaram a possível associação entre PTC e tuberculose. Em ambos os estudos (696 doentes estudados) foi verificada uma incidência menor de insensíveis entre os doentes quando comparados com controles normais. Tais dados, entretanto, não foram confirmados na Suécia (Akesson, 1959) e a existência de heterogeneidade racial nas amostras brasileiras não pode ser eliminada. Memória (1959) investigou a associação entre PTC e bócio difuso em 210 doentes e 118 controles normais com resultados negativos. Para uma revisão geral sobre estes estudos vide Saldanha (1964).

Outra possível associação, entre PTC e lepra, foi recentemente investigada por Beiguelman (1964c) entre 900 leprosos e 1.000 indivíduos de cor branca residentes em São Paulo. A incidência de insensíveis foi significativamente menor na amostra de doentes. Beiguelman (1964b) tam-

84
têm estudou a prevalência destes fenótipos em 58 brancos que apresentavam lepra e tuberculose, encontrando uma frequência ainda menor de insensíveis.

Salzano e Hirschfeld (1965) não encontraram diferenças na incidência de fenótipos do grupo sérico Gc em 189 leprosos e 107 normais da raça branca. Resultados igualmente negativos quanto à relação entre haptoglobinas e lepra foram obtidos por Schwantes, Tondo e Salzano (1963) e Schwantes, Salzano, Castro e Tondo (não publicado), em 935 doentes e 500 normais. Entretanto, Tondo, Mundt e Salzano (1963) encontraram diferenças significativas na prevalência dos fenótipos relacionados com as haptoglobinas em indivíduos que estavam se submetendo a tratamento médico quando comparados com indivíduos sãos.

Viabilidade e fertilidade de portadores de hemoglobinas anormais

Pesquisas feitas por Tondo e Salzano (1962) na população negra de Porto Alegre, indicaram que os gens que condicionam as hemoglobinas S e C possivelmente apresentam um valor neutro ou quase neutro, quando comparados com os que condicionam a hemoglobina normal. Visando investigar este problema com mais profundidade, Rocha, Salzano e Tondo (1964 e não publicado) vêm investigando a fertilidade de famílias com indivíduos portadores destas anomalias e estendendo a pesquisa realizada a grupos de crianças em período peri-natal. As diferenças de fertilidade observadas até agora têm sido muito pequenas. Os resultados, entretanto, são importantes por se constituírem na primeira investigação feita até hoje sobre a fertilidade de indivíduos com hemoglobinas anormais em regiões onde não há malária. Informações concomitantes que estão sendo obtidas, sobre os grupos sanguíneos ABO, MN, Rh e os tipos de haptoglobina destes indivíduos, serão úteis para o controle de outros componentes de seus genótipos e para verificar a influência destes polimorfismos sobre aspectos específicos da reprodução.

Inter-relações entre polimorfismos

Um problema importante de dinâmica gênica que ainda não foi devidamente estudado é o das inter-relações seletivas entre dois ou mais polimorfismos. O interesse de tais pesquisas aumenta quando existem evidências de que os mesmos mecanismos seletivos influem ou influíram na prevalência destes polimorfismos.

Na população negra de Porto Alegre há coexistência dos gens que condicionam a deficiência em glucose-6-fosfato desidrogenase (G-6-PD) com os responsáveis pela determinação de hemoglobinas anormais. Como existem dados obtidos em diversas partes do mundo, que indicam ter sido a malária um poderoso agente seletivo em relação aos dois sistemas genéticos, foi decidido investigar em detalhe as inter-relações entre a frequência de ambos os gens no ambiente desta cidade, onde não há malária e há introdução em um fluxo constante de gens da raça branca. Por exemplo, a hibridação acarretará a diminuição paralela das frequências gênicas? Qual o papel da seleção neste processo, sabendo-se que num dos sistemas ela age principalmente contra os homozigotos e no outro contra hemizigotos? Há inter-relação adaptativa entre os duplos portadores? São estes os problemas que estão sendo investigados no momento (Lewgoy e Salzano, 1965; Salzano, Lewgoy, Tondo e Rocha, não publicado). O esclarecimento de alguns destes pontos poderá contribuir para a resolução de problemas importantes da Genética de Populações.

Relaxamento da seleção e características visuais dos indígenas brasileiros

O conceito de relaxamento da seleção, com a conseqüente redução no valor adaptativo de plantas e animais quando submetidos à domesticação e, no homem, devido às mudanças graduais em "habitat" resultantes do desenvolvimento da cultura, tem sido amplamente discutido desde a época de Darwin. Talvez a maior parte da especulação no que se refere ao homem diga respeito a caracteres ou funções sob controle genético que tenham sido mais beneficiados com o desenvolvimento da moderna terapêutica médica (como a

diabete), ao invés daqueles que se supõe tenham estado sob seleção mais frouxa por diversos milênios (como a acuidade de visão e audição).

Post (1962a e b) revisou os dados mundiais relacionados com a visão para as cores e acuidade visual e apresentou a hipótese de que populações com uma história mais curta de economia baseada na agricultura ou pastoreio e hábitos sedentários devem geralmente possuir uma frequência menor de daltônicos e indivíduos com defeitos de visão. Os dados sobre daltonismo em populações brasileiras estão de uma maneira geral de acordo com esta tese (vide Salzano, 1964b). Os estudos sobre acuidade visual também até certo ponto concordam com a hipótese. Em índios Xavantes (Neel e cols., 1964; Weinstein, Neel e Salzano, não publicado) os indivíduos com acuidade visual reduzida (incapazes de conseguir valores de 20/20 na escala optométrica para analfabetos de Snellen, a 20 pés — 6,10 metros — de distância) constituíram-se em apenas 11% de 311 indivíduos testados. Os homens geralmente apresentaram uma incidência menor de pessoas com visão defeituosa do que as mulheres (6 e 15%, respectivamente). No outro lado da escala, a prevalência de indivíduos com visão excepcionalmente boa (graduação 20/10) foi alta (24%), com uma enorme diferença entre homens (40%), com uma enorme diferença entre homens (40%) e mulheres (7%).

Estes resultados sobre acuidade visual devem ser interpretados com cautela. As grandes diferenças nos resultados obtidos em homens e mulheres já demonstram a importância do treinamento e outros fatores, possivelmente não genéticos. Por outro lado, apesar de já terem sido feitos estudos sobre a heritabilidade desta característica em gêmeos e crianças filhas de casamentos consanguíneos e não consanguíneos, o mecanismo exato de seu condicionamento genético ainda não foi esclarecido.

OSCILAÇÃO GENÉTICA

O papel evolutivo da oscilação genética permanece até hoje como uma questão controversa. A idéia de que fatores casuais podem ser importantes na evolução é antiga, mas foi especialmente Sewall Wright que, a partir de 1921, formulou os requisitos necessários para incluí-la como fenô-

meno evolutivo importante. De uma maneira geral os evolucionistas atuais, especialmente zoólogos e botânicos, parecem não considerar a oscilação genética como fator fundamental. Mayr (1963) inclusive afirma que "por enquanto parece que as discussões sobre fenômenos evolutivos ficariam mais claras se os autores se abstivessem de invocar a oscilação genética como uma causa da evolução".

Opinião diametralmente oposta é tomada por alguns antropólogos e geneticistas humanos, que têm procurado demonstrar a importância deste fator para a evolução humana. Lasker (1960) em especial é de opinião que a seleção natural não foi demonstrada de maneira satisfatória na diferenciação racial e de que pequenos grupos tornar-se-iam racialmente distintos pelo processo puramente ao acaso de seleção endogâmica de casais. Aumentos rápidos subsequentes no tamanho da população baseados em vantagens culturais ou oportunidades históricas seriam os principais responsáveis pelo tipo de padrão racial que prevalece atualmente. Não posso concordar com este ponto de vista, especialmente devido à grande quantidade de informações que agora existe sobre a influência da raça em respostas a condições extremas de frio; mas é possível, como foi salientado por Dobzhansky (1957) que em alguns casos especiais a oscilação genética, juntamente com a seleção natural, possa ter tido um papel importante em populações humanas descendentes de um número pequeno de "fundadores".

Evidências em indígenas brasileiros

O número relativamente pequeno de pessoas que constituíam os grupos humanos no estágio cultural de caça-recolta é usualmente invocado como indicando a possível importância da oscilação genética como fator determinante da evolução humana. Os resultados que vêm sendo obtidos entre os Xavantes, entretanto, mostram que a estrutura populacional destes grupos pode ser organizada de tal maneira que praticamente toda a tribo, e não o grupo local, é que deve ser considerada como a unidade evolutiva. Entre os Xavantes o que se observa é o que Neel e Salzano (1964) denominam de ciclos de fissão-fusão. Um grupo local, após atingir certo número de pessoas, divide-se por motivos vários, indo o sub-grupo recém separado reunir-se a outro grupo lo-

cal. Após certo tempo este último sofre por sua vez uma divisão e assim por diante. A quantidade de troca genética que se desenvolve entre bandos devido a este sistema parece suficiente para que se possa imaginar toda a tribo como se constituindo na unidade reprodutiva. O tamanho efetivo da população é portanto apreciável, o que limitaria muito a possível ação da oscilação genética.

Em populações Caingang, entretanto, já foram encontradas possíveis evidências da ação da oscilação genética em relação a certos loci (Salzano, 1961; Salzano e Sutton, 1965). Os grupos do Rio Grande do Sul apresentam um isolamento relativamente alto, coeficientes de endogamia também altos e tamanhos efetivos pequenos. Estas condições, naturalmente, favorecem a diferenciação genética devida a este fator. A frequência alta de albinismo encontrada em uma localidade do Estado em referência e as variações observadas em populações do mesmo quanto à visão para as cores (de 0 a 10%) podem talvez ser atribuídas à oscilação genética. Por outro lado, a diferença na prevalência do gen L^M entre os Aweikoma, um sub-grupo Caingang, e outra população desta tribo localizada em Santa Catarina, pode ser interpretada como tendo se originado por oscilação genética porque: a) O valor encontrado entre os Aweikoma está fora dos limites de distribuição mais comum deste gen em indígenas sul-americanos; b) A estrutura demográfica dos Aweikoma fornece condições para a ação deste fator evolutivo; e c) A incidência do gen L^M (ao redor de 50%) é também propícia a esta ação. A minha opinião é de que os efeitos da oscilação genética não devem ser invocados a não ser que, como neste caso, muitos fatores indiquem a possibilidade de ação deste agente seletivo.

FLUXO GÊNICO

Os efeitos da migração e do conseqüente fluxo gênico podem ser analisados convenientemente fazendo-se primeiro uma distinção entre migrações que envolvem uma só etnia e migrações inter-étnicas; em relação a estas últimas, pode-se também estudar separadamente as situações surgidas em grupos di e tri-híbridos.

Migração diferencial e o efeito do Fundador

O fato de que grupos de emigrantes geralmente não constituem uma amostra representativa da população original é bem conhecido e já foi estudado sob diversos ângulos. Tal fato pode levar a diferenciação genética significativa do grupo emigrante em relação à população de origem. Os resultados obtidos por Salzano (1964a) e Salzano e Sutton (1965) entre índios Guaranis de Santa Catarina são interessantes em relação a este ponto, pois mostraram diferenças inesperadas na incidência dos gens L^M , P^1 , R^1 , R^2 , Fy^a e Hp^1 entre os mesmos e os Caingang e Aweikoma deste mesmo Estado. Pode-se dar duas explicações para estas dissimilaridades: a) Os Guaranis como um todo apresentam diferenças genéticas marcantes em relação aos Caingang; ou b) As diferenças observadas são devidas à migração seletiva, as frequências gênicas médias dos dois grupos étnicos sendo essencialmente similares (os Guaranis estudados em Santa Catarina são emigrantes recentes dos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul, bem como da Argentina e Paraguai). Apesar de que atualmente estou inclinado para a segunda hipótese, apenas estudos entre outros grupos Guaranis do Brasil, Argentina e Paraguai poderão estabelecer qual das duas é a correta.

Populações di-híbridas

Devido à própria natureza de suas populações, o Brasil se constitui em campo ideal para o estudo da análise do fluxo gênico inter-étnico. Não é de admirar, portanto o interesse que diversos investigadores brasileiros têm demonstrado pelo assunto. O primeiro trabalho significativo de autor brasileiro neste campo data de 1944, quando Ottensooser introduziu uma fórmula muito simples que permite avaliar os componentes raciais de uma população di-híbrida quando se conhece as frequências gênicas de grupos que se acredita representam as populações originais. A fórmula foi aplicada pela primeira vez no estudo de mestiços de índios e brancos do Alto Rio Negro, Amazonas (Biocca e Ottensooser, 1944). Posteriormente Da Silva (1948, 1949) estudou problemas relacionados com o fluxo gênico em populações mestiças do Maranhão e Mato Grosso (vide também Stevens, 1952).

Em um trabalho já considerado como clássico, Glass e Li (1953) ampliaram a fórmula desenvolvida por Ottensooser, de modo a possibilitar o cálculo também do fluxo gênico por geração, desde que se conheça o tempo durante o qual as duas populações estiveram em contato. Saldanha (1957) aplicou esta nova fórmula a populações brasileiras da Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo. Posteriormente estas investigações foram estendidas para incluir novos marcadores genéticos (Ottensooser, Leon e Cunha, 1961, Saldanha, 1962b). Salzano (1963), Salzano e Hirschfeld (1965) e Harrison, Owen, Rocha e Salzano (1966) estudaram problemas análogos em grupos negróides de Porto Alegre. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 1. As populações da Bahia não foram consideradas porque: a) As frequências gênicas utilizadas por Saldanha (1957) para calcular a mistura racial através dos gens R^0 , R^1 e r foram obtidas em estudos de famílias e provavelmente não representam uma amostra ao acaso da população de Salvador; b) Deve existir em populações negróides deste Estado um componente indígena importante, que poderá afetar de maneira significativa as estimativas feitas.

Os resultados expressos na tabela 1 mostram uma semelhança até certo ponto surpreendente (se considerarmos diferenças de marcadores e possíveis variações aleatórias devidas à amostragem) entre as estimativas do grau de mistura acumulado e fluxo gênico por geração obtidos nas populações negróides do Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre. Considerando, em relação aos grupos desta última cidade, apenas as estimativas baseadas em marcadores genéticos simples que difiram nas duas populações parentais em mais de 10%, pode-se concluir que as populações negróides das três cidades apresentam um grau de mistura acumulada que varia entre 37 e 57%; o fluxo gênico médio por geração varia de maneira concomitante, entre 4 e 6%.

Populações tri-híbridas

A situação torna-se mais complexa quando se procura avaliar os componentes raciais de uma população tri-híbrida. Vários métodos foram sugeridos para a obtenção de uma análise deste tipo (revisão em Pollitzer, 1964 e Roberts e Horns, 1965; vide também Krieger, Morton, MI, Azevedo, Freire-

TABELA 1

Grau de mistura branca acumulada e fluxo gênico médio por geração em populações negróides de três cidades brasileiras.

Populações negróides	Grau de mistura acumulada segundo os gens (%)					Valor modal Gm ^a			
	R ⁰	R ¹	r	t					
Rio de Janeiro	16-43	73-79	44-70	42-47	55	—			
Diferenças entre as populações originais (%)	59	41	29	35	—	—			
Fluxo gênico médio por geração (%)	1-4	10-12	5-10	—	6	—			
São Paulo	46-63	43-61	56-76	46-51	55	50			
Diferenças entre as populações originais (%)	58	40	27	35	—	—			
Fluxo gênico médio por geração (%)	5-8	4-8	7-11	5	6	—			
Pôrto Alegre	R ⁰ 47	r' 62	Gens Hb ^s 64	Hp ¹ 55	Gc ¹ 37	Log.R 601 38-57	Côr da pele R 605 38-48	Antilog. R 609 42-52	
Diferenças entre as populações originais (%)	47	8	8	30	21	—	—	—	
Fluxo gênico médio por geração (%)	5	8	8	6	4	—	—	—	

Valores do Rio de Janeiro e São Paulo, segundo Saldanha (1957, 1962b) e Ottensooser, Leon e Cunha (1961). Valores de Pôrto Alegre, segundo Salzano e Hirschfeld (1965) e Harrison, Owen, Rocha e Salzano (1966). Log.R 601 = Logaritmo da reflectância no comprimento de onda de 601 mμ, obtida por um espectrofotômetro EEL.

Maia e Yasuda, 1965); entre êstes cumpre mencionar a fórmula relativamente simples proposta por Ottensooser (1962).

Em uma amostra de nordestinos estudada em São Paulo os componentes raciais foram estimados como segue: Branco: 48-65%; Índio: 9-18%; e Negro: 26-34% — (Saldanha, 1962a; Roberts e Hiorns, 1965). Krieger e cols. (1965), baseados em uma amostra de nordestinos bastante maior, também localizada em São Paulo e usando um método diferente de estimativa, obtiveram resultados intermediários entre os apresentados acima: Branco: 59%; Índio: 11%; e Negro 30%. É lícito, portanto, supor que o intervalo indicado represente, em termos gerais, a contribuição das três etnias.

CONCLUSÃO

As populações brasileiras já forneceram excelente material para uma série de estudos relacionados com problemas de micro-evolução no homem. Constituem-se as mesmas, assim como as que habitam outras áreas do continente, em grupos ideais especialmente para o estudo dos efeitos e da dinâmica dos cruzamentos inter-raciais. As populações indígenas, por outro lado, poderão fornecer elementos valiosos para a compreensão dos fatores evolutivos que atuaram no passado condicionando a constituição genética atual das populações de *Homo sapiens*.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, W. C. e N. FREIRE-MAIA. 1953. "Nota sobre algumas características hereditárias na espécie humana". *Ciência e Cultura*, 5: 203.
- AKESSON, H. O. 1959. Taste sensitivity to phenylthiourea in tuberculosis and diabetes mellitus. *Annals of Human Genetics*, 23: 262-265.
- BEIGUELMAN, B. 1963. "Grupos sangüíneos e lepra". *Revista Brasileira de Leprologia*, 31: 34-44.
- BEIGUELMAN, B. 1964a. "Sistema ABO e epidemiologia de lepra". *Revista Paulista de Medicina*, 65: 80-86.

- BEIGUELMAN, B. 1964b. "Taste sensitivity to phenylthiourea among patients affected with both tuberculosis and leprosy". *Acta Geneticae Medicae et Gemellologiae*, 13: 190-192.
- BEIGUELMAN, B. 1964c. "Taste sensitivity to phenylthiourea and leprosy". *Acta Geneticae Medicae et Gemellologiae*, 13: 193-196.
- BIOCCA, E. e F. OTTENSOOSER. 1944. "Estudos etnobiológicos sobre os índios da região do Alto Rio-Negro-Amazonas. I. — Grupos sanguíneos comuns e fatores M e N". *Arquivos de Biologia*, 28: 1-8.
- BRANCO RIBEIRO, E. 1963. "Os grupos sanguíneos ABO e o câncer do estômago em São Paulo". *Anais Paulistas de Medicina e Cirurgia*, 86: 87-95.
- CESARINO NETTO, J. B. 1952. "Grupos sanguíneos na lepra". *Arquivos Mineiros de Leprologia*, 12: 53-55.
- CLARKE, C. A. 1961. "Blood groups and disease". *Progress in Medical Genetics*, 1: 81-119.
- DA SILVA, E. M. 1948. "Blood groups of Whites, Negroes and Mulattoes from the State of Maranhão, Brazil". *American Journal of Physical Anthropology*, 6: 423-428.
- DA SILVA, E. M. 1949. "Blood groups of Indians, whites, and white-Indian mixtures in Southern Mato Grosso, Brazil". *American Journal of Physical Anthropology*, 7: 575-586.
- DOBZHANSKY, TH. 1951. *Genetics and the origin of species*. Columbia University Press, New York.
- DOBZHANSKY, TH. 1957. Em: discussão de seu artigo: "Mendelian populations as genetic systems". Gold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22: 385-393.
- GLASS, B. e C. C. LI. 1953. "The dynamics of racial intermixture — an analysis based on the American Negro". *American Journal of Human Genetics*, 5: 1-20.
- HARRISON, G. A., J. J. T. OWEN, F. J. DA ROCHA e

- F. M. SALZANO. 1966. "Skin colour in a Southern Brazilian population". (MS).
- KRIEGER, H., N. E. MORTON, M. P. MI, E. AZEVEDO, A. FREIRE-MAIA e N. YASUDA. 1965. "Racial admixture in north-eastern Brazil". *Annals of Human Genetics*, 29: 113-125.
- LASKER, G. W. 1960. "Small isolated human breeding populations and their significance for the process of racial differentiation". Em: Wallace, A. F. C. (Ed.). *Selected papers of the Fifth International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, EE. UU.
- LEWGOY, F. e F. M. SALZANO. 1965. "Dinâmica do gen que condiciona a deficiência em G-6-PD na população de Porto Alegre". *Ciência e Cultura*, 17: 152.
- MAYR, E. 1942. *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press, New York.
- MAYR, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, EE. UU.
- MEMÓRIA, J. M. P. 1959. "Bócio endêmico e sensibilidade à feniltiocarbamida (PTC)". *Anais, 1.^a Reunião Brasileira de Genética Humana*: 74-76.
- NEEL, J. V. e F. M. SALZANO. 1964. "A prospectus for genetic studies of the American Indian". *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 29: 85-98.
- NEEL, J. V., F. M. SALZANO, P. C. JUNQUEIRA, F. KEITER e D. MAYBURY-LEWIS. 1964. "Studies on the Xavante Indians of the Brazilian Mato Grosso". *American Journal of Human Genetics*, 16: 52-140.
- OTTENSOOSER, F. 1944. "Cálculo do grau de mistura racial através dos grupos sangüíneos". *Revista Brasileira de Biologia*, 4: 531-537.
- OTTENSOOSER, F. 1962. "Analysis of trihybrid popula-

tions". *American Journal of Human Genetics*, 14: 278-280.

OTTENSOOSER, F., N. LEON e A. B. CUNHA. 1961. "Beiträge zur Kenntnis der Gm-Gruppen". *Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie*, 122: 165-178.

POLLITZER, W. S. 1964. "Analysis of a tri-racial isolate". *Human Biology*, 36: 362-373.

POST, R. H. 1962a. "Population differences in red and green color vision deficiency: a review, and a query on selection relaxation". *Eugenics Quarterly*, 9: 131-146.

POST, R. H. 1962b. "Population differences in vision acuity: a review, with speculative notes on selection relaxation". *Eugenics Quarterly*, 9: 189-212.

ROBERTS, D. F. e R. W. HIORNS. 1965. "Methods of analysis of the genetic composition of a hybrid population". *Human Biology*, 37: 38-43.

ROCHA, F. J. DA, F. M. SALZANO e C. V. TONDO. 1964. "Estudos sobre a fertilidade de portadores de hemoglobinas anormais na população negra de Pôrto Alegre". *Ciência e Cultura*, 16: 132.

SALDANHA, P. H. 1956a. "ABO blood groups, age and disease". *Revista Brasileira de Biologia*, 16: 349-353.

SALDANHA, P. H. 1956b. "Apparent pleiotropic effect of genes determining taste thresholds for phenylthiourea". *Lancet*, 2: 74.

SALDANHA, P. H. 1957. "Gene flow from white into Negro populations in Brazil". *American Journal of Human Genetics*, 9: 299-309.

SALDANHA, P. H. 1962a. "Race mixture among Northeastern Brazilian populations". *American Anthropologist*, 64: 751-759.

SAIDANHA, P. H. 1962b. "Taste sensitivity to phenylthiourea among Brazilian Negroes and its bearing on the problem of White-Negro intermixture in Brazil". *Human Biology*, 34: 179-186.

SAIDANHA, P. H. 1964. "Significação genética do polimorfismo da sensibilidade à fenilticureia". *Ciência e Cultura*, 16: 3-27.

SALZANO, F. M. 1961. "Rare genetic conditions among the Caingang Indians". *Annals of Human Genetics*, 25: 123-130.

SALZANO, F. M. 1963. "Blood groups and gene flow in Negroes from Southern Brazil". *Acta Genetica et Statistica Medica*, 13: 9-20.

SALZANO, F. M. 1964a. "Blood groups of Indians from Santa Catarina, Brazil". *American Journal of Physical Anthropology*, 22: 91-106.

SALZANO, F. M. 1964b. "Color blindness among Indians from Santa Catarina, Brazil". *Acta Genetica et Statistica Medica*, 14: 212-219.

SALZANO, F. M. e J. HIRSCHFELD. 1965. "The dynamics of the Gc polymorphism in a Brazilian population". *Acta Genetica et Statistica Medica*, 15: 116-125.

SALZANO, F. M., M. V. SUÑÉ e M. FERLAUTO. 1965. "Novos dados sobre a relação entre grupos sanguíneos e lepra". *Ciência e Cultura*, 17: 164-165.

SALZANO, F. M. e H. E. SUTTON. 1965. "Haptoglobin and transferrin types of Indians from Santa Catarina, Brazil". *American Journal of Human Genetics*, 17: 280-289.

SCHWANTES, A. R., C. V. TONDO e F. M. SALZANO. 1963. "Haptoglobinas e lepra". *Ciência e Cultura*, 15: 201-202.

STEVENS, W. L. 1952. "Statistical analysis of the ABO

system in mixed populations". **Human Biology**, 24: 12-24.

TONDO, C. V., C. MUNDT e F. M. SALZANO. 1963. "Haptoglobin types in Brazilian Negroes". **Annals of Human Genetics**, 26: 325-331.

TONDO, C. V. e F. M. SALZANO. 1962. "Abnormal hemoglobins in a Brazilian Negro population". **American Journal of Human Genetics**, 14: 401-409.