

# Projeção da população do Brasil

## Aplicação do método Cadeia de Markov

---

JOHN P. COLE  
SPERIDIÃO FAISSOL  
M. J. McCULLAGH

### 1. Introdução

○ PRESENTE estudo foi elaborado com o propósito de oferecer uma contribuição ao conhecimento dos principais fatores que afetam o crescimento da população no Brasil e de outro lado aplicar um modelo destinado a projetar êste crescimento em períodos pós-censitários longos.

Buscando demonstrar que a projeção da população a períodos longos representa apenas uma hipótese dependente de premissas estabelecidas, oferecemos algumas projeções diferentes, com algumas modificações nas premissas, e métodos alternativos mais sofisticados, utilizando cada vez maior número de condicionantes a êste crescimento.

O estudo pretende apenas chamar a atenção para o problema, pois que os métodos comumente usados no Brasil são de projeções somente para o período intercensitário, ano a ano, ou extrapolações simples para períodos maiores.

As possibilidades do método Cadeia de Markov são enormes, não só pela utilização de um programa para computador, que torna o cálculo fácil, mas também porque, como se pode ver pelo trabalho, êle comporta aperfeiçoamentos sucessivos, inclusive introduzindo-se no mesmo, ao invés da população total, a sua estrutura etária, desde que se disponha dos índices de fertilidade para cada grupo de idade e dos de mortalidade. Na realidade um programa dêste tipo já foi preparado pelos Profs. M. J. McCullagh e J. P. Cole e um exemplo teórico foi elaborado. A importância que pode ter o desenvolvimento de um programa destes é óbvia e dispensa maiores comentários, uma vez que a falta de informações desta espécie tem sido sério obstáculo a planejamentos de todos os tipos.

Entretanto a maior significação de um programa como o desenvolvido no capítulo 3 dêste trabalho, é que êle combina uma projeção da população, com a projeção da renda, duas variáveis associadas.

## 2. O problema de projeções de População no Brasil

**D**EPOIS que Herman Kahn e Anthony Wiener publicaram seu famoso livro "The Year 2000", o problema de projeções econômicas e de população ganhou certa notoriedade no Brasil, principalmente com o ceticismo de suas projeções sobre o Brasil, cuja renda "per capita" não ultrapassaria a casa dos 500 dólares no ano 2000.

É claro que projeções deste tipo são bastante generalizadas, não só porque em um estudo que abrange o Mundo inteiro, os dados e as análises, que podem ser feitas para cada país, têm que ser muito genéricas, como também porque o conhecimento e a informação de que se dispõe para cada país, (especialmente os menos desenvolvidos) é relativamente pequena. Por outro lado e o próprio Kahn o reconhece — basear projeções deste tipo apenas em tendências históricas do crescimento do país, produzindo empiricamente uma taxa de diminuição do crescimento vegetativo e outra do crescimento do produto interno, deixando de considerar outros aspectos da problemática brasileira, é generalizar demasiadamente o que pode conduzir a erros grosseiros.

As previsões de Herman Kahn se baseiam nas premissas de que o crescimento da população brasileira se fará a um ritmo de 3,1% entre 1965 e 1975, baixando para 2,9% no período de 1975 a 1985 e em seguida para 2,4% até o ano 2000, atingindo um total de 212 milhões naquele ano. A seguir o estudo de Kahn parte de outra premissa, a do crescimento do produto bruto "per capita" a uma taxa de 1,7% ao ano, em progressão geométrica, o que corresponderia a uma renda final de 506 dólares, per capita, no ano 2000. A sua conclusão, estendida ao Brasil com base em outros países de igual nível de desenvolvimento, é que sendo hoje a relação Brasil — Estados Unidos, de 1: 12,7, esta relação no ano 2000 passaria a ser de 1:20,1, portanto ainda mais distanciada.

Estudos do tipo dos que foram realizados por Herman Kahn levam em conta dois tipos de projeções, independentes, porém estreitamente intercorrelacionadas, e que são as da renda e da população.

O presente estudo apresenta um método de fazer projeções de população, utilizando uma técnica estatística conhecida como *CADEIA DE MARKOV* (Markov Chain). Ela se baseia no crescimento geométrico da população que é o processo natural e biológico, porém introduz numerosos parâmetros, sejam observados ou estimados. Em geral os dados necessários para projeções deste tipo não existem ou existem em forma incompleta. Na opinião dos autores, porém, vale a pena fazer projeções com dados estimados, e até com dados fictícios, porque ajuda a entender como funcionam os processos, e quais são os dados que poderiam, útilmente, ser recolhidos em censos futuros, como premissas, de maneira a dar dimensões mais exatas à projeção do crescimento.

Inicialmente o crescimento da população do país é baseado no ritmo de crescimento vegetativo do período censitário anterior, utilizando-se, entretanto, os dados de crescimento vegetativo das unidades da federação e das nove áreas metropolitanas do país.

Como o objetivo é mostrar que a projeção é apenas um resultado das premissas adotadas, sejam baseadas em observações, sejam empiricamente derivadas, e como uma projeção realizada em um computador eletrônico gasta apenas alguns poucos minutos de trabalho do mesmo, foram feitas numerosas projeções, considerando diferentes alternativas para os fenômenos ligados ao crescimento da população.



Fig. 1

Observe-se que em “Brasil 2001” Mário Henrique Simonsen, em sua contestação às projeções de Kahn, parte de premissas semelhantes, apenas com valores diferentes, chegando não só a valores globais da ordem de 142 milhões de habitantes para a população no ano 2000, como a taxas de crescimento da renda também diferentes.

O que tudo isto significa, na realidade, é que as projeções representam hipóteses mais ou menos viáveis sobre o comportamento da renda e da população, pretendendo apresentar os resultados parciais que precisam ir sendo obtidos em função de um objetivo a longo prazo, previamente estabelecido e que se deseja atingir.

Além disso deve-se considerar o fato de que embora possa ser interessante estudar aspectos demográficos do passado, não é possível mudar de nenhuma maneira o que já passou, mas é possível e até mesmo desejável adotar medidas que possam ter efeito sobre o futuro. Por esta razão projeções de população, consideradas diferentes alternativas em função de premissas adotadas, podem ter uma aplicação prática muito grande.

Consideremos primeiro o caso da população total de certos países selecionados para ilustrar duas projeções relativamente desprezíveis. A primeira tabela mostra a projeção da população de quatro países desde o ano de 1966 até o ano 2066. A suposição fundamental nesta projeção é a de que o *aumento vegetativo anual, observado no período 1956 — 1965, continuará sem modificação.*

**TABELA I**  
**Aumento Vegetativo População em milhões**

PAÍS	anual	1966	2066	Aumento
Reino Unido.....	0,7%	55	110	Duas vezes
Estados Unidos....	1,4%	197	790	Quatro vezes
Índia.....	2,4%	499	5 350	10-11 vezes
Brasil.....	3,2%	83	1 937	23 vezes

A primeira reação do leitor brasileiro será a de que um aumento tão grande da população de seu país não é nem possível nem provável.

No mesmo período de cem anos a população total do mundo aumentaria de 3 350 milhões em 1966 a 26.700 milhões em 2066.

A projeção seguinte supõe que o *aumento vegetativo, diminuirá progressivamente atingindo a zero depois de 80-90 anos.*

**TABELA II**

PAÍS	Aumento Vegetativo anual-inicial	Taxa de diminuição do ritmo de aumento	População em milhões 1966/2066		Aumento
Reino Unido.....	0.7%	0.99990	55	70	pouca mudança
Estados Unidos....	1.4%	0.99985	197	371	2 vezes
Índia.....	2.4%	0.99975	499	1 510	3 vezes
Brasil.....	3.2%	0.99970	83	425	5 vezes

No mesmo período de cem anos, a população total do mundo aumentaria de 3 350 milhões de pessoas a 8 400 milhões. Ainda nesta segunda projeção, supondo que o aumento vegetativo atual de aproximadamente 3%, no Brasil, comece agora mesmo a diminuir (na realidade não há evidência disso) o país teria 5 vezes mais habitantes, no ano 2066, antes de estabilizar-se.

Para o planejamento do uso dos recursos de um país, e para a construção de escolas, hospitais, casas, rodovias, etc. é útil ter uma idéia não só do aumento da população total do país, mas também da população dos estados e das cidades principais. A terceira tabela contém projeções da população de estados selecionados do Brasil. Nesta projeção supõe-se que o aumento médio anual registrado no decênio 1950 — 1960 continuará no futuro. Devemos notar, porém, que neste decênio a migração entre certos Estados do Brasil foi muito marcada e por isso o aumento da população dos Estados do Brasil foi uma combinação do

aumento vegetativo e do aumento ou diminuição devido à migração. É pouco provável entretanto, que no futuro, o Paraná por exemplo, siga experimentando um aumento anual de 6%, como experimentou no decênio 1950 — 1960. Se esta taxa fôsse mantida, no ano 2060, o Estado citado atingiria a um número de habitantes astronômico: 1 400 000 00 ou seja quase a metade da população total do mundo em 1960.

**TABELA III**

ESTADOS		1960	1970	1980	1990	2000	2010
Pará.....	3,0%	1 551	2 084	2 801	3 765	5 059	6 799
Maranhão.....	4,0%	2 492	3 689	5 460	8 083	11 964	17 710
Bahia.....	2,0%	5 991	7 303	8 902	10 852	13 228	16 125
Espírito Santo.....	3,0%	1 189	1 598	2 148	2 886	3 879	5 213
São Paulo.....	3,5%	12 975	18 303	25 818	36 418	51 371	72 464
Paraná.....	6,0%	4 110	7 360	13 181	23 606	42 274	75 707
Rio Grande do Sul.....	2,5%	5 449	6 975	8 929	11 430	14 631	18 729

No ano 2000, apenas êstes 7 Estados teriam 140 milhões de habitantes, quando as previsões anteriores para o Brasil como um todo são de menos de 200 milhões.

Os dados citados dão uma idéia da inutilidade das projeções, que mecânicamente projetam no futuro tendências populacionais de período intercensitário anterior. Infelizmente a maior parte das projeções disponíveis no Brasil são dêste tipo. Porém, a projeção publicada em *Demografia, diagnóstico preliminar* (\*) toma em consideração vários aspectos demográficos do Brasil para formular estimativas da sua população. Conforme as pesquisas naquele trabalho, o Brasil teria . . . 93 292 000 habitantes em 1970 e 122 992 000 habitantes em 1980. Se fôsse continuar com o aumento anual de 3,2%, registrado no período 1956 — 1965, chegaria a 125 000 000 em 1980.

Em geral as estimativas publicadas em nosso país se limitam a cálculos da população para cada ano intercensitário. O método aprovado, por exemplo, na publicação *Estimativa de população para os municípios brasileiros* (\*\*) foi o seguinte:

- 1 — Estimativa da população da Unidade da Federação, admitida a hipótese da manutenção do crescimento médio geométrico observado no último período intercensitário.
- 2 — Previsão da população do município da capital da Unidade Federada, segundo o mesmo método de tendência.
- 3 — Distribuição da diferença entre os valores encontrados em 1 e 2, que corresponde à população prevista para os outros municípios da Unidade da Federação, proporcionalmente às quotas de participação de cada município segundo o último Censo.

Devido à falta de conhecimento dos nascimentos, dos óbitos e das migrações no período intercensitário, o método adotado é o único possível. Contudo não oferece muita ajuda ao planejamento em escala grande. Outro defeito é o fato de que sendo a única previsão disponível no Brasil, pode dar origem, na mente de algumas pessoas, à idéia de ser não apenas uma estimativa, mas a verdade.

\* Plano decenal de desenvolvimento econômico e social — EPEA — Agosto de 1966 — Pág. 92.

\*\* Fundação IBGE, Laboratório de Estatística — Abril — 1969.

### 3. Modelos mais flexíveis

**N**INGUÉM supõe que a população do Brasil daqui a 100 anos seja de quase dois bilhões de habitantes, nem que a do Paraná possa vir a ser de 1,4 bilhões ou qualquer número parecido. O objetivo de um cálculo dêste tipo é apenas demonstrar a inviabilidade de uma simples projeção geométrica, por um período grande, porque muito provavelmente nem o crescimento vegetativo irá se manter acima de 3% ao ano por todo o período, nem as migrações para o Paraná irão se manter na proporção verificada no período 1950/1960, quando o Paraná ainda era uma fronteira nova, com terras virgens e riquíssimas, para desbravamento.

Como foi explicado no Capítulo I, tanto Herman Kahn como Mário Henrique Simonsen usaram valores decrescentes para o crescimento vegetativo, estáveis por uma década, declinando em seguida. Mesmo tendo baseado estes índices em estudos empíricos bem elaborados e conscientes, estes índices resultaram de uma variação abrupta em um ano, seguida de uma estabilidade por um período de 10 ou mais anos; além disso os estudos não levaram em conta o crescimento diferenciado dos Estados do Brasil, uma vez que suas projeções são para o país como um todo, presumindo uma diminuição do crescimento vegetativo de forma igual para todo o território, o que obviamente não tem ocorrido nem é provável que ocorra. Por outro lado foi desprezado todo o mecanismo de migrações internas que afeta não somente o crescimento de cada unidade, mas também o crescimento total. É fato conhecido o efeito das migrações no reajustamento do processo de desenvolvimento, e as teorias que existem sobre desenvolvimento econômico em países subdesenvolvidos, levam muito em conta os processos migratórios centro-periferia.

Um modelo mais flexível precisaria utilizar, de um lado, um deflator ano a ano para o crescimento vegetativo e, de outro, um percentual de migração de umas áreas para outras, a fim de considerar este fenômeno tão importante, especialmente em países subdesenvolvidos.

#### 3 — a) *Um modelo preliminar com deflator empírico para crescimento vegetativo da população.*

Na realidade este primeiro modelo preliminar adota duas premissas básicas:

- 1 — Um deflator empírico para o crescimento vegetativo, adotado para reduzir este crescimento a 1% ao fim de 80 anos aproximadamente, porém com datas de início da redução, variáveis para cada lugar.
- 2 — Um fluxo de migrações de um lugar para outro, determinado sob a forma de um percentual de população que migra anualmente.

É claro que se trata de um modelo preliminar e sua aplicação no Brasil encontra algumas dificuldades: dificuldade de ordem prática porque os valores referentes a crescimento vegetativo do período 1950/60 não são definitivos ainda e os valores referentes à migração não são mais que valores derivados, e dificuldades de ordem teórica porque uma vez estabelecido o índice de migração anual êle passa a funcionar por todo o período, sem modificação, neste modelo preliminar.

O modelo considera uma situação teórica e simples para definir o problema: um país — Bralandia — com três estados: Itajupa, Pírimirim e São Cristóvão. Os dados necessários são os referentes à população atual, à taxa de crescimento vegetativo e à percentagem de migrações anuais.

**TABELA IV**

ESTADOS	População 1970	Aumento Vegetativo 1960 — 1970
Itajupa.....	150 000	3,0%
Pírimirim.....	300 000	2,0%
São Cristóvão.....	200 000	1,0%

Cada ano uma proporção determinada da população de Itajupa e de Pírimirim deixa seu estado. O movimento registrado é o seguinte:

**TABELA V**

PARA →	Itajupa	Pírimirim	São Cristóvão
DE ↓			
Itajupa.....	—	0	2%
Pírimirim.....	1%	—	2%
São Cristóvão.....	0	0	—

São Cristóvão tem o aumento vegetativo mais baixo, só 1% por ano, mas recebe migrantes dos dois outros estados.

É evidente pela análise dos dados (Tabela I), que a população do estado de Itajupa tem um aumento de população relativamente alto. O estado perde emigrantes para São Cristóvão, mas ganha imigrantes de Pírimirim. Como ganha 1% da população de 300 000 pessoas de Pírimirim (3 000 pessoas) e perde 2% de sua própria população para São Cristóvão (também 3 000 pessoas), aparentemente o movimento migratório não influi no crescimento da população que segue aumentando 3% cada ano.

A população de São Cristóvão aparentemente aumenta cada ano, em primeiro lugar graças a seu aumento vegetativo anual de 1%, e em segundo lugar graças à migração de população dos dois outros estados. Pírimirim, ao contrário, deve experimentar uma diminuição de sua população, dado que tem um aumento vegetativo anual de 2%, mas cada ano perde 3% da população por causa de migração aos outros dois estados.

Mas a situação não é tão simples como parece, pois dada a diminuição absoluta da população de Pírimirim, o número de pessoas que migra para Itajupa e a São Cristóvão torna-se progressivamente menor cada ano e, além disso, é pouco provável que o aumento vegetativo e o movimento migratório permaneçam sem alteração.

Podemos supor que o aumento vegetativo diminui ou cresce em certos ou em todos os estados. Por exemplo, é possível que o aumento

vegetativo diminua progressivamente no futuro, para estabilizar-se ao redor de zero dentro de alguns decênios. Mas é possível também que o aumento já esteja diminuindo em São Cristóvão, enquanto só vai começar a diminuir em Itajuba dentro de 20 a 30 anos.

É evidente que há muitos futuros possíveis e seria interessante calcular vários futuros para compará-los, mas no caso de um país com 25 a 50 estados muitos cálculos seriam necessários. Felizmente, não é difícil preparar um programa para um computador eletrônico, e produzir vários futuros possíveis mesmo para um país com grande número de estados. O método de fazer projeções deste tipo se chama cadeia de Markov. As cadeias de Markov são empregadas usualmente na biologia para o estudo de populações animais, na economia, e em várias outras ciências.

Com a idéia de ilustrar a possibilidade de usar o método de Markov Chain no estudo da população futura do Brasil, foi aplicado este método de projeção ainda relativamente desprezencioso.

**TABELA VI**

**I População em 1968 (estimativa) em milhares**

**II Aumento vegetativo anual inicial**

**III Índice para reduzir o aumento vegetativo anual a 1.00 dentro de aproximadamente 100 anos**

**IV Período de anos após o qual funcionará o índice de redução**

	I	II	III	IV
1 — Rondônia.....	115	1 030	.9997	30
2 — Acre/Roraima.....	245	1 030	.9997	30
3 — Amazonas.....	921	1 034	.99965	30
4 — Pará.....	1 362	1 030	.9997	30
5 — Belém.....	597	1 025	.99975	10
6 — Amapá.....	109	1 030	.9997	30
7 — Maranhão.....	3 498	1 030	.9997	30
8 — Piauí.....	1 433	1 035	.99965	30
9 — Ceará.....	2 900	1 040	.9996	30
10 — Fortaleza.....	940	1 025	.99975	10
11 — Rio Grande do Norte.....	1 291	1 033	.99965	20
12 — Paraíba.....	2 253	1 033	.99965	20
13 — Pernambuco.....	3 227	1 032	.9997	20
14 — Recife.....	1 501	1 025	.99975	10
15 — Alagoas.....	1 400	1 034	.99965	20
16 — Sergipe.....	851	1 034	.99965	20
17 — Bahia.....	5 951	1 030	.9997	20
18 — Salvador.....	963	1 020	.9998	10
19 — Minas Gerais.....	10 480	1 032	.9997	20
20 — Belo Horizonte.....	1 396	1 020	.9998	10
21 — Espírito Santo.....	1 921	1 034	.99965	20
22 — Rio de Janeiro.....	2 224	1 030	.9997	20
23 — GB + Rio.....	6 488	1 015	.99985	0
24 — São Paulo.....	9 729	1 030	.9997	10
25 — São Paulo.....	6 902	1 015	.99985	0
26 — Paraná.....	6 432	1 030	.9997	10
27 — Curitiba.....	785	1 015	.99985	0
28 — Santa Catarina.....	2 705	1 037	.9996	10
29 — Rio Grande do Sul.....	5 160	1 025	.99975	10
30 — Porto Alegre.....	1 400	1 015	.99985	0
31 — Mato Grosso.....	1 364	1 032	.9997	20
32 — Goiás e D.F.....	3 125	1 028	.9997	20

Nesta 2.<sup>a</sup> Projeção foram usados:

1) 32 áreas: 9 áreas definidas como áreas metropolitanas \*, 20 estados e 3 territórios. Por razões técnicas, Acre foi unido com Roraima e Brasília foi incluída com Goiás. O estado da Guanabara está incluído completamente numa área metropolitana, assim não é necessário contá-lo outra vez como estado. A estimativa da população (\*\*) das 32 áreas foi calculada de maneira que no caso dos estados que contêm área metropolitana, a população do estado é a população residual, após a subtração da população dos municípios pertencentes à área metropolitana.

2) Certas suposições sobre o desenvolvimento futuro da população.

3) Um programa para computador capaz de fazer cálculos necessários e o uso de um computador. Este programa é aqui denominado Malthus.

As suposições foram as seguintes: (ver a Tabela VI):

a) A primeira coluna (I) na matriz contém a população estimada de cada área no ano de 1968.

b) A segunda coluna (II) contém o aumento vegetativo anual atual segundo tendências observadas nos últimos anos. A migração não foi considerada. A multiplicação do valor da primeira coluna (população) pelo valor da segunda coluna (aumento vegetativo) dará o valor da população no período seguinte.

c) A terceira coluna (III) contém um valor capaz de reduzir o índice do aumento vegetativo anual da segunda coluna (seria possível, naturalmente, incluir um valor capaz de aumentar o índice). Cada valor foi escolhido para reduzir o aumento vegetativo a 1,00 isto é uma situação de estabilidade depois de 80-90 anos. Por exemplo, o efeito de multiplicar 1,030 por 0,9997, 80 vezes sucessivamente reduzirá o primeiro valor (1,030) a 1,00 dentro de 80 anos.

d) A quarta coluna (IV) tem valores que indicam o período, em anos, que deve ser transcorrido antes do deflator (coluna III) começar a operar.

e) Supõe-se que uma proporção determinada da população de certos estados e área metropolitanas emigra para outro estado (s) ou área (s) metropolitana (s) cada ano. Com 32 áreas é possível ter 32<sup>2</sup> (ou seja 1024) fluxos. Neste modelo só se supõem 31 fluxos. Estas migrações estão indicadas na matriz 2. Por exemplo, cada ano 0,002 (ou seja 0,2%) da população do Estado do Amazonas emigra na direção da área metropolitana de Belém e Recife recebe imigrantes de cinco estados do Nordeste, ao mesmo tempo que perde população para São Paulo e Guanabara. (Ver Tabela VII).

Este primeiro modelo adotou as seguintes premissas:

1) Nos Estados como os do Norte e Nordeste até o Ceará, inclusive, foi considerado um período de 30 anos, antes que o crescimento vegetativo começasse a declinar. Em Belém e Fortaleza — as duas áreas metropolitanas desta parte do país — tal decréscimo foi considerado a partir de 10 anos. A razão de ser destes dois períodos é a de que N e NE do Brasil, como um todo, levariam mais tempo até atingir um nível de

\* Áreas de pesquisa para definição de áreas metropolitanas — Revista Brasileira de Geografia ano 31 n.º 4, 1969.

\*\* Fonte: IBGE — *Estimativa de população*.

TABELA VII

Porcentagem da população de cada unidade que migra  
anualmente para outra unidade

PARA →	5	10	14	18	20	23	25	27	30	31	32
DE ↓	Belém	Fortaleza	Recife	Salvador	Belo Horizonte	Guana- bara	São Paulo	Curitiba	Pôrto Alegre	Mato Grosso	Goiás
3 — Amazonas.....	.002										
4 — Pará.....	.005										
7 — Maranhão.....		.002									
8 — Piauí.....		.004									
9 — Ceará.....		.010									
11 — Rio Grande do Norte.....			.005								
12 — Paraíba.....			.005								
13 — Pernambuco.....			.010								
15 — Alagoas.....			.005								
16 — Sergipe.....			.005								
17 — Bahia.....				.002							
19 — Minas Gerais.....				.010	.002						
21 — Espírito Santo.....					.010		.005				
22 — Rio de Janeiro.....						.005	.015				
24 — São Paulo.....							.015			.001	
26 — Paraná.....							.005			.001	
28 — Santa Catarina.....								.015			
29 — Rio Grande do Sul.....								.005			
14 — Recife.....						.005	.005		.010		
18 — Salvador.....						.005	.005				
20 — Belo Horizonte.....						.002					

renda médio que produzisse um declínio na natalidade, suficiente para gerar declínio na taxa de crescimento vegetativo, mesmo com índices de mortalidade declinantes. Nas duas áreas metropolitanas, em que as condições de vida são melhores, obviamente aquele nível de renda médio seria atingido em menor tempo. Nos outros Estados do Brasil aquele prazo seria de 20 anos, com exceção dos Estados do Sul e São Paulo, em que tal prazo seria de 10 anos. O mesmo ocorreria para tôdas as outras áreas metropolitanas, com exceção do Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Pôrto Alegre, em que tal processo de diminuição do crescimento vegetativo já estaria iniciado. Êstes valores todos podem ser lidos na Matriz de dados iniciais, na Tabela VI.

2) O processo de migrações só estaria se processando para as nove áreas metropolitanas e mais Goiás e Mato Grosso; esta taxa de migrações seria inalterada pelo período todo da projeção, que é de 100 anos. A implicação é a de que o migrante (nordestino por exemplo) ao chegar a São Palo, adotaria a taxa de natalidade prevalente em São Paulo, o que pelo menos inicialmente não costuma ocorrer. Como resultado ter-se-ia uma certa desaceleração do crescimento vegetativo em São Paulo, embora não de modo a afetar muito os valores totais para o Estado.

Ê claro que estas premissas, neste primeiro modelo, foram baseadas em experiência acumulada e em considerações subjetivas sôbre as áreas, mas os valores podem ser derivados de uma série de análise até bastante sofisticada. No exemplo apresentado neste trabalho, o programa pode imprimir resultados totais para um período de 100 anos, a partir de 1968, e resultados para cada período de 5 anos. A Tabela VIII apresenta os resultados para cada período de 20 anos, bem como os dados iniciais de 1968. Como se observa neste quadro a população do Brasil, ao fim de 100 anos, seria de 468 milhões de habitantes e quase metade (48%) desta população estaria concentrada nas nove áreas metropolitanas do Brasil, conforme pode ser verificado na Tabela XII. São Paulo e Rio de Janeiro juntas teriam mais de 110 milhões de habitantes, 64 milhões em São Paulo e 48 milhões no Rio de Janeiro.

Os resultados dão margem à especulação, mas é muito importante observar que representam apenas uma projeção da infinidade de projeções possíveis. Essa projeção é um dos futuros possíveis e alternativos para o Brasil, uma espécie de cenário, nas palavras de H. Kahn.

Para produzir projeções prováveis, em vez de possíveis ou pouco prováveis, é necessário uma grande soma de informações demográficas e econômicas. No modelo foi suposta uma diminuição da alta taxa de aumento vegetativo atualmente registrado na maior parte dos estados brasileiros. Na realidade há evidências, em países europeus, de diminuição do aumento vegetativo com o aumento do nível de vida da população. Mas não se pode afirmar nem que o nível de vida geral aumentará no Brasil nos decênios futuros até o nível atingido na Europa, nem que haverá uma diminuição do aumento vegetativo da população brasileira ainda que se atinja o nível de vida europeu.

Todavia para compreender melhor as forças (influências) que interferem nas mudanças demográficas no Brasil, deve-se considerar ao lado do desenvolvimento demográfico do Brasil dos últimos decênios, a experiência de outros países.

Os resultados obtidos nesta primeira projeção e que indicam uma população total para o Brasil de 152 milhões em 1988; 237 milhões em 2008; 415 milhões em 2048 e finalmente 468 milhões em 2068, decorridos 100 anos, estão contidos na Tabela VIII, e uma análise desta tabela

**TABELA VIII**

**Resultados da Projeção: População em milhões e intervalos de 20 anos**

ESTADOS	1968	1988	2008	2028	2048	2068
1 — Rondônia.....	115	208	369	589	835	1 049
2 — Acre/Roraima.....	245	443	786	1 256	1 778	2 234
3 — Amazonas.....	921	1 727	3 176	5 160	7 286	8 945
4 — Pará.....	1 362	2 253	3 576	5 167	6 620	7 523
5 — Belém.....	597	1 251	2 309	3 781	5 500	7 111
6 — Amapá.....	109	197	350	559	791	994
7 — Maranhão.....	3 498	6 070	10 360	15 896	21 632	26 109
8 — Piauí.....	1 433	2 632	4 741	7 543	10 432	12 544
9 — Ceará.....	2 900	5 197	9 111	13 859	17 962	19 837
10 — Fortaleza.....	940	2 947	6 791	12 896	20 758	28 724
11 — Rio Grande do Norte.....	1 291	2 236	3 597	5 031	6 118	6 467
12 — Paraíba.....	2 253	3 902	6 277	8 780	10 676	11 286
13 — Pernambuco.....	3 227	4 956	7 146	9 138	10 364	10 425
14 — Recife.....	1 501	3 784	7 315	11 735	16 085	19 108
15 — Alagoas.....	1 400	2 472	4 055	5 782	7 168	7 725
16 — Sergipe.....	851	1 444	2 275	3 117	3 712	3 844
17 — Bahia.....	5 951	7 640	9 210	9 847	9 337	7 853
18 — Salvador.....	963	2 694	4 893	7 128	8 830	9 546
19 — Minas Gerais.....	10 480	13 170	15 540	16 262	15 093	12 424
20 — Belo Horizonte.....	1 396	5 118	10 463	16 694	22 496	26 460
21 — Espírito Santo.....	1 921	3 067	4 548	5 864	6 573	6 405
22 — Rio de Janeiro.....	2 224	2 969	3 721	4 137	4 079	3 567
23 — Guanabara + parte do Rio.....	6 488	11 933	19 671	29 269	39 437	48 298
24 — São Paulo.....	9 729	12 522	14 489	14 868	13 532	10 923
25 — São Paulo.....	6 902	15 530	27 219	40 669	53 661	63 700
26 — Paraná.....	6 432	7 489	7 839	7 277	5 991	4 376
27 — Curitiba.....	785	3 871	8 079	12 867	17 338	20 738
28 — Santa Catarina.....	2 705	4 951	7 860	10 635	12 261	12 046
29 — Rio Grande do Sul.....	5 160	6 821	8 251	9 031	8 944	8 015
30 — Porto Alegre.....	1 400	3 204	5 637	8 427	11 115	13 181
31 — Mato Grosso.....	1 364	3 486	7 262	12 546	18 529	23 739
32 — Goiás + Distrito Federal.....	3 125	5 904	10 169	15 245	20 030	23 161

assinala alguns aspectos que precisam ser ressaltados. A Amazônia teria uma população da ordem de 30 milhões de habitantes daqui a 100 anos, 7,1 dos quais em Belém. Para uma área de cerca de quatro milhões de quilômetros quadrados, isto representaria uma densidade de apenas 5 habitantes por km<sup>2</sup> e compreenderia somente 7% da população do Brasil. Mesmo considerando que seria um aumento absoluto e relativo considerável, a Amazônia ainda seria uma região pouco povoada. Neste contexto seria pouco provável que ela alimentasse o crescimento de uma cidade — como Belém — ao nível de 7,1 milhões de habitantes, a não ser que a ocupação da Amazônia fôsse conduzida segundo princípios de alta especialização e tecnologia, que produzissem concentrações de investimentos e de pessoal especializado em algumas áreas e um grande centro de processamento de produtos em Belém. Recorde-se apenas que esta é a opinião de muitos estudiosos dos problemas da região, isto é, uma ocupação concentrada em pontos, utilizando os mais altos recursos da tecnologia, em atividades ou indústrias ou em grande escala. (Tabela VIII)

Enquanto isso o Estado do Maranhão teria 26 milhões de habitantes. Este crescimento do Maranhão também pode estar apresentando uma anomalia, ligada ao fato de que o Maranhão tem atualmente um crescimento vegetativo muito alto e foi considerado que este crescimento só começaria a diminuir dentro de 30 anos, período talvez superestimado para o início da diminuição.

O fenômeno mais importante, entretanto, estaria ocorrendo nas nove áreas metropolitanas. Na Tabela XII pode-se ver que, enquanto elas constituem, hoje em dia, apenas 23% da população brasileira, esta participação aumentaria para 48% em 2068, o que representaria quase metade da população brasileira no ano citado. E isto, mesmo considerando que em tôdas o processo de diminuição do crescimento vegetativo comece agora ou o mais tardar em 10 anos. Este crescimento acentuado da população nestas nove áreas metropolitanas está ligado à premissa estabelecida de que a não ser para os Estados de Goiás e Mato Grosso, as migrações estão se processando apenas na direção destas nove áreas. Será esta premissa válida? Será ela uma generalização muito grande, para um período de 100 anos? Não vem ao caso, no presente momento, discutir se haverá um quadro de migrações mais diversificado, mas apenas considerar se a urbanização acentuada que vem sendo observada no Brasil se fará através de uma macrocefalia dos grandes centros metropolitanos, formando supermetrópoles e megalópolis, ou com tendência de dispersão. De qualquer forma dentro das premissas adotadas, teríamos mais de 200 milhões de habitantes nestas nove áreas, daqui a 100 anos, o que não deixa de representar um prenúncio assustador para os planejadores urbanos. São Paulo e Rio teriam juntos 110 milhões de habitantes, ocupando um espaço que poderia já estar coalescendo com outras cidades do vale do Paraíba, até formar uma gigantesca megalópolis, estendendo-se de São Paulo ao Rio. Será este o Brasil do ano 2068?

Uma segunda projeção foi feita, tentando apurar sobretudo o processo de migração. Utilizou-se para isso a população do Brasil, por Estados, em 1960, destacando-se, também, as mesmas nove áreas metropolitanas, com os municípios que as constituíam em 1960. Em seguida, em vez de atribuir-se valor empírico aos movimentos migratórios, procurou-se obter um valor mais real, através do seguinte processo. (Ver dados na Tabela IX)

TABELA IX

## I População em 1960 em milhares

## II Aumento vegetativo anual inicial

## III índice para reduzir o aumento vegetativo anual a 1.00 dentro de aproximadamente 80 anos

## IV Período de anos após o qual funcionará o índice de redução

	I	II	III	IV
1 — Rondônia.....	71	1 030	0.9997	30
2 — Acre/Roraima.....	189	1 030	0.9997	30
3 — Amazonas.....	721	1 034	0.99965	30
4 — Pará.....	1 114	1 030	0.9997	30
5 — Belém.....	437	1 025	0.99975	10
6 — Amapá.....	69	1 030	0.9997	30
7 — Maranhão.....	2 492	1 030	0.9997	30
8 — Piauí.....	1 263	1 035	0.99965	30
9 — Ceará.....	2 725	1 040	0.9996	30
10 — Fortaleza.....	613	1 025	0.99975	10
11 — Rio Grande do Norte.....	1 157	1 033	0.99965	20
12 — Paraíba.....	2 018	1 033	0.99965	20
13 — Pernambuco.....	2 976	1 032	0.9997	20
14 — Recife.....	1 161	1 025	0.99975	10
15 — Alagoas.....	1 271	1 034	0.99965	20
16 — Sergipe.....	760	1 034	0.99965	20
17 — Bahia.....	5 316	1 030	0.9997	20
18 — Salvador.....	674	1 020	0.9998	10
19 — Minas.....	8 902	1 032	0.9997	20
20 — Belo Horizonte.....	897	1 020	0.9998	10
21 — Espírito Santo.....	1 189	1 034	0.99965	20
22 — Rio de Janeiro.....	1 678	1 030	0.9997	20
23 — Guanabara + Rio.....	5 032	1 015	0.99985	0
24 — São Paulo - Estado.....	8 242	1 030	0.9997	10
25 — São Paulo - Área Metropolitana	4 773	1 015	0.99985	0
26 — Paraná.....	3 782	1 030	0.9997	10
27 — Curitiba.....	496	1 015	0.99985	0
28 — Santa Catarina.....	2 147	1 037	0.9996	10
29 — Rio Grande do Sul.....	4 385	1 025	0.99975	10
30 — Porto Alegre.....	1 064	1 015	0.99985	0
31 — Mato Grosso.....	910	1 032	0.9997	20
32 — Goiás + Distrito Federal.....	2 097	1 028	0.9997	20
TOTAL.....	70 621 000			

1 — Tomando-se a taxa de crescimento vegetativo da população do Brasil para o período 1950/1960 (\*), por Estados, e aplicando-se este percentual de crescimento à população de 1950, obteve-se a população esperada em 1960. A diferença entre a população esperada e a população registrada no Censo de 1960, indica o saldo migratório. Por exemplo: a população esperada para o Maranhão foi de 2 168 000, porém como o registro do Censo de 1960 assinala 2 492 000 o saldo de 324 000 representa a migração para o Maranhão. O mesmo acontece em relação ao Ceará, cuja população esperada para 1960 foi de 3 503 000; entretanto a registrada é de apenas 2 725 000; a diferença para menos é a quantidade que migrou do Ceará. No caso particular do Ceará, como os movimentos migratórios foram assinalados em direção às áreas metropolitanas, apesar de o Ceará perder população no processo, a área metropolitana de Fortaleza ganha população.

\* Ver Subsídios à Regionalização — Capítulo População.

2 — Com êstes dados de quantidade total de população que migra de um estado para outro, ou para qualquer uma das nove áreas metropolitanas, elaborou-se uma matriz de fluxos migratórios.

Na Tabela X êstes fluxos aparecem em termos de % da população de cada estado que emigra. Neste modêlo o fluxo migratório permanece constante durante os 100 anos, o que certamente deixará de ocorrer após um determinado período; é claro que num modêlo mais elaborado pode-se introduzir um deflator para o fluxo migratório, à semelhança do que foi feito para o crescimento vegetativo.

Esta segunda projeção, ao invés dos 31 fluxos migratórios utilizados no primeiro modêlo, utilizou 75 fluxos migratórios. Êstes 75 fluxos foram indicados na direção das nove áreas metropolitanas, e para os estados de Goiás, Mato Grosso, Maranhão, São Paulo, Paraná e Estado do Rio, de acôrdo com estudos de migrações realizados anteriormente, ao lado do conhecimento que se tem das atuais correntes migratórias no Brasil.

Para as nove áreas metropolitanas foram adotadas as seguintes direções de fluxos migratórios: Tabela X

1 — As do Nordeste (Recife, Salvador e Fortaleza) recebem imigrantes de quase todo o Nordeste, além de receberem de seus próprios estados.

2 — As do Sul (Belo Horizonte, Curitiba e Pôrto Alegre), bem como Belém, só recebem de seus próprios Estados.

3 — São Paulo e Guanabara recebem inclusive das metrôpoles do Nordeste.

A diferença entre as duas projeções é a de que esta segunda leva em conta maior número de fluxos migratórios.

A população projetada para o Brasil, ao fim de 100 anos, foi de 468 milhões na primeira projeção e na segunda foi de 401 milhões. As diferenças são, na realidade, ainda menores quando se considera a diferença de 8 anos de uma para a outra, uma vez que a primeira projeção atinge o ano de 2068 e a segunda o ano de 2060.

Entretanto no que diz respeito aos valores parciais, para Estados, as modificações são maiores.

**TABELA X**  
**Porcentagem da população de cada unidade que migra anualmente a outra unidade**

PARA →	5	7	10	14	18	20	22	23	24	25	26	27	30	31	32
DE ↓															
4 — Pará.....	.006														
8 — Piauí.....		.001	.006												
9 — Ceará.....		.001	.002	.002				.001	.001	.001	.001				
10 — Fortaleza.....			.005	.001				.001	.001	.001					
11 — Rio Grande do Norte.....			.005	.005				.001	.002	.001	.002				
12 — Paraíba.....			.004	.004				.002	.002	.002	.001				
13 — Pernambuco.....				.005				.003	.002	.003	.002				
14 — Recife.....								.005		.005					
15 — Alagoas.....				.005	.005				.003		.003			.001	.003
16 — Sergipe.....				.004	.006				.002		.002			.001	.001
17 — Bahia.....		.002			.005				.001		.003			.001	.002
18 — Salvador.....								.005		.005					
19 — Minas Gerais.....						.004	.002	.003	.001	.002	.002			.001	.002
20 — Belo Horizonte.....								.001							
22 — Rio de Janeiro.....								.006	.002	.003	.002				.002
24 — São Paulo.....										.015	.005			.002	.003
26 — Paraná.....												.003			
29 — Rio Grande do Sul.....									.002		.006		.006	.001	.001

TABELA XI

Resultados da Projeção: População em milhões a intervalos de 20 anos

	1980	2000	2020	2040	2060
1 — Rondônia.....	128	227	363	515	647.4
2 — Acre/Roraima.....	341	606	968	1 371	1 723.3
3 — Amazonas.....	1 407	2 694	4 554	6 694	8 554.4
4 — Pará.....	1 988	3 489	5 506	7 706	9 565.9
5 — Belém.....	729	1 116	1 555	1 970	2 267.1
6 — Amapá.....	124	221	353	500	629.2
7 — Maranhão.....	5 346	10 701	18 611	28 056	36 906.8
8 — Piauí.....	1 822	2 579	3 224	3 503	3 309.8
9 — Ceará.....	4 986	8 926	13 863	18 347	20 690.8
10 — Fortaleza.....	1 751	3 604	6 064	8 667	10 712
11 — Rio Grande do Norte.....	1 607	2 074	2 328	2 270	1 925
12 — Paraíba.....	2 860	3 767	4 313	4 293	3 715
13 — Pernambuco.....	4 137	5 400	6 252	6 419	5 845
14 — Recife.....	2 771	5 062	7 687	10 005	11 326
15 — Alagoas.....	1 661	2 018	2 130	1 955	1 560
16 — Sergipe.....	1 201	1 739	2 163	2 317	2 141
17 — Bahia.....	7 253	9 292	10 558	10 639	9 509
18 — Salvador.....	1 781	3 257	4 838	6 130	6 771
19 — Minas Gerais.....	11 891	14 914	16 591	16 368	14 322
20 — Belo Horizonte.....	2 290	4 330	6 788	9 195	10 984
21 — Espírito Santo.....	2 320	4 208	6 633	9 091	10 830
22 — Rio de Janeiro.....	2 716	4 002	5 115	5 702	5 563
23 — Guanabara + parte Rio.....	8 482	13 312	19 291	25 649	31 211
24 — São Paulo.....	9 983	11 087	11 178	10 240	8 516
25 — São Paulo.....	10 896	19 272	29 122	38 955	46 936
26 — Paraná.....	9 814	18 890	29 670	39 477	45 277
27 — Curitiba.....	1 093	2 286	4 220	6 797	9 605
28 — Santa Catarina.....	4 343	7 624	11 403	14 533	15 783
29 — Rio Grande do Sul.....	5 142	5 518	5 358	4 707	3 742
30 — Porto Alegre.....	2 053	3 253	4 491	5 551	6 234
31 — Mato Grosso.....	2 827	6 301	11 234	16 882	21 868
32 — Goiás + Distrito Federal...	5 611	11 539	19 273	27 229	33 153
TOTAL.....	121 354	193 308	275 697	351 733	401 818

A Tabela XI indica os totais de população para cada período de 20 anos, a partir de 1980, para os diferentes Estados e áreas metropolitanas. A utilização de 75 fluxos evidentemente desconcentrou muito o crescimento da população desta projeção em relação à primeira, diminuindo a participação das áreas metropolitanas, de maneira que São Paulo e Rio, que teriam 110 milhões pela primeira projeção, passariam a 80 milhões na segunda.

Entretanto a Amazônia teria mais ou menos a mesma população, não longe de trinta milhões; Belém, entretanto, não receberia população senão de seu Estado (e não também do Amazonas como na projeção anterior) e teria apenas dois milhões de habitantes. Outra modificação surpreendente é em relação ao Maranhão que, apresentando um fluxo migratório intenso no período 1950/60, teve, com a projeção deste ritmo para todo o período, uma população de 37 milhões de habitantes em 2060, ao invés dos 26 milhões da primeira projeção que não considerou o fluxo migratório para o Maranhão. Outra modificação considerável foi a relativa ao Paraná que, pelo mesmo motivo acima exposto, passaria ao ano 2060 com 45 milhões de habitantes.

A Tabela XIII indica a população das áreas metropolitanas para cada período de 20 anos. É curioso assinalar que no ano 2000 Recife te-

**TABELA XII**

**Porcentagem da População total do Brasil em cada área metropolitana, intervalos de 20 anos**

ÁREA METROPOLITANA	1968	1988	2008	2028	2048	2068
Belém.....	0 666	0 823	0 974	1 142	1 325	1 518
Fortaleza.....	1 048	1 938	2 864	3 895	5 002	6 133
Recife.....	1 674	2 488	3 085	3 545	3 876	4 080
Salvador.....	1 074	1 771	2 064	2 153	2 128	2 038
Belo Horizonte.....	1 557	3 366	4 413	5 043	5 421	5 640
Guanabara + parte do Rio.....	7 236	7 848	8 297	8 841	9 502	10 312
São Paulo.....	7 697	10 213	11 481	12 285	12 930	13 601
Curitiba.....	0 875	2 546	3 408	3 887	4 190	4 428
Pôrto Alegre.....	1 561	2 107	2 378	2 546	2 678	2 814
Total.....	—	—	—	—	—	—
Total aproximado.....	23%	32%	38%	42%	47%	48%

**TABELA XIII**

**Projeção da população das nove áreas metropolitanas (2.<sup>a</sup>)**

ÁREA METROPOLITANA	1960	1980	2000
Belém.....	437	729	1 116
Fortaleza.....	613	1 751	3 604
Recife.....	1 161	2 771	5 062
Salvador.....	674	1 781	3 257
Belo Horizonte.....	897	2 290	4 330
Rio de Janeiro.....	5 032	8 482	13 312
São Paulo.....	4 773	10 896	19 272
Curitiba.....	496	1 093	2 286
Pôrto Alegre.....	1 064	2 053	3 253
Total.....	15 147	31 846	55 492
Brasil.....	70 621	121 368	193 321

ria mais de 5 milhões, Belo Horizonte teria 4,3 milhões e São Paulo e Rio teriam juntas 32 milhões de habitantes, totalizando 55 milhões de habitantes nas nove áreas metropolitanas. Como a população atual destas áreas é de cerca de 20 milhões, a ser válida esta segunda projeção, o Brasil teria um processo de migração para estas grandes cidades, daqui até o fim do século, envolvendo cerca de 35 milhões de habitantes, com tôdas as implicações de ordem habitacional, de abastecimento, de criação de novos empregos, de escolas, etc.

Caso se dispusesse de dados mais completos, uma projeção muito mais adequada poderia ser feita, utilizando informações como a origem dos imigrantes em cada Estado, em lugar de obtê-los em modelos matemáticos.

Por outro lado algumas hipóteses podem ser formuladas para modificar estas projeções, introduzindo novos parâmetros e processos de correção mais aperfeiçoados e sofisticados.

É o que veremos a seguir:

3 — a) *Hipóteses para modificar o modelo preliminar.*

Uma projeção do tipo ilustrado na seção anterior depende de certas suposições e hipóteses. As suposições podem ser baseadas nas tendências indicadas por dados existentes ou podem ser baseadas nas hipóteses menos empíricas, relacionadas, em geral, com os fenômenos demográficos. Para entender melhor o movimento demográfico no Brasil é necessário considerar: a) as influências que modificam o crescimento vegetativo da população, e b) as influências que modificam a migração entre vários pares de lugares.

Devido à falta de dados recentes, o estudo das tendências demográficas no Brasil não pode ter base empírica forte. Todavia, pode-se obter uma idéia dos fatores que influem no padrão do *aumento vegetativo* da população, usando dados para os períodos 1940 — 1950 e 1950 — 1960. Calculando os índices de correlação (Pearson product moment) entre cada par de variáveis numa matriz de 14 variáveis por 21 estados do Brasil, foram observados os seguintes índices de correlação relativamente altos (o índice  $r$  se encontra sempre entre + 1 e - 1):

*Relação do aumento vegetativo da população entre 1950 e 1960 com:*

1	Número de crianças de 0-9 anos por mil habitantes (1950)	+ 0,87
2	Crianças de 0 a 9 anos para 100 mulheres de 15 a 49 anos (1950)	+ 0,83
3	Taxa de natalidade estimada por 1.000 habitantes (1953)	+ 0,82
4	Número médio de filhos nascidos vivos tidos por 10 mulheres prolíficas em idades de 15 a 60 anos e mais (1940)	+ 0,56
5	Migrações interiores (1950)	- 0,54
6	Naturais de outros Estados (porcentagem da população total do Estado) (1950)	- 0,56
7	Alfabetismo (1950)	- 0,62
8	Urbanismo (1950)	- 0,78

Os índices de correlação dão apenas uma idéia do tipo de pesquisas que se poderia fazer para entender melhor os fatores que influem nos movimentos demográficos. Infelizmente a variável que seria mais importante, aumento vegetativo anual médio dos Estados entre 1950 e 1960, é suspeita e não foi utilizada. Além disso, a maior parte das outras variáveis relaciona-se ao ano de 1950, o princípio do período para o qual o aumento vegetativo foi calculado.

O aumento vegetativo tem correlação relativamente alta com fertilidade das mulheres, número de crianças na família e natalidade. Mas em geral o aumento vegetativo é ligado a estas variáveis num sentido de causa e efeito mútuo.

Entre aumento vegetativo e migração há uma correlação negativa ( $-0,54$ ) o que indica que a migração tem uma tendência de ser de regiões de aumento vegetativo alto para regiões de aumento vegetativo mais baixo. Porém, o índice de correlação entre crescimento vegetativo e urbanismo é mais expressivo, porque é relativamente alto e, ao mesmo tempo, representa uma causa possível da diminuição do aumento vegetativo da população. Outras pesquisas indicam uma correlação alta entre urbanismo e outros índices de desenvolvimento como disponibilidade de serviços médicos, facilidades para a instrução, condições boas de habitação. O índice de renda, por pessoa ou por família, alto nas zonas urbanas, serve, em termos muito gerais, para indicar o grau de desenvolvimento de uma região. Porém, até certo ponto, o alto desenvolvimento material de um povo ou de uma região pode ter o efeito de facilitar o aumento do índice de crescimento vegetativo de uma população, originando a presença de crianças. Numa região completamente atrasada, a introdução de serviços médicos, capazes de reduzir drasticamente a mortalidade, poderia não influir inicialmente na natalidade. Numa região desenvolvida o aumento do poder aquisitivo também pode aumentar a natalidade sem influir na mortalidade. Tal fenômeno se observou nos EUA e na França depois da segunda Guerra Mundial.

Depois de uma consideração da disponibilidade dos dados demográficos no Brasil e das tendências demográficas observadas no país, foi possível construir um novo modelo, ainda muito provisório e imperfeito. Este modelo serve em primeiro lugar para indicar o tipo de informação necessária num estudo mais profundo da atualidade demográfica do Brasil, e tem a vantagem de ser flexível, permitindo a introdução de várias hipóteses. Nêlo o aumento vegetativo e migração funcionam independentemente.

As suposições fundamentais do modelo são as seguintes:

- a) O aumento vegetativo é determinado por uma série de critérios, os quais, para reduzir a complexidade da situação, devem ser representados na forma de uma variável ou de um fator (conjunto de variáveis, estabelecido por aplicação do método de componentes principais).
- b) A migração entre cada par de lugares é determinada pela diferença em termos de renda, por pessoa, entre os lugares, dividida pela distância entre eles ou por um expoente da distância.

O espírito geral do modelo baseia-se na experiência de muitos países do mundo. Teoricamente existem três estágios possíveis:

- a) Numa Sociedade profundamente primitiva e tradicional com economia de subsistência e sem serviços médicos, a situação da população depende da natureza: dos recursos naturais disponíveis em qualquer área pequena, e da propensão da população a uma prole numerosa, a maior parte da qual, porém, morre no 1.º ano de vida. A natalidade e a mortalidade são aproximadamente iguais.
- b) Durante qualquer período de desenvolvimento de um determinado país ou região, estabelecem-se desequilíbrios entre a natalidade e a mortalidade e também entre o nível de desenvolvimento, entre umas regiões e outras. A mortalidade tende a diminuir graças, sobretudo, à introdução de serviços médicos. A natalidade, eventualmente, se reduz, também, após algum

tempo. A redução da natalidade, porém, depende de um complexo de fatores: idéias tradicionais e religiosas, atitudes em relação à aquisição de bens materiais em lugar de muitos filhos, atitudes e disponibilidade de meios para limitar o tamanho das famílias. Durante o período de maior desenvolvimento e de maiores discrepâncias entre as regiões de um país (ou entre países, quando se permite migração internacional), a migração se maximiza. Apesar das migrações por causas políticas, religiosas ou em procura de condições ambientais mais favoráveis, a maior parte das migrações são motivadas por causas econômicas. A população migra em busca de trabalho, em busca de salário maior. A distância do movimento migratório depende das condições de transporte (distância, tempo, custo), das limitações políticas na migração e disponibilidade de informação acêrca do lugar de destino do movimento. A percepção e a comunicação são elementos que não podem ser omitidos de consideração.

- c) Eventualmente, depois de decênios, até séculos de desenvolvimento econômico, o nível de vida de um país é tal que a fertilidade de novo se aproxima da mortalidade e o aumento vegetativo da população é pequeno ou não existe, e devido à difusão da prosperidade por todo o país, as diferenciações regionais são tão limitadas que as correntes migratórias entre as regiões se reduzem a nada. Não se pode dizer que tal estado tenha sido atingido perfeitamente na realidade, mas em países europeus como a Suécia, Dinamarca, Inglaterra e França, não obstante movimentos migratórios de fora (por exemplo, de irlandeses para a Inglaterra, de italianos para a França), já se obteve certa estabilidade.

O Brasil parece estar no período mais intenso de desequilíbrio demográfico e torna-se importante estudar esta situação, dado que o planejamento demográfico baseado em dados de boa qualidade e projeções indicando futuros possíveis, poderia, se introduzido agora, permitir o controle, pelo menos até certo ponto, desta situação de desequilíbrio hoje existente.

- 3 — b) *Um modelo mais sofisticado com utilização do crescimento da renda como variável associada ao crescimento vegetativo e às migrações.*

É fenômeno conhecido e muito utilizado o estreito relacionamento entre crescimento vegetativo da população e desenvolvimento econômico. Logo no Capítulo I indicamos que o Brasil tem um crescimento vegetativo de 3,2% ao ano, os Estados Unidos de 1,4% e a Inglaterra de 0,7% ao ano. Por estes valores se observa que há uma relação simples entre nível de renda da população e crescimento vegetativo, embora o nível de renda e o crescimento vegetativo dos Estados Unidos sejam superiores aos da Inglaterra; em primeiro lugar a relação não é tão simples e quase linear e em segundo lugar o fenômeno é mais nítido nos países em desenvolvimento que nos países de elevados índices de desenvolvimento.

Este modelo parte das seguintes premissas teóricas:

- 1 — O crescimento vegetativo é baixo nos países subdesenvolvidos e começa a aumentar, por efeito da diminuição do índice de mortalidade, até atingir um nível de renda que produza dimi-

nuição também no índice de natalidade. Portanto há uma primeira reta ascendente da renda baixa até atingir um nível que poderia ser da ordem de 600 dólares "per capita". Daí por diante começaria a diminuir o ritmo, até atingir um ponto de estabilização, com uma renda da ordem de 1 000 dólares "per capita". Apenas observe-se que a premissa é teórica e os valores são empíricos, portanto modificáveis, em função de dados mais precisos.

- 2 — As migrações internas se processam das áreas de menor renda para as áreas de maior renda, e inversamente proporcionais à distância. O declive entre um lugar e outro daria a intensidade da migração.

As migrações desapareceriam quando a renda se igualizasse. Este conceito se refere a saldo imigratório.

### PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

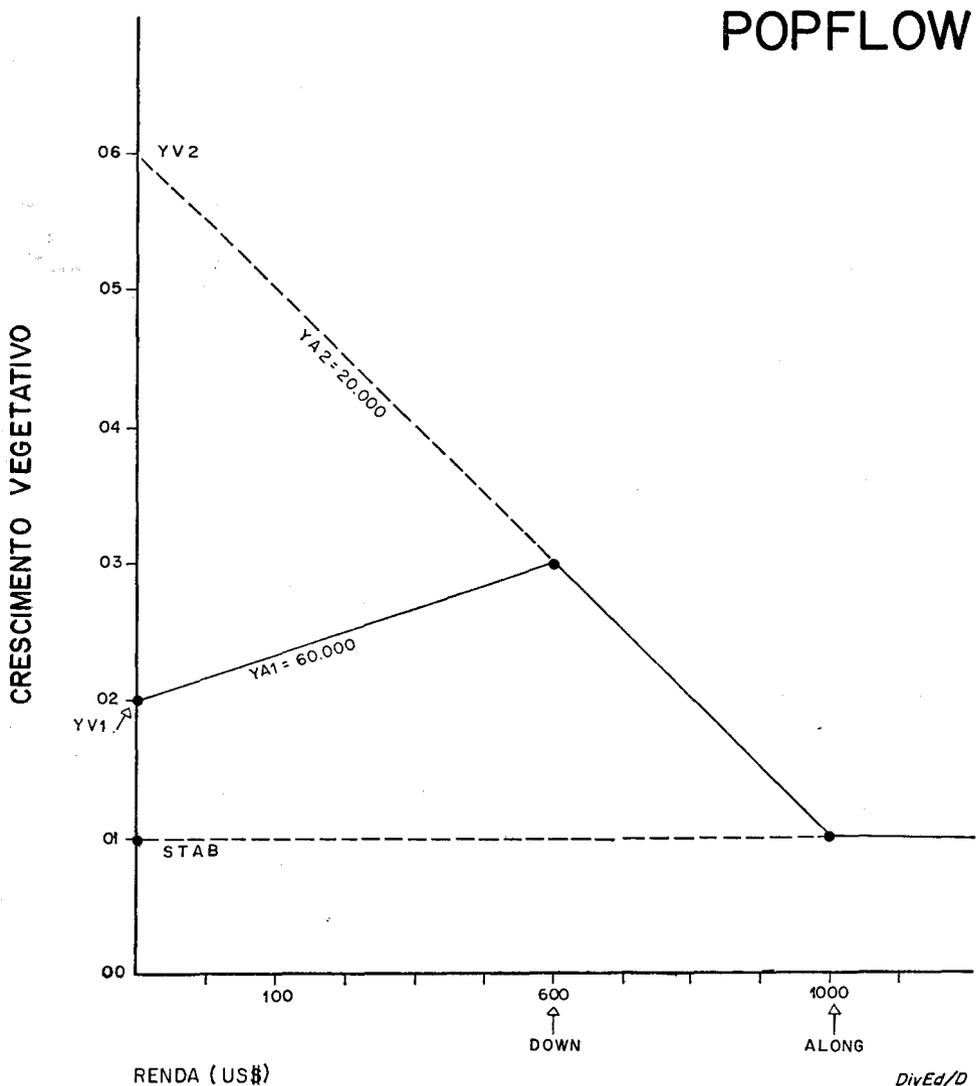


Fig. 2

Este modelo pode ser construído com índices completamente hipotéticos ou com índices baseados em dados observados. No caso do Brasil faltam, atualmente, dados adequados para usar o modelo com muita confiança. A justificativa do modelo, porém, é que ele ajuda a indicar os dados que devem ser obtidos, no futuro, para fazer projeções da população. O modelo pode ser usado para projeções da população, para qualquer número de anos no futuro.

O modelo, cujo programa daqui por diante é denominado *popflow* e com o qual foram feitas as projeções 3a e 3b, utiliza as seguintes informações, por estado, contidas na Tabela XIV;

- 1 — A população total da unidade.
- 2 — A renda total que, dividida pela população total, irá produzir a renda “per capita”, e que para facilitar comparações foi convertida em dólares.  
O diferencial de renda entre um lugar e outro produzirá a propensão para migrar, dificultada pelo efeito da distância.
- 3 — Um índice de crescimento da renda, bem como um deflator para fazer este índice diminuir lentamente por unidade (considerado, por exemplo, de 7% para 5% ao ano, em 50 anos).
- 4 — Uma matriz de distâncias de cada lugar para cada outro lugar. Esta distância pode ser modificada por um expoente, que no caso de ser 1,0 mantém a matriz inalterada. Esta distância deve representar a fricção àquela propensão para migrar, indicada pelo diferencial de renda.
- 5 — Dois outros índices são ainda utilizados, no que diz respeito às migrações: o primeiro que limita as migrações anuais a 1% ou 0,5% da população total. Esta restrição é necessária porque como o que produz a migração é o diferencial de renda, à medida que o mesmo aumenta, as migrações tenderiam aumentar a ponto de deslocar a totalidade da população para as áreas de maior renda, o que é obviamente irreal. Este é um elemento crítico no programa, pois pode acentuar desmesuradamente as migrações ou praticamente eliminá-las. O valor inicial tomado é em função do diferencial de renda existente e a partir dele as migrações aumentam ou diminuem à medida que a renda diverge ou converge.

O segundo índice refere-se à percentagem da renda “per capita” que o imigrante leva consigo ao migrar. \* Um índice que ele leva toda sua renda, ao passo que um índice 0,5 indica que ele levaria somente metade de sua renda.

A primeira projeção (3a) adota uma premissa de crescimento da renda de 5% ao ano, com um deflator de 1,0 que mantém sempre igual o índice de crescimento. Adota ainda a premissa de que 1% da população total migra cada ano e que ao migrar leva consigo o seu potencial de renda “per capita” anual.

Como o crescimento da população é da ordem de 3% e o crescimento da renda é de somente 5%, o efeito desta taxa sobre o aumento da renda é muito fraco, o mesmo ocorrendo com o declínio do crescimento vegetativo, que somente se iniciaria a partir de uma renda “per capita” de 600 dólares. Assim, no ano 2 mil, a população seria de 198

\* Na realidade é o potencial de produzir renda que o migrante leva de uma área para outra.

**TABELA XIV**  
**Dados para as Projeções 3a e 3b**

ESTADOS	1966 População em milhares	Renda em milhares de dólares	PROJEÇÃO 3a		PROJEÇÃO 3b	
			Taxa de variação	Deflator da taxa de variação	Taxa de variação	Deflator da taxa de variação
Amazonas.....	1 224	14	1.05	1.0	1.07	0.9993
Pará.....	1 981	28	1.05	1.0	1.10	0.9990
Maranhão.....	3 273	21	1.05	1.0	1.09	0.9991
Piauí.....	1 376	9	1.05	1.0	1.08	0.9992
Ceará.....	3 731	39	1.05	1.0	1.07	0.9993
Rio Grande do Norte.....	1 257	17	1.05	1.0	1.07	0.9993
Paraíba.....	2 179	20	1.05	1.0	1.05	0.9995
Pernambuco.....	4 570	68	1.05	1.0	1.07	0.9993
Alagoas.....	1 371	14	1.05	1.0	1.06	0.9994
Sergipe.....	827	11	1.05	1.0	1.09	0.9991
Bahia.....	6 759	82	1.05	1.0	1.07	0.9993
Minas Gerais.....	11 404	209	1.05	1.0	1.07	0.9993
Espírito Santo.....	1 812	23	1.05	1.0	1.06	0.9994
Rio de Janeiro.....	4 316	99	1.05	1.0	1.08	0.9992
Guanabara.....	4 031	227	1.05	1.0	1.05	0.9995
São Paulo.....	15 909	684	1.05	1.0	1.07	0.9993
Paraná.....	6 670	119	1.05	1.0	1.09	0.9991
Santa Catarina.....	2 593	49	1.05	1.0	1.07	0.9993
Rio Grande do Sul.....	6 306	172	1.05	1.0	1.07	0.9993
Mato Grosso.....	1 262	19	1.05	1.0	1.11	0.9989
Goiás+Distrito Federal.....	2 933	42	1.05	1.0	1.12	0.9988

milhões e a renda “per capita” variaria de pouco mais de 200 dólares no Maranhão e Piauí; de 300 a 400 nos estados nordestinos; 400 e 500 no Espírito Santo, Goiás e Mato Grosso; 500 a 600 em Minas Gerais, São Paulo, estados do Sul e Guanabara. Como o diferencial de renda é acentuado entre São Paulo e os outros estados, São Paulo concentraria 75 milhões e Guanabara quase 28, somando, os dois juntos, mais da metade da população total. Somente neste ano (2001) São Paulo atrairia um contingente migratório de 1 milhão e 100 mil migrantes, ao passo que a Guanabara atrairia 350 mil (juntos 1 450 000) de 2,2 milhões de migrantes em todo o país. Isto indica a necessidade de se obter uma medida de fricção mais adequada, pois é óbvio que as migrações não se processariam por esta forma, com 70% do total movendo-se na direção do Rio e São Paulo.

Apesar destas distorções violentas nos quadros migratórios (o que talvez ocorresse se a política adotada fôsse de intensa concentração do processo de desenvolvimento nas duas grandes metrópoles brasileiras), os valores globais nacionais indicam bem o crescimento da renda e da população ao fim do século, com um crescimento da economia a uma taxa de 5% ao ano. Entretanto dificilmente ultrapassaríamos neste espaço de tempo 600 dólares de renda “per capita”, o que, certamente, é um resultado não desejável; além do mais, isto teria reflexos na estrutura da pirâmide etária brasileira, acentuando os grupos abaixo de 14 anos, com todos os reflexos deste fato no próprio processo de desenvolvimento.

Por outro lado, o fato de adotar-se uma taxa de crescimento de 5% para todos os estados, sem distinção, produziu uma tendência de igualização da renda o que foi quase atingido dez anos após o ano dois mil. Daí têmos feito nova experiência na Projeção 3b.

A Projeção 3b já representou uma soma de dados mais elaborados:

1 — Tomou-se o crescimento da renda, no período de 1950 a 1966, estado por estado (tomando-se uma média para o Brasil de 7%) e projetou-se este crescimento de renda, com um deflator que diminuísse o ritmo em aproximadamente 40%, ou seja de 7% para 5% durante 50 anos.

**TABELA XV**  
**Resultado da Projeção 3b**

ESTADOS	POPULAÇÃO EM MILHARES					RENDA PER CAPITA EM 2006	PERCENTAGEM TOTAL DO BRASIL	
	1966	1976	1986	1996	2006	U.S.	1966	2006
Amazonas.....	1 224	1 480	1 767	2 057	2 300	373	1.4	1.1
Pará.....	1 980	2 461	3 185	4 328	5 450	1 025	2.3	2.5
Maranhão.....	3 273	3 834	4 398	4 918	5 331	394	3.8	2.5
Piauí.....	1 376	1 602	1 807	1 952	1 997	316	1.6	0.9
Ceará.....	3 731	4 465	5 239	5 947	6 438	348	4.3	3.0
Rio Grande do Norte.....	1 527	1 544	1 891	2 278	2 637	431	1.5	1.2
Paraíba.....	2 179	2 518	2 732	2 707	2 434	183	2.5	1.1
Pernambuco.....	4 570	5 669	7 037	8 599	10 049	455	5.3	4.6
Alagoas.....	1 371	1 616	1 830	1 945	1 911	268	1.6	0.9
Sergipe.....	827	1 006	1 261	1 651	2 181	649	1.0	1.0
Bahia.....	6 759	7 999	9 205	10 105	10 335	395	7.9	4.8
Minas Gerais.....	11 404	13 123	14 393	14 420	12 144	536	13.3	5.6
Espírito Santo.....	1 812	2 003	2 030	1 808	1 374	310	2.1	0.6
Rio de Janeiro.....	4 316	4 919	5 804	7 058	7 660	832	5.0	3.5
Guanabara.....	4 031	7 061	11 074	14 103	12 552	621	4.7	5.8
São Paulo.....	15 909	24 278	38 268	58 544	87 538	1 245	18.5	40.1
Paraná.....	6 670	7 636	8 871	10 406	10 760	954	7.8	5.0
Santa Catarina.....	2 593	3 024	3 360	3 396	2 878	558	3.0	1.3
Rio Grande do Sul.....	6 306	8 141	10 658	13 710	15 582	767	7.4	7.2
Mato Grosso.....	1 262	1 551	2 030	2 718	3 682	1 550	1.5	1.7
Goiás.....	2 933	3 533	4 713	6 745	11 495	1 693	3.4	5.3
BRASIL.....	85 783	109 465	141 559	179 395	216 731	—	100.0	100.0

É claro que será necessário, em novos exemplos elaborados, procurar-se obter informações mais precisas e mais elaboradas. Por exemplo, dever-se-á introduzir uma componente desta renda, que dê uma idéia de seu potencial de crescer autônomo e atrair migrantes ou mesmo afetar o crescimento vegetativo. Um exemplo deste tipo é ainda o caso de Goiás e Rio de Janeiro. Goiás vem crescendo a um ritmo maior que a Guanabara, em função de novas fronteiras de povoamento e colonização, mas este crescimento se, de um lado afetou a migração porque atraiu gente para as terras novas, não diminuiu o crescimento vegetativo, pois as áreas rurais pioneiras não apresentaram nenhum decréscimo na natalidade. Simultaneamente, exauridas as oportunidades de terras novas, será óbvio que o crescimento por migrações irá diminuir e caso não haja transformações estruturais na economia regional, com o empobrecimento das terras, poderá haver até migrações para fora da área. Processos deste tipo ocorreram muito no Brasil, no passado; mesmo em Goiás, o mato grosso de Goiás, ao passar de uma fase pioneira de intensa utilização agrícola de suas terras, para uma pecuária extensiva com pastos plantados, diminuiu de população, tanto em termos absolutos como relativos. A "hollow frontier", descrita por Preston James, é um fenômeno comum na América Latina.

O deflator, que reduz a taxa de crescimento de 7% para 5% em 50 anos, é arbitrário. É sabido que países como o Japão ou mesmo a Alemanha Ocidental foram capazes de manter um ritmo elevado de crescimento ao longo de um período longo, mas é óbvio que isso ocorreu em condições particulares. É muito difícil prever o que pode ocorrer no Brasil, pois tanto se pode imaginar que o povo brasileiro, imbuído de uma elevada consciência desenvolvimentista, capaz de induzi-lo a pesados sacrifícios por uma geração inteira e, assim, sustentar um crescimento até superior a 7%, como, ao contrário, o povo pode optar por uma solução mais distributiva, ainda que a custo de um crescimento menor. As duas alternativas podem encontrar defensores. O que projeções deste tipo oferecem são as alternativas e junto com elas as etapas do processo em qualquer alternativa escolhida. A escolha de um deflator para reduzir

o ritmo de crescimento da renda de 7 para 5% em 50 anos, é uma escolha desenvolvimentista não arrojada, pois sabemos que certos setores da economia brasileira têm crescido a mais de 7% em várias ocasiões (a economia brasileira cresceu a 9% no primeiro semestre de 1970, o que pode indicar uma tendência crescente pelo menos por mais algum tempo).

2 — Um outro aspecto muito importante nas premissas adotadas neste programa diz respeito ao percentual da renda que o indivíduo leva ao migrar. Uma premissa básica anterior e intrínseca no modelo, é o de que as migrações se processam das áreas de menor para as de maior renda. Mas a migração afeta a renda do lugar de origem e a do lugar de destino, pois, teoricamente, a renda “per capita” do primeiro é aumentada pela diminuição de um indivíduo e a do segundo é diminuída pelo acréscimo de um indivíduo. Entretanto, será que o fenômeno se processa realmente desta maneira? Tomemos um exemplo de um migrante nordestino que se desloca para o Sudeste. A saída dêle de sua região de origem aumenta a renda regional, pelo fato de tratar-se de uma região com subemprego e mesmo desemprego rural e urbano, onde o indivíduo pode consumir sem produzir? Ou o fato de tratar-se de um elemento em idade produtiva (que em geral vai sozinho e deixa a família consumidora e não produtiva) ocasiona efetivamente o contrário, quer dizer, êle leva consigo, não uma renda que êle não possui, mas na realidade uma capacidade de gerar uma renda (que assim deixa de ser gerada no Nordeste) e assim já constitui, de certa forma, um investimento humano feito na região de origem e agora utilizado, sem despesa, na região de destino? E sendo esta região de destino mais adiantada, o potencial de utilização desta mão-de-obra (antes rural e agora talvez urbano-industrial) permanecerá igual ao da região de origem, tornar-se-á igual ao da região de destino, ou terá um valor intermediário?

Quando os economistas ou demógrafos falam em migração seletiva não será a isso — em termos numéricos — que êles estão se referindo? A Projeção 3b considera o migrante como levando o potencial de renda “per capita” anual da região de origem, mas é claro que diferentes projeções podem ser feitas, utilizando valores diferentes correspondentes às 2 outras hipóteses acima citadas.

3 — Um outro aspecto importante é o referente à distância. Em todos os modelos gravitacionais um dos problemas mais delicados é o da distância representando uma forma de “fricção” ao processo de migração. Nos dois modelos aqui utilizados adotamos a distância em linha reta entre as capitais dos estados, sem nenhum expoente, embora o programa permita a sua utilização. Uma opção poderá ser feita entre um valor ou uma matriz de “fricção” elaborada separadamente e introduzida como nova informação no modelo. Neste caso o problema apresenta dois aspectos distintos, o primeiro conceitual e o segundo de aplicação às condições brasileiras ou áreas equivalentes em estágio de desenvolvimento. Estudos que estão sendo ainda realizados procuram verificar, empiricamente, as relações existentes entre migrações havidas e o fator distância, para se utilizar posteriormente uma correção para êste fator distância, ou mesmo para o diferencial de renda.

De qualquer maneira a utilização da distância em linha reta, como foi feita neste modelo, parece não estar representando uma “fricção” suficientemente forte, para impedir, por exemplo, uma migração intensa do Amazonas para São Paulo, face ao grande diferencial de renda. Êste aspecto precisa ser ainda submetido a uma análise mais aprofundada, até mesmo para se definir com maior segurança os dois pon-

tos extremos desta distância, os quais poderão ser definidos através dos centros de gravidade da população nos diferentes estados. Mas, se considerarmos que os processos de migração freqüentemente ocorrem por etapas, será que no caso de migrações para as grandes áreas metropolitanas a distância entre as grandes cidades, capitais de estados, não será mesmo a melhor?

Todos êstes são problemas que vão surgindo ao longo de experiências sucessivas, que visam, principalmente, ir obtendo resultados cada vez mais próximos de uma validade futura que não se conhece.

Analizando-se alguns resultados obtidos nesta Projeção (3b), pode-se verificar algumas transformações havidas em relação à Projeção 3a. Em primeiro lugar, fruto do percentual de migração, que passou a ser 0,5%, ao invés de 1%, utilizado na Projeção 3a, ao invés de quase 860 mil migrantes no início do período, temos um total de apenas 430 mil.

Na Projeção 3a tínhamos uma população de 198 milhões no ano dois mil, enquanto que nesta o total para o ano dois mil é da ordem de 190 milhões, dos quais não mais 75 milhões e sim 65 milhões em São Paulo e não mais 28 milhões mas 14 milhões na Guanabara. Segundo os dados utilizados na Projeção 3b a Guanabara está crescendo a 5% ao ano, ao passo que São Paulo está crescendo a 7% ao ano, levando a renda do primeiro a pouco mais de 600 dólares e a do segundo a 1050 dólares "per capita" no ano 2 000. Os dois níveis mais altos são os de Goiás e Mato Grosso, que crescem a 11 e 12% respectivamente, o que levaria a renda daqueles estados a quase 1 150 e mais de 1 300, respectivamente, no ano 2000. O fenômeno observado na Projeção 3a, de diminuição dos totais de migração, à medida que a renda fôsse convergindo para os 600 dólares, na Projeção 3b processa-se ao contrário, pois o diferencial de renda aumenta na medida que uns estados estão crescendo a taxas de 10 e 11%, como os do Centro-Oeste, enquanto que outros crescem a ritmos bem menores. A Paraíba, por exemplo, que cresce a uma taxa de 5% ao ano, atingiria o ano 2 000 com uma renda "per capita" de apenas 170 dólares, a única inferior a 200 dólares no Brasil, nesta época. O Estado do Rio, que já cresce a 8%, estaria com 720 dólares, acima da Guanabara com 625 dólares.

Há um fato, entretanto, que é preciso ressaltar: com uma renda nacional crescendo a uma taxa de 5% (segundo a Projeção 3a) a renda média dos Estados mal atingiria 500 dólares; poucos passariam dêste nível; a maioria dêle e a população atingiria a 198 milhões de habitantes. Com uma renda crescendo a cêrca de 7%, e diminuindo para 5% ao fim de 50 anos (Projeção 3b), variando nos estados desde 5 até 12%, com todo o Sudeste com 7% mais de crescimento, a população do Brasil seria um pouco inferior (190 milhões) mas muitos Estados (Pará, Estado do Rio, Guanabara, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso) já teria passado amplamente dos 600 dólares, ao passo que todo o Nordeste já estaria na faixa dos 300 a 400 dólares. Êstes resultados parecem dar consistência aos argumentos de intensificação dos esforços de crescimento, sem se recorrer a uma política de contrôle da natalidade.

### 3 — c) *Um modelo para projeção da estrutura etária*

#### (Projeção 4)

Finalmente um terceiro programa foi elaborado, no qual a principal modificação foi a introdução de grupos etários na população de cada unidade. Esta projeção é aqui denominada *agepopflow* e contém um número muito maior de informações necessárias.

PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO

AGEPOPFLOW

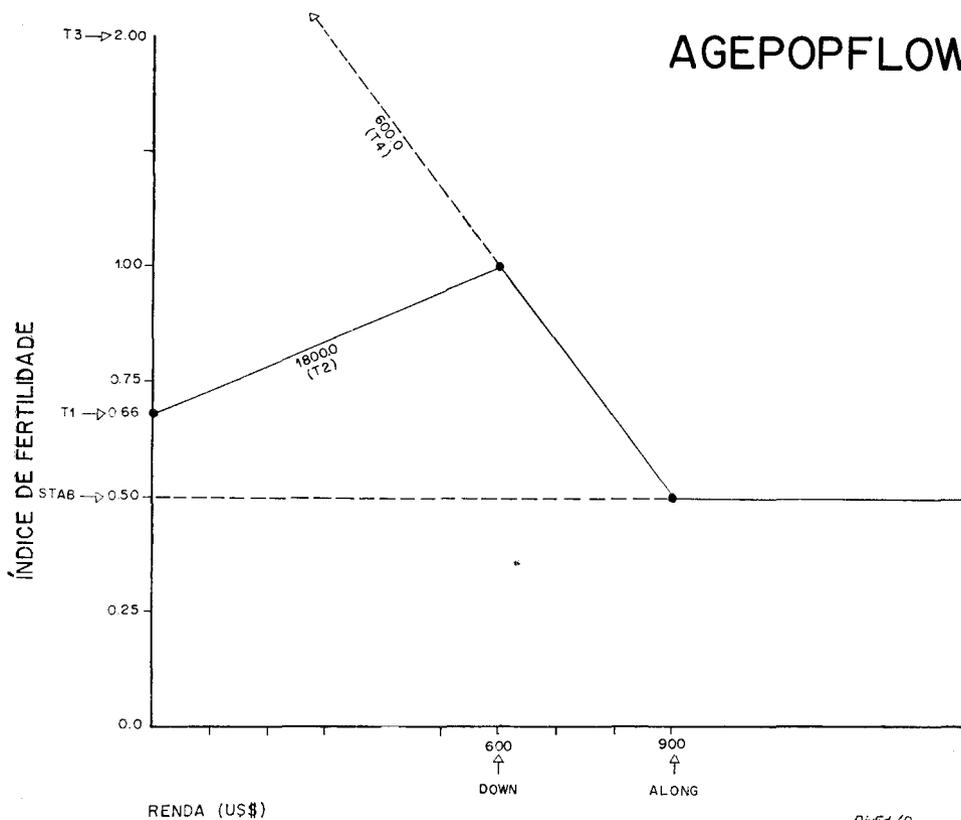


Fig. 3

DivEd/D

Para simplificar o processo, ao invés de usar os estados, usamos as regiões, embora o programa permita a utilização de 40 unidades espaciais. Portanto, a primeira informação dada no programa é relativa à população e renda para cada uma das cinco regiões. Naturalmente a população é dada por grupos de idades, que podem ser 90 grupos diferentes, embora no programa tenhamos usado 17 grupos com diferenças sucessivas de 5 anos. Por isso e como decorrência, foi necessário imprimir resultados para cada 5 anos, e dar a variação da renda para cada cinco anos também. Assim a renda regional cresceu de 7% ao ano em tôdas as regiões, com um deflator que fêz a taxa cair para 5% ao fim de cêrca de 50 anos.

Em seguida adotamos dois índices de mortalidade diferentes, um para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e o outro para Sul e Leste. Observe-se que utilizamos as antigas regiões, uma vez que a estrutura etária foi derivada de dados que foram tabulados segundo a antiga divisão regional. Um índice de mortalidade foi estabelecido para cada grupo etário, portanto 17 índices, sendo que o último foi tornado igual a 1,0 (mortalidade de 100%), não dando margem a um nôvo grupo etário, com mais de 85 anos. Estes índices são derivados, baseando-se o cálculo na mortalidade geral e infantil, uma vez que existem informações precisas sôbre índices de mortalidade, por grupos de 5 anos. Os valôres adotados partem de índices elevados na primeira faixa de 0 a 4 anos (0,130 e 0,090) para as regiões menos desenvolvidas e 0,090 para as regiões mais desenvolvidas, declinando fortemente no segundo grupo de 5 a 9 anos para 0,040 e 0,020 respectivamente. Estes índices

**TABELA XVI**  
**Resultados para 1966 e 2066**

GRUPO DE IDADES	NE		SE		S		N		C-O		DEATH		FERT	WTMG
	1966	2006	1966	2006	1966	2006	1966	2006	1966	2006	NE	SE		
											N	S		
0-4...	2 940	2 804	4 640	4 780	4 850	8 992	560	532	730	520	0.130	0.090	0.000	2.0
5-9...	2 670	2 420	4 230	4 125	4 370	7 546	500	506	650	538	0.040	0.020	0.000	2.0
10-14...	2 310	2 279	3 550	4 730	3 680	7 271	410	475	540	550	0.040	0.020	0.000	2.0
15-19...	1 890	2 151	2 930	4 875	3 100	8 108	340	446	450	514	0.030	0.010	0.066	3.0
20-24...	1 550	1 895	2 530	4 249	2 800	8 093	280	390	370	447	0.020	0.010	0.222	4.0
25-29...	1 170	1 585	2 180	3 535	2 500	6 892	230	324	300	367	0.020	0.010	0.248	4.0
30-34...	1 070	1 316	1 890	2 962	2 280	5 770	200	270	260	304	0.020	0.010	0.197	3.0
35-39...	940	1 092	1 600	2 517	1 880	4 849	170	225	220	253	0.020	0.010	0.144	3.0
40-44...	780	1 491	1 400	3 111	1 510	5 687	140	315	180	345	0.030	0.020	0.094	3.0
45-49...	640	1 494	1 140	3 031	1 250	5 607	110	312	150	337	0.030	0.020	0.037	2.0
50-54...	500	1 290	900	2 521	970	3 786	83	256	110	279	0.040	0.020	0.000	2.0
55-59...	410	1 077	700	2 101	780	3 960	58	216	75	237	0.040	0.020	0.000	1.0
60-64...	340	913	500	1 841	570	3 368	48	181	63	202	0.060	0.040	0.000	1.0
65-69...	250	694	410	1 377	410	2 758	29	147	38	167	0.150	0.080	0.000	1.0
70-74...	180	567	290	1 298	280	2 265	19	114	25	131	0.400	0.200	0.000	1.0
75-79...	110	319	170	915	160	1 465	13	61	17	72	0.600	0.500	0.000	0.0
+ de 80	50	113	90	417	90	574	7	21	9	26	1.000	1.000	0.000	0.0
TOTAL	17 800	23 500	29 150	48 586	31 480	87 990	3 197	4 789	4 187	5 290				

continuam decrescendo lentamente até a faixa de 40 a 44 anos, quando começam a aumentar até atingir valores superiores ao da mortalidade infantil na faixa de 65 a 69 anos, passando a 40,60 e 100% nas idades 70 a 74, 75 a 79 e 80 e mais anos de idade.

Ainda relacionado com o problema dos índices de mortalidade, torna-se necessário observar que a presente projeção mantém os índices de mortalidade inalterados por todo o período, fato que evidentemente não ocorre. Evitamos usar um deflator para a mortalidade, por tratar-se evidentemente de um processo ligado à renda, como a natalidade; apenas não dispoendo ainda de uma fórmula para estabelecer as relações entre uma coisa e outra, preferimos deixar a mortalidade inalterada, embora, por isso mesmo, tenhamos usado índices relativamente baixos, cientes de que a longo prazo êste índice iria produzir um crescimento vegetativo mais baixo do que aquêle que seria de se esperar. Esta será, sem dúvida, uma próxima correção do programa.

Para se ter uma idéia objetiva do que a manutenção do índice de mortalidade inalterado está produzindo, vejamos alguns exemplos:

No começo do período I, isto é, em 1966, para uma população total de cerca de 86 milhões de habitantes, teríamos um número de óbitos de pouco mais de 3 milhões e 600 mil, o que corresponderia a uma taxa de 4,5% em cinco anos, ou seja pouco acima de oito por mil anual, no conjunto da população, índice que pode ser considerado relativamente baixo, mais baixo talvez que a atual realidade brasileira. Em contrapartida, como o número de nascimentos é da ordem de 11 milhões, o que representa cerca de 13% em 5 anos e cerca de 2,5% ao ano, isto daria um crescimento vegetativo da ordem de 1,7% ao ano, aparentemente inferior ao que se está processando atualmente no Brasil. O total em cinco anos daria 93 milhões de habitantes, ou seja, um crescimento real de 8,5%. No começo do oitavo período, isto é, ao fim de 25 anos, portanto no ano 2001, a mortalidade passaria de 3,6 milhões para quase 7,8 milhões, portanto mais que o dôbro, o que para um total de 160 milhões de habitantes teria tido o efeito de aumentar o índice de mortalidade de 4,5% em 5 anos, para quase 5% em igual período de 5 anos. Enquanto isso a natalidade de quase 11 milhões no começo do período passaria a 17,6 milhões, com um crescimento proporcional de pouco

mais de 60%, contra mais de 100 na mortalidade. Aí a natalidade já estaria em 11% em 5 anos, menos 5 de mortalidade daria pouco mais de 6% ou seja mais ou menos 1,2% de crescimento vegetativo no fim do século. Estes valores, que são obviamente muito otimistas em relação ao declínio da natalidade, não representam uma atitude otimista dos autores do trabalho com relação ao fato, mas tem apenas o sentido de propiciar uma melhor compreensão dos mecanismos que fazem o crescimento da renda afetar os índices de natalidade e de mortalidade.

Outro problema extremamente difícil é aquele da natalidade, cujos dados inexistem e que procuramos indicar, por aproximação ou derivação, através do índice de fertilidade, para a população das faixas de 15 a 19 anos, até a de 45 a 49 anos inclusive. A população destas faixas etárias, multiplicado por este índice reduzido a pouco mais de 1 (para considerar apenas a fecundidade feminina), daria uma natalidade que manteria a população estável. Entretanto este índice de fertilidade, do que é na realidade, estaria sendo deduzida a natalidade. É por isso mesmo afetado pela renda. Como na Projeção 3a a natalidade aumenta até 600 dólares de renda e depois passa a diminuir, na projeção 3b o índice de fertilidade também aumenta inicialmente, diminuindo a partir de 600 dólares. Este fato ocorre na realidade, porque embora a fertilidade não diminua propriamente há, com o aumento da renda, uma diminuição efetiva de nascimentos, o que resulta, na prática, na mesma coisa.

Assim a reta ascendente da fertilidade é um artifício para compensar a maior mortalidade nos primeiros anos do grupo etário 0 a 4, com maior número de nascidos e fazendo a natalidade diminuir com o aumento da renda, compensando a partir daí a diminuição na mortalidade.

Se, teoricamente, estas premissas podem ser válidas, a prática do processo brasileiro precisa ser ainda muito mais conhecida, antes que se possa ter verdadeiramente uma noção mais clara do problema. Por outro lado, esta verdadeira ginástica decorre da necessidade de se inferir dados de natalidade e mortalidade por grupos etários, absolutamente inexistentes no Brasil.

Analisando-se os resultados das duas projeções verifica-se que no *popflow* o total de população após 5 anos é de 96 milhões de habitantes, ao passo que na *agepopflow* este total é de 93 milhões, mesmo considerando rendas menores por região e taxas mais baixas de crescimento da renda, o que faria a natalidade mais alta na segunda que na primeira. Entretanto, as diferenças não são muito grandes e aos poucos pode-se obter valores mais aproximados.

O período seguinte oferece alguns resultados interessantes: enquanto que a mortalidade permaneceu igual (em números absolutos), portanto declinando em valores relativos, a natalidade aumentou de 10 992 626 para 12 890 858, portanto quase 20% de aumento em um período de 5 anos. A rigor, para uma população inicial de 86 milhões de habitantes, uma mortalidade total de 3 milhões e 630 mil habitantes, significa uma taxa de mortalidade de 42 por mil em cinco anos, ou seja de mais ou menos 8 por mil ao ano, talvez um pouco baixa de mais.

É claro que a taxa de mortalidade diminuiu, pois passou para um total de 3 milhões 620 mil óbitos e 93 milhões de habitantes, ou seja pouco inferior a 40 em 5 anos, portanto em torno de 7,5 por mil por ano.

Entretanto a análise dos resultados, por grupos etários, é a que oferece maior campo para especulação, ao mesmo tempo que indica tendências que podem existir e valores que podem ser altamente relevantes

para os problemas de planejamento. Em primeiro lugar partimos de uma pirâmide etária existente no começo do período 1, na região nordeste que indica por exemplo 2 milhões e 940 mil crianças no grupo 0 a 4 anos. No segundo período este total está diminuindo para 1 990 mil aproximadamente, o que representa uma redução drástica, da ordem de 1 milhão de crianças, o que considerando a mortalidade de 130 por mil nesta faixa daria apenas 230 mil óbitos e, portanto, uma diminuição de quase 800 mil nascimentos. No segundo grupo etário a população é de 2 milhões 670 mil no 1.º período, passando a 2 milhões 460 mil no segundo período, valor este resultante da taxa de mortalidade sobre os 2 940 mil da faixa de 0 a 4 do período anterior.

A partir do terceiro grupo etário (10 a 14 anos) o total passa a ser superior ao anterior, fruto da mortalidade declinante no terceiro grupo etário; este fato tem repercussões imediatas, pois trata-se precisamente da faixa de idade em que as necessidades de escola secundária se farão sentir, passando somente a população do Nordeste de 2 310 mil para 2 460 mil, com mais 150 mil adolescentes entre 10 e 14 anos, a procura de escolas. Para o Brasil como um todo temos nesta faixa atualmente 10 500 000, passando este valor a pouco mais de 12 milhões em apenas 5 anos. Finalmente o programa *Agepopflow* utiliza também o mesmo modelo gravitacional do modelo *Popflow*, mas introduz mais uma variável extremamente importante: a propensão para migrar (índice WTMG). Como não existe nenhuma informação específica a respeito, adotamos uma premissa teórica de que a chamada migração seletiva é mais forte na faixa de 20 a 30 anos, atingindo índice 4, conforme se pode ver na Tabela XVI. Isto significa que a quantidade de gente que migra nas idades de 20 a 30 anos é o dobro dos que migram na faixa de 45 a 55 anos e também o dobro das que migram na faixa de 0 a 14 anos.

A análise dos dados nesta (*agepopflow*) mostra alguns aspectos importantes: o Sul que começa com uma renda três vezes superior à do Nordeste (325 e 108 dólares respectivamente), ao atingir o ano 2001, estaria com uma renda de pouco mais do dobro (1.410 e 660 dólares respectivamente), o que ficaria atribuído apenas à migração, pois o crescimento da renda foi mantido igual nas duas áreas, ao nível de 7%, ou seja 40% em 5 anos. Como as migrações mais importantes são feitas na direção da região Sul (que na presente projeção inclui São Paulo), é curioso verificar-se o que acontece com a estrutura etária da região, por efeito do funcionamento do índice de propensão para migração. Logo no segundo período a população da faixa de 5 a 9 anos, que deveria ser a do grupo anterior menos a mortalidade (4 850 000, menos cerca 500 mil ou seja 4 350 000), é, na realidade, de 4 milhões 670 mil, portanto com mais de 300 mil migrantes, o que faz com que nesta faixa haja mais pessoas que na de 0 a 4 (que tem 4 milhões 550 mil). Observando-se os valores referentes a 35 anos depois, isto é, no ano 2001, verifica-se, de novo, o processo de migração seletiva de forma bem pronunciada, pois a partir do quarto período de 5 anos, o número de pessoas na faixa de 15 a 19 começa a ser maior que na faixa de 10 a 14. No quinto período a faixa de 20 a 24 é que tem maior número que a anterior e por fim no ano 2001 temos 4 milhões e 800 mil pessoas na faixa de 30 a 34 anos e 5 milhões e 600 mil na faixa de 35 a 39 anos de idade. A Tabela XVI mostra valores para o ano 2006.

Embora os valores contidos na projeção apresentem, tanto no Nordeste como no Sul, 40% da população nas idades de 0 a 14 anos, no ano 2001 os dados indicam 9 milhões nas faixas de 20 a 50 anos, no Nordeste, e cerca de 33 milhões no Sul, o que constitui uma massa de trabalho consideravelmente maior.

Para muita gente que imagina o processo de migração como uma perda irreparável, estes dados podem indicar que a migração, na realidade, leva a um desenvolvimento na área que perde (pelo menos a longo prazo) bem como na área que ganha, desde que ela tenha capacidade de absorver os excedentes populacionais, funcionando como um processo de correção, fato que é conhecido, porém às vezes interpretado nos seus aspectos de curto prazo, de forma diferente.

#### 4. Conclusões preliminares

1 — O presente estudo foi elaborado com o propósito de oferecer uma contribuição ao conhecimento dos principais fatores que afetam o crescimento da população no Brasil, aplicando um modelo que simulasse e projetasse, a longo prazo, o referido processo e seus efeitos naquele período. Um estudo deste tipo interessa simultaneamente a demógrafos, geógrafos, economistas e sociólogos, mas tem, sobretudo, conotações no âmbito do planejamento, que são de desnecessária comprovação. Saber-se qual seria a renda, a população em seus vários grupos etários e a extensão das migrações nas várias direções, num futuro próximo ou distante, são informações de mais alta importância para a própria administração superior do país, dentro do estabelecimento de objetivos globais a serem atingidos num determinado período, através de planejamento específicos.

2 — Um leitor menos avisado poderá estranhar o fato de se oferecer várias projeções e algumas bem diferentes de outras. Basta mencionar que o Estado de São Paulo apresenta para o ano 2000 uma população de menos de 20 milhões de habitantes na projeção 2a, de mais de 70 milhões na projeção 3a. É também um objetivo deste trabalho demonstrar que, a não ser as projeções de caráter intercensitário, portanto para períodos curtos, todos os outros tipos de projeção constituem aproximações por simulação ou por extrapolações de tendências anteriores observadas. Em ambos os casos, sendo concepções da realidade futura, estarão melhor colocadas se apresentadas como alternativas. Um método como o aqui apresentado, transformado em um programa de computador, faz qualquer uma destas projeções em dois a três minutos de tempo, o que torna viável fazer um certo número de projeções, que possam oferecer as diferentes alternativas. Por exemplo: o Brasil cresce a uma taxa de expansão de 3% bruto ao ano, o seu crescimento vegetativo absorverá toda a renda e a população continuará crescendo indefinidamente pobre e em 100 anos ultrapassará a casa do 1 bilhão e 200 mil habitantes. Se crescer a 5% ao ano dificilmente chegaremos ao fim do século com rendas superiores a 600 dólares, salvo em alguns poucos estados.

Entretanto, se crescemos a 7% ao ano, muitos estados passarão à casa dos mil dólares de renda "per capita".

3 — O processo de elaborar projeções deste tipo — como ficou dito acima — precisa se apoiar, necessariamente, em um certo número de premissas sobre o comportamento futuro, tanto da população, como de fatores externos ao problema (como o crescimento da renda), mas que podem afetar o crescimento da população e as migrações. No que diz respeito a este aspecto, o das migrações, o problema é mais complexo, pois a decisão de migrar não é totalmente função de uma aritmética de distância e renda; a prova disso é que as maiores distorções nos resultados apresentados dizem respeito às migrações. Embora para duas projeções diferentes a população possa ser a mesma, os totais regionais são muitas vezes bastante diferentes em função das migra-

ções. Mesmo considerando que o Brasil possa ter, no ano 2000, perto de 200 milhões de habitantes, se São Paulo tiver 20 ou mais de 70 milhões, dêste total, isto constituirá um fato mais importante que o total geral, implicando inclusive em opções em termos de política de desenvolvimento.

4 — À medida que se refinam as projeções, mais e mais informações precisam ser introduzidas, porém mais e mais conhecimentos sobre o processo de crescimento e de migrações são adquiridos e incorporados nestas projeções, desde um aspecto talvez puramente demográfico, como o de se saber qual o efeito do aumento da renda sobre a fertilidade, para dela se inferir o índice de natalidade, até questões referentes ao verdadeiro efeito de fricção da distância sobre a decisão de migrar, que é um problema especial de extrema importância. A tendência para o refinamento dos programas apresentados constitui uma preocupação de apresentar formulações probabilísticas para os mesmos, ao invés das formulações mecânico-determinísticas do presente estágio, nas quais melhores aproximações, tanto para as migrações (que já são hoje estudadas segundo modelos probabilísticos), como também para os outros índices de fertilidade e mortalidade serão apresentadas.

5 — Mesmo nos modelos aqui apresentados existem ainda problemas que estão indicando a necessidade, não só de se obter dados mais precisos, mas também de se refinar as premissas adotadas. O primeiro dêles é referente ao modelo gravitacional usado para migrações, no qual sabemos, desde logo, que a distância, em linha reta, entre as capitais dos estados, não está funcionando como a fricção adequada às correntes migratórias, ou que o diferencial de renda seja o valor adequado para definir a intensidade do processo. Por outro lado as relações entre renda, fertilidade e mortalidade estão ainda no terreno das premissas e embora válido conceitualmente, precisa sofrer uma série de ajustamentos que os tornem mais reais. No caso particular do índice de mortalidade, que nas primeiras projeções era tornado fixo no tempo, tornou-se óbvio que com o crescimento da renda êle iria diminuir até estabilizar-se; a introdução dêste fato foi certamente responsável, pelo menos em parte, pelos resultados globais bem menores obtidos no programa *agepopflow* do que nos outros programas em que se utilizou simplesmente o crescimento vegetativo. Ainda um outro problema que precisa de uma solução melhor no programa é o relativo à proporção da renda “per capita” que o migrante leva consigo. De certa forma êle está associado ao tipo de propensão para migrar, se forem válidas as atuais noções sobre o problema migratório, segundo as quais uma parcela dos migrantes nordestinos (por exemplo) migra sem suas famílias, trazendo-as ou não depois, então esta migração força de trabalho representa perda para a área de emigração e ganho para a de imigração; mas se é o indivíduo não empregado que migra, obviamente êle não leva consigo nenhuma renda mas, ao contrário, diminui o consumo na área de emigração e por conseqüência aumenta a renda “per capita” da mesma.

6 — Finalmente parece necessário dizer que se um programa dêste tipo levanta mais problemas do que os resolve, o fato se deve, de um lado, ainda ao desconhecimento que temos dos problemas relativos ao modelo demográfico que melhor se adapta às condições brasileiras e, de outro, se deve às dificuldades em se obter dados precisos de natalidade e mortalidade entre outros, por diferentes grupos etários e para diferentes regiões do Brasil. Entretanto se o estudo ora apresentado tiver contribuído para levantar questões significativas referentes ao processo de crescimento da população, já terá dado uma contribuição importante ao problema.

## SUMMARY

The article employs a technique familiar in statistics (Markov Chain), to project the growth of the Brazilian population and the internal migrations, over a long period, up to even 100 years, an extremely laborious piece of work but which is facilitated by the use of the calculating capacities of a computer (a few minutes only for a large-size computer). The method is still a long way from being used with full reliance because there are still a number of details that require better knowledge; since however acquiring this knowledge is a lengthy process, the Department is now publishing not only the method but also some of the results obtained so that, in the light of such results, criticism may be forthcoming enabling us to move step by step with a view to improvement.

The method is in essence very simple inasmuch as it is made up of a series of calculations in chain, (following indexes which constitute the data of entry in the programme) with regard to how many persons are born, how many die and how many migrate from one area to another. As the per capita income is regarded as a constituent that simultaneously affects that birth-rate, the death-rate and the migration, the programme takes into account also the per capita income for each region and, by extension, the national income.

In resumé, the programme furnishes a model of income growth, of population and its mobility, thus representing a real model of the Brazilian spatial development. As for every kind of model it assumes a certain number of postulations and its results are valid only in ratio to these premises.

### 1 — THE PREMISES OF THE MODEL

The first among the premises of the programme is that the per capita income is a determining factor in relation to birth-rate, death-rate and migrations.

a) The birth-rate is high where there is a low per capita income, increases slightly with the increase of income in consequence of the improved health conditions of the female population between 15 and 49 years of age, and begins to decline when the per capita income reaches 600 dollars, stabilizing itself when it reaches the 900 dollars level.

b) The death-rate is also high and only tends to decrease at the level of the 300 dollars status of income, lessening to half when the income reaches 600 dollars and to a third when it attains 900 dollars, also reaching stability at this point.

c) The migrations proceed from areas of lesser income to areas of higher income, in direct ratio to the income differential and inverse to the distance. As the model is determinant there is no provision for return migration, although restriction on migration has been taken into account in the form of a percentage of migrants per annum. Another aspect of the migratory problem is that of its selectivity; the model adopts a premise at this point, namely the propensity to migrate defined by age groups, it being more intense in the 20 to 40 years age group and less just as much in the groups above as in those below that age bracket.

### 2 — THE DATA APPLIED

1. In the first place the model requires utilization of population data, by age groups and by spatial units. The model allows for up to 90 groups (the model developed used 17 groups of 5-year span) and 40 spatial units (in the example the five great Brazilian regions were utilized: North, North-East, South-East, South and Center-West).

2. The second element is the total income (the value in dollars was employed for facility of comparison, the cruzeiro value having been converted into dollars at the 1966 rate, namely 2.2 cruzeiros per dollar).

3. The third refers to the birth-rate, with application here of the fecundity index modified by income.

4. The death-rate, by age groups, is the element of data that follows. Obviously no data of this nature exists for Brazil. Approximate indexes were elaborated, consistent with the theoretical concepts on the death-rate, employing certain figures of the infantile and the gross death-rates for development of a table showing a high death-rate in the 0-year to the 4-year-old bracket (corresponding to 130 per mil), lessening in the following brackets and increasing again after 40 years of age, until completion of the cycle at 85 years, the point at which the index equals a thousand per mil, in other words 100%.

5. The income for each region and, by extension, the national income, is the fifth data-element utilized and, to this income is applied a rate of growth which, in the example, was 7% per annum (40% for a 5-year period) and a deflating coefficient for this rate which can keep the rhythm unchanged if equal to 1, increase it if over 1 and reduce it if lower than 1. In the example the cadence decreases slowly from 7% to 5% per annum at the end of 50 years.

The growth-rate may vary with each unit, but in the example the same rate was used for each of the five regions.

6. Inasmuch as the migrations occur in inverse ratio to the distances, the model includes figures relating to the distances in straight-line between the most important capitals of each region, as for instance, between Rio and São Paulo and between Belem and Recife. The model also permits utilization of an exponent for modifying these distances but, in the example, this was not used.

7. In relation to the migrations, the following premises were furthermore applied:

a) Only 0,5% of the population migrates annually. This restriction became necessary because an unrestricted flux of migrants, due only to income differential, would cause the whole population to be concentrated in São Paulo at the end of little more than one century.

b) Because the programme adopts the premise of selective migration, an index of propensity to migrate was developed, consistent with the principle that persons in the 20 to 30 years-of-age group have a greater tendency to migrate.

c) Insofar as income is concerned, the data-element used in the programme derives from the premise that the migrant takes along with him, his capacity to create revenue, to the region of his destination.

### 3 — THE EXAMPLE APPLIED, SOME RESULTS AND THE POSSIBILITIES OF PERFECTIONING THE MODEL;

1. The Brazilian revenue in 1966, converted into dollars at the rate of 2.2 cruzeiros per dollar, gave an approximate total of \$200,000,000 or 230 dollars per capita for a population of almost 86 million people.

2. In the year 2001 with a total income-growth of 7% per annum (with, however, a slow decrease in the rhythm) the per capita income would surpass 1,060 dollars and the population would reach the 180 million mark.

3. The Southern Region whose income in 1966 was of 325 dollars, would surpass 1,270 dollars in income, namely almost 6 times as much. The population which was of 32 million would increase to almost 90 million, or in other words, the percentage of its participation in the Brazilian total would grow from 36% to 50%. In the North-East income would progress from the present 110 dollars to 550 dollars, an increase of 5 times as much, and the population would pass from 18 million to almost 27 million inhabitants.

4. The population of 0 to 19 years of age, which today represents about 43% of the total, would become 32% in the year 2001; the group 20 to 40 years of age would remain steady at the present 32% to 32,5%, but the group above this would increase from 25% to almost 35%, with all the consequences resulting from obviously very different occupational structures.

The model supplies also the following information:

1. The total population and for each region, by age groups.
2. The number of births and deaths.
3. The total national revenue and the per capita income for each region.
4. Migrations from each region to each other region.

## RESUMÉ

L'étude utilise une technique connue en statistique (Chaîne de Markov), pour projeter la croissance de la population brésilienne et les migrations internes pendant une longue période, même de 100 ans; c'est un travail extrêmement laborieux mais rendu possible grâce à la capacité de calcul d'un ordinateur (peu de minutes pour certains ordinateurs). La méthode ne mérite pas encore notre entière confiance car il y existent encore divers points qui nécessitent une connaissance plus parfaite, cependant comme elle exige un procès très lent, le Département est en train de publier non seulement la méthode mais aussi quelque uns des résultats obtenus, espérant de cette manière que des critiques viendront aider à son perfectionnement.

La méthode est très simple puisqu'elle représente une série de calculs en chaîne, (après des indices qui constituent des données d'entrée au programme) concernant le nombre de personnes qui naissent, qui meurent et qui font des migrations d'une région à l'autre. Comme le revenu "per capita" est considéré un facteur qui exerce une influence simultanément sur la natalité, la mortalité et les migrations, on doit calculer, pour chaque région, le revenu "per capita" et par extension le revenu national.

En un mot, le programme présente un modèle d'augmentation du revenu, de la population et de sa mobilité, constituant un véritable modèle du développement spatial brésilien. Comme tout modèle il adopte un certain nombre de prémisses et les résultats ne sont valides qu'en fonction de ces prémisses.

## 1 — LES PREMISSES DU MODELE

La première prémisses est celle qui considère le revenu "per capita" comme un facteur déterministe de la natalité, de la mortalité et des migrations.

a) La natalité est élevée avec un revenu modique "per capita", elle augmente légèrement avec l'élévation du revenu, en conséquence de meilleures conditions de santé pour la population féminine, entre 15 et 49 ans, et commence à décliner lorsque le revenu "per capita" atteint 600 dollar, se stabilise quand il arrive à 900 dollar.

b) La mortalité est aussi élevée et ne commence à décliner qu'au niveau de 300 dollar de revenu, se réduisant à la moitié lorsqu'il arrive à 600 dollar et au tiers quand il atteint 900 dollar, alors elle se stabilise.

c) Les migrations ont lieu des zones de plus bas pour celles de plus grand revenu, dans la raison directe du différentiel du revenu et inverse de celle de la distance. Comme le modèle est déterministe, il n'y a pas de prévision pour la migration de retour, bien qu'il existe une restriction aux migrations sous la forme d'un pourcentage de celles-ci pour chaque année. Un autre aspect du problème migratoire est celui de la sélectivité; le modèle à ce sujet reconnaît que, dans les groupes d'âge, la plus forte tendance aux migrations se trouve entre les personnes de 20 à 40 ans et qu'elle diminue quant à ceux qui sont au-dessus ou au-dessous de cette bande d'âge.

## 2 — LES DONNEES UTILISEES

1 — Initialement le modèle doit se servir des données de population par groupes d'âge et par unités spatiales. Le modèle admet jusqu'à 90 groupes (l'exemple n'a utilisé que 17 groupes de 5 ans) et 40 unités spatiales (dans l'exemple ont été utilisées les cinq grandes régions brésiliennes Nord, NE, SE, Sud e CO).

2 — La seconde donnée correspond au revenu total (la valeur est en dollar pour faciliter les comparaisons, la valeur en cruzeiros a été convertie en dollar de 1966, ou 2,2 cruzeiros par-dollar).

3 — La troisième se rapporte à la natalité; ayant été utilisé l'indice de fécondité modifié par le revenu.

4 — La mortalité, par groupe d'âge. Naturellement il n'existent pas de données de ce type pour le Brésil. Ont été alors élaborés les indices les plus proches, d'accord avec des conceptions théoriques sur la mortalité, employant quelques valeurs de mortalité infantile et totale pour l'élaboration d'une table qui présente une mortalité élevée entre 0 à 4 ans (égale à 130 pour mil) qui diminue aux âges suivants et qui recommence à augmenter après 40 ans, jusqu'à fermer le cycle aux environs de 85 ans, quand l'indice est de mil pour mil, c'est-à-dire 100%.

5 — Le revenu de chaque région et par extension le revenu national. En attribuant à ce revenu un taux de croissance qui, dans l'exemple, a été de 7% par ans (40% pour une période de 5 ans) et un déflateur pour ce taux pouvant maintenir le rythme inaltéré s'il est égal à 1 le faire monter s'il est supérieur à 1 et descendre s'il est inférieur à 1. Dans l'exemple le rythme diminue lentement de 7% à 5% par ans à la fin de 50 années. Le taux de croissance peut varier pour chaque unité, mais dans l'exemple le taux a été le même pour toutes les cinq régions.

6 — Comme les migrations se réalisent dans la raison inverse des distances, le modèle renferme des données de distance, en ligne droite, entre les capitales plus importantes de chaque région, par exemple entre Rio et São Paulo et entre Belém et Recife. Le modèle permet aussi l'utilisation d'un exposant pour modifier cette distance, mais pour l'exemple il n'a pas été utilisé.

7 — Par rapport aux migrations on s'est servi des prémisses suivantes:

a) Seulement 0,5% de la population entreprendrait annuellement des migrations. Cette restriction était nécessaire, car, en fonction du différentielle du revenu un flux irrésistible d'immigrants au terme d'un demi-siècle irait se concentrer à São Paulo.

b) Comme le programme admet la prémisses de la migration sélective, on a élaboré un indice d'accord avec le principe selon lequel les personnes entre 20 à 30 ans ont une plus grande tendance à changer de place.

c) Quant au revenu, la donnée part de la prémisses selon laquelle l'immigrant emmène avec lui sa capacité de produire son revenu.

L'EXEMPLE UTILISE QUELQUES RÉSULTATS ET LES POSSIBILITÉS DE  
PERFECTIONNEMENT DU MODELE

1 — Le revenu brésilien, en 1966, représenté en dollar (2,2 cruzeiros pour dollar) a été d'environ 200 millions de dollar ou soit 230 dollar "per capita", pour une population d'à peu près 86 millions.

2 — En l'année 2001, avec le revenu total augmentant de 7% par ans (mais en diminuant peu à peu son rythme) le revenu "per capita" serait de 1 060 dollar et la population parviendrait à 180 millions.

3 — Le revenu de la région Sud qui, en 1966, était de 325 dollar, deviendrait de 1 270 dollar presque 6 fois plus grand. La population de 32 million monterait à 90 millions, c'est-à-dire sa participation percentuelle dans le total brésilien augmenterait de 36 pour 50%. Au Nord-est le revenu irait de 110 dollar actuels pour 550 dollar, s'élevant de 5 fois et la population de 18 monterait à presque 27 millions d'habitants.

4 — La population de 0 à 19 ans, qui aujourd'hui constitue près de 43% du total, à l'année 2001 serait de 32%; celle de 20 à 40 se maintiendrait dans les mêmes 32% à 32,5%, mais celle du groupe supérieur de 25% irait à presque 35%, avec toutes les conséquences d'une structure de travail très différente.

Le modèle offre encore les informations suivantes:

- 1 — Population totale et de chaque région, par groupe d'âge.
- 2 — Nombre de naissance et de décès.
- 3 — Revenu national total et revenu "per capita" de chaque région.
- 4 — Migrations de chaque région pour chaque autre région.