

Luana Junqueira Dias Myrrha

**Estrutura etária brasileira: decomposição  
segundo variações na fecundidade e na  
mortalidade**

Belo Horizonte, MG  
UFMG/Cedeplar  
2009

Luana Junqueira Dias Myrrha

## **Estrutura etária brasileira: decomposição segundo variações na fecundidade e na mortalidade**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Demografia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Demografia.

Orientador: Prof. Cássio Maldonado Turra  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Simone Wajnman

Belo Horizonte, MG  
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional  
Faculdade de Ciências Econômicas - UFMG  
2009

## Folha de Aprovação

*Ao meu amado marido Júlio César*

*“A experiência dos erros é tão importante quanto às experiências dos acertos porque vistos de um jeito certo, os erros nos preparam para nossas vitórias e conquistas futuras, porque não há aprendizado na vida que não passe pelas experiências dos erros... o erro tem que estar à serviço do aprendizado; ele não tem que ser fonte de culpas e vergonhas. Nenhum ser humano pode ser verdadeiramente grande sem que seja capaz de reconhecer os erros que cometeu na vida. Culpas nos paralisam. Arrependimentos não! Eles nos lançam pra frente, nos ajudam a corrigir os erros cometidos. Deus nos permite os erros pra que a gente aprenda a fazer do jeito certo.”*

*Padre Fábio de Melo*

## AGRADECIMENTOS

*“Sucesso é uma questão de não desistir,  
e fracasso é uma questão de desistir cedo demais”.*  
(Walter Burke)

Obrigada a todos aqueles que não me deixaram desistir, e que, de alguma forma, com palavras ou gestos, me incentivaram a continuar na busca pelo sucesso. Muitos fizeram parte desse processo de aprendizagem que teve seus espinhos e suas rosas de cores variadas e vivas. Não posso deixar de transparecer, nesse momento, a minha emoção de lembrar todos aqueles que foram fundamentais durante esse processo.

Foram muitos erros e acertos, talvez mais erros. No entanto, eles me permitiram aprender a fazer do jeito certo. Foram tantas dificuldades, tantas aprovações, tantas superações e muitas, muitas emoções... Talvez eu esteja sendo um tanto exagerada ao descrever esse processo, mas quem passa ou já passou por ele, entende muito bem os meus sentimentos.

Tenho imensa gratidão aos meus orientadores Cássio Turra e Simone Wajnman, por me apresentarem ao mundo das populações teóricas, um tema que me fascina e que me deu um enorme prazer de trabalhar. Agradeço a ambos por toda a orientação que foi acalorada pelas emocionantes discussões sobre os resultados desta dissertação, momentos muito prazerosos em que, juntos, delirávamos com todas as descobertas! Obrigada Cássio, pela sua inteligência e criatividade que foram fundamentais para a elaboração deste trabalho. E à Simone, agradeço por contribuir com seu enorme conhecimento, entusiasmo e opiniões que foram essenciais a todas as fases deste trabalho.

Aos professores José Alberto e Laura Wong, membros da banca examinadora, agradeço pelas excelentes contribuições para a versão final deste trabalho.

A todos os professores do Cedeplar que contribuíram de forma decisiva para a minha formação. Em especial, agradeço à Paula, por assumir várias vezes o posto de psicóloga durante as aulas de seminário de dissertação e em tantos outros momentos. Agradeço, também, ao Roberto Nascimento, por toda a sua

sabedoria e dedicação aos alunos, e à Carla, pela amizade e pelo carinho dedicado a mim ao longo de toda a minha jornada na graduação e no mestrado.

Aos funcionários do Cedeplar, que sempre me atenderam com todo o carinho agradeço...

A todos os meus amigos e colegas, do Cedeplar ou não, agradeço por me incentivarem a continuar. À coorte 2007, que foram amigos exemplares, não posso deixar de mencionar alguns nomes que contribuíram muito para que eu alcançasse esse título de mestre. Às queridas amigas da sala 2092, Flávia, Pamila e Luciana, que compartilharam comigo todo esse processo. À Amiga (Pamila), pelas longas conversas ao telefone ou pessoalmente, em que lamentávamos e gargalhávamos das surpresas da vida, pois afinal, a vida é uma caixinha de surpresas! À Fravão, que sempre estava disposta a me escutar e vice-versa. À Lu, pelo seu jeito sociológico de ser e pela imensa ajuda ao ler e sugerir alterações no corpo do texto desta dissertação. Meninas, muito obrigada pelo companheirismo, carinho e pela amizade.

Ao meu amigo Evertinho, por me ajudar a transcrever o resumo desta dissertação para o inglês e pelos momentos de descontração durante o cafezinho.

Também preciso mencionar o nome de mais duas pessoas que contribuíram imensamente para este trabalho: Ana Carolina e Raquel. Eu não tenho palavras para agradecer a vocês pela disponibilidade e, principalmente, solidariedade para comigo. As leituras e as sugestões ao meu texto foram excelentes, muito obrigada!

Aos meus irmãos, Dão e Binha, por me incentivarem sempre e pela amizade.

À família do meu marido, em especial ao Tigueu, por me escutar nos meus momentos de desespero.

Aos meus pais, que me ensinaram os maiores valores da vida, agradeço por sempre acreditarem no meu potencial e investirem nele. Muito obrigada por todo amor e carinho ao longo de mais uma etapa da minha vida. Vocês são pais maravilhosos!

Às minhas filhas caninas, Koda e Guida, que nos momentos mais estressantes me alegravam ao pedir um carinho com um olhar. Obrigada pelo companheirismo ao longo de toda a elaboração deste trabalho.

Ao meu querido marido, por todo companheirismo, paciência, compreensão, carinho e amor! Obrigada por ler o meu texto, e me agüentar todos os dias falando e discutindo sobre o mesmo assunto. Obrigada por cuidar de mim, sem a sua ajuda eu não teria conseguido.

Por fim, agradeço a Deus pelo dom da vida, pelas oportunidades e por me fortalecer nos momentos mais difíceis.



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TBN – Taxa Bruta de Natalidade

TBM – Taxa Bruta de Mortalidade

SM – Saldo Migratório

TEF – Taxa Específica de Fecundidade

TEM – Taxa Específica de Mortalidade

TLR – Taxa Líquida de Reprodução

Cedeplar – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 1  |
| 2 FATORES RESPONSÁVEIS POR MUDANÇAS DE LONGO PRAZO NA<br>ESTRUTURA ETÁRIA BRASILEIRA .....                                   | 9  |
| 2.1 Modelo de População Estável .....  | 9  |
| 2.1.1 Efeito das mudanças na fecundidade .....   | 12 |
| 2.1.2 Efeitos das mudanças na mortalidade .....  | 14 |
| 2.2 Aplicação do Modelo de População Estável para o Brasil .....   | 17 |
| 2.2.1 Fonte de Dados .....   | 19 |
| 2.2.2 Resultados .....   | 20 |
| 3 FATORES RESPONSÁVEIS PELAS MUDANÇAS NA ESTRUTURA<br>ETÁRIA BRASILEIRA DURANTE O PERÍODO DE DESVIO DA<br>ESTABILIDADE ..... | 42 |
| 3.1 Decomposição da variação da idade média populacional em função das taxas<br>brutas de natalidade e mortalidade .....     | 42 |
| 3.1.1 Fonte de Dados .....   | 46 |
| 3.1.2 Resultados .....   | 48 |
| 3.2 Decomposição da variação da idade média da população brasileira em função<br>das taxas específicas de crescimento .....  | 61 |
| 3.2.1 Fonte de Dados .....   | 64 |
| 3.2.2 Resultados .....   | 65 |
| 4 COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....  | 80 |
| REFERÊNCIAS .....  | 89 |
| ANEXOS .....   | 94 |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 2.2.1 - PIRÂMIDE ETÁRIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA NO ANO DE 1950 .....  | 21 |
| FIGURA 2.2.2 - PIRÂMIDE ETÁRIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA PROJETADA PARA 2100.....  | 21 |
| GRÁFICO 2.2.1 - FUNÇÃO DA FECUNDIDADE BRASILEIRA NOS ANOS DE 1950 E 2100.....  | 23 |
| GRÁFICO 2.2.2 – FUNÇÃO DE MORTALIDADE BRASILEIRA NOS ANOS 1950 E 2100.....   | 23 |
| TABELA 2.2.1 – PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS (TBN, TBM, E TAXA DE CRESCIMENTO OBSERVADA – R) DA POPULAÇÃO BRASILEIRA EM 1950 E 2100.....             | 23 |
| TABELA 2.2.2 – IDENTIFICAÇÃO DA TAXA INTRÍNSECA DE CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA EM 1950 E 2100.....                                     | 28 |
| TABELA 2.2.3 - TAXA LÍQUIDA DE REPRODUÇÃO E TAXA INTRÍNSECA DE CRESCIMENTO DO BRASIL, 1950 E 2100 .....  | 29 |
| TABELA 2.2.4 – CONSTRUÇÃO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA ESTÁVEL EQUIVALENTE DE 1950 E 2100.....  | 30 |
| GRÁFICO 2.2.3 - ESTRUTURA ETÁRIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA OBSERVADA/ESTIMADA E EQUIVALENTE DE 1950 E 2100.....                                  | 31 |
| TABELA 2.2.5 - COMPARAÇÃO DOS PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DA POPULAÇÃO BRASILEIRA OBSERVADA/PROJETADA E DA ESTÁVEL EQUIVALENTE DE 1950 E 2100..... | 32 |
| TABELA 2.2.6 – EFEITO PURO DA FECUNDIDADE SOBRE OS PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS BRASILEIROS – TBN, TBM E R.....                                     | 32 |
| GRÁFICO 2.2.4 - EFEITO PURO DA FECUNDIDADE SOBRE A ESTRUTURA ETÁRIA BRASILEIRA.....  | 33 |
| TABELA 2.2.7 - EFEITO PURO DA FECUNDIDADE SOBRE A ESTRUTURA ETÁRIA BRASILEIRA.....   | 34 |

|  |    |
|--|----|
| TABELA 2.2.8 – EFEITO PURO DA MORTALIDADE SOBRE A TAXA INTRÍNSECA DE CRESCIMENTO.....  | 36 |
| TABELA 2.2.9 – EFEITO PURO DA MORTALIDADE SOBRE AS TAXAS BRUTAS DE NATALIDADE E MORTALIDADE.....   | 37 |
| TABELA 2.2.10 – EFEITO PURO DA MORTALIDADE SOBRE ESTRUTURA ETÁRIA BRASILEIRA.....  | 38 |
| GRÁFICO 2.2.5 – EFEITO PURO DA MORTALIDADE SOBRE ESTRUTURA ETÁRIA BRASILEIRA.....  | 39 |
| TABELA 2.2.11 – RESUMO DA VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS COM RELAÇÃO AO EFEITO PURO DO DECLÍNIO DA FECUNDIDADE E DA MORTALIDADE.....           | 40 |
| TABELA 3.1.1 – DECOMPOSIÇÃO DA VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL BRASILEIRA, 1950 A 2100.....   | 50 |
| GRÁFICO 3.1.1 - VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL OBSERVADA E ESTIMADA EM FUNÇÃO DA TBN E TBM, BRASIL, 1950-2100.....                             | 51 |
| GRÁFICO 3.1.2 - EFEITO REJUVENESCEDOR DOS ÓBITOS E DOS NASCIMENTOS SOBRE O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO POPULACIONAL BRASILEIRO, 1950-2100.....        | 57 |
| GRÁFICO 3.1.3 - TAXAS BRUTAS DE NATALIDADE E DE MORTALIDADE, BRASIL, 1950-2100.....  | 58 |
| GRÁFICO 3.1.4 - DIFERENÇA ENTRE A IDADE MÉDIA À MORTE E A IDADE MÉDIA POPULACIONAL – SELETIVIDADE DA MORTALIDADE, BRASIL, 1950-2100.....             | 59 |
| TABELA 3.2.1 – DECOMPOSIÇÃO DA VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL BRASILEIRA EM FUNÇÃO DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE CRESCIMENTO, 1970 - 2100.....      | 67 |
| FIGURA 3.2.1 – DECOMPOSIÇÃO DA COVARIÂNCIA DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE CRESCIMENTO E AS IDADES (VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL), 1970 - 1975..... | 68 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 3.2.2 – DECOMPOSIÇÃO DA COVARIÂNCIA DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE CRESCIMENTO E AS IDADES (VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL), 2000 - 2005..... | 70 |
| FIGURA 3.2.3 – DECOMPOSIÇÃO DA COVARIÂNCIA DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE CRESCIMENTO E AS IDADES (VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL), 2065 – 2070..... | 72 |
| FIGURA 3.2.4 – DECOMPOSIÇÃO DA COVARIÂNCIA DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE CRESCIMENTO E AS IDADES (VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL), 2085 - 2090..... | 74 |
| FIGURA 3.2.5 – DECOMPOSIÇÃO DA COVARIÂNCIA DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE CRESCIMENTO E AS IDADES (VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL), 2090 - 2095..... | 75 |
| FIGURA 3.2.6 – DECOMPOSIÇÃO DA COVARIÂNCIA DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE CRESCIMENTO E AS IDADES (VARIAÇÃO DA IDADE MÉDIA POPULACIONAL), 2095 - 2100..... | 76 |
| TABELA A 1 – POPULAÇÃO BRASILEIRA POR SEXO E IDADE, 1950 E 2100.....   | 94 |
| TABELA A 2 – TAXAS ESPECÍFICAS DE FECUNDIDADE, BRASIL, 1950 E 2100.....  | 94 |
| TABELA A 3 – TAXAS ESPECÍFICAS DE MORTALIDADE, BRASIL, 1950 E 2100.....  | 95 |
| TABELA A 4 – EFEITO ESTIMADO DA MIGRAÇÃO SOBRE O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO POPULACIONAL, BRASIL, 1980-1990 .....                                    | 95 |
| TABELA A 5 – EFEITO DA MIGRAÇÃO SOBRE O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO POPULACIONAL, BRASIL, 1990 - 2000 .....   | 96 |
| TABELA A 6 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1890, BRASIL .....  | 96 |
| TABELA A 7 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1895, BRASIL .....  | 96 |

|   |     |
|---|-----|
| TABELA A 8 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1900,<br>BRASIL .....  | 97  |
| TABELA A 9 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1905,<br>BRASIL .....  | 97  |
| TABELA A 10 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1910,<br>BRASIL .....   | 97  |
| TABELA A 11 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1915,<br>BRASIL .....   | 97  |
| TABELA A 12 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1920,<br>BRASIL .....   | 98  |
| TABELA A 13 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1925,<br>BRASIL .....   | 98  |
| TABELA A 14 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1930,<br>BRASIL .....   | 98  |
| TABELA A 15 - NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1935,<br>BRASIL .....   | 98  |
| TABELA A 16 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1940,<br>BRASIL .....   | 99  |
| TABELA A 17 – NASCIMENTOS ESTIMADOS PARA O ANO DE 1945,<br>BRASIL .....   | 99  |
| TABELA A 18 – TAXA DE CRESCIMENTO DOS NASCIMENTOS PARA OS<br>PERÍODOS QÜINQÜENAS ENTRE 1970 E 2100, BRASIL .....  | 100 |
| TABELA A 19 – TAXAS DE MUDANÇA NA SOMA DAS TAXAS<br>ESPECÍFICAS DE MORTALIDADE ENTRE AS COORTES DE MESMA<br>IDADE EM T E T+5 PARA OS PERÍODOS QÜINQÜENAS ENTRE 1970<br>E 2100, BRASIL ..... | 101 |
| TABELA A 20 – TAXAS ESPECÍFICAS DE CRESCIMENTO PARA OS<br>PERÍODOS QÜINQÜENAS ENTRE 1970 E 2100, BRASIL .....   | 102 |

|  |     |
|--|-----|
| TABELA A 21 – COVARIÂNCIA DAS TAXAS DE CRESCIMENTO DOS<br>NASCIMENTOS E AS IDADES, PARA OS PERÍODOS QÜINQÜENAS<br>ENTRE 1970 E 2100, BRASIL..... | 103 |
| TABELA A 22 – COVARIÂNCIA DAS TAXAS DE MUDANÇA NA<br>MORTALIDADE E AS IDADES, PARA OS PERÍODOS QÜINQÜENAS<br>ENTRE 1970 E 2100, BRASIL.....      | 103 |
| TABELA A 23 – COVARIÂNCIA DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE<br>CRESCIMENTO E AS IDADES, PARA OS PERÍODOS QÜINQÜENAS<br>ENTRE 1970 E 2100, BRASIL.....     | 104 |

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo determinar o efeito dos componentes da dinâmica demográfica (mortalidade e fecundidade) sobre o processo de envelhecimento populacional brasileiro. Parte-se da aplicação de modelo de população estável para demonstrar quais fatores são responsáveis por mudanças de longo prazo na estrutura etária brasileira. Nesta análise, a população brasileira quase-estável de 1950 é comparada com a população brasileira esperada para 2100, pressupondo-se que a população alcançará uma nova condição de estabilidade em 2100. Os resultados encontrados evidenciam que o efeito puro do declínio da fecundidade terá um impacto maior do que o efeito puro do declínio da mortalidade sobre a mudança da estrutura etária brasileira. Na segunda etapa deste trabalho, a variação da idade média populacional é decomposta em função das taxas brutas de natalidade e mortalidade e em função das taxas específicas de crescimento, com o intuito de determinar os fatores responsáveis pelo envelhecimento da população brasileira nas distintas fases de sua transição demográfica. Os resultados da análise de curto prazo demonstram que os ganhos da mortalidade vêm se concentrando nas idades mais avançadas. No entanto, as mudanças na fecundidade continuarão desempenhando um papel mais importante sobre o processo de mudança na estrutura etária brasileira.

---

**Palavras-chave:** Estrutura Etária Brasileira, Envelhecimento Populacional, Mortalidade, Fecundidade



## ABSTRACT

Effects of two demographic components, mortality and fertility, on the Brazilian population aging process are estimated. In order to show that both demographic components are responsible for long term changes in the Brazilian age structure, this study applies stable population models. In this way, we compare the Brazilian quasi-stable population of 1950 against the expected stable population in 2100. The results show that fertility effects on the population age structure are much stronger than the mortality effects. In the long run, therefore, the cumulative effect of fertility decline will overwhelm the cumulative mortality effect on the population aging. In order to identify the factors responsible for population aging, in the second part of this study we decompose the variation into population mean age, crude mortality and birth rates and specific growth rates, during the several stages of the Brazilian demographic transition. The outcomes show that the mortality changes will concentrate at the older ages of the population. However, the results indicate that the fertility component still has an overwhelming role in the aging process of population.

---

**Keywords:** Age Structure, Population Aging, Mortality, Fertility

# 1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste estudo é examinar a mudança da estrutura etária brasileira, durante a transição demográfica, segundo as variações na mortalidade e na fecundidade. A população brasileira vem sofrendo profundas transformações em sua composição por idade ao longo das distintas fases desse processo. A transição teve o seu início com a queda da mortalidade, entre 1940 e 1960, período em que o nível da fecundidade manteve-se elevado e praticamente constante. Os primeiros sinais de queda da fecundidade se anunciaram somente na década de 1960; e, durante a década de 1970, esse declínio passou a ser generalizado e mais acelerado. A mortalidade, por sua vez, manteve uma tendência declinante ao longo do tempo (Carvalho, 2004; Carvalho e Wong, 2008).

Em decorrência das mudanças nas trajetórias dos componentes da dinâmica demográfica, a população brasileira experimentou oscilações significativas na taxa de crescimento populacional. No período de 1940 a 1970, a redução do nível da mortalidade teve como consequência o rápido declínio da taxa bruta de mortalidade (TBM), em relação à taxa bruta de natalidade (TBN), o que acelerou o crescimento populacional brasileiro. A partir da década de 1970, a população brasileira continuou a crescer, embora em ritmo declinante, devido à redução rápida e generalizada do nível da fecundidade. Entretanto, a TBN não reduziu o em proporção semelhante ao que ocorreu com a fecundidade, uma vez que um grande número de mulheres de coortes anteriores à queda da fecundidade, ainda se encontravam em idade reprodutiva. Conseqüentemente, as taxas de crescimento correntes não sofreram por completo o impacto do declínio da fecundidade (Moreira e Carvalho, 1992). Esse fenômeno, conhecido como inércia populacional, manteve o número de nascimentos elevado. A redução da TBM foi outro fenômeno que impediu que a taxa de crescimento declinasse no mesmo ritmo da fecundidade. Na década de 1970, a taxa de fecundidade total (TFT) caiu 25,9%, ao passo que a taxa de crescimento teve a redução de apenas 14%. Um

declínio mais significativo, de 21%, na taxa de crescimento, foi observado somente no período entre 1980 e 1991(Carvalho, 2004).

De acordo com Wong e Carvalho (2006), as estimativas com base no Censo Demográfico de 2000 apontam para um declínio sustentado da fecundidade em todas as cinco grandes regiões brasileiras, apesar das desigualdades socioeconômicas e geográficas dessas áreas. Em todas as regiões, a taxa de fecundidade total tenderá a níveis inferiores ao nível de reposição<sup>1</sup>. Os autores acreditam, ainda, que a mortalidade continuará caindo em todas as idades, porém haverá um maior declínio nas idades mais avançadas. Ambas as tendências deverão acelerar o processo de mudanças na estrutura etária brasileira, tendo como principal consequência o envelhecimento da população.

O conceito de envelhecimento populacional não é simples como o conceito de envelhecer, do ponto de vista individual, uma vez que a população não envelhece a cada ano transcorrido com acréscimos na idade, tal como os indivíduos. Uma população envelhece ou rejuvenesce quando a proporção de indivíduos por grupo etário é alterada (Moreira, 1997). De acordo com Coale (1972), a melhor forma de analisar a idade de uma população é por meio da sua estrutura etária. Uma população é considerada mais velha do que outra quando a sua proporção de idosos é maior ou quando a sua proporção de jovens é menor. Entretanto, comparar a idade de duas populações através da estrutura etária nem sempre é uma tarefa simples, principalmente quando a diferença na estrutura etária não é muito clara. Para facilitar tal comparação, foram desenvolvidas medidas alternativas para mensurar o envelhecimento. Neste estudo, a idade média populacional e o índice de idosos (razão entre a população com 65 anos ou mais e a população com menos de 15 anos) são utilizados como medidas de envelhecimento.

---

1 O nível de reposição corresponde a uma TFT de aproximadamente 2,1 filhos por mulher, ou seja, esse é o nível da TFT necessário para que a geração das filhas reponha a geração das mães.

O tema envelhecimento populacional tem sido amplamente discutido na literatura brasileira, tanto em estudos demográficos como em outras áreas das ciências sociais e biológicas. No contexto demográfico, é evidente um *boom* de estudos, publicações, dissertações e teses cuja temática principal é o envelhecimento populacional brasileiro (Dias Junior e Costa, 2006). Esses estudos normalmente apontam o papel presumível de cada um dos componentes da dinâmica demográfica (fecundidade, mortalidade e migração) sobre esse processo: a queda da fecundidade tem um papel preponderante, o declínio da mortalidade tem um efeito secundário e o impacto da migração internacional é praticamente nulo, uma vez que o número de migrantes é pequeno em relação ao volume populacional do país (Wong e Carvalho, 2006).

A seguir, apresento algumas citações que ilustram essas atribuições:

*“O rápido e sustentado declínio da fecundidade foi o principal responsável pelo processo de envelhecimento populacional no Brasil. Mais recentemente, uma queda significativa nos níveis de mortalidade nas idades avançadas tem contribuído para acelerar esse processo.” (Viegas – Pereira, 2006, p. 1)*

*“Embora os níveis da mortalidade brasileira tenham se reduzido significativamente após 1940, isto não implicou em alteração da estrutura etária, pois esta dependia, exclusivamente, do comportamento da fecundidade. A alteração da estrutura etária brasileira a partir de 1970 guarda estreita relação com a mudança do nível de fecundidade e desencadeia o processo de envelhecimento populacional.” (Santana, 2002, p. 30)*

*“O processo de envelhecimento brasileiro resulta da combinação da queda da fecundidade com a diminuição da mortalidade. Segundo LEE (1994), variações na fecundidade e na mortalidade possuem impactos diferenciados sobre o envelhecimento.” (Baptista, 2003, p. 10)*

*“A queda da fecundidade no Brasil (...) implica em um processo de envelhecimento agudo que significa mudanças na estrutura etária, ao passo que a queda da mortalidade é um processo que no primeiro momento foi responsável pelo rejuvenescimento populacional e não pelo seu envelhecimento, uma vez que esse declínio se concentrou nos grupos etários mais jovens e possibilitou que um número crescente de mulheres sobrevivesse até o final do período reprodutivo, resultando em mais nascimentos. A queda da mortalidade contribui para o envelhecimento da população quando ela passa a se concentrar nos grupos de idade mais avançada, pois haverá, então, o aumento do total absoluto de idosos.” (Cerqueira, 2003, p.13)*

As citações anteriores evidenciam a percepção intuitiva da maioria dos estudiosos com relação ao papel das mudanças na fecundidade e na mortalidade sobre o processo de envelhecimento populacional brasileiro. Entretanto, poucos são os estudos que, de fato, quantificam a contribuição dos componentes da dinâmica demográfica sobre o processo de mudança da estrutura etária brasileira.

Apenas o estudo de Moreira (1997) apresentou esse objetivo. Inicialmente, o autor simulou alguns cenários para a população estável do Modelo Oeste de Coale e Demeny<sup>2</sup>, com o intuito de determinar o impacto das mudanças na mortalidade e na fecundidade sobre os indicadores de envelhecimento. Os resultados demonstraram que o declínio da mortalidade tem um efeito rejuvenescedor na estrutura etária da população, quando os níveis de fecundidade são elevados, ao passo que esse efeito é inverso quando os níveis da fecundidade são baixos. Por outro lado, o declínio da fecundidade contribui positivamente para o envelhecimento populacional, independente dos níveis de mortalidade. Para a população brasileira, o autor simulou quatro cenários para o período entre 1995 e 2020: mortalidade e fecundidade apresentando variações no tempo; mortalidade e fecundidade de 1995-2000 constantes até 2020; fecundidade variando e mortalidade constante; mortalidade variando e a fecundidade constante. O resultado dessa análise evidenciou que o índice de idosos aumentou em todos os cenários e o efeito do declínio da fecundidade foi preponderante em relação ao efeito da mortalidade sobre a variação total desse indicador. Nesse sentido, a conclusão desse estudo é que a fecundidade é o componente definidor da variação da estrutura etária brasileira, no período entre 1995 e 2020.

Outros trabalhos que cabe destacar são os de Bercovich e Madeira (1990; 2004). As autoras analisaram as conseqüências das mudanças na estrutura etária brasileira, enfatizando o crescimento da proporção de jovens no mercado de trabalho. Elas estudaram a variação da estrutura etária brasileira entre 1960 e

---

<sup>2</sup> COALE, A.J.; DEMENY, P.G. *Regional model life tables and stable populations*. 2. ed. New York: Academic. 496p. (Studies in population), 1983.

2000, por meio do método sugerido por Keyfitz (1988), que capta o crescimento entre coortes localizando as descontinuidades demográficas. Essas descontinuidades demográficas representam as mudanças bruscas no tamanho de coortes sucessivas. As autoras sugerem as possíveis causas para essas descontinuidades demográficas com base na variação dos nascimentos em cada período do tempo, decorrentes das mudanças na fecundidade e na mortalidade.

Apesar de esses três trabalhos terem sido inovadores na análise de decomposição do processo de envelhecimento populacional brasileiro, ainda permanece a lacuna, em especial na literatura brasileira, de estudos acerca do papel das variações nas funções de fecundidade e de mortalidade no processo de mudança da estrutura etária. É de grande relevância quantificar o efeito dos componentes sobre esse processo do prisma de diferentes óticas metodológicas, sobretudo, para conhecer-lhe as bases e avaliar em que medida a aplicação de diferentes métodos são consistentes entre si.

Na literatura internacional, algumas metodologias foram desenvolvidas com o intuito de determinar o efeito da variação de cada componente da dinâmica demográfica (fecundidade, mortalidade e migração) sobre a mudança da estrutura etária. Caselli e Vallin (1990) apontam as três principais:

1. Exercícios formais que consideram cada componente de forma isolada e analisam as diferenças na estrutura etária observada entre as populações estáveis resultantes da variação de cada um deles.
2. Procedimentos práticos de simulações em que a trajetória da população é obtida utilizando-se várias taxas hipotéticas de mortalidade (fecundidade ou migração), mantidas as outras variáveis constantes.
3. Mensuração do impacto de cada componente na mudança real da estrutura etária populacional, separando-se, assim, o papel de cada um deles.

As duas primeiras metodologias são as mais utilizadas e, de acordo com Caselli e Vallin (1990), foram empregadas nos estudos de Bourgeois-Pichat<sup>3</sup>, Brouard<sup>4</sup>, Dittgen e Legoux<sup>5</sup>, Natale<sup>6</sup>, Yu e Horiuchi<sup>7</sup>, Dittgen<sup>8</sup>, United Nations<sup>9</sup>. No entanto, a terceira metodologia apresenta uma síntese mais próxima da experiência de uma população no que tange ao papel de cada componente no processo de mudança da estrutura etária. A função das taxas específicas de crescimento é a ferramenta utilizada por essa metodologia, uma vez que esse conjunto de taxas contém todas as características da história demográfica da população, em qualquer momento do tempo. Segundo Horiuchi (1991), essa metodologia já foi empregada em vários estudos, como os de Horiuchi (1988), Preston e Horiuchi (1988), Preston (1986) e Preston, Himes e Eggers, (1989).

A primeira e a terceira metodologia são aplicadas neste estudo para a população brasileira, no período que compreende as distintas fases da transição demográfica (1950-2100). A população é considerada fechada uma vez que o efeito da migração internacional é praticamente nulo sobre o processo de mudança da estrutura etária brasileira. Na primeira análise, o modelo de população estável é suficiente para identificar as condições demográficas responsáveis pelo envelhecimento populacional brasileiro no longo prazo. No entanto, é necessário fazer a suposição de que a população brasileira quase-

---

<sup>3</sup> BOURGEOIS-PICHAT, Jean. Future outlook for mortality decline in the world, *Population Bulletin of the United Nations* 11, p.12-14, 1978.

<sup>4</sup> BROUARD, Nicolas. Structure et dynamique des populations: La pyramide des années à vivre, aspects nationaux et exemples régionaux. *Espace, Population et Société* II, p.157-168, 1986.

<sup>5</sup> DITTGEN, A. and LEGOUX, L. Vieillesse par le haut et par le bas: L'exemple de la France, Trabalho apresentado em 'Chaire Quételet' (Institut de Démographie de Paris, Paris, 1986).

<sup>6</sup> NATALE, Marcelo. Popolazione e domanda di servizi formativi e sanitari, *Rivista Italiana di Economia, Demografia e Statistica* XLI (1-4), p. 37-85, 1987.

<sup>7</sup> YU, Y.C. and HORIUCHI, S. Population aging and juvenation in major regions of the world, Trabalho apresentado no encontro anual da PAA, San Francisco, CA (PAA) , 1987.

<sup>8</sup> DITTGEN, Alfred. Le vieillissement de la population française et ses facteurs, Paper presented at the Franco-Czechoslovak Conference on Population Aging (Institut de Démographie de Paris, Paris, 1988).

<sup>9</sup> UNITED NATIONS. Global trends and prospects of aging population structures, In: Economic and social implications of population aging, Proceedings of the Tokyo Symposium on population structure (United Nations, New York) (in press) 1988.

-estável de 1950 alcançará, após as mudanças nas funções de fecundidade e de mortalidade, uma nova condição de quase-estabilidade em 2100.

A segunda análise deste trabalho consiste em determinar, no curto prazo, o papel de cada componente sobre o processo de envelhecimento populacional brasileiro durante o período de desvio da estabilidade, entre 1950 e 2100. Para essa análise, dois exercícios são realizados: no primeiro, a variação da idade média populacional é decomposta em função das taxas brutas de natalidade e mortalidade, e no segundo exercício essa medida é decomposta em função das taxas específicas de crescimento (Preston et al, 1989). Em síntese, esta dissertação se divide em duas etapas:

1. Uma análise de longo prazo, para determinar os efeitos da fecundidade e da mortalidade sobre a estrutura etária QUASE-ESTÁVEL da população brasileira, a partir de dois pontos no tempo (início e fim da transição demográfica).
2. Uma análise de curto prazo, em que os efeitos da fecundidade e da mortalidade sobre a estrutura etária da população brasileira são mensurados durante o período de desvio da estabilidade, isto é, nas distintas fases intermediárias da transição demográfica.

Nesse sentido, espera-se que os resultados deste trabalho contribuam para o debate sobre o envelhecimento populacional brasileiro por meio da identificação e quantificação de seus principais determinantes. Esses resultados permitem discutir melhor alguns argumentos freqüentemente apontados por parte da literatura. Por exemplo, podemos verificar se em algum momento a mortalidade passa a definir o processo de envelhecimento, relegando à fecundidade um papel secundário.

Por fim, a realização deste trabalho também contribuirá metodológica e empiricamente para a literatura no que tange à dinâmica demográfica brasileira, uma vez que as mudanças na estrutura são analisadas empiricamente em função das variações na fecundidade e na mortalidade, por meio de metodologias que, no Brasil, são pouco utilizadas.



Esta dissertação é composta de três capítulos, além desta introdução. Para uma melhor organização da discussão, a estrutura deste trabalho difere um pouco do modelo clássico. Nos Capítulos 2 e 3 são apresentadas as metodologias, a descrição dos dados e a aplicação dos métodos. O Capítulo 2 apresenta os fatores responsáveis pela mudança de longo prazo da estrutura etária brasileira, tendo o modelo de população estável como o suporte teórico, e o Capítulo 3 investiga os fatores responsáveis pelas mudanças na estrutura etária brasileira durante as distintas fases da transição demográfica. Neste capítulo são, também, introduzidas as metodologias que independem da condição de estabilidade, e os resultados de sua aplicação ao caso brasileiro. Finalmente, no Capítulo 4, busco conciliar a análise de curto e longo prazo, confrontando os resultados de tais análises com a literatura nacional e internacional sobre o envelhecimento populacional. Além disso, apresento a síntese dos principais resultados desta dissertação e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 FATORES RESPONSÁVEIS POR MUDANÇAS DE LONGO PRAZO NA ESTRUTURA ETÁRIA BRASILEIRA

O objetivo deste capítulo é determinar os fatores responsáveis pelas mudanças de longo prazo na estrutura etária brasileira. Para alcançá-lo, utilizo o modelo de população estável que permite identificar as condições que produzem mudanças de longo prazo na estrutura etária de uma população previamente estável ou quase-estável. Como a população brasileira pode ser considerada quase-estável no ano de 1950 e tende a uma nova condição de quase-estabilidade após a transição demográfica, esse modelo é aplicado aos dados brasileiros, considerando que essa nova condição será alcançada no ano de 2100. Nesse sentido, apresento, nas seções a seguir, o modelo formal de populações estáveis e os resultados provenientes da aplicação desse modelo aos dados da população brasileira.

A teoria de população estável, descrita neste trabalho, se baseia na publicação de Preston et al (2001).

### 2.1 Modelo de População Estável

Uma população fechada é considerada estável quando as funções de fecundidade e de mortalidade se mantêm constantes por um período suficientemente longo para tornar os parâmetros demográficos - taxa bruta de mortalidade, taxa bruta de natalidade, taxa de crescimento e **estrutura etária** - também constantes (Preston et al, 2001, p.141).

Como toda população apresenta um par de funções de fecundidade e mortalidade, pode-se depreender que, uma vez mantidos constantes os regimes de fecundidade e mortalidade, a condição de estabilidade será alcançada de forma inevitável. Portanto, toda população apresenta uma população estável implícita às suas funções correntes de fecundidade e mortalidade. A população

estável implícita é usualmente denominada *população estável equivalente* (Preston et al, 2001, p.147).

Ao alcançar a estabilidade, a população apresentará a taxa de crescimento dos nascimentos constante e, conseqüentemente, também crescerá a um ritmo constante. Lotka (1939), citado por Preston et al (2001, p.142), examinou a seqüência de nascimentos de uma população fechada com as funções de fecundidade e mortalidade constantes. A partir dessa análise, Lotka elaborou uma equação integral, também chamada de equação fundamental de Lotka, que incorpora a taxa de crescimento anual dos nascimentos e as funções de fecundidade e mortalidade:

$$1 = \int_{\alpha}^{\beta} e^{-ra} p(a)m(a)da \quad (1)$$

Onde  $p(a)$  é a probabilidade de sobrevivência até a idade  $a$ ,  $m(a)$  é a taxa de maternidade das mulheres com idade  $a$ ,  $\alpha$  e  $\beta$  são os limites do intervalo etário reprodutivo feminino, sendo  $\alpha$  a idade mínima (15 anos) e  $\beta$  a idade máxima (49 anos),  $r$  é a taxa de crescimento dos nascimentos (Preston et al, 2001, p.144).

A EQ. 1 demonstra que, para cada par de funções  $m(a)$  e  $p(a)$ , existe um único valor de  $r$  que satisfaz essa igualdade. O valor de  $r$  representa a taxa de crescimento dos nascimentos e também dos outros grupos etários de uma população estável. Essa taxa é usualmente chamada de “taxa intrínseca de crescimento” (Preston et al, 2001, p.144).

Como a população cresce no mesmo ritmo dos nascimentos, a razão entre o número de nascimentos e a população - taxa bruta de natalidade (TBN) - também não varia ao longo do tempo. A EQ. 2 que define a TBN de uma população estável evidencia esta propriedade:

$$\int_0^w N(a,t)da = B(t) \int e^{-ra} p(a)da,$$

Ou

$$\frac{B(t)}{\int_0^w N(a,t) da} = \frac{B(t)}{N(t)} = b(t) = \frac{1}{\int e^{-ra} p(a) da} = b = TBN \quad (2)$$

Onde  $B(t)$  representa o número de nascimentos no tempo  $t$ ,  $N(a,t)$  é o número de pessoas com  $a$  anos no tempo  $t$ ,  $r$  é taxa intrínseca de crescimento e  $p(a)$  é a probabilidade de sobrevivência até a idade  $a$  (Preston et al, 2001, pp.144-145).

A EQ. 3 demonstra que a estrutura etária da população estável também é constante no tempo, uma vez que esse parâmetro depende de outros dois ( $r$  e TBN), e da função de sobrevivência, que são constantes. Conseqüentemente, a taxa bruta de mortalidade (TBM) também não varia.

$$c(a,t) = \frac{N(a,t)}{N(t)} = \frac{B(t)}{N(t)} e^{-ra} p(a) \quad (3)$$

$$c(a,t) = b e^{-ra} p(a) = c(a)$$

Onde  $c(a, t)$  é a proporção de pessoas com idade  $a$  anos no tempo  $t$ ,  $N(a,t)$  é o número de pessoas com  $a$  anos no tempo  $t$ ,  $N(t)$  é total de pessoas no tempo  $t$ ,  $B(t)$  representa o número de nascimentos no tempo  $t$ ,  $b$  representa a TBN,  $r$  é taxa intrínseca de crescimento e  $p(a)$  é a probabilidade de sobrevivência até a idade  $a$  (Preston et al, 2001, p.145).

Uma possível interpretação da EQ. 3 é que, ao nascer, a coorte de idade  $a$  tinha um peso relativo na população dado por  $b$  (taxa bruta de natalidade); anos seguintes, o tamanho da coorte passa a ser menor uma vez que algumas pessoas morrem antes de chegar até a idade  $a$  (o total de pessoas que sobrevivem à idade  $a$  é igual à multiplicação dos nascimentos pela probabilidade de sobrevivência  $p(a)$ ). Entretanto, a população inteira cresce a um fator  $e^{ra}$  durante os mesmos  $a$  anos, então, a coorte de idade  $a$  é decrementada pelo fator  $e^{-ra}$  com relação ao restante da população.

As três equações apresentadas (EQ. 1, 2, e 3) também denominadas como as equações fundamentais de uma população estável, evidenciam que os parâmetros demográficos são relacionados matematicamente com as funções de fecundidade e mortalidade correntes. Isso significa que os parâmetros

demográficos de uma população estável são inteiramente determinados pelas funções correntes  $m(a)$  e  $p(a)$ . Assim, somente mudanças impostas a uma dessas duas funções são capazes de afetar a estabilidade dos parâmetros.

Diante dessa propriedade, apresento, nas seções 2.1.1 e 2.1.2, a teoria referente ao efeito das mudanças na fecundidade e na mortalidade sobre os parâmetros demográficos.

### **2.1.1 Efeito das mudanças na fecundidade**

O que acontece a uma população estável se a fecundidade aumentar para todas as idades, mantida a função de sobrevivência constante? Um aumento nos valores de  $m(a)$  leva a um desequilíbrio na equação fundamental de Lotka (EQ. 1). Para manter o lado esquerdo dessa equação igual a 1, o valor de  $r$  (assumindo que  $p(a)$  está fixo) deve aumentar e o valor de  $e^{-ra}$  deve decrescer para todas as idades. Assim, um aumento nos níveis de fecundidade tem como consequência o aumento da taxa de intrínseca de crescimento da população (Preston et al, 2001, p.156).

Com relação à TBN, qual é o efeito de uma variação positiva na fecundidade sobre esse parâmetro demográfico, quando  $p(a)$  é fixo? A partir da EQ. 2 é possível verificar que um aumento na fecundidade tem como consequência uma redução do denominador dessa equação, visto que o valor de  $e^{-ra}$  decresce para todas as idades e, portanto, a taxa bruta de natalidade aumenta. De fato, um aumento na fecundidade tem como consequência inevitável um aumento no número de nascimentos e, portanto, um aumento da TBN (Preston et al, 2001, p.156).

O efeito de uma mudança na fecundidade, se  $p(a)$  é fixo, para a TBM, pode ser mensurado derivando-se o logaritmo da seguinte equação em relação a  $r$ <sup>10</sup>:

$$d = \int_0^{\omega} c(a)\mu(a)da = \int_0^{\omega} be^{-ra} p(a)da = b \int_0^{\omega} e^{-ra} p(a)\mu(a)da$$

$$\frac{d \ln(d)}{dr} = A_p - A_d \quad (4)$$

Onde  $d$  é a TBM,  $c(a)$  é a proporção de pessoas na idade  $a$ ,  $\mu(a)$  é a taxa de mortalidade na idade  $a$ ,  $b$  representa a TBN,  $r$  é a taxa intrínseca de crescimento,  $p(a)$  é a probabilidade de sobrevivência até a idade  $a$ ,  $A_p$  é a idade média populacional e  $A_d$  é a idade média à morte (Preston et al, 2001, p.158).

Essa equação demonstra que o efeito da variação na fecundidade sobre a TBM depende da idade média à morte, que varia de população para população. Se a idade média à morte é maior do que a idade média populacional, o aumento da fecundidade (variação positiva em  $r$ ) tem um efeito negativo sobre a TBM. Por outro lado, se a fecundidade reduz (variação negativa em  $r$ ), os sinais dessa derivada se invertem, ou seja, o efeito da variação da fecundidade sobre a TBM passa a ser igual a  $(A_d - A_p)$ . Nesse caso, a variação da TBM será positiva, quando a idade média populacional é menor do que a idade média à morte. É importante ressaltar que essa relação somente é válida quando  $A_d$  é maior que  $A_p$ , ou seja, em média, morrem mais idosos do que jovens na população. Se essa desigualdade é inversa, um aumento da fecundidade terá um efeito positivo na TBM. Esse cenário somente é possível em populações muito jovens e com alta mortalidade, pois o aumento da fecundidade elevará o peso da população de 0 a 1 ano, cuja a taxa de mortalidade é elevada. Entretanto, esse cenário não é mais comum na maioria dos países do mundo (Preston et al, 2001, p.144).

---

<sup>10</sup> Para maiores detalhes sobre o desenvolvimento matemático dessa derivada, consulte Preston et al (2001, p. 158).

Finalmente, quais são as conseqüências de uma mudança na fecundidade para a estrutura etária de uma população estável? Derivando-se o logaritmo da EQ. 3 em relação a  $r$ , obtém-se a seguinte expressão<sup>11</sup>:

$$\frac{d \ln[c(a)]}{dr} = A_p - a \quad (5)$$

Onde  $c(a)$  é a proporção de pessoas na idade  $a$ ,  $A_p$  é a idade média populacional e  $a$  é qualquer idade (Preston et al, 2001, p.156).

De acordo com EQ. 5, um aumento na fecundidade (variação positiva em  $r$ ) tem como conseqüência um efeito positivo para as idades abaixo de  $A_p$  e um efeito negativo para as idades acima de  $A_p$ . Isso significa que um aumento na fecundidade rejuvenesce a população na medida em que o peso das idades mais jovens sobre a estrutura etária aumenta, ao passo que o peso das idades avançadas se reduz. Quando a fecundidade declina (variação negativa em  $r$ ), o efeito sobre a estrutura etária passa a ser igual a  $(a - A_p)$ . Nesse caso, há um efeito negativo para as idades jovens, onde  $a < A_p$ , e para as idades acima de  $A_p$  o efeito é positivo. Então, a redução da fecundidade envelhece a população. De acordo com os estudos de Preston et al (2001, pp. 156-157), em ambos os casos, a estrutura etária da nova estável se cruzará com a estrutura etária da antiga estável em  $A_p$ , se a mudança em  $r$  for infinitesimal. Ou se cruzarão na média das idades médias da antiga e da nova estável, se a mudança em  $r$  não for infinitesimal.

### 2.1.2 Efeitos das mudanças na mortalidade

Nesta seção, discuto o efeito da variação na mortalidade sobre os parâmetros de uma população estável. Uma mudança na fecundidade tem como impacto inicial

---

<sup>11</sup> Para maiores detalhes sobre o desenvolvimento matemático dessa derivada, consulte Preston et al (2001, p. 156).

apenas a variação no número de nascimentos. Por sua vez, a mudança na mortalidade tem como consequência a variação da probabilidade de sobrevivência de vários grupos etários, sendo, portanto, mais complexa de ser analisada. (Preston et al, 2001, p.158).

De acordo com a equação fundamental de Lotka, as mudanças na mortalidade somente influenciam a taxa intrínseca de crescimento quando as probabilidades de sobrevivência das idades do período reprodutivo feminino são afetadas. Em outras palavras, para que a taxa intrínseca de crescimento de uma população seja afetada, é necessário que a mudança na mortalidade ocorra nas idades abaixo do limite superior do período reprodutivo ( $\beta$  que assume o valor de 49 anos), visto que o declínio da taxa específica de mortalidade (TEM) da idade  $a$  afeta as probabilidades de sobrevivências das idades superiores à  $a$ . Desse modo, as mudanças nas probabilidades de morte para as idades abaixo de  $\alpha$  (limite inferior do período reprodutivo, usualmente igual a 15 anos) afetam as probabilidades de sobrevivência dos grupos etários reprodutivos. Por outro lado, as mudanças na mortalidade para as idades acima de  $\beta$  não afetam  $r$ , uma vez que essa variação influencia apenas a probabilidade de sobrevivência das idades que estão fora do período reprodutivo. Portanto, a redução das TEM's para as idades acima de  $\beta$  apenas fará com que a população atual seja maior do que a antiga, sem que isso afete a taxa intrínseca de crescimento (Preston et al, 2001, p.158).

Existem dois tipos de mudanças na mortalidade: neutra e não-neutra. A mudança neutra da mortalidade é produzida por um declínio igual e absoluto nas taxas de mortalidade em todas as idades (Preston et al, 2001, p.159):

$$\mu'(a) = \mu(a) - k \text{ para } a \geq 0 \quad (6)$$

Onde  $\mu(a)$  é a taxa de mortalidade da idade  $a$ .

Quando o valor de  $\mu(a)$  é alterado dessa forma, o efeito sobre a função  $p(a)$  é:

$$p'(a) = e^{-\int_0^a [\mu(x) - k] dx} \quad (7)$$

$$p'(a) = p(a)e^{ka}$$



O efeito em  $r$  do declínio neutro da mortalidade pode ser entendido através da equação fundamental de Lotka, a qual deve manter o equilíbrio antes e depois da mudança (Preston et al, 2001, p.159):

$$1 = \int_{\alpha}^{\beta} e^{-ra} p(a)m(a)da = \int_{\alpha}^{\beta} e^{-r'a} p(a)e^{ka} m(a)da \quad (8)$$

Essas duas integrais somente são iguais se  $r' = r + K$ , ou seja, o declínio absoluto ( $K$ ) da mortalidade em todas as idades tem como conseqüência um crescimento absoluto de  $K$  para a taxa intrínseca de crescimento (Preston et al, 2001, p.159).

Com relação à estrutura etária, o efeito desse declínio absoluto  $K$  na taxa de mortalidade para todas as idades é nulo, conforme demonstrado a seguir (Preston et al, 2001, p.159):

$$c'(a) = \frac{e^{-r'a} p'(a)}{\int_0^{\omega} e^{-r'x} p'(x)dx} = \frac{e^{-(r+k)a} p(a)e^{ka}}{\int_0^{\omega} e^{-(r+k)x} p(x)e^{kx} dx} = \frac{e^{-ra} p(a)}{\int_0^{\omega} e^{-rx} p(x)dx} = c(a) \quad (9)$$

Portanto, uma mudança neutra na mortalidade não tem efeito na distribuição etária e, conseqüentemente, também não tem efeito na taxa de natalidade, quando as taxas de fecundidade são constantes. Com relação à TBM, para manter o equilíbrio ( $r' = TBN - TBN$ ), essa taxa deve reduzir em um montante  $K$ , uma vez que  $r$  aumenta por um montante  $K$  (Preston et al, 2001, p.160).

Por outro lado, a mudança não-neutra na mortalidade é aquela que afeta a estrutura etária, visto que as variações na mortalidade não são uniformes com a idade. Por exemplo, se a queda da mortalidade é mais expressiva nas idades jovens, isso terá como efeito um crescimento no número de pessoas nessas idades e, conseqüentemente, a população rejuvenescerá. Se o declínio da mortalidade é mais intenso nas idades avançadas, a população envelhecerá (Preston et al, 2001, p.160). Portanto, como a mudança não-neutra da mortalidade afeta de forma distinta os grupos etários, a análise dessa mudança sobre os parâmetros demográficos é mais complexa, se comparada à análise da mudança na fecundidade (Preston et al, 2001, p.158). Por isso, o efeito da

mudança não neutra da mortalidade em cada parâmetro demográfico é discutido apenas na apresentação dos resultados.

Nas próximas seções são apresentados a fonte de dados e os resultados da aplicação de tais teorias à população brasileira, considerando dois pontos no tempo: pré e pós-transição demográfica. Todos os parâmetros são analisados, no entanto, o principal parâmetro deste estudo é a estrutura etária, uma vez que o objetivo é predizer os fatores responsáveis pela mudança de longo prazo na estrutura etária brasileira.

## **2.2 Aplicação do Modelo de População Estável para o Brasil**

A população quase-estável é aquela que possui características semelhantes às de uma população estável, como a composição etária e as taxas de fecundidade praticamente constantes (Carvalho et al, 1998). Em 1950, a população brasileira podia ser considerada uma população quase-estável uma vez que, apesar do declínio da mortalidade, sua composição etária e a sua função de fecundidade eram constantes (Moreira, 1997). Entretanto, essa população vem sofrendo mudanças em sua estrutura etária ao longo do processo de transição demográfica, transformando-se de uma população jovem, para uma população envelhecida.

A maioria das projeções populacionais para o Brasil, como aquelas disponibilizadas pelo IBGE e pelas Nações Unidas, prevê que, em 2050, a população brasileira tende à quase-estabilidade, na medida em que suas funções de fecundidade e mortalidade tendem a se estabilizarem em novos níveis. Entretanto, ambas as funções continuam variando para níveis inferiores aos previstos pelas projeções, sugerindo, assim, que a condição de estabilidade não será alcançada em 2050. Nesse sentido, é muito provável que a população brasileira levará um tempo maior para alcançar a nova situação de quase-estabilidade, por isso é considerado, neste estudo, que tal processo compreenderá um período maior do que 100 anos. Uma hipótese plausível é a de que as funções de fecundidade e mortalidade alcançadas em 2050 permaneçam constantes a partir desse momento, uma vez que, naquele ano, os níveis dessas

funções serão consideravelmente baixos, havendo poucas chances de se reduzirem ainda mais. Além disso, de acordo com o histórico dos países desenvolvidos, os quais já estão em etapas bem mais avançadas no processo de transição demográfica, são remotas as chances de tais funções apresentarem uma tendência inversa ao declínio. Portanto, este trabalho supõe que o tempo da transição de uma condição de quase-estabilidade para outra compreenderá, aproximadamente, o período entre 1950 e 2100.

É impossível precisar qual é o tempo necessário para que uma população alcance a estabilidade, já que esse tempo depende da diferença entre as distribuições etárias da antiga e da nova estável. Quanto maior for a distância das duas distribuições etárias, maior será o tempo necessário para que a população alcance a estabilidade. Se a diferença for muito grande e a mensuração demandar um alto grau de precisão, a estabilidade pode demorar mais de um século para ser alcançada (Preston et al, 2001, p. 146). Outro indicador do tempo necessário para uma população se estabilizar é a diferença entre as taxa intrínseca de crescimento e a taxa de crescimento observada, uma vez que a magnitude dessa diferença indica se a população está sofrendo mudanças demográficas recentes, ou seja, pode apontar quão longe de ser alcançada está a estabilidade.

De acordo com Preston et al (2001, p. 146), o período transcorrido em dois ciclos reprodutivos (aproximadamente 70 anos), é um intervalo de tempo razoável para se alcançar a estabilidade. A justificativa para esse tempo é que, depois de dois ciclos reprodutivos em que as funções de fecundidade e mortalidade permaneceram constantes, a influência das coortes nascidas em momentos em que estas funções ainda variavam passa a ser pequena sobre o tamanho das gerações futuras.

Entretanto, nesta análise, considera-se adequado ampliar o tempo necessário para se alcançar a nova quase-estabilidade de 70 para 150 anos, uma vez que a estrutura etária da população que será observada em 2100 é muito diferente daquela observada em 1950. Além disso, as funções de fecundidade e mortalidade devem continuar mudando até o ano de 2050, e é preciso esperar algumas décadas para que seu efeito seja incorporado na estrutura etária. Nesse

sentido, a população brasileira quase-estável de 1950 é comparada com aquela que será alcançada em 2100, com o objetivo de verificar quais são os fatores responsáveis pela mudança de longo prazo na estrutura etária brasileira. Além disso, também se analisa o efeito das mudanças nas funções de fecundidade e mortalidade sobre os outros parâmetros demográficos já discutidos.

### 2.2.1 Fonte de Dados

Para o período de 1950, os dados da população brasileira<sup>12</sup> e a função de mortalidade<sup>13</sup> foram extraídos do Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía – CELADE. A função de fecundidade foi estimada com base nas taxas específicas de fecundidade calculadas por Frias e Carvalho (1994).

Os dados projetados para a população brasileira quase-estável de 2100 são provenientes da projeção populacional calculada pelo *Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar)*, cenário BR2, para o período de 2000 a 2050. Para obter a população brasileira em 2100, projetei a população de 2050, sob a suposição de que as funções de fecundidade e mortalidade desse ano permanecerão constantes até 2100. A hipótese para o comportamento da fecundidade é a de que a taxa de fecundidade total (TFT) de 1,4 filhos por mulher será atingida em 2035, seguindo uma tendência construída com os dados das Unidades da Federação e Regiões Metropolitanas, e atingirá 1,5 filhos por mulher em 2050, permanecendo constante até 2100. Para a mortalidade, a hipótese é de que a tabela limite de sobrevivência, elaborada pelo *U.S. Bureau of the Census*, será atingida em 2050, permanecendo constante até 2100<sup>14</sup>. É importante ressaltar que o objetivo deste estudo não é o de projetar a população, e sim o de determinar os efeitos das variações na fecundidade e na mortalidade sobre o processo de envelhecimento populacional brasileiro. Como esse processo ainda

---

<sup>12</sup> OBSERVATORIO DEMOGRÁFICO (2007b)

<sup>13</sup> OBSERVATORIO DEMOGRÁFICO (2007a)

<sup>14</sup> Para maiores detalhes sobre a projeção, consulte Turra (2008).

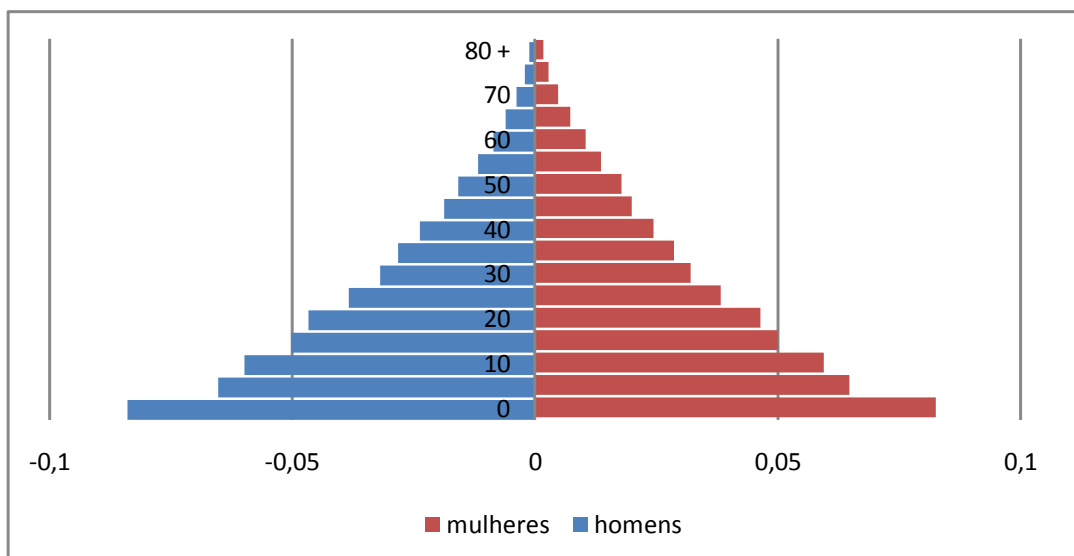
se estenderá por mais tempo, no Brasil, é necessário utilizar uma projeção para o alcance deste objetivo. Assim, procurei escolher a projeção que mais se aproxima das recentes evidências para as funções de fecundidade e mortalidade. Dentre as projeções populacionais disponíveis para a população brasileira, a projeção calculada pelo *Cedeplar*, cenário BR2, parece ser a mais coerente com as recentes evidências de que a fecundidade continuará declinando no Brasil<sup>15</sup>. Além disso, o histórico das funções de fecundidade e de mortalidade brasileiras e as experiências dos países desenvolvidos apontam para uma tendência declinante de ambas as funções, o que reforça as hipóteses do cenário adotado neste estudo.

### **2.2.2 Resultados**

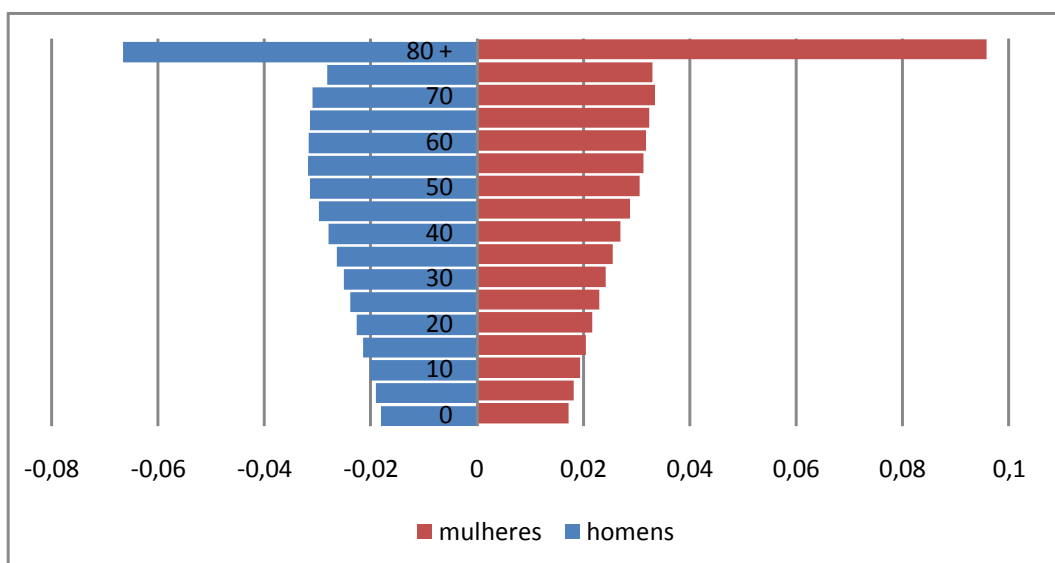
Como mostra a FIG. 2.2.1, em 1950, a população brasileira apresentava uma distribuição etária muito jovem, com uma elevada proporção de crianças. Um século e meio mais tarde, em 2100, espera-se que a mesma população tenha uma estrutura etária relativamente mais velha, em função da transição demográfica.

---

<sup>15</sup> De acordo com a Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Mulher - PNDS (2006), o nível da fecundidade no Brasil já se encontra abaixo do nível de reposição, em 1,77 filhos por mulher.

**FIGURA 2.2.1 - Pirâmide etária da população brasileira no ano de 1950**

Fonte dos dados básicos: CELADE, Observatório Demográfico N°.3, abril de 2007.

**FIGURA 2.2.2 - Pirâmide etária da população brasileira projetada para 2100**

Fonte dos dados básicos: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

Assumindo que durante todo o processo de transição demográfica a população brasileira se manteve fechada, as mudanças observadas nos dois gráficos podem ser atribuídas às mudanças na fecundidade e mortalidade que têm sido registradas ao longo do período. O objeto deste capítulo é o de examinar o papel das mudanças em cada uma destas funções sobre os parâmetros populacionais

de longo prazo, isto é, sobre as populações brasileiras nas fases pré e pós-transição.

Os GRAF. 2.2.1 e 2.2.2 evidenciam as mudanças ocorridas nas funções de fecundidade e mortalidade de 1950 a 2100. Neste período, espera-se que o nível da fecundidade se reduza de forma significativa (redução da TFT de 6,15 para 1,50 filhos por mulher). Além disso, há um processo de rejuvenescimento da função que se concentra mais nas idades mais jovens. Como esperado, as taxas específicas de mortalidade também serão menores em 2100 se comparadas às TEM's de 1950. A esperança de vida ao nascer que era de 51,3 anos em 1950 alcançará o valor de 84,0 anos em 2100<sup>16</sup>. No entanto, o declínio absoluto nas TEM's<sup>17</sup> não será igual para todos os grupos etários, sendo mais expressivo para idades mais jovens e para as idades mais avançadas. Portanto, o efeito da mudança na função de mortalidade sobre a estrutura etária brasileira, provavelmente, não ocorrerá de forma neutra, implicando mudanças na estrutura etária.

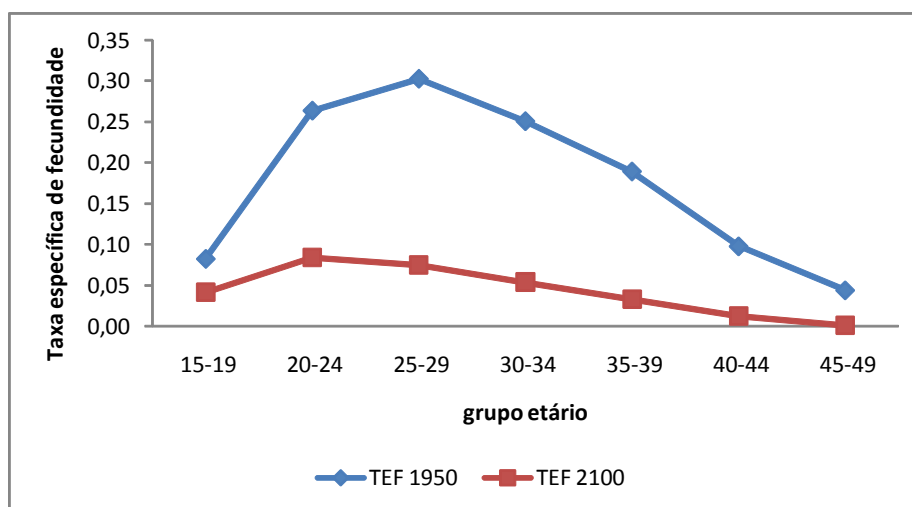
As conseqüências dessas mudanças nas funções de fecundidade e mortalidade sobre os parâmetros demográficos estão reportadas na tabela 2.2.1.

---

<sup>16</sup> Ver TAB. A3 em anexo.

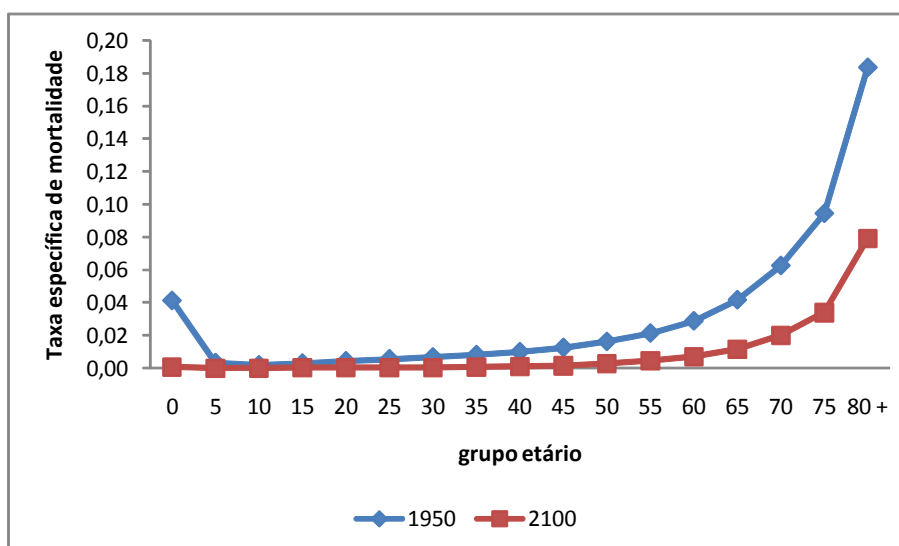
<sup>17</sup> Ver TAB. A3 em anexo.

GRÁFICO 2.2.1 - Função da fecundidade brasileira nos anos de 1950 e 2100.



Fonte dos dados básicos: Frias e Carvalho (1994) e Projeção Cedeplar – Cenário BR2

GRÁFICO 2.2.2 – Função de mortalidade brasileira nos anos 1950 e 2100.



Fonte dos dados básicos: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. Projeção Cedeplar – Cenário BR2

TABELA 2.2.1 – Parâmetros demográficos (TBN, TBM, e taxa de crescimento observada - r) da população brasileira em 1950 e 2100

| Período | Taxa Bruta de Natalidade - TBN | Taxa Bruta de Mortalidade - TBM | Taxa de crescimento observada - r |
|---------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1950    | 44,02                          | 15,40                           | 2,86%                             |
| 2100    | 6,87                           | 18,16                           | -1,13%                            |

Fonte dos dados básicos: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. Projeção Cedeplar – Cenário BR2

Nota: Os parâmetros demográficos de 1950 foram calculados pelo CELADE a partir dos dados observados para esse ano.

Os parâmetros demográficos para 2100 foram calculados com base nos dados projetados pelo Cedeplar.



Começando pelas Taxas Brutas de Natalidade e Mortalidade<sup>18</sup>, como as funções de fecundidade e mortalidade apresentarão uma queda de nível, o esperado era que a TBN e a TBM também sofressem uma redução proporcional. Porém, os ganhos ou as perdas na TBM e TBN são provenientes das variações nas TEM e TEF concomitantemente à composição etária, ou seja, essas taxas não dependem apenas dos níveis de tais componentes. Assim, apesar da redução do nível da mortalidade, a TBM sofrerá um aumento devido à contribuição positiva da estrutura etária de 2100, uma vez que haverá uma grande proporção de pessoas nas idades mais avançadas, nas quais as TEM's serão mais expressivas. Esse efeito de composição é responsável pelo aumento da TBM de 15,4 para 18,2 óbitos por mil pessoas durante o período entre 1950 e 2100. Por outro lado, a estrutura etária de 2100 contribuirá negativamente para a TBN, visto que a proporção de mulheres em idade reprodutiva será menor do que aquela de 1950. Essa estrutura etária, concomitantemente à queda da fecundidade, resultará em um declínio da TBN de 44,02 para 6,87 nascimentos por mil pessoas de 1950 para 2100.

A população brasileira apresentava uma taxa de crescimento médio<sup>19</sup> de 2,92% ao ano, em 1950. O valor positivo significa que o número de nascimentos era maior do que o número de óbitos. A taxa de crescimento de 2100 estima-se que alcançará um valor negativo de 1,13% ao ano, ou seja, a população diminuirá de tamanho a um ritmo maior do que 1,6 milhões de pessoas por ano, considerando que o total da população brasileira em 2100 será de 146 milhões de pessoas.

Conforme discutido, uma maneira de mensurar os efeitos das variações na fecundidade e na mortalidade nas mudanças dos parâmetros, em cenários de

---

<sup>18</sup> A TBN e a TBM são calculadas por meio do quociente entre o total dos eventos vitais de cada período – nascimentos e óbitos, respectivamente – e o número de pessoa-ano vivido do período. Utilizou-se como estimativa do total de pessoas-ano vivido a quantidade de indivíduos no meio do período, assumindo o pressuposto de que os nascimentos e os óbitos são distribuídos uniformemente no período em questão (Carvalho et al, 1998, p.14 e p.24).

<sup>19</sup> A taxa de crescimento observada, também chamada de taxa de crescimento corrente de uma população fechada, consiste na diferença entre TBN e TBM.

quase-estabilidade (pré e pós-transição), é utilizar todo o arsenal analítico de populações estáveis. O primeiro passo é estimar as populações estáveis em 1950 e 2100. Existem duas formas para realizar esse primeiro passo: fixando as funções  $m(a)$  e  $p(a)$  para determinar a taxa de crescimento intrínseca com base na equação fundamental de Lotka, ou projetar a população considerando que as funções  $m(a)$  e  $p(a)$  correntes permanecem indefinidamente constantes (Preston et al, 2001, p. 147).

De acordo com Preston et al (2001, p.148), em um ano-calendário, para intervalos etários discretos (quinqüenais), as expressões equivalentes às equações características de populações estáveis, descritas anteriormente, são:

$$1 = \sum_{a=\alpha,5}^{\beta-5} e^{-r(a+2,5)} \frac{{}_5L_a}{l_0} {}_5m_a \quad (1a)$$

$$b = \frac{1}{\sum_{a=0,5}^{\omega} e^{-r(a+2,5)} \frac{{}_5L_a}{l_0}} \quad (2a)$$

$${}_5c_a = b e^{-r(a+2,5)} \frac{{}_5L_a}{l_0} \quad (3a)$$

As estáveis equivalentes à população brasileira em 1950 e 2100 foram obtidas por meio da equação fundamental de Lotka (EQ. 1a). Para encontrar a taxa intrínseca de crescimento da população brasileira em 1950 e 2100 empregou-se um processo de tentativa e erro. Esse processo é necessário porque matematicamente não é possível isolar a variável  $r$  na EQ. 1a, apesar de  $r$  depender apenas das funções de fecundidade e mortalidade. Isso significa que a taxa intrínseca de crescimento não pode ser estimada diretamente. Coale (1957), citado por Preston et al (2001, p.148), sugeriu uma estratégia para se identificar o valor de  $r$  por iteração. Tratando o valor da integral da equação de Lotka como uma função de  $y(\rho)$  e derivando essa função em relação a  $\rho$ , Coale obteve a seguinte equação:

$$d\rho = \frac{dy(\rho)}{y(\rho)A_B} \quad (10)$$

Onde  $A_B = \int_{\alpha}^{\beta} e^{-ra} p(a)am(a)da$  é a idade média à maternidade na população estável.

No processo de tentativa e erro, é necessário escolher um valor arbitrário para o  $r$  inicial. Se  $r_0$  escolhido arbitrariamente apresenta o valor de  $y(r_0)$  diferente de 1, é necessário buscar outro  $r$  até obter a solução da equação fundamental de Lotka. Assim, de acordo com o método proposto por Coale, o próximo  $r_1$  deve ser igual ao  $r_0$  acrescido pelo valor da derivada de Coale, para que  $y(r_1)$  se aproxime da unidade. Esse processo de iteração deve ser aplicado até se encontrar um valor de  $r$  cuja função  $y(r)$  seja igual 1<sup>20</sup>.

Desse modo, a escolha arbitrária para o valor inicial de  $r$  passa ser a chave no processo de iteração. Quanto mais próximo o valor do  $r$  escolhido for do verdadeiro  $r$ , menor será o número de tentativas até a solução da equação. Uma alternativa é assumir:

$$r = \frac{\ln(TLR)}{T} \quad (11)$$

Onde  $r$  é a taxa intrínseca de crescimento, TLR é taxa líquida de reprodução e T representa o comprimento médio da geração (Preston et al, 2001, p.152).

Como mostra a EQ. 11, existe uma relação entre a taxa intrínseca de crescimento ( $r$ ) e a taxa líquida de reprodução (TLR). Essas duas medidas indicam

---

<sup>20</sup> Exemplo: Suponhamos que um valor arbitrário de  $r_0$  é escolhido e assim um valor para  $y(\rho)$  é obtido. Se o valor de  $y(r_0)$  é de 1,10, então o erro proporcional em  $y$  é de +0,10, uma vez que o valor verdadeiro deveria ser 1,00. A EQ. (10) diz que para  $r$  foi escolhido um valor baixo, visto que um erro em  $r$  produz um erro em  $y(r)$  (isto é, um desvio de 1,000) em direção oposta. Uma próxima tentativa para  $r - r_1$  - deveria ser  $r_0$  acrescido de  $0,10/A_B$ . (Preston et al, 2001, p. 148)

crescimento no longo prazo, sendo que a taxa intrínseca de crescimento representa o crescimento anual da população e a TLR mensura o crescimento entre gerações. De acordo com EQ. 11, se uma população experimentar uma taxa  $r$  durante o período entre duas gerações ( $T$ ), o fator de crescimento da população  $e^{rT}$  será igual ao fator de crescimento entre as gerações (TLR). Assim sendo, se as funções de  $p(a)$  e  $m(a)$  são tais que a população crescerá a cada geração (TLR excede 1), necessariamente a população também crescerá a cada ano ( $r$  excede zero) (Preston et al, 2001). O valor de  $T$  representa o período de tempo entre duas gerações, ou seja, é o tempo médio necessário para uma geração se reproduzir. No entanto,  $T$  não existe fora dessa equação uma vez que essa variável é justamente determinada por ela. Porém, como  $T$  depende da idade em que as mulheres têm seus filhos, esse valor pode ser estimado pela idade média à maternidade, ou seja, a idade média em que as mães têm suas filhas. Como a idade média à maternidade varia entre 26 e 33 anos, com uma moda em torno de 27 e 28 anos, uma boa estimativa para  $T$  é o valor de 27 anos. Desse modo,  $r_o = \ln(TLR)/27$  representa uma boa aproximação para o valor inicial de  $r$  (Preston et al, 2001, pp.150-155).

A TAB. 2.2.2 apresenta o processo de iteração utilizado para obter a taxa intrínseca de crescimento da população brasileira em 1950 e 2100. Iniciei o processo com  $r_o = \ln(TLR)/27$  e foram necessárias seis iterações para o ano de 1950 e cinco iterações para ano de 2100, até que fosse obtido o valor de  $r$  que satisfizesse a equação fundamental de Lotka.

TABELA 2.2.2 – Identificação da taxa intrínseca de crescimento da população brasileira em 1950 e 2100

| Brasil, 1950 |           |               |                         |   |                    |                    |                    |                    |                     |                     |
|--------------|-----------|---------------|-------------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| idade        | ${}_5m_a$ | ${}_5L_a$     | ${}_5m_a \cdot {}_5L_a$ | $e^{-rn(a+2,5)} {}_5L_a \times {}_5m_a$ |                    |                    |                    |                    |                     |                     |
|              |           |               |                         | r(0) = 0,02936387                       | r(1) = 0,027195339 | r(2) = 0,027237049 | r(3) = 0,027234869 | r(4) = 0,027234982 | r(5) = 0,0272349759 | r(6) = 0,0272349762 |
| 15           | 0,0402    | 3,9314        | 0,1582                  | 0,09463997                              | 0,09830052         | 0,09822879         | 0,09823254         | 0,09823235         | 0,09823236          | 0,09823236          |
| 20           | 0,1285    | 3,8602        | 0,4962                  | 0,25627354                              | 0,26908773         | 0,26883531         | 0,26884850         | 0,26884782         | 0,26884785          | 0,26884785          |
| 25           | 0,1475    | 3,7656        | 0,5555                  | 0,24772308                              | 0,26294536         | 0,26264393         | 0,26265967         | 0,26265886         | 0,26265890          | 0,26265890          |
| 30           | 0,1222    | 3,6511        | 0,4463                  | 0,17186874                              | 0,18441866         | 0,18416884         | 0,18418188         | 0,18418121         | 0,18418124          | 0,18418124          |
| 35           | 0,0923    | 3,5176        | 0,3247                  | 0,10794325                              | 0,11708799         | 0,11690499         | 0,11691455         | 0,11691406         | 0,11691408          | 0,11691408          |
| 40           | 0,0477    | 3,3622        | 0,1604                  | 0,04604893                              | 0,05049464         | 0,05040521         | 0,05040988         | 0,05040964         | 0,05040965          | 0,05040965          |
| 45           | 0,0215    | 3,1790        | 0,0684                  | 0,01695202                              | 0,01879127         | 0,01875408         | 0,01875602         | 0,01875592         | 0,01875592          | 0,01875592          |
| <b>soma</b>  |           | <b>2,2096</b> | <b>0,94144952</b>       | <b>1,00112616</b>                       | <b>0,99994115</b>  | <b>0,99994115</b>  | <b>1,00000304</b>  | <b>0,99999984</b>  | <b>1,00000001</b>   | <b>1,00000000</b>   |

| Brasil, 2100 |           |               |                         |   |                     |                     |                     |                     |                     |                   |
|--------------|-----------|---------------|-------------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| idade        | ${}_5m_a$ | ${}_5L_a$     | ${}_5m_a \cdot {}_5L_a$ | $e^{-rn(a+2,5)} {}_5L_a \times {}_5m_a$ |                     |                     |                     |                     |                     |                   |
|              |           |               |                         | r(0) = -0,011899381                     | r(1) = -0,011604939 | r(2) = -0,011616386 | r(3) = -0,011615991 | r(4) = -0,011616005 | r(5) = -0,011616004 |                   |
| 15           | 0,0202    | 4,9732        | 0,1002                  | 0,12344416                              | 0,12280972          | 0,12283432          | 0,12283347          | 0,12283350          | 0,12283350          | 0,12283350        |
| 20           | 0,0409    | 4,9655        | 0,2031                  | 0,26550861                              | 0,26375545          | 0,26382339          | 0,26382104          | 0,26382112          | 0,26382112          | 0,26382112        |
| 25           | 0,0365    | 4,9567        | 0,1809                  | 0,25096250                              | 0,24893862          | 0,24901700          | 0,24901430          | 0,24901439          | 0,24901439          | 0,24901439        |
| 30           | 0,0262    | 4,9479        | 0,1298                  | 0,19108676                              | 0,18926691          | 0,18933733          | 0,18933490          | 0,18933499          | 0,18933498          | 0,18933498        |
| 35           | 0,0160    | 4,9358        | 0,0791                  | 0,12361802                              | 0,12226059          | 0,12231309          | 0,12231127          | 0,12231134          | 0,12231133          | 0,12231133        |
| 40           | 0,0059    | 4,9163        | 0,0292                  | 0,04848511                              | 0,04788216          | 0,04790546          | 0,04790465          | 0,04790468          | 0,04790468          | 0,04790468        |
| 45           | 0,0006    | 4,8845        | 0,0028                  | 0,00484477                              | 0,00477748          | 0,00478008          | 0,00477999          | 0,00478000          | 0,00478000          | 0,00478000        |
| <b>soma</b>  |           | <b>0,7252</b> | <b>1,00794992</b>       | <b>0,99969093</b>                       | <b>0,99969093</b>   | <b>1,00001067</b>   | <b>0,99999963</b>   | <b>1,00000001</b>   | <b>1,00000000</b>   | <b>1,00000000</b> |

Fonte dos dados básicos: (a) população 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (c) função de fecundidade 1950: Frias e Carvalho (1994). (d) dados de 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

**TABELA 2.2.3 - Taxa líquida de reprodução e taxa intrínseca de crescimento do Brasil, 1950 e 2100**

| Período | TLR     | Taxa intrínseca de crescimento |
|---------|---------|--------------------------------|
| 1950    | 2,20963 | 2,72%                          |
| 2100    | 0,72522 | -1,16%                         |

Fonte dos dados básicos: (a) população 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (c) função de fecundidade 1950: Frias e Carvalho (1994). (d) dados de 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

A TAB. 2.2.3 mostra que a geração das filhas era 2,2 vezes maior que a geração das mães na população brasileira de 1950 e, conseqüentemente, a taxa intrínseca de crescimento era positiva (2,72%). Já no ano de 2100, como se espera que a TLR seja menor do que um, a geração das filhas será menor do que a geração das mães e a taxa intrínseca de crescimento será negativa, sugerindo que a população estará decrescendo em 2100. É importante ressaltar que essas taxas são implícitas às funções de fecundidade e de mortalidade correntes do Brasil, nos anos de 1950 e 2100.

A TAB. 2.2.4 apresenta a construção dos parâmetros – TBM, TBN, estrutura etária – da população brasileira equivalente às funções de fecundidade e mortalidade dos períodos 1950 e 2100. As taxa brutas de natalidade foram calculadas com base na EQ. 2a, ao passo as taxas brutas de mortalidade foram obtidas da subtração das taxas intrínsecas de crescimento pelos valores da TBN.

**TABELA 2.2.4 – Construção da população brasileira estável equivalente de 1950 e 2100**

| idade       | 1950          |                                       |                  |                    | 2100          |                                       |                  |                    |
|-------------|---------------|---------------------------------------|------------------|--------------------|---------------|---------------------------------------|------------------|--------------------|
|             | nLx           | $e^{-r(a+5)} \times \frac{5L_a}{l_0}$ | $5C_a^{estável}$ | $5C_a^{observada}$ | nLx           | $e^{-r(a+5)} \times \frac{5L_a}{l_0}$ | $5C_a^{estável}$ | $5C_a^{observada}$ |
| 0           | 4,5330        | 4,2346                                | 0,1778           | 0,1664             | 4,9897        | 5,1367                                | 0,0341           | 0,0353             |
| 5           | 4,0325        | 3,2874                                | 0,1380           | 0,1299             | 4,9784        | 5,4316                                | 0,0360           | 0,0373             |
| 10          | 3,9799        | 2,8315                                | 0,1189           | 0,1192             | 4,9769        | 5,7546                                | 0,0382           | 0,0395             |
| 15          | 3,9314        | 2,4409                                | 0,1025           | 0,1001             | 4,9732        | 6,0942                                | 0,0404           | 0,0419             |
| 20          | 3,8602        | 2,0916                                | 0,0878           | 0,0929             | 4,9655        | 6,4487                                | 0,0428           | 0,0443             |
| 25          | 3,7656        | 1,7806                                | 0,0747           | 0,0765             | 4,9567        | 6,8222                                | 0,0453           | 0,0468             |
| 30          | 3,6511        | 1,5067                                | 0,0632           | 0,0638             | 4,9479        | 7,2173                                | 0,0479           | 0,0492             |
| 35          | 3,5176        | 1,2668                                | 0,0532           | 0,0569             | 4,9358        | 7,6303                                | 0,0506           | 0,0519             |
| 40          | 3,3622        | 1,0566                                | 0,0444           | 0,0480             | 4,9163        | 8,0545                                | 0,0535           | 0,0550             |
| 45          | 3,1790        | 0,8719                                | 0,0366           | 0,0386             | 4,8845        | 8,4809                                | 0,0563           | 0,0585             |
| 50          | 2,9595        | 0,7084                                | 0,0297           | 0,0337             | 4,8311        | 8,8899                                | 0,0590           | 0,0620             |
| 55          | 2,6959        | 0,5631                                | 0,0236           | 0,0252             | 4,7416        | 9,2470                                | 0,0614           | 0,0631             |
| 60          | 2,3810        | 0,4340                                | 0,0182           | 0,0189             | 4,6037        | 9,5148                                | 0,0631           | 0,0635             |
| 65          | 2,0016        | 0,3184                                | 0,0134           | 0,0134             | 4,4022        | 9,6426                                | 0,0640           | 0,0639             |
| 70          | 1,5508        | 0,2153                                | 0,0090           | 0,0086             | 4,0989        | 9,5151                                | 0,0631           | 0,0644             |
| 75          | 1,0587        | 0,1283                                | 0,0054           | 0,0049             | 3,6268        | 8,9227                                | 0,0592           | 0,0612             |
| 80 +        | 0,8819        | 0,0860                                | 0,0036           | 0,0028             | 9,3529        | 27,8732                               | 0,1850           | 0,1623             |
| <b>soma</b> |               | <b>23,8221</b>                        | <b>1</b>         | <b>1</b>           |               | <b>150,6763</b>                       | <b>1</b>         | <b>1</b>           |
| <b>TBN</b>  | <b>0,0420</b> |                                       |                  |                    | <b>0,0066</b> |                                       |                  |                    |
| <b>TBM</b>  | <b>0,0147</b> |                                       |                  |                    | <b>0,0183</b> |                                       |                  |                    |

Fonte dos dados básicos: (a) população 1950: CELADE, Observatório Demográfico N.º.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950: CELADE, Observatório Demográfico N.º.4, out. de 2007. (c) função de fecundidade 1950: Frias e Carvalho (1994). (d) dados de 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

Nota:  $r(1950) = 0,0272$  e  $r(2100) = -0,0116$

TBM (d) = TBN (b) -  $r$ ,  $l_0=100.000$

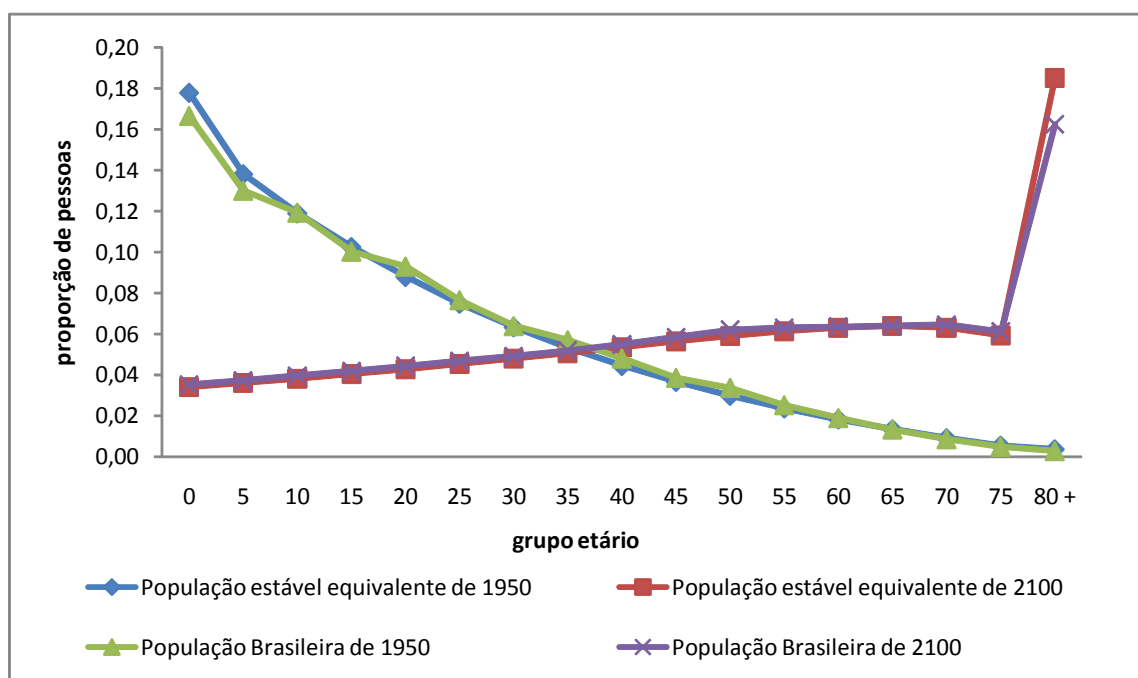
$$TBN(b) = \frac{1}{\sum_{a=0,5}^{\omega} e^{-r(a+2,5)} \frac{5L_a}{l_0}} \quad 5C_a^{estável} = b \times e^{-r(a+5)} \times \frac{5L_a}{l_0}$$

Conforme a TAB. 2.2.4, de 1950 para 2100, a TBN diminuirá de 42,0 para 6,6 nascimentos por mil pessoas devido à queda da fecundidade e também ao envelhecimento da estrutura etária, principalmente devido à redução do número de mulheres em idade reprodutiva. A TBM, por outro lado, aumentará em 23,8%, apesar da queda da mortalidade, pois a estrutura etária de 2100 é relativamente mais velha, o que implica maior peso para as idades em que a mortalidade é mais intensa. Apesar do aumento na TBM, a taxa intrínseca de crescimento se reduzirá, alcançando um valor negativo, visto que a queda da TBN será muito mais expressiva do que o aumento da TBM.

O GRAF. 2.2.3 apresenta a estrutura etária da população brasileira observada em 1950 e projetada em 2100, além das estruturas etárias das populações estáveis equivalentes em ambos os anos. As populações estáveis equivalentes implícitas às funções de fecundidade e mortalidade do Brasil, nos anos de 1950 e 2100,

apresentam uma estrutura etária bem próxima daquela observada em 1950 e da projetada para 2100. Esse fato indica que tanto a população em 1950, quanto a população em 2100 encontram-se em uma situação de quase-estabilidade e, portanto os outros parâmetros demográficos, como a TBN, TBM e  $r$ , implícitos às funções de fecundidade e mortalidade desses anos, também se aproximam dos parâmetros observados na população brasileira (TAB. 2.2.5). A similaridade das estruturas etárias observada/projetada e quase-estáveis permite, como destacado anteriormente, que sejam utilizadas as formulações de populações estáveis para se medir os efeitos de mudanças na fecundidade e mortalidade.

**GRÁFICO 2.2.3 - Estrutura etária da população brasileira observada/estimada e equivalente de 1950 e 2100**



Fonte dos dados básicos: (a) população 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (c) função de fecundidade 1950: Frias e Carvalho (1994). (d) dados de 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2



**TABELA 2.2.5 - Comparação dos parâmetros demográficos da população brasileira observada/projetada e da estável equivalente de 1950 e 2100**

| Período | TBN <sup>obs.</sup> | BN <sup>estável</sup> | TBM <sup>obs.</sup> | TBM <sup>estável</sup> | r <sup>corrente</sup> | r <sup>intrínseco</sup> |
|---------|---------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1950    | 44,02               | 41,98                 | 15,40               | 14,74                  | 2,86%                 | 2,72%                   |
| 2100    | 6,87                | 6,64                  | 18,16               | 18,25                  | -1,13%                | -1,16%                  |

Fonte dos dados básicos: (a) população 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (c) função de fecundidade, TBN, TBM de 1950: Frias e Carvalho (1994). (d) dados de 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

Para verificar o efeito puro das mudanças na fecundidade sobre a estrutura da população brasileira de 1950 a 2100, fixe a função de mortalidade de 1950 para que apenas a função de fecundidade projetada para 2100 varie. Em outras palavras, a suposição é de que em 2100, o Brasil apresentaria a mortalidade de 1950 e a fecundidade projetada para 2100. Assim, os parâmetros demográficos implícitos à função de fecundidade de 2100 e à função de mortalidade de 1950 foram calculados, obtendo-se uma nova população estável equivalente.

**TABELA 2.2.6 – Efeito puro da fecundidade sobre os parâmetros demográficos brasileiros – TBN, TBM e r**

| Período | Taxa Bruta de Natalidade -TBN | Taxa Bruta de Mortalidade - TBM | Taxa intrínseca de crescimento -r |
|---------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1950    | 41,98                         | 14,74                           | 2,72%                             |
| 2100    | 3,71                          | 25,44                           | -2,17%                            |

Fonte dos dados básicos: (a) função de mortalidade para 1950 e 2100: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (b) função de fecundidade para 1950: Frias e Carvalho (1994). (c) função de fecundidade para 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

Nota: Os parâmetros demográficos de 1950 são implícitos às funções de fecundidade e mortalidade do ano de 1950.

Os parâmetros demográficos para 2100 são implícitos à função de fecundidade de 2100 e à função de mortalidade de 1950.

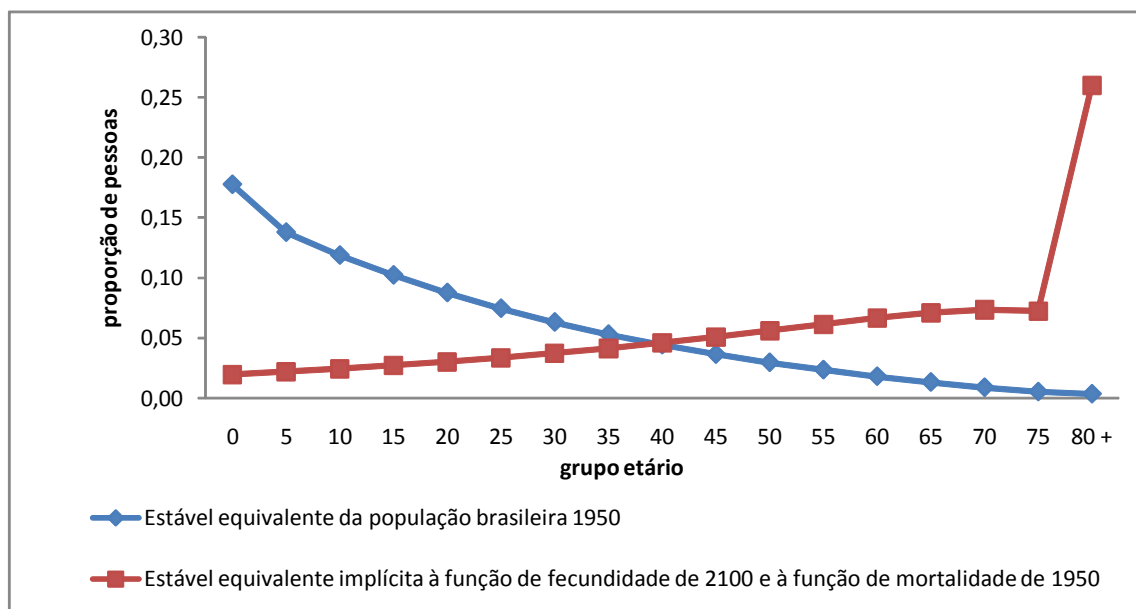
Todos os parâmetros foram calculados a partir das equações características da população estável.

De acordo com a teoria de populações estáveis, o declínio nas taxas específicas de fecundidade tem como consequência uma redução na taxa intrínseca de crescimento de forma a manter o equilíbrio da equação fundamental de Lotka. De acordo com os resultados da TAB. 2.2.6, a redução da taxa de fecundidade total de 6,15 para 1,5 filhos por mulher, mantendo a mortalidade de 1950 constante, fará com que a população brasileira não cresça a uma taxa de 2,72% ao ano, mas que, ao contrário, decline, anualmente, 2,17%.

O efeito da queda das taxas de fecundidade sobre a TBM, conforme a teoria, deve ser negativo (Preston et al, 2001, p. 156). Os resultados apresentados na

TAB. 2.2.6 corroboram essa afirmativa, já que a TBN sofrerá uma queda considerável, passando de 40,0 para 3,90 nascimentos por mil, em virtude do declínio da fecundidade de 1950 para 2100.

**GRÁFICO 2.2.4 - Efeito puro da fecundidade sobre a estrutura etária brasileira**



Fonte dos dados básicos: (a) função de mortalidade para 1950 e 2100: CELADE. Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (b) função de fecundidade para 1950: Frias e Carvalho (1994). (c) função de fecundidade para 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

**TABELA 2.2.7 - Efeito puro da fecundidade sobre a estrutura etária brasileira**

| Estrutura Etária |         |                            |           |
|------------------|---------|----------------------------|-----------|
| idade            | 1950    | fec. (2100) e mort. (1950) | diferença |
| 0                | 0,1778  | 0,0196                     | -0,1582   |
| 5                | 0,1380  | 0,0218                     | -0,1162   |
| 10               | 0,1189  | 0,0242                     | -0,0946   |
| 15               | 0,1025  | 0,0270                     | -0,0755   |
| 20               | 0,0878  | 0,0301                     | -0,0577   |
| 25               | 0,0747  | 0,0334                     | -0,0413   |
| 30               | 0,0632  | 0,0372                     | -0,0260   |
| 35               | 0,0532  | 0,0414                     | -0,0118   |
| 40               | 0,0444  | 0,0460                     | 0,0016    |
| 45               | 0,0366  | 0,0509                     | 0,0143    |
| 50               | 0,0297  | 0,0561                     | 0,0264    |
| 55               | 0,0236  | 0,0614                     | 0,0378    |
| 60               | 0,0182  | 0,0664                     | 0,0482    |
| 65               | 0,0134  | 0,0708                     | 0,0575    |
| 70               | 0,0090  | 0,0735                     | 0,0645    |
| 75               | 0,0054  | 0,0725                     | 0,0671    |
| 80 +             | 0,0036  | 0,2601                     | 0,2565    |
| Ap               | 22,8574 | 62,0870                    |           |
| índice de idosos | 0,0585  | 5,1537                     |           |

Fonte dos dados básicos: (a) função de mortalidade para 1950 e 2100: CELADE. Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (b) função de fecundidade para 1950: Frias e Carvalho (1994). (c) função de fecundidade para 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

O efeito da queda da fecundidade sobre a estrutura etária, de acordo com a teoria das populações estáveis, pode ser verificado através da EQ. 5, que equivale a:

$$\frac{d \ln[c(a)]}{dr} = A_p - a$$

Assim sendo, com a queda da fecundidade, espera-se que a variação para as idades abaixo da idade média seja negativa e, positiva, para as idades acima deste parâmetro. Teoricamente, a estrutura etária da nova população estável deve cruzar com a estrutura etária da antiga população estável em  $A_p$ , se a mudança em  $r$  for infinitesimal, ou ainda, cruzar no valor médio das idades médias da antiga e da nova estável, se a mudança em  $r$  não for infinitesimal. No caso brasileiro, a mudança em  $r$  não foi infinitesimal, então, a distribuição etária da nova estável cruza a distribuição antiga na média das duas idades médias das populações estáveis, ou seja, no ponto 42,61 anos. O GRAF. 2.2.4 ilustra esse resultado. Além disso, na TAB. 2.2.7 observa-se que a variação na proporção de pessoas nas idades abaixo de 42,6 anos é negativa, e positiva para as idades acima da idade média. Portanto, o efeito puro do declínio acentuado na

fecundidade sobre a estrutura etária brasileira será consideravelmente envelhecedor, na medida em que reduzirá a proporção de pessoas nas idades jovens e terá um efeito contrário nas idades avançadas.

O efeito da mudança na fecundidade sobre a taxa bruta de mortalidade é dado pela seguinte derivada:

$$\frac{d \ln(d)}{dr} = A_P - A_D$$

A queda da fecundidade tem como conseqüência uma variação negativa em  $r$  ( $dr$  é negativo). Desse modo, o efeito do declínio da fecundidade sobre a TBM, dado pela derivada acima, deve ser multiplicado por  $(-1)$ . Como o valor da idade média populacional é igual a 62,1 anos, ao passo que idade média à morte assume o valor de 78,9 anos, a diferença negativa entre esses dois valores deve ser multiplicada por  $(-1)$ , devido à variação negativa de  $r$ . Nesse sentido, o efeito puro da redução da fecundidade sobre a TBM deve ser positivo. De acordo com a TAB. 2.2.6, a TBM sofrerá um aumento de 10,7 óbitos por mil pessoas de 1950 para 2100. Tal resultado é coerente com o esperado, na medida em que as idades avançadas apresentarão um aumento relativo com a queda da fecundidade (TAB. 2.2.7), as quais possuem as maiores TEM's.

Para verificar o efeito puro de uma mudança na mortalidade sobre os parâmetros demográficos que caracterizam uma população estável (as taxas de crescimento, taxa de natalidade e distribuição etária) realizei o mesmo exercício, porém a variável fixada neste caso é a função das taxas de fecundidade de 1950. Neste cenário, a suposição é de que a população brasileira quase-estável de 1950 passaria a ser uma população com a mesma função de fecundidade e com novas taxas de mortalidade (função de mortalidade de 2100).

Como mencionado no início desta seção, a mudança na mortalidade não ocorrerá de forma neutra, uma vez que o declínio nas TEM's não será igual, em valor absoluto, em todas as idades, e será mais expressivo nas idades jovens e nas

idades avançadas<sup>21</sup>. Portanto, as conseqüências das variações na mortalidade sobre os parâmetros demográficos dependem da idade em que essas mudanças ocorrem, sendo por isso mais complexa de se analisar do que as mudanças na fecundidade.

A primeira questão a responder é qual o efeito puro de uma mudança na mortalidade sobre a taxa intrínseca de crescimento. A TAB. 2.2.9 evidencia que a taxa intrínseca de crescimento aumentará com a redução da mortalidade, uma vez que a diferença entre o  $r$  da população brasileira no novo cenário e o  $r$  da população brasileira antes da mudança da mortalidade é de 1,01%. Assim, de acordo com a teoria, pode-se inferir que a variação positiva em  $r$ , entre 1950 e 2100, ocorrerá devido ao declínio das TEM's nas idades inferiores a  $\beta$  (limite inferior do período reprodutivo feminino). O declínio nas idades avançadas contribuirá apenas para o tamanho da população sem afetar a taxa intrínseca de crescimento.

**TABELA 2.2.8 – Efeito puro da mortalidade sobre a taxa intrínseca de crescimento**

| Período  | $r$    |
|--|--------|
| 1950   | 2,72%  |
| 2100   | 3,73%  |
| $\Delta r$ (1)   | 1,01%  |
| Mudança média nas taxas específicas de mortalidade entre a idade 0 e A (2) | 0,95%  |
| Diferença (erro) = (1) -(2)  | -0,06% |

Fonte dos dados básicos: (a) função de mortalidade para 1950: CELADE. Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (b) função de fecundidade para 1950 e 2100: Frias e Carvalho (1994). (c) função de mortalidade para 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

Nota: A taxa intrínseca de crescimento de 1950 é implícita às funções de fecundidade e mortalidade do ano de 1950.

A taxa intrínseca de crescimento de 2100 é implícita à função de fecundidade de 1950 e à função de mortalidade de 2100.

A taxa intrínseca de crescimento foi calculada a partir da equação fundamental de Lotka.

<sup>21</sup> Ver TAB. A3 em anexo.

**TABELA 2.2.9 – Efeito puro da mortalidade sobre as taxas brutas de natalidade e mortalidade**

| Período | Taxa Bruta de Natalidade - TBN | Taxa Bruta de Mortalidade - TBM |
|---------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1950    | 41,98                          | 14,74                           |
| 2100    | 39,59                          | 2,28                            |

Fonte dos dados básicos: (a) função de mortalidade para 1950: CELADE. Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (b) função de fecundidade para 1950 e 2100: Frias e Carvalho (1994). (c) função de mortalidade para 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

Nota: A TBN e a TBM de 1950 são implícitas às funções de fecundidade e mortalidade do ano de 1950.

A TBN e a TBM de 2100 são implícitas à função de fecundidade de 1950 e à função de mortalidade de 2100.

Todos os parâmetros foram calculados por meio das equações características da população estável.

Aos comparar a população estável intrínseca à função de fecundidade de 1950 e à função de mortalidade de 2100 com a população estável equivalente de 1950, percebe-se que a TBN se reduzirá com a queda da mortalidade, uma vez que o denominador dessa taxa (total de pessoas-ano vivido) sofrerá um acréscimo como consequência do aumento na longevidade (TAB. 2.2.9). É importante destacar que, de acordo com EQ. 2, a qual define a TBN de uma população estável, o aumento em  $r$  tem um efeito positivo sobre a TBN, na medida em que ele reduz o denominador dessa taxa. Nesse sentido, a redução da TBN somente ocorrerá porque o efeito do aumento da sobrevivência dos indivíduos será mais expressivo do que o aumento de  $r$  sobre essa taxa. Outra informação importante apresentada TAB. 2.2.9 é a redução da TBM com o declínio da mortalidade. Esse fato pode ser justificado pela redução do número de óbitos e pelo aumento do total de pessoas-anos vivido.

Com relação à estrutura etária, os dados apresentados nos GRAF. 2.2.5 e a TAB. 2.2.10 evidenciam que o efeito puro de uma mudança na mortalidade não apresentará um impacto tão significativo como o efeito puro da fecundidade, visto que as mudanças não neutras acumuladas na mortalidade, no longo prazo, não serão capazes de modificar substancialmente a estrutura etária brasileira. No entanto, é importante destacar a complexidade do efeito de uma mudança não neutra na mortalidade sobre a estrutura etária brasileira. De acordo com a TAB. 2.2.10, os grupos etários entre 20 e 60 anos sofrerão perdas em seus pesos relativos sobre a população total, ao passo que os grupos etários mais jovens e mais velhos sofrerão um acréscimo. Diante dessa variação da estrutura etária, não é tarefa simples determinar se a população está envelhecendo ou

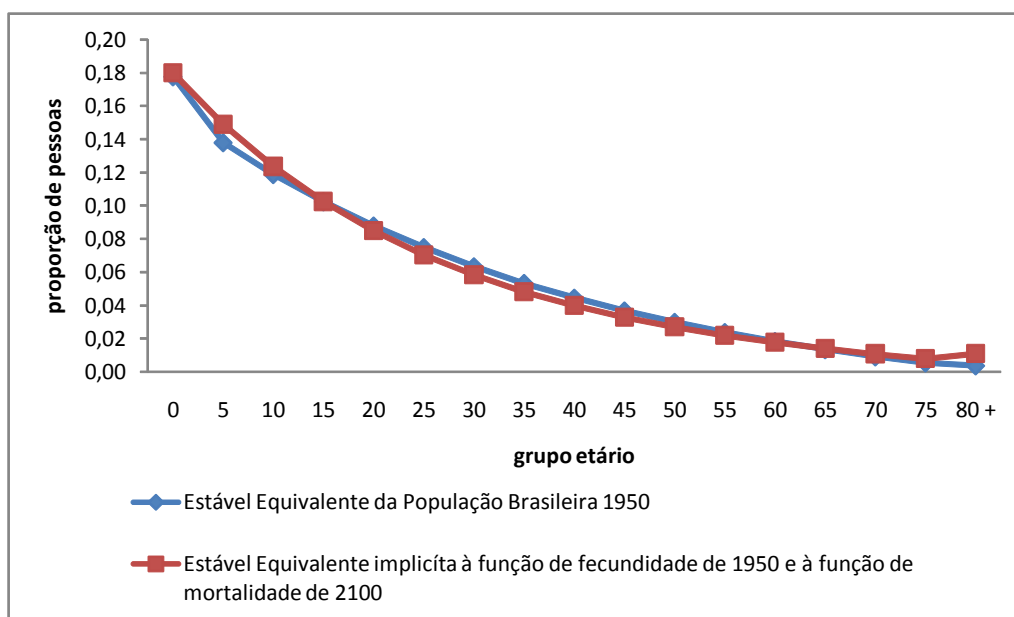
rejuvenescendo. Somente com base na idade média populacional ( $A_p$ ) e no índice de idosos, é possível perceber que o declínio da mortalidade terá um pequeno efeito envelhecedor sobre a estrutura etária da população brasileira, uma vez que ambos indicadores apresentarão um pequeno ganho em seus valores. Os ganhos que esses indicadores sofrerão devido à queda da fecundidade serão muito mais expressivos do que os ganhos provenientes da queda da mortalidade.

**TABELA 2.2.10 – Efeito puro da mortalidade sobre estrutura etária brasileira**

| idade            | Estrutura Etária |                            |           |
|------------------|------------------|----------------------------|-----------|
|                  | 1950             | fec. (1950) e mort. (2100) | diferença |
| 0                | 0,1778           | 0,1800                     | 0,0022    |
| 5                | 0,1380           | 0,1490                     | 0,0110    |
| 10               | 0,1189           | 0,1236                     | 0,0047    |
| 15               | 0,1025           | 0,1025                     | 0,0000    |
| 20               | 0,0878           | 0,0849                     | -0,0029   |
| 25               | 0,0747           | 0,0703                     | -0,0044   |
| 30               | 0,0632           | 0,0583                     | -0,0050   |
| 35               | 0,0532           | 0,0482                     | -0,0050   |
| 40               | 0,0444           | 0,0399                     | -0,0045   |
| 45               | 0,0366           | 0,0329                     | -0,0037   |
| 50               | 0,0297           | 0,0270                     | -0,0028   |
| 55               | 0,0236           | 0,0220                     | -0,0017   |
| 60               | 0,0182           | 0,0177                     | -0,0005   |
| 65               | 0,0134           | 0,0140                     | 0,0007    |
| 70               | 0,0090           | 0,0108                     | 0,0018    |
| 75               | 0,0054           | 0,0080                     | 0,0026    |
| 80 +             | 0,0036           | 0,0111                     | 0,0075    |
| $A_p$            | 22,86            | 22,95                      |           |
| índice de idosos | 0,0585           | 0,0792                     |           |

Fonte dos dados básicos: (a) função de mortalidade para 1950: CELADE. Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (b) função de fecundidade para 1950 e 2100: Frias e Carvalho (1994). (c) função de mortalidade para 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

### GRÁFICO 2.2.5 – Efeito puro da mortalidade sobre estrutura etária brasileira



Fonte dos dados básicos: (a) função de mortalidade para 1950: CELADE. Observatório Demográfico N.º.4, out. de 2007. (b) função de fecundidade para 1950 e 2100: Frias e Carvalho (1994). (c) função de mortalidade para 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

A TAB. 2.2.11 apresenta um resumo do efeito puro do declínio da fecundidade e da mortalidade sobre os parâmetros demográficos - TBN, TBM e  $r$  -, considerando a direção e a magnitude deste efeito. O efeito da queda da mortalidade e da fecundidade sobre a TBN é negativo. No entanto, o efeito do declínio da fecundidade sobre a TBN é 16 vezes maior do que a redução da mortalidade. Por outro lado, as variações em tais componentes apresentam efeitos contrários sobre os outros dois parâmetros. Na TBM, o efeito absoluto do declínio da mortalidade é mais expressivo do que o efeito absoluto da fecundidade, uma vez que o declínio da mortalidade reduz o numerador (número de óbitos) dessa taxa e aumenta o seu denominador, ao passo que a redução da fecundidade apenas reduz o denominador da TBM. Com relação à taxa intrínseca de crescimento, o efeito da queda da fecundidade é negativo e mais expressivo em termos relativos do que o efeito do declínio da mortalidade que é positivo, ou seja, a redução das TEF's de 1950 para 2100 apresentará um impacto maior sobre  $r$  do que a redução das TEM's. Em uma população estável,  $r$  é determinado pela taxa de crescimento dos nascimentos, e a queda da fecundidade tem um impacto direto sobre o número de nascimentos. Nesse sentido, é coerente que o efeito da variação da fecundidade sobre  $r$  seja mais



expressivo do que o efeito da mudança não neutra na mortalidade, que afeta de forma distinta os grupos etários.

**TABELA 2.2.11 – Resumo da variação dos parâmetros demográficos com relação ao efeito puro do declínio da fecundidade e da mortalidade**

| Parâmetros Populacionais           | Efeito puro da fecundidade | Efeito puro da mortalidade |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Taxa Bruta de Natalidade - TBN     | -91%                       | -6%                        |
| Taxa Bruta de Mortalidade - TBM    | 73%                        | -85%                       |
| Taxa de crescimento intrínseca - r | -179,78%                   | 37,01%                     |

Fonte dos dados básicos: (a) população 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950: CELADE, Observatório Demográfico N°4, out. de 2007. (c) função de fecundidade 1950: Frias e Carvalho (1994). (d) dados de 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

Cabe ressaltar que o principal objetivo deste capítulo é determinar os fatores responsáveis pela mudança de longo prazo da estrutura etária brasileira, determinando qual componente da dinâmica demográfica teve um papel mais significativo. Diante das análises aqui realizadas, pode-se inferir que o efeito puro acumulado das mudanças na fecundidade apresentará um papel definidor no processo de envelhecimento populacional brasileiro, ao longo dos 150 anos necessários para a população brasileira alcançar uma nova condição de quase-estabilidade. Por outro lado, o efeito puro acumulado das mudanças na mortalidade, ao longo de todo esse período, evidencia o papel secundário desse componente sobre o envelhecimento populacional brasileiro, uma vez que, apesar das mudanças ocorrerem de forma não neutra, estas impactarão pouco a estrutura etária brasileira. Tal constatação, de fato, corrobora a intuição da maioria dos demógrafos em relação ao papel principal das mudanças na fecundidade sobre o processo de envelhecimento da estrutura etária brasileira.

Entretanto, essa análise de longo prazo apenas informa o efeito acumulado das mudanças em tais componentes sobre a estrutura etária, não permitindo verificar se durante toda a transição de uma condição de quase-estabilidade para outra tais variações apresentarão papéis distintos aos encontrados nesta análise. Portanto, ainda é necessário analisar o papel de cada um desses componentes ao longo dos períodos de desvio da estabilidade para estimar o efeito de cada um desses componentes nas distintas fases da transição demográfica brasileira.

Assim, no próximo capítulo apresento tal análise, sob diferentes óticas metodológicas.

### **3 FATORES RESPONSÁVEIS PELAS MUDANÇAS NA ESTRUTURA ETÁRIA BRASILEIRA DURANTE O PERÍODO DE DESVIO DA ESTABILIDADE**

O modelo de população estável não tem utilidade prática para captar as condições que são responsáveis pela mudança da estrutura etária brasileira ao longo das distintas fases da transição demográfica, uma vez que as funções de fecundidade e mortalidade não são constantes durante esse período. No entanto, existem métodos alternativos que permitem identificar tais fatores com base na análise de curto prazo, que independe da condição de estabilidade. Neste capítulo, apresento a teoria de dois métodos de decomposição da variação da idade média populacional: um em função das taxas brutas de natalidade e mortalidade, e o outro em função das taxas específicas de crescimento (Preston et al, 1989). Em seguida, apresento os resultados da aplicação de tais métodos aos dados da população brasileira para os períodos quinquenais compreendidos entre 1950 e 2100. Cabe ressaltar que a população brasileira é considerada fechada no decorrer desses 150 anos, uma vez que os fluxos migratórios internacionais não foram significativos durante os períodos observados, e a migração não foi incorporada na projeção.

#### **3.1 Decomposição da variação da idade média populacional em função das taxas brutas de natalidade e mortalidade**

O envelhecimento populacional pode ser mensurado de formas alternativas e uma delas é por meio da variação da idade média populacional. A idade média é altamente correlacionada com os outros indicadores da idade de uma população, como a proporção de idosos ou a proporção de crianças, já que é ponderada pela própria estrutura etária. No entanto, pelo fato da média populacional ser uma medida resumo da estrutura etária, duas populações distintas podem apresentar um mesmo valor para essa medida, porém estruturas etárias diferentes. Por isso, quando se deseja comparar as características das populações a partir da média, é necessário analisar também as medidas de dispersão. Porém, este estudo não

objetiva comparar populações e, sim, observar a variação da estrutura etária brasileira em função das mudanças nas taxas específicas de fecundidade e mortalidade. É muito difícil ocorrer mudanças na estrutura etária de uma população, decorrentes das variações na fecundidade na mortalidade, que mantenham a idade média constante, uma vez que as variações na fecundidade influenciam somente a idade zero, e as mudanças na mortalidade normalmente não ocorrem de forma neutra. Nesse sentido, a variação da idade média populacional é uma medida simples e suficiente para indicar se a população brasileira está envelhecendo ou não.

O método proposto por Preston et al (1989) demonstra formalmente que a variação da idade média populacional depende do envelhecimento natural e das taxas brutas de mortalidade e natalidade. Esses autores propõem uma decomposição da variação da idade média populacional em função desses três elementos. O envelhecimento natural de uma população fechada ocorre quando a população envelhece no mesmo ritmo que o tempo passa: se ninguém nasce e ninguém morre, toda população fechada está sujeita a envelhecer naturalmente um ano a cada ano calendário. Desse modo, a variação anual da idade média de uma população nessas condições seria igual a 1 ano. Os nascimentos apresentam um efeito contrário ao processo de envelhecimento natural, na medida em que os nascimentos aumentam o número de pessoas na idade zero, tendo como consequência um efeito negativo sobre a idade média populacional. Em geral, os óbitos também apresentam um efeito rejuvenescedor sobre a idade da população, uma vez que, na maioria dos casos, as pessoas morrem com idades acima da idade média populacional. Isso significa que as mortes retiram da população as pessoas que contribuiriam para o seu envelhecimento.

Esses três elementos foram agrupados em uma única equação que expressa a taxa de mudança na idade média de uma população fechada por unidade de tempo:

$$dA_p/dt = 1 - d(A_D - A_p) - (b \times A_p) \quad (12)^{22}$$

Onde  $A_p$  é a idade média da população,  $A_D$  é a idade média à morte,  $b$  é a taxa bruta de natalidade da população (nascimentos por pessoas-ano vivido),  $d$  é a taxa bruta de mortalidade da população (número de óbitos por pessoas-ano vivido), e  $dA_p/dt$  é a derivada da idade média da população em relação a uma unidade de tempo.

O envelhecimento natural é representado pelo número 1 que aparece na equação, visto que a população envelhece um ano a cada ano calendário, na ausência de eventos vitais. O efeito dos nascimentos é proveniente do produto entre a idade média da população e a intensidade dos nascimentos (TBN). Por outro lado, o efeito da mortalidade depende da intensidade dos óbitos (TBM) e da seletividade da mortalidade, dado pela diferença entre a idade média à morte e a idade média populacional.

A idade média populacional consiste na soma de todas as idades ponderada pela proporção de pessoas em cada uma delas. No caso dos dados agregados em grupos etários quinquenais, essa medida pode ser calculada a partir da soma das idades médias dos grupos etários ponderada pela proporção de pessoas em cada um deles. Supondo que os indivíduos estão distribuídos uniformemente dentro de cada intervalo etário, uma boa estimativa para a idade média de cada grupo etário é o ponto médio do intervalo.

O procedimento de cálculo da idade média à morte é o mesmo da idade média populacional, porém os indivíduos devem ser substituídos pelos óbitos. Para os dados agregados em grupos quinquenais, a idade média à morte é obtida por meio da multiplicação da proporção de óbitos em cada grupo pelo ponto médio de cada grupo etário, sob a suposição de que os óbitos são distribuídos uniformemente dentro de cada intervalo etário.

---

<sup>22</sup> Para maiores informações sobre a derivação dessa equação, consultar o apêndice de Preston et al (1989)

De acordo com a EQ. 12, se a variação da idade média populacional é positiva, em uma população fechada, isso significa que os processos vitais não são intensos o suficiente para impedir o processo de envelhecimento populacional. Por outro lado, quando os efeitos dos nascimentos e dos óbitos são intensos o suficiente para rejuvenescer a população, a variação da idade média é negativa.

Em populações estáveis, a idade média populacional não sofre variações ( $dA_p/dt = 0$ ) visto que as taxas fixas de fecundidade e mortalidade mantêm constante a estrutura etária da população a cada período. No caso mais específico das populações estacionárias, a EQ. 12 pode ser reduzida para a EQ. 13, uma vez que a TBN (b) é igual a TBM (d):

$$dA_p/dt = 1 - (d \times A_D) \quad (13)$$

A população estacionária é uma população estável com taxa de crescimento igual a zero, ou seja, a população é constante em todos os períodos e, por isso, a idade média populacional também não deve variar. Dessa forma, o valor  $d \times A_D$  deve ser igual a 1, portanto a TBM é o inverso da idade média à morte nesse caso específico.

Preston et al (1989) demonstram que também é possível verificar, em populações abertas, se a migração influencia a variação da idade média ao complementar a versão da EQ. 12 da seguinte forma:

$$dA_p/dt = 1 - bA_p - d(A_D - A_p) - i(A_p - A_I) - o(A_o - A_p) \quad (14)$$

Onde  $i$  é a taxa de imigração,  $o$  é a taxa de emigração,  $A_I$  é a idade média dos imigrantes, e  $A_o$  é a idade média dos emigrantes.

Desse modo, em populações abertas é possível decompor a variação da idade média em função dos três componentes demográficos – fecundidade, mortalidade e migração. O efeito da imigração é dado pelo produto entre a intensidade da imigração (taxa bruta de imigração) e a seletividade da idade à migração. Quando a idade média dos imigrantes é maior do que a idade média populacional, significa que estão entrando, em média, pessoas com idades mais elevadas do que a idade média populacional. Portanto, o efeito desse fluxo é positivo para a

variação da idade média populacional, contribuindo, assim, para o envelhecimento. Por outro lado, quando  $A_I$  é menor que  $A_p$ , o efeito do fluxo sobre a variação da idade média populacional é negativo, uma vez que os imigrantes contribuem para o rejuvenescimento da população.

Com relação ao efeito da emigração, a intensidade da emigração (taxa bruta de emigração) em conjunto com a seletividade da idade à emigração é que possibilita defini-la. Se os emigrantes têm, em média, uma idade superior à idade média populacional, o efeito da emigração é negativo sobre a variação da idade média populacional, uma vez que o peso das idades acima da idade média é decrementado com a saída dos indivíduos. Quando  $A_o$  é menor que  $A_p$ , o efeito da emigração é positivo, uma vez que a saída de indivíduos mais jovens da população leva ao envelhecimento populacional.

No entanto, como já mencionado na introdução do capítulo, a população brasileira, durante o período de estudo, é considerada fechada. Assim, apenas a EQ. 12 é aplicada nesta análise.

### 3.1.1 Fonte de Dados

Os dados sobre a população brasileira<sup>23</sup>, os nascimentos<sup>24</sup> e as funções de mortalidade<sup>25</sup>, para o período de 1950 a 2000, foram coletados dos dados disponibilizados pelo CELADE. É importante ressaltar que várias fontes de dados<sup>26</sup> foram testadas neste estudo, uma vez que, teoricamente, a variação da idade média estimada pelas taxas brutas de natalidade e mortalidade deve ser

---

<sup>23</sup> OBSERVATÓRIO DEMOGRÁFICO (2007b)

<sup>24</sup> OBSERVATÓRIO DEMOGRÁFICO (2007b)

<sup>25</sup> OBSERVATÓRIO DEMOGRÁFICO (2007a)

<sup>26</sup> Nações Unidas, IBGE, DATASUS, CELADE entre outras fontes específicas para as funções de mortalidade.

idêntica à variação da idade média observada. Por meio da diferença entre essas duas medidas foi possível verificar qual fonte de dados se aproximava mais da contabilidade desejada. Nesse sentido, os dados do CELADE demonstraram ser os mais adequados às análises propostas, uma vez que apresentaram a menor diferença entre essas duas medidas, se comparados às outras fontes de dados, ao longo de todo o período entre 1950 e 2000.

A partir de 2000, os dados da população brasileira, dos nascimentos e funções de mortalidade foram extraídos da projeção calculada pelo *Cedepiar*, cenário BR2.

A maior limitação deste estudo diz respeito à confiabilidade dos dados antigos, uma vez eles estão sujeitos a vários erros como: sub-registro dos óbitos e dos nascimentos, má declaração da idade da população e deficiência da cobertura censitária. Entretanto, os erros de sub-registro devem ser desconsiderados nesta análise, na medida em que técnicas indiretas foram aplicadas pelo CELADE aos dados de nascimentos e óbitos para corrigi-los. Já os erros de má declaração de idade devem ser considerados, já que influenciam a estrutura etária<sup>27</sup>. Com relação aos erros de cobertura, é importante ressaltar que os dados censitários disponibilizados pelo CELADE também foram corrigidos. Porém, a correção de nível de cobertura censitária é feita de modo que o mesmo fator de correção é aplicado para ambos os sexos e em todos os grupos etários, ou seja, todos os grupos são corrigidos por uma mesma constante (Campos e Carvalho, 2006). Como existe a seletividade<sup>28</sup> por idade nos erros de cobertura, essa correção não resolve o problema de sub-enumeração para a estrutura etária. Nesse sentido, é

---

<sup>27</sup> Os erros sistemáticos que podem ser encontrados nas declarações de idade derivam, principalmente, das falhas de memória ou das informações imprecisas dos informantes. A declaração da idade presumida ou da data de nascimento dos indivíduos sofre com imprecisões nas lembranças e, por isso, tendem, com certa frequência, a ser um múltiplo de 10, devido à preferência pelos dígitos 0 e 5 (Horta, 2005). Outro erro nas informações censitárias é o exagero da idade dos idosos, principalmente dos centenários, por parte do informante (Coale & Caselli, 1990; Preston, Elo & Stewart, 1999; Gomes & Turra, 2008). Entretanto a população e as tábuas de mortalidade utilizadas neste estudo são finalizadas em 80 anos e mais, o que minimiza bastante a influência desses erros sobre as medidas que dependem da estrutura etária.

<sup>28</sup> É comum a sub-enumeração de crianças nas estimativas populacionais, principalmente aquelas de 0 a 1 ano. Crianças nessa idade, frequentemente, deixam de ser reportadas pelo indivíduo que responde a pesquisa por motivo de esquecimento.



importante reconhecer que os erros de má declaração de idade e os erros de subenumeração podem influenciar os resultados e que, por isso, é essencial considerá-los nesta análise. Além disso, também é importante considerar que a projeção adotada neste estudo pode não representar, fielmente, a realidade que o Brasil viverá. Entretanto, apesar de tais incertezas e dos possíveis erros dos dados antigos, todas as análises propostas neste capítulo são válidas como um exercício metodológico. Mas isso não significa que os resultados encontrados não são relevantes para sugerir o papel de cada componente demográfico ao longo do processo de envelhecimento populacional brasileiro.

### 3.1.2 Resultados

Inicialmente, calculei a idade média populacional brasileira ( $Ap$ )<sup>29</sup>, para cada ano quinquenal, como uma estimativa de idade média observada. A partir desses valores, obtive a variação da idade média observada para os períodos quinquenais da seguinte forma:

$$[Ap(x+5) - Ap(x)]/5 \quad (15)$$

Onde  $Ap(x)$  representa a idade média populacional do ano  $x$ .

Para encontrar a variação da idade média populacional a partir da decomposição proposta por Preston et al (1989), foi necessário estimar também a idade média

---

<sup>29</sup> Os dados populacionais do CELADE e a projeção do *Cedeplar* estão desagregados em grupos quinquenais até 79 anos, apresentando como o intervalo etário aberto 80 anos e mais. Como grupo aberto não tem ponto médio, uma alternativa para encontrar a idade média populacional é desagregar esse grupo. Com base nas estimativas e projeções populacionais das Nações Unidas, para o Brasil de 1950 a 2050, desagreguei o grupo aberto dos dados do CELADE em grupos quinquenais até 100 anos e mais, multiplicando a proporção de pessoas nos últimos grupos etários (80-84, 85-89, 90-94, 95-99, 100 e mais) em relação ao grupo de 80 anos e mais (dados das NU) pelo último grupo etário dos dados do CELADE e da projeção do *Cedeplar*. Para os anos a partir de 2050, os dados foram desagregados utilizando as proporções calculadas para o ano de 2050 pelas NU. A idade média do grupo etário 100 anos e mais é 105 anos. Essa decisão pode parecer arbitrária, porém cabível, uma vez que o número de pessoas que alcançam a idade 100 anos e mais, mesmo para os últimos períodos da projeção, é consideravelmente pequeno. No ano de 2100, por exemplo, somente 0,36% da população alcançará essa idade. Nesse sentido, o valor escolhido como idade média desse grupo influencia muito pouco  $Ap$ .

populacional e a idade média à morte<sup>30</sup> para cada período quinquenal analisado. As taxas brutas de mortalidade e natalidade, para os períodos entre 1950 e 2000, foram extraídas das estimativas do CELADE, ao passo que, para os períodos de projeção, essas taxas foram calculadas. A TAB. 3.1.1 reporta os dados e os resultados da aplicação desse método.

---

<sup>30</sup> Os óbitos foram estimados pela multiplicação da função de mortalidade (TEM's) pela população em cada período. O último grupo etário dos óbitos também é 80 anos e mais. Neste caso, a solução encontrada foi utilizar a soma de 80 anos com a esperança de vida a partir dessa idade como uma estimativa da idade média desse último intervalo etário. A esperança de vida a partir dos 80 anos representa o tempo médio a ser vivido pelo indivíduo que alcançou essa idade, ou o tempo médio de contribuição desse indivíduo até a sua morte.

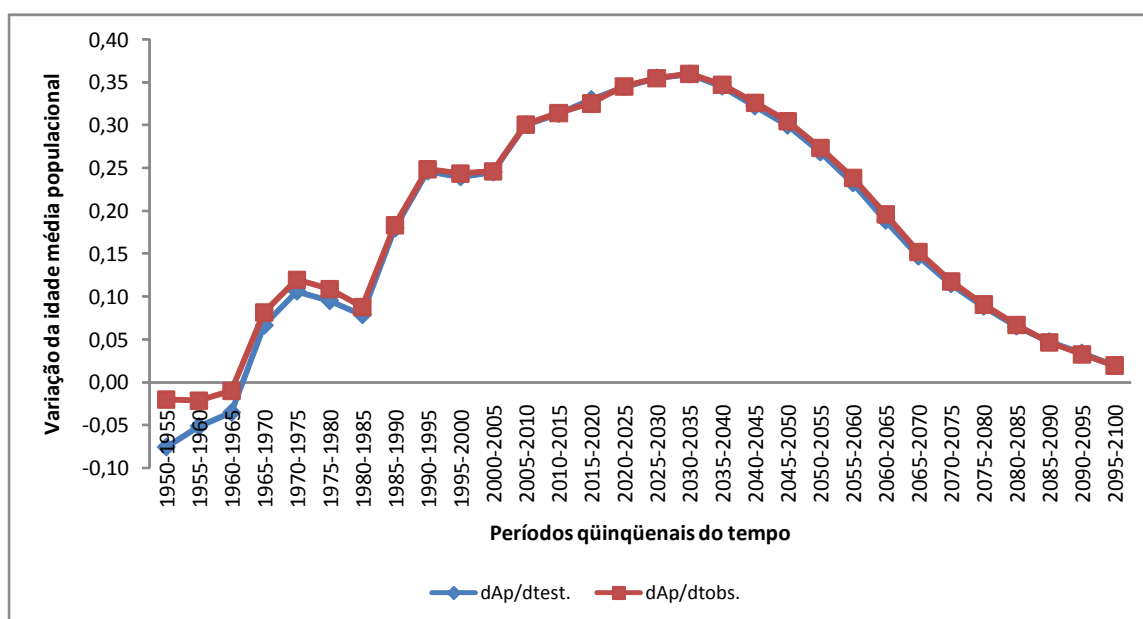
TABELA 3.1.1 – Decomposição da variação da idade média populacional brasileira, 1950 a 2100

| Período                     | Taxa bruta de natalidade | Idade média populacional | Efeito rejuvenecedor dos nascimentos | Taxa bruta de mortalidade | Idade média à morte | Seletividade da mortalidade | Efeito rejuvenecedor dos óbitos | Variação da idade média populacional estimada | Variação da idade média populacional observada | Diferença entre a idade média estimada e observada |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|---|--|--|
|                             | TBN(b)                   | Ap                       | b*Ap                                 | TBM(d)                    | Ad                  | (Ad-Ap)                     | d*(Ad-Ap)                       | dAp/dt <sup>est.</sup>                        | dAp/dt <sup>obs.</sup>                         | dAp(obs-est)/obs                                   |
| 1950-1955                   | 0,0440                   | 23,41                    | 1,0304                               | 0,0154                    | 26,34               | 2,93                        | 0,0451                          | -0,07550                                      | -0,01998                                       | -2,77844   |
| 1955-1960                   | 0,0430                   | 23,30                    | 1,0027                               | 0,0139                    | 26,80               | 3,50                        | 0,0487                          | -0,05140                                      | -0,02105                                       | -1,44133   |
| 1960-1965                   | 0,0421                   | 23,23                    | 0,9767                               | 0,0125                    | 27,90               | 4,68                        | 0,0584                          | -0,03511                                      | -0,00944                                       | -2,72044   |
| 1965-1970                   | 0,0369                   | 23,41                    | 0,8644                               | 0,0110                    | 29,70               | 6,29                        | 0,0692                          | 0,06648                                       | 0,08180  | 0,18722  |
| 1970-1975                   | 0,0337                   | 23,92                    | 0,8062                               | 0,0099                    | 32,76               | 8,85                        | 0,0876                          | 0,10622                                       | 0,12011  | 0,11566  |
| 1975-1980                   | 0,0326                   | 24,49                    | 0,7970                               | 0,0091                    | 36,34               | 11,85                       | 0,1078                          | 0,09514                                       | 0,10910  | 0,12794  |
| 1980-1985                   | 0,0308                   | 24,98                    | 0,7698                               | 0,0083                    | 43,22               | 18,24                       | 0,1514                          | 0,07874                                       | 0,08821  | 0,10735  |
| 1985-1990                   | 0,0263                   | 25,66                    | 0,6749                               | 0,0074                    | 45,31               | 19,65                       | 0,1454                          | 0,17971                                       | 0,18333  | 0,01978  |
| 1990-1995                   | 0,0226                   | 26,74                    | 0,6051                               | 0,0068                    | 48,59               | 21,85                       | 0,1486                          | 0,24627                                       | 0,24905  | 0,01115  |
| 1995-2000                   | 0,0216                   | 27,97                    | 0,6041                               | 0,0065                    | 52,00               | 24,03                       | 0,1562                          | 0,23968                                       | 0,24380  | 0,01689  |
| 2000-2005                   | 0,0189                   | 29,43                    | 0,5564                               | 0,0068                    | 58,58               | 29,15                       | 0,1984                          | 0,24528                                       | 0,24634  | 0,00427  |
| 2005-2010                   | 0,0162                   | 30,79                    | 0,4997                               | 0,0066                    | 61,22               | 30,43                       | 0,1998                          | 0,30057                                       | 0,30091  | 0,00113  |
| 2010-2015                   | 0,0149                   | 32,33                    | 0,4824                               | 0,0065                    | 63,86               | 31,53                       | 0,2042                          | 0,31346                                       | 0,31446  | 0,00317  |
| 2015-2020                   | 0,0136                   | 33,92                    | 0,4603                               | 0,0065                    | 66,22               | 32,30                       | 0,2098                          | 0,32988                                       | 0,32535  | -0,01391   |
| 2020-2025                   | 0,0123                   | 35,60                    | 0,4365                               | 0,0066                    | 68,54               | 32,95                       | 0,2189                          | 0,34462                                       | 0,34544  | 0,00236  |
| 2025-2030                   | 0,0110                   | 37,35                    | 0,4115                               | 0,0069                    | 70,94               | 33,59                       | 0,2334                          | 0,35511                                       | 0,35500  | -0,00032   |
| 2030-2035                   | 0,0099                   | 39,13                    | 0,3881                               | 0,0074                    | 73,33               | 34,20                       | 0,2523                          | 0,35960                                       | 0,35991  | 0,00084  |
| 2035-2040                   | 0,0093                   | 40,90                    | 0,3809                               | 0,0079                    | 75,64               | 34,75                       | 0,2738                          | 0,34528                                       | 0,34744  | 0,00623  |
| 2040-2045                   | 0,0089                   | 42,58                    | 0,3810                               | 0,0084                    | 77,86               | 35,28                       | 0,2967                          | 0,32224                                       | 0,32633  | 0,01254  |
| 2045-2050                   | 0,0086                   | 44,17                    | 0,3813                               | 0,0089                    | 79,93               | 35,76                       | 0,3189                          | 0,29983                                       | 0,30447  | 0,01527  |
| 2050-2055                   | 0,0081                   | 45,62                    | 0,3702                               | 0,0102                    | 80,92               | 35,30                       | 0,3612                          | 0,26865                                       | 0,27369  | 0,01843  |
| 2055-2060                   | 0,0077                   | 46,90                    | 0,3612                               | 0,0116                    | 81,89               | 34,99                       | 0,4063                          | 0,23249                                       | 0,23891  | 0,02690  |
| 2060-2065                   | 0,0074                   | 47,99                    | 0,3564                               | 0,0130                    | 82,94               | 34,94                       | 0,4548                          | 0,18882                                       | 0,19598  | 0,03654  |
| 2065-2070                   | 0,0073                   | 48,87                    | 0,3552                               | 0,0143                    | 83,78               | 34,91                       | 0,4977                          | 0,14714                                       | 0,15251  | 0,03516  |
| 2070-2075                   | 0,0072                   | 49,55                    | 0,3551                               | 0,0152                    | 84,34               | 34,79                       | 0,5302                          | 0,11472                                       | 0,11817  | 0,02920  |
| 2075-2080                   | 0,0071                   | 50,08                    | 0,3545                               | 0,0161                    | 84,75               | 34,67                       | 0,5568                          | 0,08870                                       | 0,09101  | 0,02545  |
| 2080-2085                   | 0,0070                   | 50,48                    | 0,3533                               | 0,0168                    | 85,14               | 34,66                       | 0,5812                          | 0,06550                                       | 0,06734  | 0,02726  |
| 2085-2090                   | 0,0069                   | 50,77                    | 0,3520                               | 0,0173                    | 85,44               | 34,68                       | 0,6005                          | 0,04747                                       | 0,04668  | -0,01684   |
| 2090-2095                   | 0,0069                   | 50,96                    | 0,3513                               | 0,0177                    | 85,65               | 34,68                       | 0,6146                          | 0,03416                                       | 0,03281  | -0,04129   |
| 2095-2100                   | 0,0069                   | 51,10                    | 0,3513                               | 0,0180                    | 85,98               | 34,88                       | 0,6289                          | 0,01986                                       | 0,01983  | -0,00111   |
| <b>Variação total de Ap</b> |                          | <b>27,69</b>             |                                      |                           |                     |                             |                                 | <b>26,37</b>                                  |  |  |

Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N.º.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N.º.4, out. de 2007. (d) dados de 2000 - 2100: Projeção Cedeplar Cenário BR2

Antes de proceder à discussão dos resultados, é essencial analisar a diferença entre a variação da idade média populacional estimada pelas taxas brutas de natalidade e de mortalidade e a variação da idade média populacional observada, uma vez que, teoricamente, ambas as medidas devem ser idênticas. O GRAF. 3.1.1 apresenta a evolução dessas medidas ao longo do tempo.

**GRÁFICO 3.1.1 - Variação da idade média populacional observada e estimada em função da TBN e TBM, Brasil, 1950-2100**



Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N.º.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N.º.4, out. de 2007. (d) dados de 2000 - 2100: Projeção *Cedeplar* - Cenário BR2

Entretanto, as duas curvas apresentam um distanciamento em alguns pontos no tempo. De acordo com o GRAF. 3.1.1 e com a última coluna da TAB. 3.1.1, percebe-se que essa diferença é visível nos períodos entre 1950 e 1985 sendo mais acentuada nos primeiros períodos, 1950-1955, 1955-1960, e 1960-1965. Desse modo, é necessário apontar as possíveis explicações para essa diferença.

A primeira hipótese é de que parte desse distanciamento possa ser explicada pelo efeito da migração que não foi incorporado na análise, visto que a população brasileira foi considerada fechada durante todo o período de estudo. Sendo assim, é importante conhecer, brevemente, a história da migração internacional no Brasil para fundamentar essa hipótese.

De acordo com Beltrão e Camarano (1997), a migração internacional no Brasil era significativa até os anos de 1930 em função dos altos fluxos de imigrantes. No período entre 1930 e 1980, a população brasileira passou a ser considerada fechada devido aos baixos fluxos migratórios. Somente a partir da década de 1980 o país experimentou novos fluxos de migração internacional. Entretanto, o saldo migratório – SM - (diferença entre imigrantes e emigrantes) deixou de ser positivo na medida em que o número de emigrantes passou a ser maior do que o de imigrantes. Carvalho (1996) afirma que, entre 1980 e 1990, o Brasil experimentou uma perda líquida de aproximadamente 1,6% da população com mais de 10 anos de idade, sendo que a maioria dos emigrantes era do sexo masculino (razão de sexo dos emigrantes foi igual a 1,40). Na década de 1990, de acordo com os estudos de Carvalho e Campos (2006), o SM internacional do Brasil foi consideravelmente menor do que na década anterior, mas permaneceu negativo, uma vez que o número de emigrantes brasileiros continuou mais elevado do que o número de imigrantes. A redução da perda líquida populacional do Brasil, da década de 1980 para a de 1990, se deve principalmente à queda da emigração de brasileiros para o exterior. Além disso, na década de 1990 as perdas foram mais equilibradas entre homens e mulheres, apresentando uma razão de sexo igual a 1,1.

Por conseguinte, a hipótese de que o efeito da migração explica parte do distanciamento das curvas, é aceitável apenas a partir dos anos 1980, visto que, para os anos anteriores considerados neste estudo, o país apresentou SM próximos de zero. No entanto, é importante destacar que SM igual a zero não implica, necessariamente, impacto nulo sobre a estrutura etária, uma vez que os fluxos podem ser intensos e os perfis etários distintos. É extremamente necessário conhecer o perfil etário dos imigrantes e emigrantes para avaliar o impacto da migração internacional sobre a estrutura etária brasileira. Como o Brasil apresentou fluxos migratórios muito pequenos no período de 1930 a 1980, a população pode ser considerada fechada nesse período, pois independente do perfil etário desses fluxos, a magnitude deles não seria capaz de influenciar a estrutura etária brasileira.

Para averiguar se a migração, a partir da década de 1980, influencia a variação da idade média populacional, é necessário conhecer o perfil etário dos fluxos migratórios. No entanto, ainda não foram realizados estudos para o Brasil que fornecessem essa informação, uma vez que os dados sobre migração internacional são escassos. Os estudos que mensuram a migração internacional no Brasil calculam o SM utilizando técnicas indiretas. Em geral, o SM internacional é obtido pela diferença entre a população residente e a população fechada esperada. Nos estudos de Carvalho (1996), Beltrão e Camarano (1997) e Carvalho e Campos (2006), os SM internacionais do Brasil foram calculados por grupo etário. Como o SM não é obtido de forma direta, isto é, pela diferença entre os fluxos de imigrantes e emigrantes, essa medida não permite calcular o perfil etário de cada fluxo migratório, mas possibilita estimar, pelo menos, a direção do efeito da migração sobre a variação da idade média estimada. Para isso, foi necessário supor que o SM positivo tem papel similar ao da imigração, na EQ. 14, ao passo que o SM negativo é semelhante ao papel da emigração nessa equação. É importante ressaltar que essas suposições somente foram feitas para viabilizar o cálculo de uma medida que, ao menos, fornecesse a direção do efeito da migração sobre o envelhecimento populacional brasileiro. Não cabe considerar o valor absoluto desse efeito, uma vez que o SM negativo ou o SM positivo não representa fielmente os fluxos emigrantes e imigrantes, respectivamente.

Por meio dos SM disponibilizados pelos estudos de Beltrão e Camarano (1997) e Carvalho e Campos (2006), foi possível inferir qual é a direção do efeito da migração sobre a variação da idade média populacional estimada nos períodos 1980-1990 e 1990-2000<sup>31</sup>. Em ambos os períodos, o efeito da migração ( $-i(A_p - A_I) - o(A_o - A_p)$ ) foi positivo sobre a variação da idade média populacional estimada. Para o período analisado, a variação da idade média populacional estimada foi menor do que a variação da idade média populacional observada. Nesse sentido, se a migração fosse incorporada na análise, a diferença entre essas duas medidas reduziria, uma vez que o efeito da migração aumentaria a

---

<sup>31</sup> Os resultados desses cálculos estão disponíveis nas tabelas A4 e A5, em anexo.

variação de  $A_p$  estimada. Portanto, a hipótese de que a migração pode explicar parte da diferença entre as curvas, para os períodos entre 1980 e 2000, é plausível. No entanto, não é possível determinar o valor desse impacto.

A segunda hipótese é de que parte desse distanciamento possa ser explicada pelos erros inerentes aos dados antigos sobre população, nascimentos e óbitos. No que diz respeito à cobertura censitária, várias análises, como a Pesquisa de Avaliação da Cobertura de Coleta Censitária realizada pelo IBGE, indicam uma sensível melhora da cobertura do Censo de 2000 com relação ao de 1991 (Carvalho e Campos, 2006). Diante disso, é coerente supor que a cobertura censitária vem se aprimorando ao longo do tempo. Portanto, tal fato também pode ser uma explicação para a redução da diferença entre a variação da idade média populacional observada e a estimada ao longo do tempo. Com relação aos erros de declaração de idade, Horta (2005) evidenciou, em seus estudos, uma progressiva melhora das informações de idade, ao longo dos censos demográficos brasileiros subsequentes ao Censo de 1970. Assim, a redução dos erros de má declaração de idade também é uma possível explicação para a aproximação das curvas ao longo dos anos observados.

Apesar das correções de sub-registro para os óbitos e os nascimentos realizadas pelo CELADE, é importante reconhecer que tais correções também estão sujeitas a incertezas. Além disso, os óbitos estão sujeitos a erros de declaração de idade que afetam diretamente o valor da idade média à morte. Entretanto, não se conhece a direção desses erros e somente estudos mais detalhados podem sugeri-la, no caso do Brasil, para cada grupo de idade. Quanto mais antigos são os dados, maiores são as incertezas, uma vez que o registro e a qualidade das informações vêm melhorando. Nesse sentido, não se pode desconsiderar a possibilidade de que as funções de mortalidade estimadas pelo CELADE também apresentem imprecisões que podem explicar parte da diferença entre as curvas da variação da idade média populacional estimada e a observada.

Dentre as hipóteses apresentadas, os erros inerentes aos dados antigos parecem ser as explicações mais plausíveis para a diferença entre a variação da idade média populacional estimada e a variação da idade média populacional observada, principalmente nos três primeiros períodos. Isso porque tais erros

afetam diretamente as funções que compõem a equação proposta por Preston et al (1989) e a correção desses erros teria como consequência a redução da diferença entre as curvas. O efeito da migração somente ajudaria a explicar parte do distanciamento das curvas a partir da década de 1980; mas, nesse período, a diferença é muito pequena e a migração internacional é pouco expressiva.

É importante reconhecer que esse distanciamento também é explicado, principalmente ao longo do período de projeção, pelo fato dos dados estarem agregados em grupos etários quinquenais, visto que a agregação limita os cálculos dos componentes da equação proposta por Preston et al (1989). Teoricamente, esses componentes deveriam ser calculados com dados desagregados. Além disso, as formas de estimar a idade média do intervalo etário aberto, para calcular a idade média populacional e a idade média à morte, também explicam parte dessa diferença.

Outra informação que o GRAF. 3.1.1 nos fornece é a evolução da variação da idade média populacional brasileira. Note-se que somente nos três primeiros períodos de análise que essa variação foi negativa, ou seja, a idade média populacional se reduziu em cada período. Isso pode ser explicado pelo declínio da mortalidade que se iniciou nos anos 40. De acordo com Carvalho e Garcia (2003), esse declínio ocorreu, em um primeiro momento, de forma mais intensa nas idades mais jovens e, conseqüentemente, uma proporção maior de pessoas sobreviveu nas idades abaixo da idade média populacional. Por isso, nos períodos subseqüentes ao início do declínio da mortalidade, a idade média populacional sofreu uma redução.

De 1965 a 1970, e de 2030 a 2035, os ganhos em  $A_p$  serão positivos e crescentes com o tempo. Nos períodos entre 1970 e 1985, os ganhos foram positivos, porém, apresentaram uma pequena redução. A partir de 2035-2040, esses ganhos apresentarão uma tendência de queda, mas permanecerão com valores positivos, indicando que a população brasileira continuará envelhecendo, porém em um ritmo menos acelerado. Em 2100, a variação da idade média populacional brasileira se aproximará de zero, sugerindo que essa população caminha para a nova estabilidade, em que a sua estrutura etária será mantida constante. Portanto, o GRAF. 3.1.1 permite inferir que, sob os pressupostos da



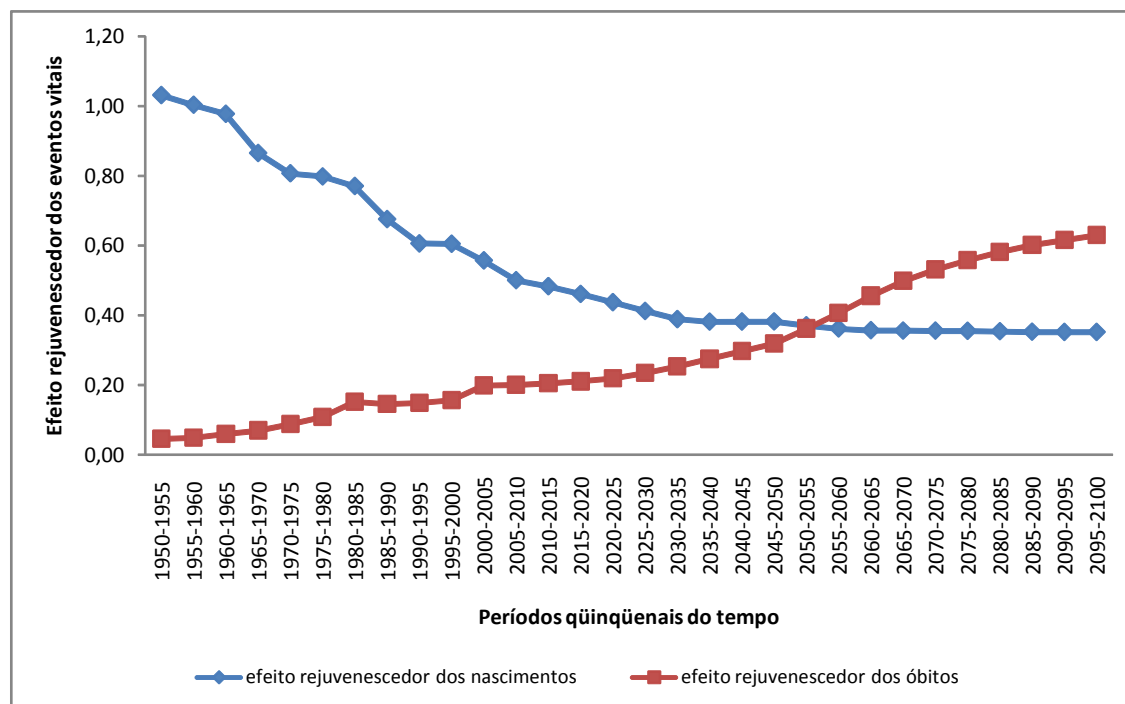
projeção, a população brasileira transitará de uma situação de quase-estabilidade para outra, em aproximadamente 150 anos, já que a variação da idade média populacional, que em 1950 era próxima de zero, tende a esse mesmo valor em 2100. É importante ressaltar que esses resultados estão condicionados às suposições da projeção utilizada neste trabalho<sup>32</sup>.

O GRAF. 3.1.2, que apresenta a decomposição do processo de envelhecimento populacional brasileiro em função do efeito rejuvenescedor dos eventos vitais, no período de 1950 a 2100, revela uma troca de papéis entre os nascimentos e os óbitos como agentes rejuvenescedores. O efeito dos nascimentos deixa de ser o principal agente inibidor do envelhecimento na medida em que os óbitos passam a exercer esse papel. O efeito rejuvenescedor dos óbitos, provavelmente, não alcançará valores maiores que a unidade, como o efeito dos nascimentos no início do período em estudo. Assim, não há evidências de que os óbitos, em algum momento futuro, impedirão o processo natural do envelhecimento, como os nascimentos já impediram. Além disso, não existem evidências de que os nascimentos ou os óbitos em algum momento futuro sejam intensos o suficiente para impedir o processo de envelhecimento populacional brasileiro.

---

<sup>32</sup> Se os pressupostos para o comportamento futuro da fecundidade e da mortalidade adotados na projeção fossem outros, a duração da transição provavelmente seria diferente. Nesse sentido, é importante ressaltar que as suposições para o futuro populacional brasileiro adotadas neste trabalho influenciam sobremaneira os resultados desta análise.

**GRÁFICO 3.1.2 - Efeito rejuvenescedor dos óbitos e dos nascimentos sobre o processo de envelhecimento populacional brasileiro, 1950-2100**



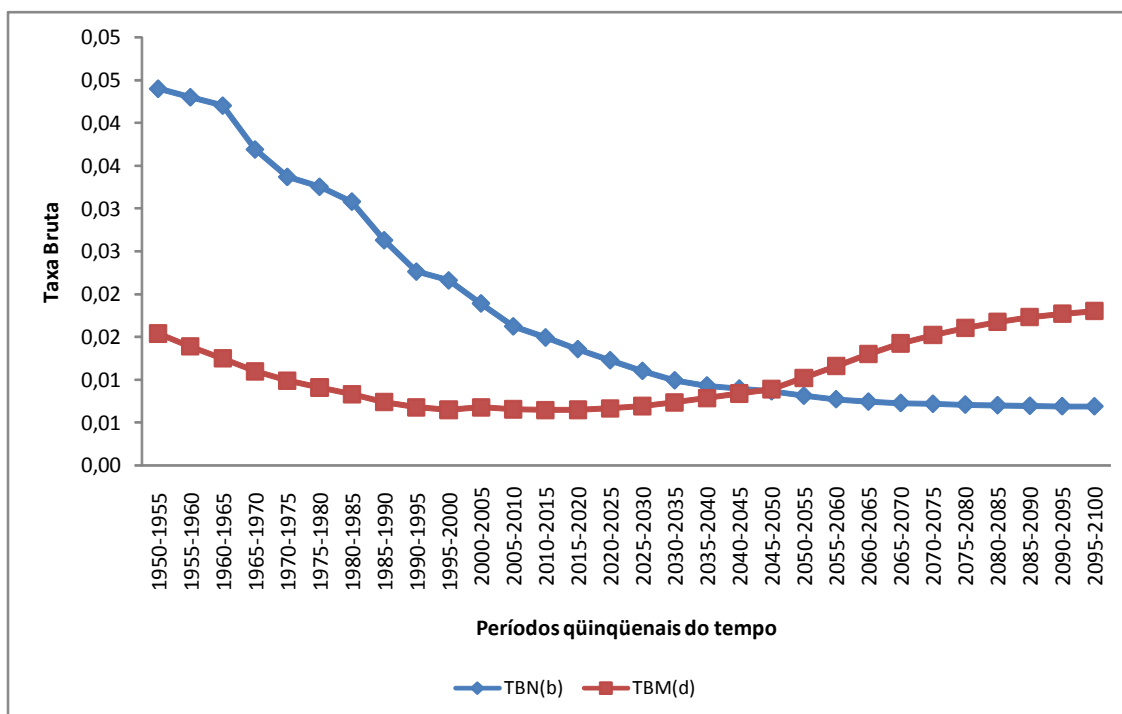
Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N.º.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N.º.4, out. de 2007. (d) dados de 2000 - 2100: Projeção *Cedeplar* - Cenário BR2

A diminuição do efeito rejuvenescedor dos nascimentos sobre o processo de envelhecimento populacional brasileiro se justifica no histórico declínio da fecundidade desde a década de 70. Se o número de filhos por mulher se reduz ao longo do tempo, o total de nascimentos também se reduz a cada período. É interessante notar que, entre os três primeiros períodos dessa análise (1950 a 1955, 1955 a 1960 e 1960 a 1965), essa queda do efeito rejuvenescedor dos nascimentos já se fez presente, devido principalmente à redução da idade média populacional nesses três períodos, em virtude da queda da mortalidade nas idades mais jovens.

Entre os períodos 1960 a 1965 e 1965 a 1970, o declínio do efeito rejuvenescedor dos nascimentos sofre uma aceleração no Brasil, o que confirma os resultados de Carvalho (1988) acerca do declínio bastante significativo da fecundidade (26%), entre as décadas de 1960 e 1970. Também existe um declínio acentuado no efeito rejuvenescedor dos nascimentos, de 1980 a 1995, e o mesmo acontece com a TBN. O que pode explicar esse declínio acentuado é o efeito composição

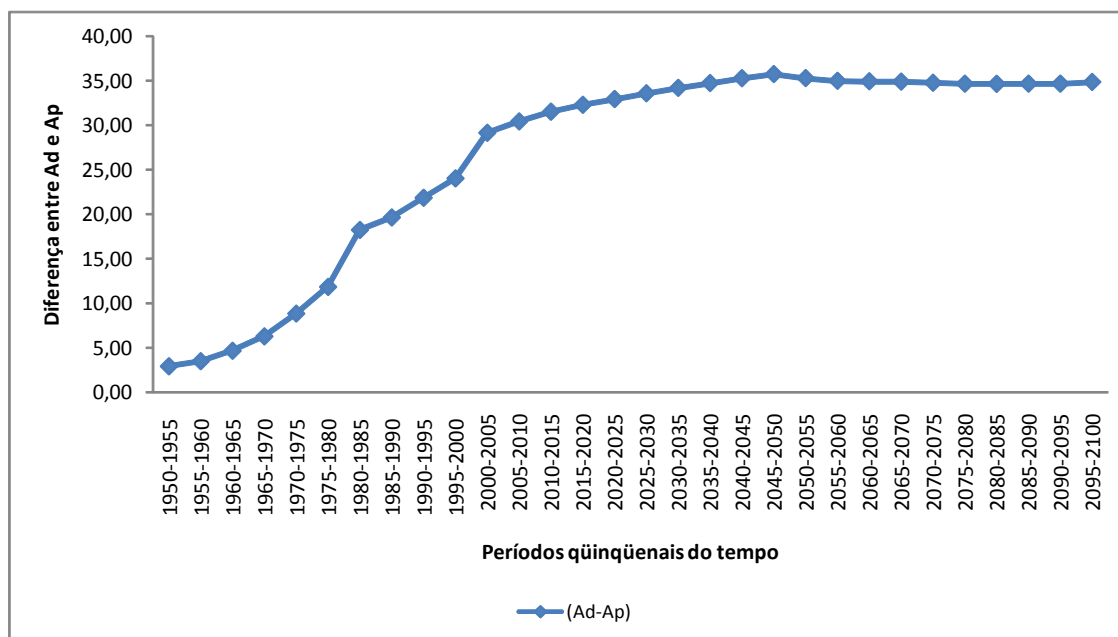
das mulheres em idade reprodutiva sobre os nascimentos, uma vez que as mulheres que nasceram no início do declínio da fecundidade alcançaram o período reprodutivo entre 1985 e 1995. Esse fato, aliado à queda da fecundidade, tem como consequência uma redução acentuada no total de nascimentos. A redução do efeito rejuvenescedor dos nascimentos continuará até o período de 2050 a 2055, porém em ritmo menos acelerado. A partir do período de 2050 a 2055, sob a suposição da constância da fecundidade, esse efeito permanecerá praticamente constante.

**GRÁFICO 3.1.3 - Taxas brutas de natalidade e de mortalidade, Brasil, 1950-2100**



Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N° 3, abril de 2007. (b) dados de 2000 - 2100: Projeção *Cedeplar* - Cenário BR2

**GRÁFICO 3.1.4 - Diferença entre a idade média à morte e a idade média populacional – seletividade da mortalidade, Brasil, 1950-2100**



Fonte dos dados básicos: (a) população 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (d) dados de 2000 - 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

O efeito rejuvenescedor dos óbitos é crescente no tempo e ultrapassa o efeito rejuvenescedor dos nascimentos quando a TBM assume um valor maior que a TBN (GRAF. 3.1.3). Esse efeito depende da seletividade da mortalidade (diferença entre a idade média à morte e a idade média populacional) (GRAF.3.1.4) e da TBM. Nesse sentido, é importante conhecer a tendência de cada uma dessas duas medidas para inferir sobre as possíveis causas desse aumento do efeito rejuvenescedor dos óbitos. Nos períodos entre 1950 e 2000, a taxa bruta de mortalidade apresentou uma queda considerável devido ao declínio sustentado da mortalidade desde a década de 1940 (Carvalho, 2004). Uma queda na TBM levaria a uma redução do efeito rejuvenescedor dos óbitos se a seletividade fosse constante. Entretanto, durante esse período de 50 anos, o crescimento da idade média à morte foi maior do que o crescimento da idade média populacional, tendo como consequência um aumento na seletividade da mortalidade. Assim, pode-se considerar que esse aumento foi o principal responsável pelo crescimento do efeito rejuvenescedor dos óbitos entre 1950 e 2000, na medida em que a redução da TBM contribuiu negativamente para esse efeito. Portanto, apesar do declínio da TBM, o efeito rejuvenescedor dos óbitos

continuou com sua tendência crescente devido ao aumento da seletividade da mortalidade.

A partir do período 2000 a 2005, a TBM apresenta um crescimento devido ao aumento no número de óbitos, É necessário cautela para interpretar esse resultado, visto que não houve um aumento na mortalidade, pelo contrário, esse componente da dinâmica demográfica continuou com sua tendência declinante. É importante destacar que a TBM depende da função de mortalidade e da estrutura etária. Diante do declínio da mortalidade, pode-se inferir que o aumento do número de óbitos é fruto do próprio envelhecimento populacional. Em outras palavras, o aumento da proporção de idosos influencia positivamente a TBM, uma vez que, nas idades avançadas, as TEM's são mais elevadas. Portanto, a mudança da estrutura etária aumenta o peso relativo das maiores TEM's, no cálculo da TBM. Além disso, a seletividade da mortalidade continuará crescendo, embora em menor ritmo, até o período de 2045 a 2050. A partir desse momento, a seletividade se manterá praticamente constante, visto que a suposição adotada na projeção é de constância da mortalidade até 2100.

Os resultados desta análise sugerem que a mortalidade vem ganhando uma importância cada vez mais significativa no processo de envelhecimento populacional brasileiro, em detrimento do papel da fecundidade. A queda da fecundidade definirá o ritmo desse processo durante um considerável período do tempo. Somente a partir do período de 2055 a 2060 é que o efeito rejuvenescedor dos óbitos será maior do que o dos nascimentos, sugerindo que as variações na mortalidade terão impactos maiores sobre o ritmo do envelhecimento populacional brasileiro. Entretanto, essa inversão de papéis somente acontece porque a fecundidade alcançará valores consideravelmente baixos e se manterá constante.

Em síntese, durante a transição demográfica, os nascimentos deixam de desempenhar o papel rejuvenescedor da estrutura etária (medida pela idade média da população) devido à redução da fecundidade e da proporção de mulheres em idade reprodutiva. Os óbitos assumem esse papel, apesar da queda no nível geral de mortalidade, por três razões: o peso relativo dos óbitos aumenta com envelhecimento da população; os óbitos se concentram cada vez mais em idades avançadas; e os nascimentos assumem um efeito coadjuvante.

Esse resultado não é inconsistente com a idéia de que a queda de mortalidade envelhecerá a estrutura etária. Com a queda da fecundidade, os óbitos assumiram seu papel de freio do envelhecimento porque estão concentrados entre os idosos, mas de uma forma muito mais branda do que poderia ter sido, caso as taxas de mortalidade fossem as de 1950. Se o nível de mortalidade ainda fosse tão alto, provavelmente, os óbitos evitariam inteiramente o envelhecimento natural (1 ano a cada ano) ou uma maior parte dele. No futuro, quanto menor o nível da mortalidade, menor será o poder de freio dos óbitos em relação ao envelhecimento. Vale lembrar que os óbitos ainda vão se concentrar nas idades avançadas (o que favorece seu papel de freio), mas a queda de mortalidade os vai compensar e mantê-los como um péssimo freio para o envelhecimento populacional. Portanto, como os óbitos não cumprirem plenamente o papel de freio do envelhecimento natural, como fazia a fecundidade antes da transição demográfica, os óbitos acabam se tornando um agente do envelhecimento.

### **3.2 Decomposição da variação da idade média da população brasileira em função das taxas específicas de crescimento**

Na seção 3.1, a variação da idade média populacional é decomposta em função das taxas brutas de natalidade e mortalidade. No entanto, essa medida de envelhecimento também pode ser expressa em função das taxas específicas de crescimento, visto que tais taxas podem sinalizar se a estrutura etária de uma população está envelhecendo ou rejuvenescendo. Nas populações envelhecidas, as taxas de crescimentos para as idades avançadas são mais elevadas do que para as idades mais jovens. Assim, a variação da idade média pode ser reescrita da seguinte forma (Preston et al, 1989):

$$dA_p / dt = \int_0^{\infty} r(a,t)c(a,t)[a - A_p(t)]da \quad (16)$$

Onde  $r(a,t)$  é a taxa de crescimento da população com idade  $a$  no tempo  $t$ ,  $c(a,t)$  é a proporção da população que está com idade  $a$  no tempo  $t$  e  $(a - A_p)$  é a diferença entre a idade  $a$  e a idade média populacional ( $A_p$ ).

De acordo com a EQ. 16, a variação da idade média populacional consiste na integral das taxas específicas de crescimento, ponderadas por duas outras funções: a proporção da população em cada idade e a distância entre a idade  $a$  e a idade média da população. Assim, em primeiro lugar, o efeito da taxa de crescimento específica por idade sobre a idade média populacional é diretamente proporcional ao tamanho da população em cada idade. Além disso, taxas de crescimento positivas em idades abaixo da idade média implicam uma redução de  $A_p$ . Da mesma forma, taxas de crescimento positivas em idades acima da idade média aumentam  $A_p$  (Preston et al, 1989). No caso de uma população estável, em que todas as idades crescem à mesma taxa  $\bar{r}$ , a EQ. 16 pode ser reescrita da seguinte forma:

$$dA_p / dt = \bar{r} [A_p(t) - A_p(t)] = 0 \quad (17)$$

Ou seja, a variação da idade média populacional é igual a zero, já que em populações estáveis a estrutura etária é constante (Preston et al, 1989).

Entretanto, o conjunto das taxas específicas de crescimento pode ser ainda mais informativo para as variações na estrutura etária, uma vez que a taxa de crescimento em cada idade pode ser decomposta em função das taxas passadas de fecundidade, mortalidade e migração, que são responsáveis pela estrutura etária atual de uma população (Preston et al, 1989). Horiuchi e Preston (1988) desenvolveram essa decomposição com base nos estudos de Bennet & Horiuchi (1981) e Preston & Coale (1982), citados por Horiuchi & Preston (1988), que demonstraram que a estrutura etária de população pode ser representada como uma função das seguintes taxas demográficas: taxa de natalidade, taxas específicas de mortalidade, taxas específicas de migração líquida e taxas específicas de crescimento:

$$r(a) = r_B(a) - \Delta\mu(a) + \Delta m(a) \quad (18)$$

Onde  $r_B(a)$  é a taxa de crescimento dos nascimentos (B) entre  $t-a$  e  $t+5-a$ ,  $\Delta\mu(a)$  é a mudança na soma das taxas específicas de mortalidade até a idade  $a$  entre a coorte de idade  $a$  em  $t$  e a coorte de idade  $a$  em  $t+5$ ,  $\Delta m(a)$  é a mudança na soma

das taxas líquidas de imigração até a idade  $a$  entre as coortes de idade  $a$  em  $t$  e  $t+5$ .

De acordo com a EQ. 18, uma mudança na taxa de mortalidade de uma determinada idade será registrada instantaneamente em sua taxa de crescimento, ao passo que uma mudança nas taxas de fecundidade afetará a taxa de crescimento da idade zero, também de forma instantânea (Preston et al, 2001, p. 182). As taxas específicas de crescimento dependem das taxas de mudança da mortalidade que são experimentadas pela coorte e não dos níveis de mortalidade dessa coorte. Desse modo, em uma população fechada, se não há mudanças nas condições de mortalidade entre as coortes e se as taxas de crescimento dos nascimentos são constantes, a população pode ser considerada estável, uma vez que a variação das taxas específicas de crescimento é nula (Horiuchi e Preston, 1988). No caso da migração, somente uma mudança em suas taxas é capaz de afetar a função  $r(a,t)$ , ou seja, um fluxo de emigrantes ou imigrantes somente influenciará a idade média da população se esse fluxo for um fenômeno novo (Preston et al, 1989).

A decomposição das taxas específicas de crescimento permite que a variação da idade média populacional também seja expressa em função das mudanças nas taxas de fecundidade, mortalidade e migração. Ao substituir os três elementos que constituem  $r(a)$ , na EQ. 16, tem-se:

$$dA_p / dt = \int_0^{\infty} [r_b(a) - \Delta\mu(a) + \Delta m(a)]c(a,t)[a - A_p(t)]da$$

Ou

$$dA_p / dt = \int_0^{\infty} r_b(a)c(a,t)[a - A_p(t)]da + \int_0^{\infty} -\Delta\mu(a)c(a,t)[a - A_p(t)]da + \int_0^{\infty} \Delta m(a)c(a,t)[a - A_p(t)]da$$

(19)

O lado direito da EQ. 16 equivale à covariância entre as idades e o conjunto das taxas específicas de crescimento, ou seja, a variação da idade média populacional é igual à covariância entre  $r(a,t)$  e  $a$ . Desse modo, uma população se encontra em processo de envelhecimento se essa covariância é positiva, visto



que a idade e a taxa específica de crescimento variam no mesmo sentido. Portanto, a EQ. 19 demonstra que a variação da idade média da população equivale à soma de três covariâncias: a covariância entre o conjunto de  $r_B(a)$  e as idades, a covariância entre o conjunto de  $\Delta m(a)$  e as idades, e covariância entre o conjunto de  $-\Delta\mu(a)$  e as idades. Assim, a EQ. 19 pode ser reescrita da seguinte forma (Preston et al, 1989):

$$dA_p(t)/dt = \text{cov}_{r(a,t),a} = \text{cov}_{r_b(a,t),a} + \text{cov}_{\Delta m(a,t),a} + \text{cov}_{-\Delta\mu(a,t),a} \quad (20)$$

Por meio da EQ. 20 é possível determinar a contribuição de cada componente - fecundidade, mortalidade e migração - sobre a variação da idade média populacional. Assim, considerando que as mudanças nas taxas de fecundidade, mortalidade e migração são independentes no processo de envelhecimento, a proporção de cada parcela dessa equação em relação à covariância entre as idades e as taxas específicas de crescimento indicará a contribuição de cada componente da dinâmica demográfica para a variação da idade média populacional.

Nesse sentido, com o intuito de determinar o papel de cada um dos componentes da dinâmica demográfica sobre o processo de envelhecimento populacional brasileiro, o método de decomposição da variação da idade média populacional em função das taxas específicas de crescimento é aplicado para essa população nos períodos de desvio da estabilidade. A parcela da migração não é incorporada nesta análise, uma vez que a população brasileira é considerada fechada ao longo do período em estudo.

### 3.2.1 Fonte de Dados

O método de decomposição das taxas específicas de crescimento requer uma série temporal de dados sobre nascimentos e taxas específicas de mortalidade suficientemente longa para reconstruir a história de todas as coortes vivas em cada período examinado. Devido à dificuldade de se obter estimativas demográficas referentes a décadas passadas no Brasil, o primeiro período a ser analisado é o quinquênio 1970-75. Como o último grupo etário é 80 anos e mais,

para reconstruir a história das coortes em cada período, de 1970-75 até 2095-2100, serão necessárias funções de mortalidade e o número de nascimentos ocorridos desde 1890, visto que a coorte que tinha 80 anos em 1970, a mais antiga na análise, nasceu exatamente nesse ano.

Para se calcular os nascimentos de 1890 até 1945, foram utilizadas as estimativas de Frias e Carvalho (1994) para as taxas específicas de fecundidade, em conjunto com o número de mulheres em cada grupo etário do período reprodutivo, disponíveis nas Estatísticas Históricas do Brasil. Como as estimativas de Frias e Carvalho (1994) começam a partir de 1903, considere que as TEF's de 1890, 1895 e 1900 são iguais às de 1903. De 1950 a 2100, os nascimentos foram obtidos das fontes descritas na seção 3.1.1.

Para o período entre 1900 e 1950, as taxas específicas de mortalidade foram extraídas das tabelas de vida estimadas por SANTOS (1978). Como essas funções de mortalidade estão disponíveis apenas para os anos decenais, utilizou-se interpolação linear para calcular as TEM's dos anos intermediários. Para os anos de 1890 e 1895, não foram encontradas estimativas de TEM's e, por isso, foi necessário supor que a função de mortalidade para esses anos era a mesma vigente no ano de 1900. A partir de 1950, as funções de mortalidade foram extraídas das mesmas fontes de informação apresentadas na seção 3.1.1.

### 3.2.2 Resultados

Como discutido anteriormente, a covariância entre as taxas específicas de crescimento e a idade equivale à variação da idade média populacional. Em populações fechadas, essa covariância pode ser decomposta em função das covariâncias entre o conjunto de  $r_b(a)$  e as idades, e entre o conjunto de  $-\Delta\mu(a)$  e as idades, o que permite determinar a contribuição das mudanças na fecundidade e na mortalidade sobre a variação da idade média populacional. Além disso, de acordo com a EQ. 19, observa-se que cada uma das três covariâncias depende da taxa específica de crescimento (taxa de crescimento dos nascimentos/taxa de mudança na mortalidade) em cada idade, da proporção de pessoas em cada idade e da distância entre a idade média populacional e cada idade. Assim, essa

análise tem como objetivo determinar, em cada período, se a variação da idade média populacional (covariância entre as taxas específicas de crescimento e as idades ou covariância total) é explicada, majoritariamente, por mudanças na mortalidade ou na fecundidade e justificar esse papel preponderante por meio da decomposição de cada uma das covariâncias.

A covariância entre as taxas específicas de crescimento e as idades foi calculada por meio da EQ. 16, ao passo que a covariância das taxas de crescimento dos nascimentos e as idades, e a covariância das taxas de mudanças na mortalidade e as idades foram calculadas de acordo com a primeira e a segunda parcela da EQ. 19, respectivamente. É importante ressaltar que essa decomposição se aplica às mudanças infinitesimais da idade média populacional. No entanto, os dados disponíveis para o período em estudo estão agregados em intervalos quinquenais, por isso é importante reconhecer que os resultados desta análise são aproximações.

**TABELA 3.2.1 – Decomposição da variação da idade média populacional brasileira em função das taxas específicas de crescimento, 1970 - 2100**

| Período   | Covariância      |                    |                           | Parcela explicada pela:             |  |
|-----------|------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|--|
|           | r                | rb                 | $-\Delta\mu(t)$           | Fecundidade                         | Mortalidade                                |
|           | $COV_{r(a,t),a}$ | $COV_{r_b(a,t),a}$ | $COV_{-\Delta\mu(a,t),a}$ | $COV_{r_b(a,t),a} / COV_{r(a,t),a}$ | $COV_{-\Delta\mu(a,t),a} / COV_{r(a,t),a}$ |
| 1970-1975 | 0,1171           | 0,0343             | 0,0827                    | 0,2932                              | 0,7068                                     |
| 1975-1980 | 0,1001           | 0,0410             | 0,0591                    | 0,4095                              | 0,5905                                     |
| 1980-1985 | 0,1601           | 0,1088             | 0,0513                    | 0,6795                              | 0,3205                                     |
| 1985-1990 | 0,2367           | 0,1688             | 0,0679                    | 0,7131                              | 0,2869                                     |
| 1990-1995 | 0,2373           | 0,1599             | 0,0774                    | 0,6739                              | 0,3261                                     |
| 1995-2000 | 0,2321           | 0,1509             | 0,0812                    | 0,6500                              | 0,3500                                     |
| 2000-2005 | 0,2814           | 0,2241             | 0,0573                    | 0,7963                              | 0,2037                                     |
| 2005-2010 | 0,3169           | 0,2415             | 0,0754                    | 0,7620                              | 0,2380                                     |
| 2010-2015 | 0,3258           | 0,2407             | 0,0851                    | 0,7389                              | 0,2611                                     |
| 2015-2020 | 0,3354           | 0,2409             | 0,0946                    | 0,7181                              | 0,2819                                     |
| 2020-2025 | 0,3469           | 0,2445             | 0,1024                    | 0,7048                              | 0,2952                                     |
| 2025-2030 | 0,3499           | 0,2436             | 0,1063                    | 0,6963                              | 0,3037                                     |
| 2030-2035 | 0,3429           | 0,2310             | 0,1119                    | 0,6736                              | 0,3264                                     |
| 2035-2040 | 0,3214           | 0,2066             | 0,1148                    | 0,6427                              | 0,3573                                     |
| 2040-2045 | 0,2756           | 0,1553             | 0,1203                    | 0,5634                              | 0,4366                                     |
| 2045-2050 | 0,2645           | 0,1510             | 0,1135                    | 0,5710                              | 0,4290                                     |
| 2050-2055 | 0,2542           | 0,1578             | 0,0964                    | 0,6208                              | 0,3792                                     |
| 2055-2060 | 0,2098           | 0,1250             | 0,0848                    | 0,5959                              | 0,4041                                     |
| 2060-2065 | 0,1089           | 0,0418             | 0,0671                    | 0,3835                              | 0,6165                                     |
| 2065-2070 | 0,0787           | 0,0285             | 0,0503                    | 0,3617                              | 0,6383                                     |
| 2070-2075 | 0,1283           | 0,0869             | 0,0413                    | 0,6778                              | 0,3222                                     |
| 2075-2080 | 0,0893           | 0,0565             | 0,0328                    | 0,6323                              | 0,3677                                     |
| 2080-2085 | -0,0838          | -0,1113            | 0,0274                    | 1,3268                              | -0,3268                                    |
| 2085-2090 | -0,0166          | -0,0327            | 0,0162                    | 1,9739                              | -0,9739                                    |
| 2090-2095 | 0,0005           | -0,0120            | 0,0125                    | -25,2813                            | 26,2813                                    |
| 2095-2100 | -0,0234          | -0,0329            | 0,0095                    | 1,4063                              | -0,4063                                    |

Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°4, out. de 2007. (d) nascimentos anteriores a 1950: Frias e Carvalho (1994) e Estatísticas Históricas do Brasil. (e) dados de 2000 - 2100: Projeção Cedeplar – Cenário BR2

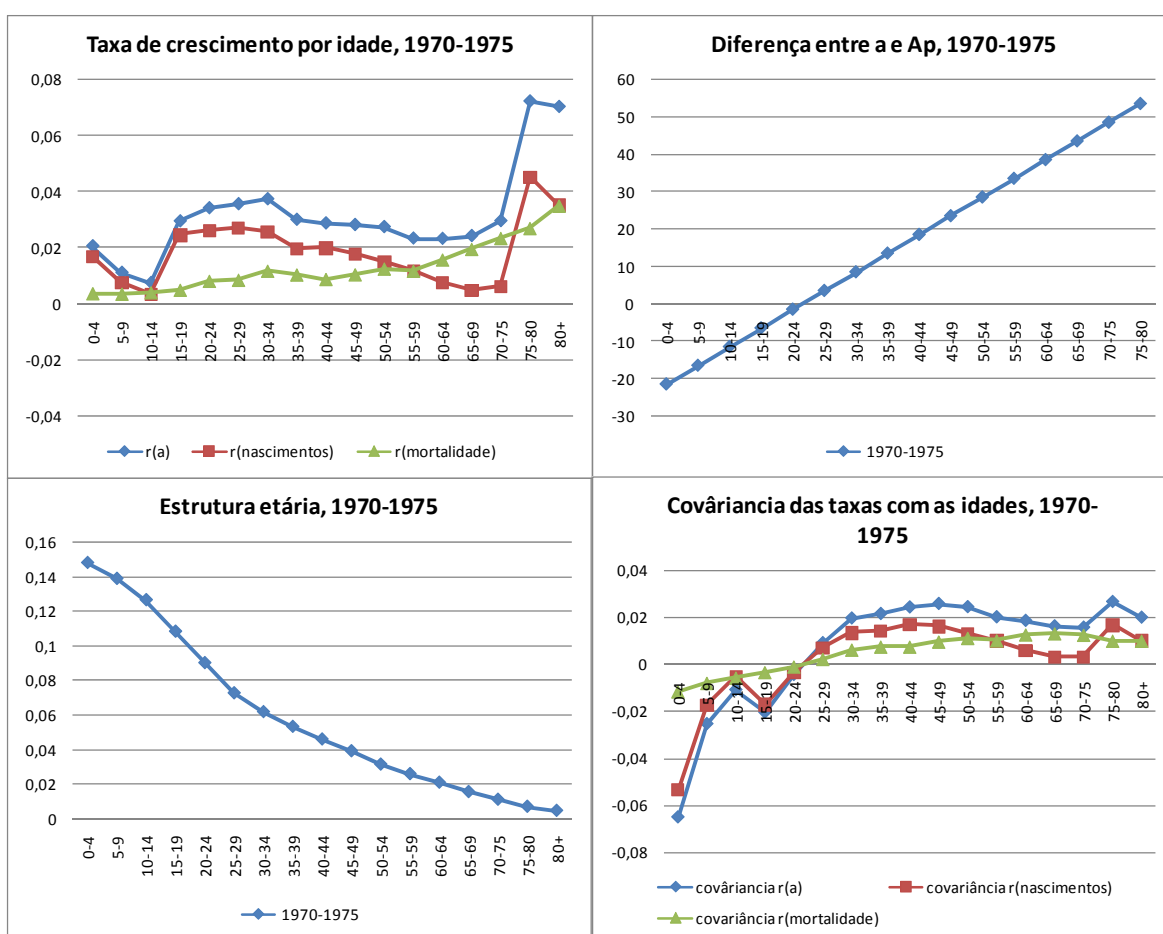
Nota: Os períodos em cinza representam os momentos em que as mudanças na mortalidade têm um papel principal sobre a variação da idade média populacional, ao passo que os períodos em branco representam os momentos em que as mudanças na fecundidade se mostram mais importantes

Os resultados da TAB. 3.2.1 evidenciam que em apenas cinco períodos (1970 a 1975, 1975 a 1980, 2060 a 2065, 2065 a 2070, 2090 a 2095), os quais estão grifados de cinza, as mudanças na mortalidade explicam a maior parte da variação da idade média da população brasileira.

Para facilitar a interpretação dos resultados dessa análise, seis períodos são analisados. Tais períodos foram escolhidos de forma a abranger todos os momentos em que um dos componentes explica mais a variação da idade média

populacional do que o outro. A TAB. 3.2.1 evidencia seis momentos: os períodos em cinza representam os momentos em que as mudanças na mortalidade têm um papel principal sobre a variação da idade média populacional, ao passo que os períodos em branco representam os momentos em que as mudanças na fecundidade se mostram mais importantes. Desse modo, os períodos escolhidos são: 1970 a 1975, 2000 a 2005, 2065 a 2070, 2085 a 2090, 2090 a 2095, 2095 a 2100.

**FIGURA 3.2.1 – Decomposição da covariância das taxas específicas de crescimento e as idades (variação da idade média populacional), 1970 - 1975**



Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. (d) nascimentos anteriores a 1950: Frias e Carvalho (1994) e Estatísticas Históricas do Brasil. (e) dados de 2000 - 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

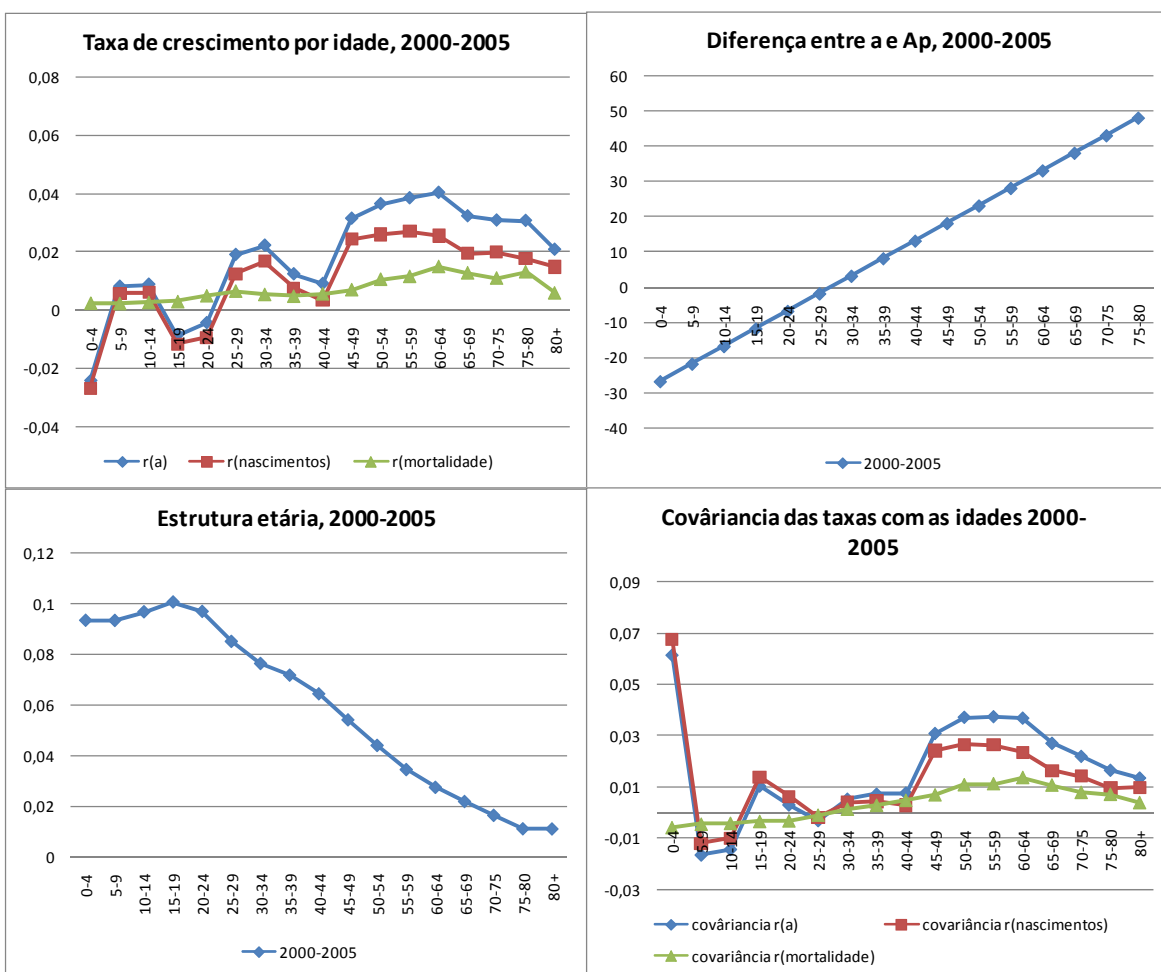
No período de 1970 a 1975, as taxas de crescimento por idade, na FIG. 3.2.1, se aproximam das taxas específicas de crescimento dos nascimentos, sugerindo que

as mudanças na fecundidade têm um papel mais importante sobre a variação da idade média populacional. No entanto, é necessário dispor de mais informações para analisar os efeitos da fecundidade e da mortalidade sobre a variação da idade média populacional, visto que esses não dependem apenas das taxas específicas de crescimento, mas também da composição etária e da diferença entre as idades e a idade média populacional.

Para as idades abaixo da idade média populacional, a diferença entre  $a$  e  $A_p$  é negativa, as taxas específicas de crescimento são elevadas e a proporção de pessoas nessas idades também é alta. Conseqüentemente, a contribuição das taxas de crescimento dessas idades para a variação da idade média populacional é elevada, em valor absoluto, porém negativa, devido, principalmente, ao efeito negativo das mudanças na fecundidade (gráfico da covariância das taxas com as idades). Nas idades adultas, as taxas de crescimento e a proporção de pessoas são elevadas, mas a distância em relação à idade média é pequena. Assim, a contribuição dessas taxas é positiva, porém pequena, para a covariância total, devido ao efeito positivo das mudanças na fecundidade e na mortalidade. Nas idades avançadas (70 a 75 anos e 80 anos e mais), as taxas de crescimento são as maiores se comparadas aos demais grupos etários, e elas se distanciam consideravelmente da idade média populacional; contudo a proporção de pessoas é pequena. Assim, o efeito conjunto desses três elementos é positivo e pouco elevado sobre a covariância total, em função dos efeitos positivos das mudanças na mortalidade e na fecundidade.

Portanto, no período entre 1970 e 1975, o efeito total das mudanças na mortalidade sobre a variação da idade média populacional é maior do que o efeito total das mudanças na fecundidade (gráfico da covariância das taxas com as idades). Isso acontece porque a contribuição positiva da fecundidade nas idades acima de  $A_p$  para a variação da idade média é anulada pela contribuição negativa da fecundidade nas idades abaixo da idade média.

**FIGURA 3.2.2 – Decomposição da covariância das taxas específicas de crescimento e as idades (variação da idade média populacional), 2000 - 2005**



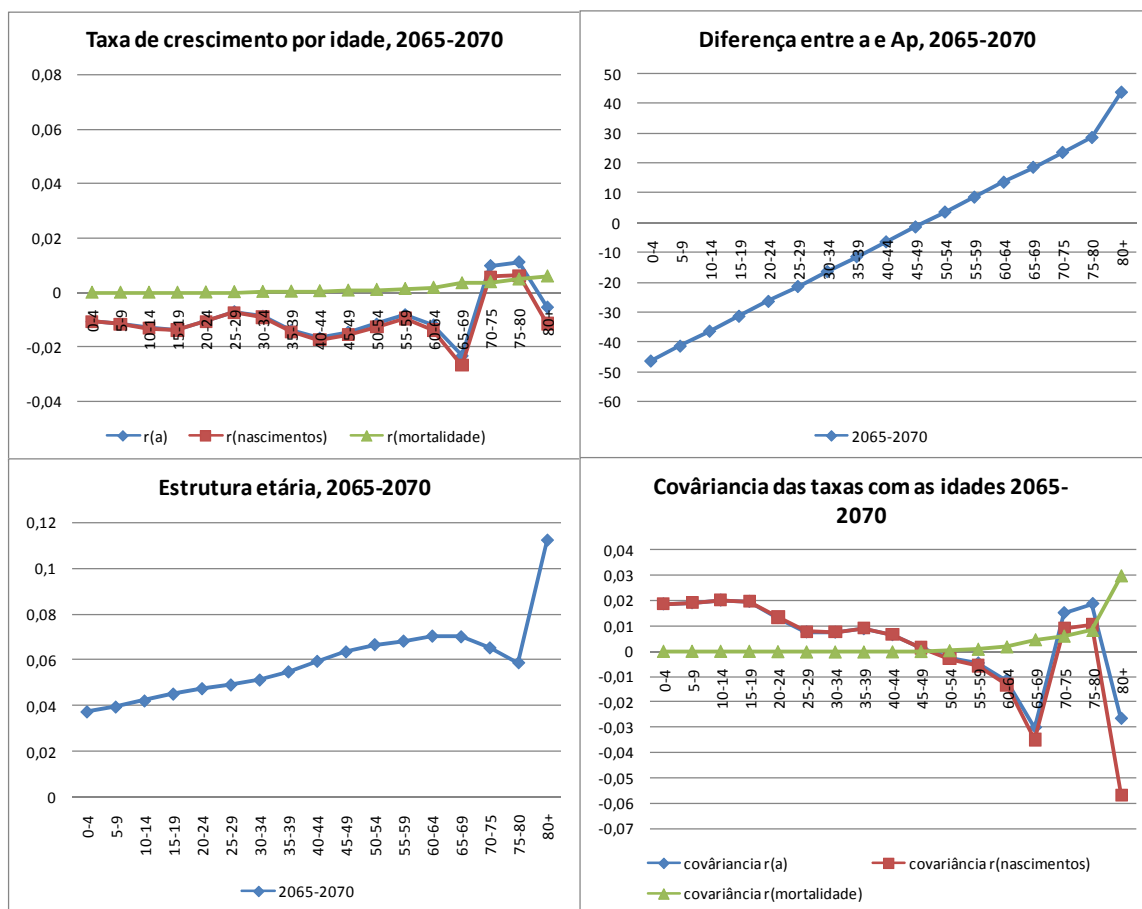
Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N.º.3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N.º.4, out. de 2007. (d) nascimentos anteriores a 1950: Frias e Carvalho (1994) e Estatísticas Históricas do Brasil. (e) dados de 2000 - 2100: *Projeção Cedeplar - Cenário BR2*

Para o período de 2000 a 2005, percebe-se, na FIG. 3.2.2, que as taxas de crescimento dos grupos etários 0 a 4, 15 a 19 e 20 a 24 anos são negativas, ao passo que para o restante dos grupos abaixo de  $A_p$  essas taxas são próximas de zero. As taxas de crescimento dessas idades são explicadas, quase que exclusivamente, por mudanças no volume de nascimentos, uma vez que o efeito das mudanças na mortalidade é muito próximo de zero. Como a proporção de pessoas em tais idades ainda é elevada e a diferença entre  $a$  e  $A_p$  é negativa, o efeito das taxas de crescimento dessas idades é positivo sobre a idade média da população.

Para as idades adultas (30 a 44 anos), o efeito das taxas de crescimento sobre a variação da idade média populacional é próximo de zero, visto que essas são baixas e, apesar da proporção elevada de pessoas nessas idades, elas se distanciam muito pouco de *Ap*. Nas idades acima de 45 anos, as taxas de crescimento são elevadas porque tais coortes nasceram em momentos em que a fecundidade ainda se encontrava em níveis elevados e, além disso, essas gerações vêm experimentando menores níveis de mortalidade. No entanto, o efeito da fecundidade para essas idades sobre a covariância total é mais expressivo do que o efeito da mortalidade. Assim, a variação da idade média populacional se deve ao efeito preponderante das mudanças na fecundidade sobre as taxas específicas de crescimento da maioria dos grupos etários, uma vez que a covariância das taxas específicas de crescimento dos nascimentos explica majoritariamente a variação da idade média populacional do período de 2000 a 2005.



**FIGURA 3.2.3 – Decomposição da covariância das taxas específicas de crescimento e as idades (variação da idade média populacional), 2065 – 2070**



Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N° 3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N° 4, out. de 2007. (d) nascimentos anteriores a 1950: Frias e Carvalho (1994) e Estatísticas Históricas do Brasil. (e) dados de 2000 - 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

Antes de analisar os outros períodos, os quais são subseqüentes ao ano de 2050, é importante ressaltar que, de acordo com a suposição da projeção, a mortalidade e a fecundidade somente sofrerão mudanças até aquele ano, permanecendo constantes até 2100. Portanto, o esperado é que as taxas de crescimento tendam a ser constantes e iguais às taxas de crescimento dos nascimentos, uma vez que as coortes não mais experimentarão as mudanças nas taxas de mortalidade. Quando a população alcançar a estabilidade, a estrutura etária não mais sofrerá mudanças e todos os grupos etários crescerão à mesma taxa, ou seja, a variação da idade média populacional será igual a zero.

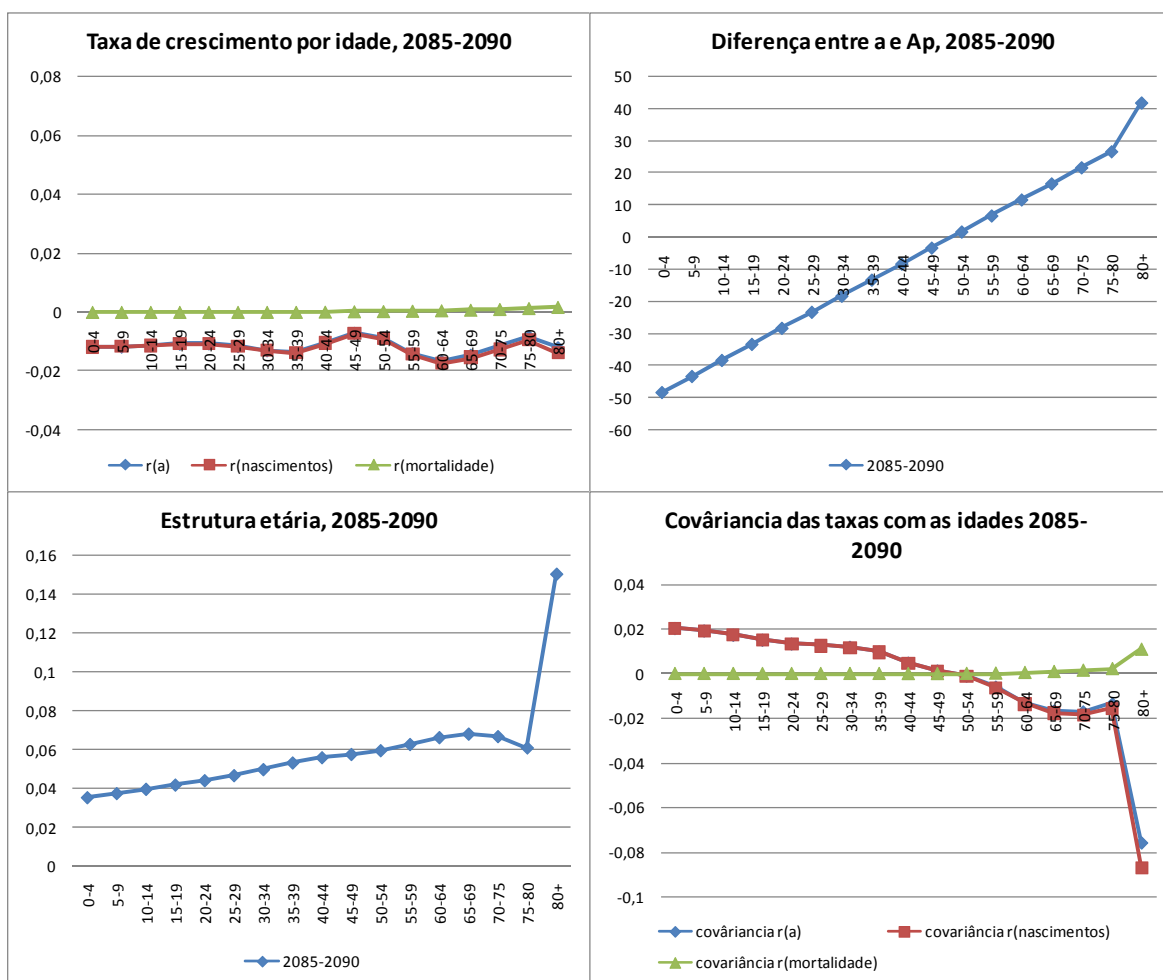
De acordo com a FIG. 3.2.3, em 2065-2070, todas as taxas de crescimento das idades abaixo da idade média populacional serão negativas e muito próximas. As taxas de crescimento dos nascimentos serão as principais responsáveis por tais taxas, visto que o efeito das mudanças na mortalidade será igual a zero. Como a proporção de indivíduos nessas idades também será menor e a diferença entre  $a$  e  $A_p$  será negativa, o efeito dessas taxas de crescimento sobre a covariância total será positivo, porém pequeno. Quanto mais próximo a idade estiver da idade média, menor será esse efeito. Para as idades acima da idade média populacional (50 a 69 anos), as taxas de crescimento serão negativas, e o seu peso será elevado sobre a estrutura etária. Como a diferença entre estas idades e  $A_p$  é positiva, o efeito dessas taxas sobre a variação da idade média populacional será negativo, como consequência do efeito das mudanças na fecundidade, visto que o efeito das mudanças na mortalidade também é muito próximo de zero.

Para as idades entre 70 e 80 anos, as taxas de crescimento ainda serão positivas, porém pequenas, uma vez que essas coortes nasceram em um momento em que a fecundidade era mais alta do que será nesse período e, além disso, essas gerações também se beneficiarão com as mudanças nas taxas mortalidade que ocorrerão até o ano de 2050. Como a diferença entre essas idades e a idade média populacional é positiva, a contribuição das taxas de crescimento desses grupos para a variação de  $A_p$  também será positiva, porém pequena, apesar do peso elevado que eles terão sobre a estrutura etária. A taxa de crescimento do grupo 80 anos e mais será negativo e elevado em valor absoluto, uma vez que o efeito negativo das mudanças na fecundidade será maior do que o efeito positivo das mudanças na mortalidade para essas idades. Como esse grupo etário será o mais freqüente de todos, entre 2065 e 2070, e a sua diferença para a idade média populacional será positiva, o efeito de sua taxa de crescimento sobre a idade média será negativo.

Ao contabilizar o efeito dos componentes sobre a variação da idade média populacional, no período entre 2065 e 2070, percebe-se que o efeito das taxas de mudança na mortalidade sobre a variação da idade média populacional será preponderante, uma vez que o efeito positivo das mudanças na fecundidade para as taxas de crescimento das idades mais jovens será anulado pelo efeito negativo

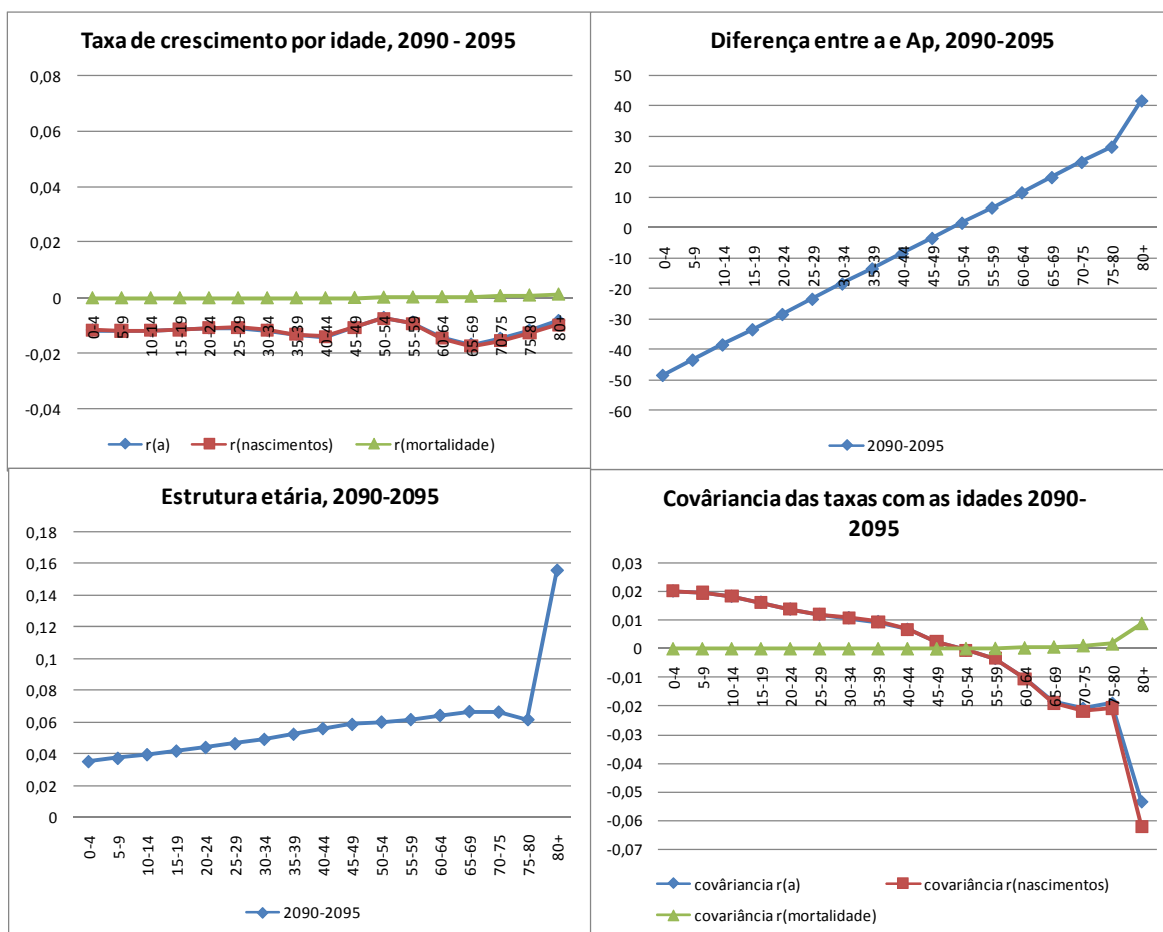
desse componente para as taxas de crescimento das idades acima da idade média populacional. Além disso, a contribuição das taxas de mudança da mortalidade ainda será positiva para as idades avançadas, as quais serão as mais freqüentes e mais distantes da idade média populacional.

**FIGURA 3.2.4 – Decomposição da covariância das taxas específicas de crescimento e as idades (variação da idade média populacional), 2085 - 2090**



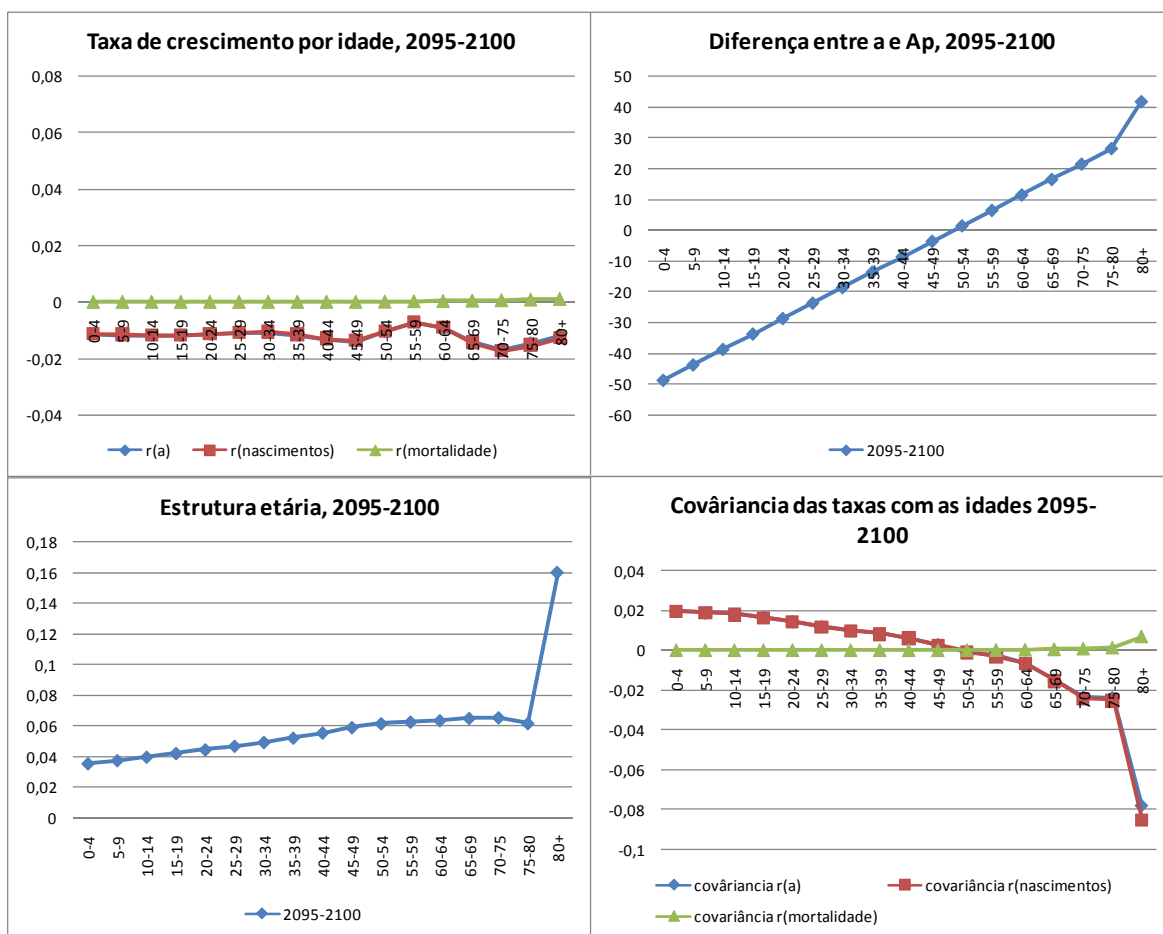
Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°4, out. de 2007. (d) nascimentos anteriores a 1950: Frias e Carvalho (1994) e Estatísticas Históricas do Brasil. (e) dados de 2000 - 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

**FIGURA 3.2.5 – Decomposição da covariância das taxas específicas de crescimento e as idades (variação da idade média populacional), 2090 - 2095**



Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N° 3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N° 4, out. de 2007. (d) nascimentos anteriores a 1950: Frias e Carvalho (1994) e Estatísticas Históricas do Brasil. (e) dados de 2000 - 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

**FIGURA 3.2.6 – Decomposição da covariância das taxas específicas de crescimento e as idades (variação da idade média populacional), 2095 - 2100**



Fonte dos dados básicos: (a) população, TBM e TBN 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°3, abril de 2007. (b) função de mortalidade 1950 - 2000: CELADE, Observatório Demográfico N°4, out. de 2007. (d) nascimentos anteriores a 1950: Frias e Carvalho (1994) e Estatísticas Históricas do Brasil. (e) dados de 2000 - 2100: Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

Nos último três períodos desta análise (2085 a 2090, 2090 a 2095, 2095 a 2100), a população brasileira já estará bem próxima da estabilidade. Desse modo, tanto o efeito das mudanças na fecundidade como o efeito das mudanças na mortalidade, as quais ocorrerão até 2050, sobre a variação da idade média populacional apresentarão um comportamento muito parecido nos três períodos. De acordo com as FIG. 3.2. 4, 3.2.5, 3.2.6, todas as taxas de crescimento serão negativas e muito próximas das taxas de crescimento dos nascimentos. As taxas de mudanças na mortalidade serão iguais a zero para a maioria dos grupos etários e apresentarão um valor positivo, porém muito pequeno, somente nas idades avançadas. Portanto, a covariância das taxas de mudanças na mortalidade será igual a zero para todos os grupos etários, com exceção do grupo 80 anos e

mais, em que a covariância será positiva, devido, principalmente, à freqüência da população nesse grupo. Além disso, a diferença dessas idades avançadas pela idade média populacional também é positiva. Por outro lado, a covariância das taxas de crescimento dos nascimentos será positiva para as idades abaixo da idade média, uma vez que essas taxas serão negativas e a diferença entre essas idades e a idade média populacional também é negativa, tendo, portanto, um efeito positivo. Para as idades acima da idade média populacional, o efeito da fecundidade será negativo, visto que as taxas de crescimento dos nascimentos nestes casos serão negativas, e a diferença entre essas idades e a idade média será positiva. No último grupo etário, o efeito negativo da taxa de crescimento dos nascimentos será mais expressivo, devido à maior freqüência da população nesse grupo.

Nos três períodos, a covariância negativa das taxas de crescimento dos nascimentos nas idades maiores que a idade média populacional será maior, em valor absoluto, do que a covariância positiva das idades mais jovens que a idade média populacional. Assim, a covariância total das taxas de crescimento dos nascimentos será negativa, ao passo que a covariância total das taxas de mudanças na mortalidade será positiva. No entanto, somente no período de 2090 a 2095 é que a variação da idade média populacional será positiva, devido ao maior efeito das mudanças na mortalidade das idades avançadas. Nos outros dois períodos, a variação da idade média populacional será negativa, em função do maior efeito da covariância negativa das taxas de crescimento dos nascimentos das idades avançadas. O período de 2090 a 2095 somente difere dos outros em relação ao papel de cada componente sobre a variação da idade média, porque o grupo etário 80 anos e mais apresentará uma taxa de crescimento negativa, porém menor, em valor absoluto, se comparado às taxas de crescimento dessa faixa etária nos outros dois períodos analisados.

Essas análises evidenciam a complexidade de se avaliar a variação da idade média populacional em função das variações na fecundidade e na mortalidade. É importante ter cautela para interpretar o efeito desses componentes sobre essa medida de envelhecimento, uma vez que ela depende de três parâmetros que

variam com a idade: taxa específica de crescimento, proporção de pessoas em cada idade e diferença entre a idade e a idade média populacional.

Os resultados sugerem que o efeito das mudanças da mortalidade para a variação da idade média populacional tende a ser zero para todas as idades, mas permanecerá positivo para o último grupo etário, até 2100. Por outro lado, o efeito das mudanças na fecundidade tende a ser positivo para as idades abaixo da idade média populacional e, para as idades acima, esse efeito tende a ser negativo, devido às taxas negativas de crescimento dos nascimentos. A magnitude desses efeitos varia com a proporção de pessoas em cada idade e com a distância entre  $a$  e  $A_p$ .

As mudanças na fecundidade tiveram um papel preponderante em relação ao efeito das mudanças na mortalidade sobre a variação da idade média populacional, na maioria dos períodos em estudo. O efeito positivo da mortalidade se concentra nas taxas de crescimento das idades avançadas, ao passo que as mudanças na fecundidade influenciam as taxas de crescimento de praticamente todos os grupos etários.

Para os períodos entre 2030 e 2060, as taxas de crescimento dos nascimentos para as idades abaixo da idade média populacional contribuirão positivamente para o envelhecimento, uma vez que a proporção de jovens na população reduzirá. Por outro lado, para esses mesmos períodos, as coortes que experimentaram taxas de crescimento positivas quando nasceram alcançarão as idades acima da idade média populacional, aumentando a proporção de velhos na população. Assim, as mudanças na fecundidade terão um papel definidor sobre a variação da idade média, uma vez que, na maioria das idades, as taxas específicas de crescimento dos nascimentos contribuirão positivamente para  $A_p$ .

Nos períodos de 2060 a 2065 e de 2065 a 2070, o efeito das mudanças na mortalidade terá um papel preponderante sobre a idade média populacional porque o grupo de 80 anos e mais, que será o mais freqüente, experimentará uma taxa de crescimento dos nascimentos negativa, neutralizando o efeito positivo das mudanças na fecundidade sobre  $A_p$ . A partir de 2080 a 2085, todas as taxas de crescimento serão negativas e o efeito das mudanças na fecundidade nas idades

abaixo da idade média populacional será positivo sobre a idade média populacional. Por outro lado, para as idades acima da idade média, o efeito dessas taxas negativas reduzirá  $Ap$ . Portanto, apesar do efeito positivo das mudanças na mortalidade para o grupo 80 anos e mais, o qual será o mais freqüente, as mudanças na fecundidade serão mais importantes sobre a variação da idade média populacional. Para tais períodos, a variação de  $Ap$  será negativa, devido, principalmente, à taxa de crescimento dos nascimentos negativa do grupo mais freqüente, 80 anos e mais.

Portanto, somente em cinco períodos é que as mudanças na mortalidade assumirão um papel mais importante sobre a variação da idade média populacional. De uma maneira geral, esses resultados sugerem que, sob a suposição da projeção utilizada neste estudo, as variações na fecundidade impactarão de forma mais intensa a estrutura etária brasileira (representada pela idade média populacional) do que as variações na mortalidade.



## 4 COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante o processo de transição demográfica, ainda em curso, a população brasileira passará de uma situação de quase-estabilidade, caracterizada por altas taxas de crescimento e estrutura etária muito jovem, para outra marcada por baixas taxas de crescimento (talvez taxas negativas) e estrutura etária bastante envelhecida. É muito provável que seja necessário um longo período para que a população alcance uma nova situação de estabilidade, visto que os níveis de fecundidade e de mortalidade continuam declinando.

Na primeira análise apresentada na dissertação, a população quase-estável de 1950 foi comparada com a população projetada quase-estável de 2100, por meio do modelo de população estável. Essa análise teve como objetivo determinar os fatores responsáveis pelas mudanças de longo prazo na estrutura etária brasileira. Além da estrutura etária, os parâmetros TBM, TBN e  $r$  também foram analisados. Os resultados sugerem que o efeito de mudança na fecundidade terá um impacto bem mais expressivo sobre a estrutura etária brasileira do que o efeito da mortalidade, uma vez que a idade média da população apresentará um ganho de 39,2 anos em função das mudanças na fecundidade, ao passo que o ganho em função da mortalidade será de apenas 0,09 ano. No entanto, essa análise foi capaz de demonstrar apenas o efeito acumulado que cada componente apresentará no longo prazo.

A segunda análise teve como objetivo identificar os fatores responsáveis pelas mudanças de curto prazo na estrutura etária brasileira. Nesse sentido, o objetivo foi o de mensurar o efeito da fecundidade e da mortalidade em cada ponto do tempo, ao longo do período de desvio de estabilidade. A variação da idade média populacional foi utilizada como um estimador da mudança na estrutura etária, para cada período quinquenal em estudo. No primeiro exercício, essa medida foi decomposta em função das taxas brutas de natalidade e de mortalidade e da idade média populacional e idade média à morte. Nesse caso, a variação da idade média depende do envelhecimento natural, do efeito dos nascimentos e do efeito dos óbitos. O envelhecimento natural consiste na variação de um ano de

idade a cada ano calendário na idade média de uma população fechada, na ausência de eventos vitais. O efeito da mortalidade depende da intensidade dos óbitos (TBM) e da seletividade da mortalidade, dada pela diferença entre a idade média à morte e a idade média populacional. O efeito dos nascimentos, por sua vez, é igual ao produto da idade média da população (já que a idade média ao nascimento é igual a zero) e da intensidade dos nascimentos (TBN). É importante lembrar que os nascimentos têm um efeito contrário ao processo de envelhecimento natural, uma vez que estes eventos aumentam o número de pessoas na idade zero. Os óbitos também têm um efeito rejuvenescedor sobre a idade da população, visto que, na maioria dos casos, os indivíduos morrem em idades acima da idade média populacional.

Os resultados da decomposição da variação da idade média da população brasileira indicam uma troca de papéis entre os nascimentos e os óbitos como agentes rejuvenescedores. A queda do efeito rejuvenescedor dos nascimentos é explicada pela redução histórica da TBN, que é explicada por dois fatores correlacionados: o declínio da fecundidade, que reduz o número médio de filhos por mulher, e a redução do número relativo de mulheres em idade reprodutiva. Por outro lado, como consequência do aumento da TBM e da seletividade da mortalidade no que tange à idade à morte, o efeito rejuvenescedor dos óbitos é crescente com o tempo. Apesar do declínio do nível geral de mortalidade, a TBM aumenta com o tempo, por ser uma medida que depende também da estrutura etária caracterizada por um peso crescente dos grupos de idade que apresentam maior risco de morrer. Além disso, a seletividade da mortalidade é crescente com o tempo até o período 2055 e 2060, embora em ritmo desacelerado, tendendo a permanecer praticamente constante a partir desse momento, no cenário examinado nesta dissertação.

Assim, o efeito dos nascimentos somente deixa de ser o principal agente inibidor do envelhecimento e os óbitos passam a exercer esse papel, quando a fecundidade alcança um valor consideravelmente baixo e praticamente constante. O efeito rejuvenescedor dos óbitos, provavelmente, não alcançará valores maiores que a unidade, como a fecundidade no início do período em estudo, ou seja, não há evidências de que os óbitos, em algum momento futuro, impedirão o

processo natural do envelhecimento da estrutura etária, como os nascimentos já impediram. Como os óbitos ainda irão se concentrar em idades avançadas, favorecendo seu papel rejuvenescedor, a queda da mortalidade vai compensar a concentração dos óbitos em idades avançadas e mantê-los como um péssimo freio para o envelhecimento populacional. Portanto, este resultado é consistente com a idéia de que a queda de mortalidade envelhecerá a estrutura etária.

A decomposição da idade média da população em função das taxas brutas de natalidade e de mortalidade foi aplicada para o Japão (1975-1980), Estados Unidos (1985-1980) e Países Baixos (1970-1975) nos estudos de Preston et al (1989). Entretanto, a análise foi feita para um período de apenas cinco anos, o que impossibilitou verificar a evolução dos efeitos rejuvenescedores dos eventos vitais ao longo do tempo. Nos três países, o efeito rejuvenescedor dos nascimentos era ainda maior do que o dos óbitos, uma vez que, nos períodos apresentados no artigo, essas populações não apresentavam uma fecundidade praticamente constante, em níveis muito baixos.

Na segunda parte do Capítulo 3, as variações na estrutura etária brasileira foram analisadas por meio das taxas específicas de crescimento. A função de taxas específicas de crescimento por idade permite avaliar, através de um parâmetro para cada idade, como a distribuição etária da população está se modificando ao longo do tempo. Da mesma forma que no exercício de decomposição apresentado inicialmente, a distribuição das taxas específicas de crescimento pode ser expressa através de um único parâmetro (como a média ou mediana, por exemplo). Quando estimamos a covariância dessas taxas com cada idade, obtemos a idade média populacional. Portanto, a vantagem de se ter toda a distribuição das taxas específicas de crescimento é que podemos avaliar o envelhecimento populacional de forma mais específica, através de cada um dos parâmetros por idade, ou de forma mais sintética, através de medidas-síntese como a idade média da população.

A variação da idade média populacional, medida através da covariância das taxas de crescimento e da idade, foi decomposta em outras duas covariâncias: i) a covariância da parte da taxa de crescimento explicada pelos nascimentos e a idade e ii) a covariância da parte da taxa de crescimento explicada por mudanças

na mortalidade e a idade. A proporção dessas covariâncias em relação à variação da idade média corresponde à contribuição das mudanças na fecundidade e na mortalidade sobre a mudança da estrutura etária brasileira, sintetizada através da idade média populacional. Para justificar o efeito preponderante de um dos dois componentes sobre a variação da idade média populacional, em cada período, analisei, ainda, os outros parâmetros que determinam cada uma das covariâncias. São eles: a proporção de pessoas em cada idade e diferença entre cada idade e a idade média populacional.

Ao analisar a estrutura etária por meio das variações na idade média da população, estimada pela covariância entre as taxas específicas de crescimento e as idades, a especificidade da função das taxas de crescimento, expressa por suas dezenas de parâmetros, foi reduzida em uma única medida. Note, por exemplo, que ao longo da transição demográfica, embora as variações no número de nascimentos provoquem grandes flutuações na estrutura etária, essas variações se tornam menores quando expressas através da idade média da população.

Ainda assim, os resultados dessa segunda decomposição evidenciam que, sob a suposição da projeção adotada neste estudo, as mudanças na fecundidade têm um papel preponderante em relação ao efeito das mudanças na mortalidade sobre a variação da idade média populacional, na maioria dos períodos em estudo. As mudanças na mortalidade assumem um papel mais importante na variação da idade média populacional brasileira apenas em cinco períodos (1970 a 1975, 2000 a 2005, 2065 a 2070, 2085 a 2090, 2090 a 2095, 2095 a 2100).

Na análise da estrutura etária brasileira por meio de toda a função das taxas específicas de crescimento, percebe-se que as mudanças nos nascimentos foram responsáveis pelas grandes flutuações no tamanho de cada grupo de idade, durante o período de desvio de estabilidade. A mortalidade parece ter tido papel reduzido sobre a estrutura da função  $r(a)$ . Talvez a mortalidade tenha sido importante apenas quando houve a queda da mortalidade infantil, o que marcou o crescimento de algumas coortes, e mais tarde, quando as mudanças na mortalidade se concentraram em idades mais avançadas, afetando o crescimento do número de idosos.

É importante reconhecer que, em outros cenários para a projeção da população brasileira, esses resultados poderiam levar a conclusões distintas. No cenário adotado neste trabalho, as funções de fecundidade e mortalidade permanecem constantes a partir de 2050. Assume-se que a fecundidade ficará constante em um nível bem abaixo do nível de reposição ( $TFT = 1,5$ ). Se a fecundidade tender ao nível de reposição e permanecer constante e a mortalidade continuar declinando até 2100, as mudanças na mortalidade dominarão inteiramente o processo de envelhecimento da estrutura etária. Isso acontecerá porque os nascimentos e os grupos de idade mais jovens crescerão a taxas próximas de zero, caso a TFT permaneça no nível de reposição. Considerando que os ganhos futuros de mortalidade se concentrem nas idades mais avançadas, apenas os idosos apresentarão taxas de crescimento positivas. Mesmo se a fecundidade ficar abaixo do nível de reposição, desde que os nascimentos não flutuem bruscamente, as mudanças na mortalidade, concentradas nas idades mais velhas, terão um papel fundamental para o crescimento da população naquelas idades. Quanto mais o nível de fecundidade se aproximar do nível de reposição, mais evidente será o papel da mortalidade no que tange a definição da estrutura etária brasileira.

O processo de envelhecimento populacional foi analisado neste trabalho em termos de duas decomposições que, aparentemente, são diferentes. No entanto, as decomposições são equivalentes, pois incorporam as mesmas informações demográficas, embora de formas distintas.

Para se fazer as devidas comparações entre os dois métodos, é preciso considerar que as informações demográficas podem ser divididas entre informações passadas e atuais.

A história demográfica da população aparece, na primeira decomposição, nas taxas brutas de natalidade e de mortalidade, através da estrutura etária da população, que são os pesos das taxas brutas, e na idade média à mortalidade, que também depende da estrutura etária. Por outro lado, a história demográfica da população aparece na segunda decomposição por meio da função de taxas de crescimento por idade  $a$ , que depende dos nascimentos

ocorridos  $a$  anos antes e das variações na mortalidade ocorridas e acumuladas nos últimos  $a$  anos.

O contexto demográfico atual está presente na primeira decomposição, através das taxas brutas de mortalidade e de natalidade, uma vez que essas dependem das taxas específicas de fecundidade e de mortalidade atuais, e também está contido na idade média da mortalidade que reflete o risco atual de morte por idade. No caso da segunda decomposição, o contexto demográfico atual se expressa em  $r(0)$ , ou seja, no crescimento do grupo de idade mais jovem da população (via nascimentos), e nas taxas de crescimento de todos os grupos de idade que tenham sofrido uma variação de mortalidade, no período em questão.

Portanto, na primeira decomposição, o efeito da fecundidade, que é mensurado pela multiplicação da TBN pela idade média da população, incorpora mudanças atuais na fecundidade, mudanças históricas na fecundidade e mudanças históricas na mortalidade que estão contidas na estrutura etária. Por outro lado, o efeito da mortalidade que depende da intensidade dos óbitos (TBM) e da seletividade da mortalidade (diferença entre a idade média à morte e a idade média populacional) incorpora mudanças atuais na mortalidade, mudanças históricas na mortalidade e mudanças históricas na fecundidade expressas na estrutura etária. Na segunda decomposição, o efeito da fecundidade incorpora mudanças atuais e históricas na fecundidade (expressas em  $r(b)$ ), mas também efeitos históricos de mortalidade expressos em  $c(a)$ . O mesmo raciocínio vale para a mortalidade.

A segunda decomposição apresenta uma vantagem em relação à primeira na medida em que permite identificar, mais facilmente, os fatores responsáveis por uma mudança na idade média da população: se são variações passadas ou se mudanças atuais nos parâmetros demográficos. Por exemplo, se  $r(b)$  fosse constante com a idade, uma mudança na função de fecundidade no período atual alteraria apenas  $r(b)$  na primeira idade, mudando a idade média. Por outro lado, se os nascimentos atuais estiverem variando pouco e a idade média ainda assim estiver crescendo muito, podemos determinar em que medida o aumento da idade média se deve a flutuações históricas dos nascimentos (através da taxa de crescimento de grupos etários mais velhos). Um raciocínio semelhante com a

mortalidade pode ser feito quando se conhecem as variações na função no último período de análise, além de suas mudanças históricas. Esse tipo de análise não é possível de ser feita no caso da primeira decomposição, já que as taxas específicas de crescimento são substituídas por taxas brutas de mortalidade e de natalidade e não há como separar os efeitos históricos e atuais.

Portanto, a decomposição da variação da idade média em função das taxas específicas de crescimento, as quais dependem das variações nos nascimentos e na mortalidade, permite conhecer melhor os efeitos atuais e históricos de cada função demográfica. Além disso, a análise das taxas específicas de crescimento deve ser considerada como uma forma alternativa de se conhecer a história demográfica passada e atual das populações, uma vez que as mesmas estão disponíveis nos sucessivos censos demográficos. Outra vantagem da utilização das taxas específicas de crescimento decorre do relaxamento da suposição de estabilidade da população, a qual foi assumida em muitas análises que tinham como objetivo representar a estrutura etária em função das taxas demográficas correntes. Entretanto, esse é um método que ainda foi pouco ou nada usado no Brasil e que merece ser mais explorado.

É importante destacar que, além da variação da idade média populacional, existem outras medidas de envelhecimento que poderiam ser investigadas, levando a conclusões um pouco distintas. Por exemplo, o estudo realizado por Caselli e Vallin em 1990, para a Itália, demonstrou que, se o nível da fecundidade de 1,4 filhos por mulher for mantido constante até o ano de 2040, mais da metade do crescimento da proporção de idosos, com idades acima de 60 anos, será devido às mudanças na mortalidade. Nesse caso, a medida de envelhecimento utilizada é a proporção de pessoas com 60 anos e mais e a suposição para a mortalidade é que ela continuará declinando. Diferentemente de Caselli e Vallin (1990), utilizei como medida de envelhecimento a variação da idade média populacional, além de uma suposição para a mortalidade diferente da adotada pelos autores. Nesse sentido, como os pressupostos e medidas adotadas foram distintos, os resultados observados também foram diferentes.

No trabalho de Preston et al (1989), a decomposição da variação da idade média em função das taxas específicas de crescimento, para os EUA, evidenciou que

aproximadamente dois terços da mudança da idade média da população norte-americana, no período entre 1980 e 1985, são resultantes do declínio da mortalidade, ao passo que o restante foi atribuído às mudanças na série de nascimentos. Os resultados obtidos nesta dissertação também evidenciam que, em cinco períodos quinquenais, o efeito das mudanças na mortalidade sobre a variação da idade média da população brasileira é maior do que o efeito das mudanças na fecundidade. Portanto, de acordo com os resultados aqui encontrados, ressalta-se a importância de se decompor o papel de cada variável demográfica em um período abrangente, que inclua todas as mudanças mais importantes na estrutura etária examinada.

Os resultados das análises de longo e curto prazo corroboram as afirmações de grande parte dos demógrafos com relação ao papel de cada componente sobre as mudanças na estrutura etária. Segundo Caselli e Vallin (1990, p.2), a maioria dos demógrafos considera a queda da fecundidade como a principal causa do processo de envelhecimento. No Brasil, como foi apontado na introdução deste estudo, grande parte dos trabalhos sobre envelhecimento populacional ressalta que o componente definidor da estrutura etária é a fecundidade. Este estudo contribuiu para o debate sobre o envelhecimento populacional mediante a aplicação de metodologias que permitiram quantificar o efeito de cada um desses componentes, ao longo das distintas fases da transição demográfica brasileira. Os resultados apresentados aqui também concordam com as simulações realizadas por Moreira (1997). Esse autor analisou o processo de envelhecimento populacional brasileiro por meio do índice de idosos, para o período de 1995 a 2020, e verificou que a fecundidade era o componente definidor desse processo.

Finalmente, é preciso considerar as limitações deste estudo, apesar dos resultados relevantes encontrados. Como foi necessária uma série longa de dados, que compreendesse as distintas etapas da transição demográfica brasileira, uma preocupação pertinente diz respeito à confiabilidade dos dados históricos. Além disso, os resultados estão condicionados às suposições adotadas na projeção populacional. Nesse sentido, permanece a necessidade de se incorporar, em estudos posteriores, outros cenários futuros para as funções de



mortalidade e de fecundidade. A despeito dessas limitações, acredito que todas as análises são válidas, sobretudo como um exercício metodológico.

## REFERÊNCIAS

BAPTISTA, D.B.D.A. **Idosos no município de São Paulo**: expectativa de vida ativa e perfis multidimensionais de incapacidade a partir da SABE. 2003. 124f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

BELTRÃO, K.I.; CAMARANO, A.A. Cálculo de saldos e taxas líquidas de migração internacional. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÃO, 1997, Curitiba. **Anais**. Rio de Janeiro: ENSM, 1997. p. 291-300.

BERCOVICH, A.; MADEIRA, F. Descontinuidades demográficas no Brasil e no estado de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 7., 1990, Caxambu, MG. **Anais**. Campinas, SP: ABEP, 1990. v. 2, p. 595-632.

BERCOVICH, A.; MADEIRA, F. Descontinuidades demográficas, onda jovem e mercado de trabalho: uma comparação entre Brasil e Argentina. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANA DE POPULAÇÃO, 1., 2004, Caxambu, MG. **Anais**. Campinas, SP: ABEP, 2004. 19 f. 1 CD-ROM.

BOURGEOIS-PICHAT, J. Evolution générale de la population française depuis le XVIII e siècle, **Population**, Paris, v. 6, n. 4, p.635-662, 1951. *apud* CASELLI, G.; VALLIN, J. Mortality and population ageing. **European Journal of Population**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p.1-25, Mar 1990.

BRASS, W. Methods for estimating fertility and mortality from limited and defective data. Chapel Hill: The University of North Carolina at Chapel Hill, Carolina Population Center, 1975. 159 p.

BRASS, W.; COALE, A.J. *et al.* **The demography of tropical Africa**. Princeton: Princeton University, 1968. 539 p.

CAMARANO, A.A. Envelhecimento da população brasileira: uma contribuição demográfica. Rio de Janeiro: IPEA, 2002. 26 p. (Texto para discussão, n. 858)

CARVALHO, J.A.M. **Crescimento populacional e estrutura demográfica no Brasil**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2004. 18 p. (Texto para discussão, n 227)

CARVALHO, J.A.M. O saldo dos fluxos migratórios internacionais no Brasil na década de 80: uma tentativa de estimação. In: PATARRA, N.L. (Coord.). **Migrações internacionais**: herança XX, agenda XXI. Campinas: FNUAP, 1996. p. 227-238. (Programa interinstitucional de avaliação e acompanhamento das migrações internacionais; v. 2)

CARVALHO, J.A.M. O tamanho da população brasileira e sua distribuição etária: uma visão prospectiva. In ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 6., 1988. Olinda, PE. **Anais**. Campinas, SP: ABEP, 1988. v. 1, p. 37- 66.

CARVALHO, J.A.M.; CAMPOS, M.B. O saldo migratório internacional do Brasil na década de 1990. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÃO, 5., 2007, Campinas, SP. **Anais**. Campinas, SP, ABEP, 2007. 14 p. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/outros/5EncNacSobreMigracao/comunic\\_sec\\_2\\_sal\\_mig\\_int.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/outros/5EncNacSobreMigracao/comunic_sec_2_sal_mig_int.pdf)> (Versão revisada e ampliada do artigo “A variação do saldo migratório internacional do Brasil”, dos mesmos autores, publicado na Revista Estudos Avançados, São Paulo, v. 20, n. 57, maio/ago.2006.)

CARVALHO, J.A.M.; GARCIA, R.A. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 725-733, 2003.

CARVALHO, J.A.M.; SAWYER, D., RODRIGUES, R.N. **Introdução a alguns conceitos básicos e medidas em demografia**. 2.ed. Belo Horizonte: ABEP, 1994. 63p. 1998. (Textos didáticos, n.1)

CARVALHO, J.A.M.; WONG, L.L.R. A transição da estrutura etária da população brasileira na primeira metade do século XXI. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 587-605, mar. 2008.

CASELLI, G.; VALLIN, J. Mortality and population ageing. **European Journal of Population**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p.1-25, Mar 1990.

CEBRAP. **Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher: PNDS 2006**. São Paulo: CEBRAP, 2008. (Relatório) Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/pnds/index.php>>

CERQUEIRA, M.B.R. **Envelhecimento populacional e população institucionalizada**: um estudo de caso dos asilos do município de Montes Claros. 2003. 109 f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

COALE, A. How the age distribution of a human population is determined, In: **Cold Spring Harbour Symposia On Quantitative Biology**, v. 22, p. 83-89, 1957. *apud* CASELLI, G.; VALLIN, J. Mortality and population ageing. **European Journal of Population**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p.1-25, Mar 1990.

COALE, A. The effects of changes in mortality and fertility on age composition, **The Milbank Memorial Fund Quarterly**, New York, v. 34, n. 1, p. 79-114, 1956. *apud* CASELLI, G.; VALLIN, J. Mortality and population ageing. **European Journal of Population**, Amsterdam, v. 6, n. 1, p. 1-25, Mar. 1990.

COALE, A.C. **The growth and structure of human population**: a mathematical investigation. Princeton: New Jersey: Princeton University, 1972. 227 p.

COALE, A.J.; CASELLI, G. Estimation of the number of persons at advanced ages from the number of deaths at each age in the given year and adjacent years. **Genus**, v. 46, n. 1/2, p. 1-23, 1990. *apud* GOMES, M.M.F., TURRA, C.M. Quantos são os centenários no Estado de Minas Gerais? Uma estimativa indireta da população com 100 anos e mais com base no número de óbitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambu, MG. **Desafios e oportunidades do crescimento zero: anais**. Campinas: ABEP, 2008, 11 f. 1 CD-ROM.

DIAS JUNIOR, C.S., COSTA, C.S. O envelhecimento da população brasileira: uma análise de conteúdo das páginas da REBEP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambu, MG. **Desafios e oportunidades do crescimento zero: anais**. Campinas, SP: ABEP, 2006, 21 f. 1 CD-ROM.

FRIAS, L.A.M.; CARVALHO, J.A.M. Uma avaliação da fecundidade no Brasil, ao início do século. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 193-199, 1994.

GOMES, M.M.F., TURRA, C.M. Quantos são os centenários no Estado de Minas Gerais? Uma estimativa indireta da população com 100 anos e mais com base no número de óbitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2006, Caxambu, MG. **As desigualdades sócio-demográficas e os direitos humanos no Brasil**, anais. Campinas, SP: ABEP, 2008, 11 f. 1 CD-ROM.

HORIUCHI, S. **Assessing effects of mortality reduction population aging: an analysis of the elderly female population in Japan**. 1988. Mimeogr. (Trabalho apresentado no Seminário sobre Transição da Mortalidade no Leste Asiático, Pequim, 29 de agosto a 2 de setembro, 1988) *apud* HORIUCHI, S. Measurement and analysis of cohort-size variations. **Population Bulletin of the United Nations**, New York, n. 30, p.106-124, 1991.

HORIUCHI, S. Measurement and analysis of cohort-size variations. **Population Bulletin of the United Nations**, New York, n. 30, p.106-124, 1991.

HORIUCHI, S.; PRESTON, S.H. Age-specific growth rates: the legacy of past population. **Dynamics Demography**, v. 25, n. 3, p. 429-441, ago. 1988.

HORTA, C.J.G.. **À procura dos padrões de mortalidade no Brasil: 2005**. 337f. Tese (Doutorado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

IBGE. **Séries estatísticas retrospectivas**. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. v.3, Estatísticas históricas do Brasil; séries econômicas, demográficas e sociais de 1550 a 1985.

KEYFITZ, N. **The profile of inter-cohort increase**. Mimeogr. Laxemburg, Austria, IIASA, 1988. *apud* BERCOVICH, A.; MADEIRA, F. Descontinuidades demográficas, onda jovem e mercado de trabalho: uma comparação entre Brasil e Argentina. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANA DE POPULAÇÃO, 1, 2004, Caxambu, MG. **Anais**. Campinas, SP: ABEP, 2004. 19 f. 1 CD-ROM.

LOTKA, A.J. **Théorie analytique des associations biologiques**. Paris: Hermann et Cie, n. 780, 1939. part. 2. Analyse démographique avec application particulière à l'espèce humaine. actualités scientifiques et industrielles, *apud* PRESTON, S.H.; HEUVELINE, P.; GUILLOT, M. **Demography: measuring and modeling population processes**. Malden, MA: Blackwell, 2001. p. 291.

MOREIRA, M.M. **Envelhecimento da população brasileira**. 1997. 149 f. Tese (Doutorado em Demografia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

MOREIRA, M.M.; CARVALHO, J.A.M. Envelhecimento da população e aposentadoria por idade. **Previdência em Dados**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, p. 27-39, 1992.

OBSERVATORIO DEMOGRÁFICO. Mortalidad. Santiago de Chile: CELADE, n. 4, out. 2007a. 252 p.

OBSERVATORIO DEMOGRÁFICO. Proyección de población. Santiago de Chile: CELADE, n. 3, 2007b. 188 p.

OLIVEIRA, J.C.; ALBUQUERQUE, F.R.P.C.; LINS, I.B. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050: revisão 2004, metodologia e resultados**. Rio de Janeiro: IBGE/DPE/COPIS, 2004. 82 p.

PRESTON, S.H. Effect of mortality change on stable population parameters. **Demography**, Chicago, Ill., v. 11, n. 1, p. 119-130, Feb. 1974.

PRESTON, S.H. The relation between actual and intrinsic growth rates. **Population Studies**, v. 40, n. 3, p. 343-351, Nov. 1986.

PRESTON, S.H.; ELO, I.T.; STEWART, Q. Effects of age misreporting on mortality estimates at older ages. **Population Studies**, v. 53, n. 2, p. 165-177, 1999. *apud* GOMES, M.M.F., TURRA, C.M. Quantos são os centenários no Estado de Minas Gerais? Uma estimativa indireta da população com 100 anos e mais com base no número de óbitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Caxambu, MG. **Desafios e oportunidades do crescimento zero: anais**. Campinas: ABEP, 2008, 11 f. 1 CD-ROM.

PRESTON, S.H.; HEUVELINE, P.; GUILLOT, M. **Demography: measuring and modeling population processes**. Malden, MA: Blackwell, 2001. p. 291.

PRESTON, S.H.; HIMES, C.; EGGER, M. Demography conditions responsible for population aging. **Demography**, Chicago, Ill., v. 26, n.4, p. 691-704, Nov. 1989.

SANTANA, J.Á. **A influência da migração no processo de envelhecimento populacional das regiões de planejamento do estado de Minas Gerais**. 2002. 111f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS J.L.F. **Demografia, estimativas e projeções**: medidas de fecundidade e mortalidade para o Brasil no Seculo XX. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Fundação para Pesquisa Ambiental, 1978. (Cadernos de estudos e pesquisa do PRODEUR ; 1)

TURRA, C.M. Mudanças demográficas no Brasil. 2008. (Paper presented in the XXIV General Assembly of the Inter-American Conference on Social Security (CISS), 2008, Salvador, Brasil)

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. **World population prospects**: the 2006 revision. New York: United Nations, 2007. 2 v. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpp>> Acesso em: 23/10/2008

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. **World urbanization prospects**: the 2005 revision. New York : United Nations, 2006. 210 p. Disponível em: <[http://www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005WUPHighlights\\_Final\\_Report.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005WUPHighlights_Final_Report.pdf)> Acesso em: 23/10/2008

VIEGAS-PEREIRA, A.P.F. **Aspectos sócio-demográficos e de saúde dos idosos com diabetes auto-referido**: um estudo para o estado de Minas Gerais, 2003. 2006. 96 f. Tese (Doutorado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

WONG, L.L.R., CARVALHO, J.A.M.. O rápido processo de envelhecimento populacional no Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Revista Brasileira de Estudos População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 5-26, jan./jun. 2006.

## ANEXOS

TABELA A 1 – População brasileira por sexo e idade, 1950 e 2100

| idade | 1950     |          |          | 2100     |          |           |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|       | Homens   | Mulheres | Total    | Homens   | Mulheres | Total     |
| 0     | 4532746  | 4450853  | 8983599  | 2643213  | 2518355  | 5161567   |
| 5     | 3522825  | 3489722  | 7012547  | 2791690  | 2661246  | 5452936   |
| 10    | 3230428  | 3205435  | 6435863  | 2959322  | 2821807  | 5781129   |
| 15    | 2710738  | 2693802  | 5404540  | 3137445  | 2994498  | 6131943   |
| 20    | 2514502  | 2501353  | 5015855  | 3317991  | 3173037  | 6491028   |
| 25    | 2068496  | 2058802  | 4127298  | 3497510  | 3351179  | 6848689   |
| 30    | 1718230  | 1726380  | 3444610  | 3677644  | 3529036  | 7206680   |
| 35    | 1524924  | 1545989  | 3070913  | 3870697  | 3720934  | 7591630   |
| 40    | 1276935  | 1314578  | 2591513  | 4096846  | 3947816  | 8044661   |
| 45    | 1009527  | 1072348  | 2081875  | 4353160  | 4209477  | 8562637   |
| 50    | 856455   | 960033   | 1816488  | 4600427  | 4475524  | 9075951   |
| 55    | 633285   | 729171   | 1362456  | 4656510  | 4580912  | 9237422   |
| 60    | 461184   | 560439   | 1021623  | 4642988  | 4649591  | 9292579   |
| 65    | 329779   | 393339   | 723118   | 4605935  | 4740463  | 9346398   |
| 70    | 206460   | 256169   | 462629   | 4539361  | 4893908  | 9433269   |
| 75    | 116099   | 151026   | 267125   | 4137603  | 4816433  | 8954036   |
| 80 +  | 63376    | 89297    | 152673   | 9749831  | 14013534 | 23763365  |
| Total | 26775989 | 27198736 | 53974725 | 71278173 | 75097750 | 146375922 |

Fonte dos dados básicos: CELADE, Observatório Demográfico N°.3, abril de 2007. Projeção Cedeplar – Cenário BR2

TABELA A 2 – Taxas específicas de fecundidade, Brasil, 1950 e 2100

| idade | TEF (1950) | TEF (2100) |
|-------|------------|------------|
| 15-19 | 0,0825     | 0,0413     |
| 20-24 | 0,2635     | 0,0839     |
| 25-29 | 0,3024     | 0,0748     |
| 30-34 | 0,2506     | 0,0538     |
| 35-39 | 0,1892     | 0,0329     |
| 40-44 | 0,0978     | 0,0122     |
| 45-49 | 0,0441     | 0,0012     |
| TFT   | 6,1505     | 1,5000     |

Fonte: Frias e Carvalho (1994), Projeção Cedeplar – Cenário BR2

**TABELA A 3 – Taxas específicas de mortalidade, Brasil, 1950 e 2100**

| idade | TEM    |        | Declínio da TEM |
|-------|--------|--------|-----------------|
|       | 1950   | 2100   |                 |
| 0     | 0,0412 | 0,0008 | 0,0404          |
| 5     | 0,0033 | 0,0001 | 0,0032          |
| 10    | 0,0019 | 0,0001 | 0,0019          |
| 15    | 0,0030 | 0,0002 | 0,0028          |
| 20    | 0,0043 | 0,0004 | 0,0040          |
| 25    | 0,0056 | 0,0003 | 0,0053          |
| 30    | 0,0068 | 0,0004 | 0,0064          |
| 35    | 0,0082 | 0,0006 | 0,0076          |
| 40    | 0,0099 | 0,0009 | 0,0090          |
| 45    | 0,0125 | 0,0016 | 0,0109          |
| 50    | 0,0162 | 0,0028 | 0,0134          |
| 55    | 0,0213 | 0,0047 | 0,0167          |
| 60    | 0,0287 | 0,0071 | 0,0216          |
| 65    | 0,0416 | 0,0117 | 0,0300          |
| 70    | 0,0625 | 0,0200 | 0,0426          |
| 75    | 0,0944 | 0,0340 | 0,0603          |
| 80 +  | 0,1835 | 0,0792 | 0,1042          |
| $e_0$ | 51,34  | 84,03  |                 |

Fonte dos dados básicos: CELADE, Observatório Demográfico N°.4, out. de 2007. Projeção *Cedeplar* – Cenário BR2

**TABELA A 4 – Efeito estimado da migração sobre o processo de envelhecimento populacional, Brasil, 1980-1990**

| Saldo líquido migratório estatisticamente significativo, 1980-1990 |             |                       |                  |
|--|-------------|-----------------------|------------------|
| idade  | ponto médio | SM                    | SM * ponto médio |
| 15   | 17,5        | -125261               | -2192067,5       |
| 20   | 22,5        | -602233               | -13550242,5      |
| 25   | 27,5        | -860440               | -23662100        |
| 30   | 32,5        | -396173               | -12875622,5      |
| 35   | 37,5        | -12963                | -486112,5        |
| Total  |             | -1997070              | -52766145        |
| Ap   | 25,32       | taxa de emigração (o) | -0,3915          |
| Ao   | 26,42       | efeito da emigração   | <b>0,4316</b>    |

Fonte dos dados básicos: Beltrão e Camarano (1997)

Nota:

$$Ao(x, x + j) = \frac{\sum SM(-) \times \text{ponto médio do intervalo etário}}{\text{população total no período entre } x \text{ e } x + j}$$

$$o = \frac{\sum SM(-)}{\text{população total no período entre } x \text{ e } x + j}$$



**TABELA A 5 – Efeito da migração sobre o processo de envelhecimento populacional, Brasil, 1990 - 2000**

| Saldo líquido migratório por grupo etário e por sexo 1990-2000 |             |            |          |                  |                  |                             |             |
|--|-------------|------------|----------|------------------|------------------|-----------------------------|-------------|
| idade  | ponto médio | masculino  | feminino | SM total         | SM * ponto médio | "imigração"                 | "emigração" |
| 10   | 12,5        | 488        | 489      | 977000           | 12212500         | 12212500                    |             |
| 15   | 17,5        | 214        | 332      | 546000           | 9555000          | 9555000                     |             |
| 20   | 22,5        | -453       | -396     | -849000          | -19102500        |                             | -19102500   |
| 25   | 27,5        | -497       | -537     | -1034000         | -28435000        |                             | -28435000   |
| 30   | 32,5        | -151       | -163     | -314000          | -10205000        |                             | -10205000   |
| 35   | 37,5        | 10         | -104     | -94000           | -3525000         |                             | -3525000    |
| 40   | 42,5        | -44        | -145     | -189000          | -8032500         |                             | -8032500    |
| 45   | 47,5        | -111       | -247     | -358000          | -17005000        |                             | -17005000   |
| 50   | 52,5        | -139       | -173     | -312000          | -16380000        |                             | -16380000   |
| 55   | 57,5        | -81        | -79      | -160000          | -9200000         |                             | -9200000    |
| 60   | 62,5        | 12         | 56       | 68000            | 4250000          | 4250000                     |             |
| 65   | 67,5        | 38         | 17       | 55000            | 3712500          | 3712500                     |             |
| 70+  | 80          | 419        | 695      | 1114000          | 89120000         | 89120000                    |             |
| total  |             |            |          | -550000          | 6965000          | 118850000                   | -111885000  |
| = média à migração   |             |            |          |                  |                  | 72,21                       | 33,80       |
| i de imigração 0,01021   |             | Ai = 72,21 |          | Ap = 27,35       |                  | (Ao-Ap) = 6,45              |             |
| de emigração 0,02053   |             | Ao = 33,80 |          | (Ap-Ai) = -44,85 |                  | efeito da migração = 0,3254 |             |

Fonte dos dados básicos: Carvalho e Campos (2006)

Nota:

$$Ao(x, x + j) = \frac{\sum SM(-) \times \text{ponto médio do intervalo etário}}{\text{população total no período entre } x \text{ e } x + j}$$

$$Ai(x, x + j) = \frac{\sum SM(+) \times \text{ponto médio do intervalo etário}}{\text{população total no período entre } x \text{ e } x + j}$$

$$o = \frac{\sum SM(-)}{\text{população total no período entre } x \text{ e } x + j}$$

$$i = \frac{\sum SM(+)}{\text{população total no período entre } x \text{ e } x + j}$$

**TABELA A 6 – Nascimentos estimados para o ano de 1890, Brasil**

| idade | mulheres 1890 | TEF(1903) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 692111        | 0,0704    | 48725       |
| 20-24 | 666674        | 0,3050    | 203335      |
| 25-29 | 585875        | 0,3643    | 213434      |
| 30-34 | 485738        | 0,2907    | 141204      |
| 35-39 | 405384        | 0,2115    | 85739       |
| 40-44 | 337890        | 0,1067    | 36053       |
| 45-49 | 271826        | 0,0278    | 7557        |
| total |               |           | 736047      |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 7 – Nascimentos estimados para o ano de 1895, Brasil**

| idade | mulheres 1895 | TEF(1903) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 796371        | 0,0704    | 56065       |
| 20-24 | 939788        | 0,3050    | 286635      |
| 25-29 | 826901        | 0,3643    | 301240      |
| 30-34 | 475237        | 0,2907    | 138151      |
| 35-39 | 285522        | 0,2115    | 60388       |
| 40-44 | 273370        | 0,1067    | 29169       |
| 45-49 | 208422        | 0,0278    | 5794        |
| total |               |           | 877442      |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 8 – Nascimentos estimados para o ano de 1900, Brasil**

| idade | mulheres 1900 | TEF(1903) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 916337        | 0,0704    | 64510       |
| 20-24 | 1324789       | 0,3050    | 404061      |
| 25-29 | 1167084       | 0,3643    | 425169      |
| 30-34 | 464963        | 0,2907    | 135165      |
| 35-39 | 201101        | 0,2115    | 42533       |
| 40-44 | 221169        | 0,1067    | 23599       |
| 45-49 | 159807        | 0,0278    | 4443        |
| total |               |           | 1099478     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 9 – Nascimentos estimados para o ano de 1905, Brasil**

| idade | mulheres 1905 | TEF(1905) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 1125499       | 0,0699    | 78695       |
| 20-24 | 1314724       | 0,3019    | 396889      |
| 25-29 | 1123620       | 0,3591    | 403537      |
| 30-34 | 555742        | 0,2864    | 159154      |
| 35-39 | 285015        | 0,2081    | 59312       |
| 40-44 | 290557        | 0,1038    | 30166       |
| 45-49 | 215501        | 0,0270    | 5810        |
| total |               |           | 1133561     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 10 – Nascimentos estimados para o ano de 1910, Brasil**

| idade | mulheres 1910 | TEF(1910) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 1382404       | 0,0687    | 94943       |
| 20-24 | 1304736       | 0,2934    | 382862      |
| 25-29 | 1081775       | 0,3464    | 374727      |
| 30-34 | 664246        | 0,2757    | 183159      |
| 35-39 | 403944        | 0,1997    | 80676       |
| 40-44 | 381715        | 0,0966    | 36866       |
| 45-49 | 290605        | 0,0249    | 7224        |
| total |               |           | 1160457     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 11 – Nascimentos estimados para o ano de 1915, Brasil**

| idade | mulheres1915 | TEF(1915) | Nascimentos |
|-------|--------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 1697949      | 0,0677    | 114883      |
| 20-24 | 1294824      | 0,2845    | 368403      |
| 25-29 | 1041488      | 0,3341    | 347919      |
| 30-34 | 793934       | 0,2654    | 210726      |
| 35-39 | 572499       | 0,1896    | 108569      |
| 40-44 | 501471       | 0,0894    | 44811       |
| 45-49 | 391883       | 0,0237    | 9295        |
| total |              |           | 1204608     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 12 – Nascimentos estimados para o ano de 1920, Brasil**

| idade | mulheres 1920 | TEF(1920) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 2085521       | 0,0677    | 141190      |
| 20-24 | 1284987       | 0,2788    | 358203      |
| 25-29 | 1002701       | 0,3224    | 323311      |
| 30-34 | 948942        | 0,2541    | 241164      |
| 35-39 | 811388        | 0,1769    | 143567      |
| 40-44 | 658800        | 0,0856    | 56406       |
| 45-49 | 528458        | 0,0241    | 12715       |
| total |               |           | 1276556     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 13 – Nascimentos estimados para o ano de 1925, Brasil**

| idade | mulheres 1925 | TEF(1925) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 2133693       | 0,0691    | 147524      |
| 20-24 | 1429917       | 0,2767    | 395715      |
| 25-29 | 1144211       | 0,3126    | 357703      |
| 30-34 | 1021979       | 0,2413    | 246624      |
| 35-39 | 885423        | 0,1707    | 151106      |
| 40-44 | 720725        | 0,0869    | 62645       |
| 45-49 | 567761        | 0,0247    | 14046       |
| total |               |           | 1375364     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 14 – Nascimentos estimados para o ano de 1930, Brasil**

| idade | mulheres 1930 | TEF(1930) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 2182978       | 0,0708    | 154642      |
| 20-24 | 1591194       | 0,2750    | 437515      |
| 25-29 | 1305692       | 0,3044    | 397426      |
| 30-34 | 1100638       | 0,2354    | 259112      |
| 35-39 | 966214        | 0,1736    | 167735      |
| 40-44 | 788472        | 0,0892    | 70347       |
| 45-49 | 609987        | 0,0258    | 15762       |
| total |               |           | 1502540     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 15 - Nascimentos estimados para o ano de 1935, Brasil**

| idade | mulheres 1935 | TEF(1935) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 2233402       | 0,0728    | 162636      |
| 20-24 | 1770661       | 0,2731    | 483603      |
| 25-29 | 1489962       | 0,2995    | 446214      |
| 30-34 | 1185351       | 0,2398    | 284200      |
| 35-39 | 1054377       | 0,1774    | 187004      |
| 40-44 | 862587        | 0,0931    | 80272       |
| 45-49 | 655354        | 0,0246    | 16109       |
| total |               |           | 1660038     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 16 – Nascimentos estimados para o ano de 1940, Brasil**

| idade | mulheres 1940 | TEF(1940) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 2284990       | 0,0760    | 173659      |
| 20-24 | 1970369       | 0,2708    | 533576      |
| 25-29 | 1700238       | 0,2997    | 509527      |
| 30-34 | 1276584       | 0,2423    | 309342      |
| 35-39 | 1150584       | 0,1823    | 209705      |
| 40-44 | 943668        | 0,0862    | 81344       |
| 45-49 | 704095        | 0,0199    | 14040       |
| total |               |           | 1831194     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 17 – Nascimentos estimados para o ano de 1945, Brasil**

| idade | mulheres 1945 | TEF(1945) | Nascimentos |
|-------|---------------|-----------|-------------|
| 15-19 | 2554405       | 0,0781    | 199499      |
| 20-24 | 2262818       | 0,2708    | 612771      |
| 25-29 | 1886942       | 0,2968    | 560044      |
| 30-34 | 1437640       | 0,2423    | 348369      |
| 35-39 | 1319405       | 0,1998    | 263670      |
| 40-44 | 1045721       | 0,0770    | 80479       |
| 45-49 | 820528        | 0,0197    | 16164       |
| total |               |           | 2080996     |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil, Frias e Carvalho (1994)

**TABELA A 18 – Taxa de crescimento dos nascimentos para os períodos quinquenais entre 1970 e 2100, Brasil**

| Período   | 0-4      | 5-9      | 10-14    | 15-19    | 20-24    | 25-29    | 30-34    | 35-39    | 40-44    | 45-49    | 50-54    | 55-59    | 60-64    | 65-69    | 70-75    | 75-80    | 80+      |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1970-1975 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 | 0,017688 | 0,014911 | 0,011602 | 0,007468 | 0,00469  | 0,006106 | 0,045116 | 0,035143 |
| 1975-1980 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 | 0,017688 | 0,014911 | 0,011602 | 0,007468 | 0,00469  | 0,006106 | 0,045116 |
| 1980-1985 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 | 0,017688 | 0,014911 | 0,011602 | 0,007468 | 0,00469  | 0,006106 |
| 1985-1990 | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 | 0,017688 | 0,014911 | 0,011602 | 0,007468 | 0,00469  |
| 1990-1995 | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 | 0,017688 | 0,014911 | 0,011602 | 0,007468 |
| 1995-2000 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 | 0,017688 | 0,014911 | 0,011602 |
| 2000-2005 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 | 0,017688 | 0,014911 |
| 2005-2010 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 | 0,017688 |
| 2010-2015 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 | 0,019937 |
| 2015-2020 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 | 0,019626 |
| 2020-2025 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 | 0,025576 |
| 2025-2030 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 | 0,027067 |
| 2030-2035 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 | 0,025993 |
| 2035-2040 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 | 0,024537 |
| 2040-2045 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 | 0,003478 |
| 2045-2050 | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 | 0,007608 |
| 2050-2055 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 | 0,016868 |
| 2055-2060 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 | 0,012534 |
| 2060-2065 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 | -0,00933 |
| 2065-2070 | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  | -0,01149 |
| 2070-2075 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  | 0,00618  |
| 2075-2080 | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 | 0,00584  |
| 2080-2085 | -0,0118  | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 | -0,02669 |
| 2085-2090 | -0,01184 | -0,0118  | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 | -0,01377 |
| 2090-2095 | -0,01159 | -0,01184 | -0,0118  | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 | -0,00958 |
| 2095-2100 | -0,01143 | -0,01159 | -0,01184 | -0,0118  | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01059 | -0,00731 | -0,00905 | -0,01437 | -0,01731 | -0,01538 | -0,01272 |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil; Frias e Carvalho (1994); Proyección de Población da America Latina y el Caribe. Observatório Demográfico No.3, 188p, abril de 2007; Projeção Cedeplar – Cenário BR2.

**TABELA A 19 – Taxas de mudança na soma das taxas específicas de mortalidade entre as coortes de mesma idade em t e t+5 para os períodos quinquenais entre 1970 e 2100, Brasil**

| Período   | 0-4       | 5-9      | 10-14     | 15-19    | 20-24    | 25-29    | 30-34    | 35-39     | 40-44     | 45-49     | 50-54    | 55-59    | 60-64    | 65-69    | 70-75     | 75-80     | 80+       |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1970-1975 | -0,003699 | -0,00353 | -0,00402  | -0,00493 | -0,00812 | -0,0085  | -0,01174 | -0,010376 | -0,008768 | -0,010463 | -0,0125  | -0,01174 | -0,01575 | -0,01953 | -0,023433 | -0,027004 | -0,035022 |
| 1975-1980 | -0,005368 | -0,00439 | -0,003775 | -0,00424 | -0,00519 | -0,00855 | -0,00897 | -0,012122 | -0,010685 | -0,008835 | -0,01039 | -0,01203 | -0,01064 | -0,01481 | -0,015439 | -0,017658 | -0,027995 |
| 1980-1985 | -0,00426  | -0,0058  | -0,004574 | -0,00386 | -0,00431 | -0,0054  | -0,00883 | -0,009289 | -0,012451 | -0,010907 | -0,00893 | -0,01029 | -0,01171 | -0,01075 | -0,012867 | -0,013979 | -0,025034 |
| 1985-1990 | -0,002529 | -0,0044  | -0,005894 | -0,00459 | -0,00387 | -0,00436 | -0,00552 | -0,009141 | -0,009691 | -0,013053 | -0,01156 | -0,00994 | -0,01205 | -0,01436 | -0,017238 | -0,023258 | -0,027864 |
| 1990-1995 | -0,002472 | -0,00262 | -0,00447  | -0,00593 | -0,00465 | -0,00399 | -0,00455 | -0,005836 | -0,009499 | -0,010195 | -0,01378 | -0,01248 | -0,01121 | -0,01385 | -0,018724 | -0,024381 | -0,035966 |
| 1995-2000 | -0,002166 | -0,00254 | -0,002678 | -0,00452 | -0,00602 | -0,0048  | -0,00422 | -0,004864 | -0,006158 | -0,009933 | -0,01094 | -0,01463 | -0,01344 | -0,01247 | -0,016875 | -0,023837 | -0,036132 |
| 2000-2005 | -0,002336 | -0,00223 | -0,002589 | -0,00291 | -0,00488 | -0,00647 | -0,00533 | -0,004734 | -0,005539 | -0,006937 | -0,0105  | -0,01145 | -0,0148  | -0,01267 | -0,010903 | -0,013036 | -0,005875 |
| 2005-2010 | -0,001027 | -0,00239 | -0,002311 | -0,00276 | -0,00317 | -0,00521 | -0,00688 | -0,005801 | -0,005315 | -0,00625  | -0,00783 | -0,01165 | -0,01305 | -0,0169  | -0,015259 | -0,014128 | -0,018044 |
| 2010-2015 | -0,000837 | -0,00107 | -0,002458 | -0,00245 | -0,00298 | -0,00345 | -0,00555 | -0,007278 | -0,0063   | -0,005945 | -0,00706 | -0,0089  | -0,01317 | -0,01508 | -0,019463 | -0,018435 | -0,01947  |
| 2015-2020 | -0,000675 | -0,00088 | -0,001127 | -0,00258 | -0,00264 | -0,00322 | -0,00373 | -0,00589  | -0,007707 | -0,006856 | -0,00668 | -0,00805 | -0,01031 | -0,01511 | -0,017606 | -0,022656 | -0,023989 |
| 2020-2025 | -0,000541 | -0,00071 | -0,00092  | -0,00123 | -0,00274 | -0,00284 | -0,00345 | -0,004022 | -0,006263 | -0,008199 | -0,00752 | -0,00759 | -0,00935 | -0,01213 | -0,017555 | -0,020794 | -0,028372 |
| 2025-2030 | -0,000433 | -0,00057 | -0,000742 | -0,00101 | -0,00137 | -0,00289 | -0,00303 | -0,003695 | -0,004348 | -0,006701 | -0,0088  | -0,00835 | -0,00878 | -0,01105 | -0,014478 | -0,020703 | -0,026626 |
| 2030-2035 | -0,000345 | -0,00046 | -0,000596 | -0,00082 | -0,00112 | -0,00149 | -0,00305 | -0,00323  | -0,003976 | -0,004738 | -0,00725 | -0,00956 | -0,00944 | -0,01035 | -0,013264 | -0,01754  | -0,026592 |
| 2035-2040 | -0,000274 | -0,00036 | -0,000477 | -0,00066 | -0,00091 | -0,00123 | -0,00162 | -0,003216 | -0,003467 | -0,004321 | -0,00523 | -0,00794 | -0,01055 | -0,01089 | -0,012438 | -0,01621  | -0,023417 |
| 2040-2045 | -0,000219 | -0,00029 | -0,000381 | -0,00053 | -0,00074 | -0,001   | -0,00133 | -0,001758 | -0,003416 | -0,003766 | -0,00476 | -0,00587 | -0,00886 | -0,01189 | -0,012846 | -0,015258 | -0,022012 |
| 2045-2050 | -9,74E-05 | -0,00023 | -0,000298 | -0,0004  | -0,00057 | -0,00078 | -0,00104 | -0,001391 | -0,001849 | -0,003553 | -0,00397 | -0,00506 | -0,0063  | -0,00948 | -0,012797 | -0,014151 | -0,018117 |
| 2050-2055 | 9,59E-10  | -9,7E-05 | -0,000227 | -0,0003  | -0,0004  | -0,00057 | -0,00078 | -0,001041 | -0,00139  | -0,001847 | -0,00355 | -0,00396 | -0,00505 | -0,00626 | -0,009401 | -0,012653 | -0,014111 |
| 2055-2060 | 0         | 1,28E-09 | -9,74E-05 | -0,00023 | -0,0003  | -0,0004  | -0,00057 | -0,000775 | -0,001041 | -0,001389 | -0,00184 | -0,00354 | -0,00395 | -0,00502 | -0,006197 | -0,009273 | -0,012599 |
| 2060-2065 | 0         | 0        | 1,6E-09   | -9,7E-05 | -0,00023 | -0,0003  | -0,0004  | -0,000565 | -0,000775 | -0,00104  | -0,00139 | -0,00184 | -0,00353 | -0,00393 | -0,004977 | -0,006095 | -0,009219 |
| 2065-2070 | 0         | 0        | 0         | 3,55E-09 | -9,7E-05 | -0,00023 | -0,0003  | -0,000404 | -0,000565 | -0,000774 | -0,00104 | -0,00139 | -0,00183 | -0,00351 | -0,003899 | -0,004903 | -0,006055 |
| 2070-2075 | 0         | 0        | 0         | 0        | 6,29E-09 | -9,7E-05 | -0,00023 | -0,000298 | -0,000404 | -0,000565 | -0,00077 | -0,00104 | -0,00138 | -0,00182 | -0,003476 | -0,003844 | -0,004877 |
| 2075-2080 | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 8,2E-09  | -9,7E-05 | -0,000227 | -0,000298 | -0,000404 | -0,00056 | -0,00077 | -0,00104 | -0,00138 | -0,001796 | -0,003422 | -0,003824 |
| 2080-2085 | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 9,9E-09  | -9,74E-05 | -0,000226 | -0,000298 | -0,0004  | -0,00056 | -0,00077 | -0,00103 | -0,001366 | -0,001761 | -0,003405 |
| 2085-2090 | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 1,24E-08  | -9,74E-05 | -0,000226 | -0,0003  | -0,0004  | -0,00056 | -0,00077 | -0,001024 | -0,00135  | -0,00175  |
| 2090-2095 | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 1,56E-08  | -9,74E-05 | -0,00023 | -0,0003  | -0,0004  | -0,00056 | -0,000763 | -0,001012 | -0,001345 |
| 2095-2100 | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 1,56E-08  | -9,7E-05 | -0,00023 | -0,0003  | -0,0004  | -0,00056  | -0,000763 | -0,001012 |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil; Frias e Carvalho (1994); Proyección de Población da America Latina y el Caribe. Observatório Demográfico No.3, 188p, abril de 2007; Projeção Cedeplar – Cenário BR2.

TABELA A 20 – Taxas específicas de crescimento para os períodos quinquenais entre 1970 e 2100, Brasil

| Período   | 0-4      | 5-9      | 10-14    | 15-19    | 20-24    | 25-29    | 30-34    | 35-39    | 40-44    | 45-49    | 50-54    | 55-59    | 60-64    | 65-69    | 70-75    | 75-80        | 80+      |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|----------|
| 1970-1975 | 0,020567 | 0,011137 | 0,007498 | 0,029462 | 0,034113 | 0,035564 | 0,037313 | 0,030001 | 0,028704 | 0,028151 | 0,027408 | 0,023338 | 0,023216 | 0,024216 | 0,029538 | 0,072120399  | 0,070166 |
| 1975-1980 | 0,017902 | 0,021258 | 0,011383 | 0,007719 | 0,029724 | 0,034545 | 0,036039 | 0,037698 | 0,03031  | 0,028772 | 0,028081 | 0,026937 | 0,022246 | 0,02228  | 0,020129 | 0,023763241  | 0,073111 |
| 1980-1985 | -0,00507 | 0,018338 | 0,021442 | 0,011468 | 0,007785 | 0,029933 | 0,034827 | 0,036356 | 0,038027 | 0,030533 | 0,028869 | 0,027978 | 0,026623 | 0,022348 | 0,020335 | 0,018668616  | 0,03114  |
| 1985-1990 | -0,00896 | -0,00493 | 0,018428 | 0,021458 | 0,01148  | 0,007837 | 0,030056 | 0,035134 | 0,036759 | 0,038628 | 0,031186 | 0,029875 | 0,029737 | 0,029269 | 0,02884  | 0,030725955  | 0,032554 |
| 1990-1995 | 0,008652 | -0,00887 | -0,00486 | 0,018465 | 0,021519 | 0,011596 | 0,00803  | 0,030372 | 0,035491 | 0,037262 | 0,039354 | 0,032106 | 0,03115  | 0,031533 | 0,033634 | 0,035983154  | 0,043434 |
| 1995-2000 | 0,008006 | 0,008715 | -0,00881 | -0,00481 | 0,018556 | 0,021673 | 0,011826 | 0,008342 | 0,030695 | 0,035926 | 0,038011 | 0,040205 | 0,033069 | 0,032409 | 0,034563 | 0,03874787   | 0,047735 |
| 2000-2005 | -0,02436 | 0,008068 | 0,00877  | -0,00858 | -0,00445 | 0,019007 | 0,022197 | 0,012342 | 0,009017 | 0,031474 | 0,036494 | 0,038515 | 0,040372 | 0,032296 | 0,030839 | 0,030724134  | 0,020786 |
| 2005-2010 | -0,01274 | -0,0243  | 0,008151 | 0,008939 | -0,00832 | -0,00412 | 0,019414 | 0,02267  | 0,012923 | 0,009728 | 0,032362 | 0,037641 | 0,04012  | 0,042472 | 0,034885 | 0,034064991  | 0,035732 |
| 2010-2015 | -0,00874 | -0,0127  | -0,02424 | 0,008295 | 0,009162 | -0,00804 | -0,00378 | 0,019812 | 0,023168 | 0,013553 | 0,010538 | 0,033435 | 0,03916  | 0,042151 | 0,045039 | 0,038060064  | 0,039407 |
| 2015-2020 | -0,01204 | -0,0087  | -0,01264 | -0,02411 | 0,008484 | 0,009396 | -0,00776 | -0,00344 | 0,020241 | 0,023725 | 0,014288 | 0,011529 | 0,034848 | 0,041098 | 0,044674 | 0,048231784  | 0,043614 |
| 2020-2025 | -0,01484 | -0,01201 | -0,00866 | -0,01254 | -0,02396 | 0,008675 | 0,00963  | -0,00747 | -0,00307 | 0,020732 | 0,024388 | 0,015197 | 0,01283  | 0,036671 | 0,043548 | 0,047861526  | 0,053947 |
| 2025-2030 | -0,01688 | -0,01481 | -0,01198 | -0,00857 | -0,01241 | -0,0238  | 0,008866 | 0,009876 | -0,00714 | -0,00263 | 0,021332 | 0,025218 | 0,016389 | 0,014526 | 0,039015 | 0,046695468  | 0,053693 |
| 2030-2035 | -0,01402 | -0,01685 | -0,01478 | -0,0119  | -0,00846 | -0,01228 | -0,02365 | 0,00907  | 0,010156 | -0,00675 | -0,00208 | 0,022091 | 0,026307 | 0,017959 | 0,016743 | 0,042076653  | 0,052585 |
| 2035-2040 | -0,00878 | -0,014   | -0,01683 | -0,01472 | -0,01181 | -0,00835 | -0,01215 | -0,02348 | 0,009308 | 0,010501 | -0,00626 | -0,00139 | 0,023088 | 0,027757 | 0,020046 | 0,019688625  | 0,047954 |
| 2040-2045 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01399 | -0,01678 | -0,01464 | -0,01172 | -0,00825 | -0,01201 | -0,02328 | 0,009606 | 0,010944 | -0,00562 | -0,00047 | 0,024428 | 0,029714 | 0,022865536  | 0,02549  |
| 2045-2050 | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,0146  | -0,01168 | -0,00819 | -0,01192 | -0,02314 | 0,009813 | 0,011245 | -0,00519 | 0,000151 | 0,02533  | 0,031018841  | 0,025725 |
| 2050-2055 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,0146  | -0,01168 | -0,00819 | -0,01192 | -0,02315 | 0,009805 | 0,011229 | -0,00523 | 7,07E-05 | 0,025186384  | 0,030979 |
| 2055-2060 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,0146  | -0,01168 | -0,00819 | -0,01193 | -0,02315 | 0,009793 | 0,011203 | -0,00529 | -5,71694E-05 | 0,025132 |
| 2060-2065 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,0146  | -0,01168 | -0,00819 | -0,01193 | -0,02317 | 0,009773 | 0,011157 | -0,00539421  | -0,00011 |
| 2065-2070 | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,0146  | -0,01168 | -0,00819 | -0,01194 | -0,02318 | 0,009739 | 0,011083436  | -0,00543 |
| 2070-2075 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,01461 | -0,01168 | -0,0082  | -0,01195 | -0,02322 | 0,009683927  | 0,011057 |
| 2075-2080 | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,01461 | -0,01168 | -0,0082  | -0,01197 | -0,023272442 | 0,009664 |
| 2080-2085 | -0,0118  | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,01461 | -0,01169 | -0,00821 | -0,012010316 | -0,02329 |
| 2085-2090 | -0,01184 | -0,0118  | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,01461 | -0,01169 | -0,008230045 | -0,01202 |
| 2090-2095 | -0,01159 | -0,01184 | -0,0118  | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,01462 | -0,011705634 | -0,00824 |
| 2095-2100 | -0,01143 | -0,01159 | -0,01184 | -0,0118  | -0,01137 | -0,0108  | -0,01071 | -0,01162 | -0,01306 | -0,0138  | -0,01049 | -0,00709 | -0,00876 | -0,01396 | -0,01675 | -0,014616112 | -0,01171 |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil; Frias e Carvalho (1994); Proyección de Población da América Latina y el Caribe. Observatório Demográfico No.3, 188p, abril de 2007; Projeção Cedeplar – Cenário BR2.

**TABELA A 21 – Covariância das taxas de crescimento dos nascimentos e as idades, para os períodos quinquenais entre 1970 e 2100, Brasil**

| Idade        | 1970-1975      | 1975-1980      | 1980-1985      | 1985-1990      | 1990-1995      | 1995-2000      | 2000-2005      | 2005-2010      | 2010-2015      | 2015-2020      | 2020-2025      | 2025-2030      | 2030-2035      | 2035-2040      | 2040-2045      | 2045-2050      | 2050-2055      | 2055-2060      | 2060-2065      | 2065-2070      | 2070-2075      | 2075-2080      | 2080-2085       | 2085-2090       | 2090-2095       | 2095-2100       |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 2,5          | -0,05350       | -0,03899       | 0,02898        | 0,03382        | -0,01663       | -0,01519       | 0,06717        | 0,03282        | 0,02153        | 0,02769        | 0,03214        | 0,03450        | 0,02720        | 0,01659        | 0,01333        | 0,01937        | 0,02496        | 0,02308        | 0,02022        | 0,01852        | 0,01866        | 0,01965        | 0,02036         | 0,02037         | 0,01989         | 0,01960         |
| 7,5          | -0,01735       | -0,03673       | -0,02713       | 0,02087        | 0,02552        | -0,01291       | -0,01196       | 0,05429        | 0,02722        | 0,01820        | 0,02383        | 0,02814        | 0,03068        | 0,02449        | 0,01506        | 0,01218        | 0,01781        | 0,02314        | 0,02154        | 0,01896        | 0,01741        | 0,01759        | 0,01857         | 0,01927         | 0,01929         | 0,01885         |
| 12,5         | -0,00503       | -0,01118       | -0,02393       | -0,01837       | 0,01497        | 0,01895        | -0,01012       | -0,00944       | 0,04412        | 0,02258        | 0,01541        | 0,02057        | 0,02471        | 0,02729        | 0,02197        | 0,01360        | 0,01107        | 0,01633        | 0,02137        | 0,01999        | 0,01764        | 0,01624        | 0,01644         | 0,01738         | 0,01805         | 0,01809         |
| 17,5         | -0,01708       | -0,00272       | -0,00618       | -0,01405       | -0,01178       | 0,01015        | 0,01379        | -0,00751       | -0,00729       | 0,03509        | 0,01846        | 0,01291        | 0,01760        | 0,02149        | 0,02399        | 0,01947        | 0,01215        | 0,00999        | 0,01483        | 0,01950        | 0,01829        | 0,01618        | 0,01493         | 0,01513         | 0,01601         | 0,01664         |
| 22,5         | -0,00335       | -0,00468       | -0,00086       | -0,00234       | -0,00665       | -0,00641       | 0,00626        | 0,00903        | 0,00528        | -0,00538       | 0,02702        | 0,01474        | 0,01062        | 0,01481        | 0,01834        | 0,02071        | 0,01698        | 0,01070        | 0,00887        | 0,01324        | 0,01745        | 0,01640        | 0,01454         | 0,01343         | 0,01363         | 0,01442         |
| 27,5         | 0,00701        | 0,00614        | 0,00514        | 0,00056        | 0,00049        | -0,00070       | -0,00205       | 0,00280        | 0,00499        | -0,00330       | -0,00368       | 0,01976        | 0,01133        | 0,00846        | 0,01206        | 0,01521        | 0,01741        | 0,01446        | 0,00920        | 0,00767        | 0,01148        | 0,01518        | 0,01430         | 0,01270         | 0,01174         | 0,01191         |
| 32,5         | 0,01353        | 0,01370        | 0,01348        | 0,01244        | 0,00158        | 0,00275        | 0,00396        | 0,00171        | -0,00014       | 0,00141        | -0,00153       | -0,00214       | 0,01305        | 0,00808        | 0,00632        | 0,00932        | 0,01203        | 0,01404        | 0,01182        | 0,00758        | 0,00635        | 0,00954        | 0,01265         | 0,01193         | 0,01060         | 0,00980         |
| 37,5         | 0,01416        | 0,01781        | 0,01870        | 0,01879        | 0,01764        | 0,00239        | 0,00441        | 0,00808        | 0,00489        | -0,00275       | -0,00181       | 0,00007        | -0,00071       | 0,00660        | 0,00486        | 0,00417        | 0,00652        | 0,00875        | 0,01047        | 0,00894        | 0,00579        | 0,00488        | 0,00736         | 0,00979         | 0,00925         | 0,00823         |
| 42,5         | 0,01698        | 0,01621        | 0,02081        | 0,02212        | 0,02240        | 0,02158        | 0,00293        | 0,00595        | 0,01155        | 0,00772        | -0,00509       | -0,00474       | 0,00158        | 0,00068        | 0,00016        | 0,00159        | 0,00196        | 0,00358        | 0,00522        | 0,00654        | 0,00574        | 0,00378        | 0,00323         | 0,00491         | 0,00656         | 0,00621         |
| 47,5         | 0,01629        | 0,01801        | 0,01743        | 0,02260        | 0,02422        | 0,02495        | 0,02402        | 0,00346        | 0,00723        | 0,01458        | 0,01022        | -0,00722       | -0,00750       | 0,00305        | 0,00207        | -0,00638       | -0,00180       | -0,00038       | 0,00041        | 0,00134        | 0,00218        | 0,00218        | 0,00155         | 0,00138         | 0,00216         | 0,00293         |
| 52,5         | 0,01336        | 0,01638        | 0,01830        | 0,01787        | 0,02339        | 0,02543        | 0,02644        | 0,02641        | 0,00388        | 0,00829        | 0,01719        | 0,01245        | -0,00919       | -0,01014       | 0,00450        | 0,00347        | -0,01313       | -0,00537       | -0,00290       | -0,00307       | -0,00295       | -0,00265       | -0,00177        | -0,00094        | -0,00068        | -0,00091        |
| 57,5         | 0,01006        | 0,01286        | 0,01588        | 0,01788        | 0,01766        | 0,02344        | 0,02625        | 0,02758        | 0,02799        | 0,00419        | 0,00914        | 0,01939        | 0,01444        | -0,01103       | 0,01271        | 0,00593        | 0,00490        | -0,02018       | -0,00918       | -0,00563       | -0,00686       | -0,00763       | -0,00791        | -0,00609        | -0,00366        | -0,00293        |
| 62,5         | 0,00601        | 0,00927        | 0,01188        | 0,01478        | 0,01690        | 0,01694        | 0,02330        | 0,02610        | 0,02787        | 0,02881        | 0,00439        | 0,00977        | 0,02119        | 0,01619        | -0,01273       | -0,01515       | 0,00735        | 0,00635        | -0,02750       | -0,01320       | -0,00853       | -0,01087       | -0,01258        | -0,01350        | -0,01067        | -0,00654        |
| 67,5         | 0,00316        | 0,00525        | 0,00810        | 0,01047        | 0,01328        | 0,01544        | 0,01640        | 0,02199        | 0,02508        | 0,02728        | 0,02873        | 0,00447        | 0,01014        | 0,02250        | 0,01762        | -0,01421       | -0,01739       | 0,00870        | 0,00777        | -0,03482       | -0,01723       | -0,01143       | -0,01491        | -0,01757        | -0,01913        | -0,01529        |
| 72,5         | 0,00327        | 0,00257        | 0,00423        | 0,00656        | 0,00874        | 0,01136        | 0,01416        | 0,01448        | 0,01981        | 0,02305        | 0,02559        | 0,02751        | 0,00437        | 0,01016        | 0,02307        | 0,01849        | -0,01526       | -0,01913       | 0,00982        | 0,00899        | -0,04122       | -0,02079       | -0,01401        | -0,01851        | -0,02204        | -0,02418        |
| 77,5         | 0,01675        | 0,00238        | 0,00183        | 0,00302        | 0,00492        | 0,00681        | 0,00949        | 0,01142        | 0,01194        | 0,01671        | 0,01988        | 0,02258        | 0,02487        | 0,00405        | 0,00965        | 0,02245        | 0,01839        | -0,01549       | -0,01983       | 0,01038        | 0,00969        | -0,04505       | -0,02300        | -0,01566        | -0,02086        | -0,02498        |
| 80 e +       | 0,01005        | 0,01470        | 0,00215        | 0,00178        | 0,00323        | 0,00587        | 0,00965        | 0,01226        | 0,01529        | 0,01670        | 0,02464        | 0,03090        | 0,03661        | 0,04332        | 0,00772        | 0,02079        | 0,05384        | 0,04641        | -0,04037       | -0,05646       | 0,03306        | 0,03327        | -0,16099        | -0,08677        | -0,06219        | -0,08477        |
| <b>Total</b> | <b>0,03432</b> | <b>0,04098</b> | <b>0,10882</b> | <b>0,16880</b> | <b>0,15990</b> | <b>0,15085</b> | <b>0,22409</b> | <b>0,24145</b> | <b>0,24070</b> | <b>0,24086</b> | <b>0,24452</b> | <b>0,24364</b> | <b>0,23102</b> | <b>0,20660</b> | <b>0,15528</b> | <b>0,15101</b> | <b>0,15779</b> | <b>0,12498</b> | <b>0,04177</b> | <b>0,02847</b> | <b>0,08693</b> | <b>0,05646</b> | <b>-0,11125</b> | <b>-0,03275</b> | <b>-0,01205</b> | <b>-0,03292</b> |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil; Frias e Carvalho (1994); Proyección de Población da America Latina y el Caribe. Observatório Demográfico No.3, 188p, abril de 2007; Projeção Cedeplar – Cenário BR2.

**TABELA A 22 – Covariância das taxas de mudança na mortalidade e as idades, para os períodos quinquenais entre 1970 e 2100, Brasil**

| Idade | 1970-1975 | 1975-1980 | 1980-1985 | 1985-1990 | 1990-1995 | 1995-2000 | 2000-2005 | 2005-2010 | 2010-2015 | 2015-2020 | 2020-2025 | 2025-2030 | 2030-2035 | 2035-2040 | 2040-2045 | 2045-2050 | 2050-2055 | 2055-2060 | 2060-2065 | 2065-2070 | 2070-2075 | 2075-2080 | 2080-2085 | 2085-2090 | 2090-2095 | 2095-2100 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2,5   | -0,01173  | -0,01670  | -0,01323  | -0,00745  | -0,00665  | -0,00563  | -0,00588  | -0,00245  | -0,00188  | -0,00147  | -0,00113  | -0,00086  | -0,00065  | -0,00050  | -0,00040  | -0,00018  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 7,5   | -0,00805  | -0,00956  | -0,01256  | -0,00984  | -0,00583  | -0,00529  | -0,00456  | -0,00487  | -0,00212  | -0,00167  | -0,00133  | -0,00104  | -0,00081  | -0,00062  | -0,00048  | -0,00038  | -0,00016  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 12,5  | -0,00581  | -0,00555  | -0,00649  | -0,00864  | -0,00717  | -0,00442  | -0,00424  | -0,00373  | -0,00406  | -0,00185  | -0,00148  | -0,00120  | -0,00096  | -0,00075  | -0,00058  | -0,00045  | -0,00034  | -0,00015  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 17,5  | -0,00343  | -0,00331  | -0,00314  | -0,00382  | -0,00557  | -0,00492  | -0,00349  | -0,00335  | -0,00306  | -0,00339  | -0,00165  | -0,00136  | -0,00113  | -0,00092  | -0,00073  | -0,00055  | -0,00040  | -0,00031  | -0,00014  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 22,5  | -0,00105  | -0,00099  | -0,00106  | -0,00119  | -0,00183  | -0,00308  | -0,00328  | -0,00249  | -0,00255  | -0,00244  | -0,00277  | -0,00146  | -0,00124  | -0,00106  | -0,00088  | -0,00068  | -0,00048  | -0,00035  | -0,00027  | -0,00012  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 27,5  | 0,00220   | 0,00202   | 0,00113   | 0,00070   | 0,00026   | -0,00020  | -0,00106  | -0,00156  | -0,00150  | -0,00172  | -0,00179  | -0,00214  | -0,00123  | -0,00108  | -0,00095  | -0,00077  | -0,00057  | -0,00041  | -0,00030  | -0,00024  | -0,00011  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 32,5  | 0,00621   | 0,00454   | 0,00458   | 0,00280   | 0,00207   | 0,00152   | 0,00125   | 0,00094   | 0,00008   | -0,00046  | -0,00086  | -0,00111  | -0,00149  | -0,00095  | -0,00076  | -0,00061  | -0,00046  | -0,00033  | -0,00025  | -0,00020  | -0,00009  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 37,5  | 0,00749   | 0,00844   | 0,00642   | 0,00661   | 0,00420   | 0,00334   | 0,00274   | 0,00278   | 0,00284   | 0,00174   | 0,00063   | 0,00004   | -0,00039  | -0,00080  | -0,00062  | -0,00061  | -0,00053  | -0,00044  | -0,00034  | -0,00025  | -0,00019  | -0,00015  | -0,00007  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 42,5  | 0,00747   | 0,00883   | 0,01013   | 0,00792   | 0,00819   | 0,00542   | 0,00467   | 0,00416   | 0,00432   | 0,00474   | 0,00342   | 0,00300   | 0,00213   | 0,00134   | 0,00085   | 0,00024   | 0,00006   | -0,00003  | -0,00007  | -0,00016  | -0,00012  | -0,00010  | -0,00005  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 47,5  | 0,00963   | 0,00798   | 0,00989   | 0,01154   | 0,00912   | 0,00953   | 0,00679   | 0,00623   | 0,00565   | 0,00593   | 0,00669   | 0,00518   | 0,00309   | 0,00213   | 0,00134   | 0,00085   | 0,00024   | 0,00006   | -0,00003  | -0,00007  | -0,00007  | -0,00006  | -0,00005  | -0,00004  | -0,00002  | 0,00000   |
| 52,5  | 0,01120   | 0,00963   | 0,00820   | 0,01053   | 0,01260   | 0,01028   | 0,01068   | 0,00842   | 0,00788   | 0,00728   | 0,00766   | 0,00874   | 0,00713   | 0,00462   | 0,00347   | 0,00236   | 0,00175   | 0,00072   | 0,00042   | 0,00025   | 0,00015   | 0,00009   | 0,00005   | 0,00003   | 0,00002   | 0,00001   |
| 57,5  | 0,01017   | 0,01037   | 0,00924   | 0,00891   | 0,01123   | 0,01341   | 0,01110   | 0,01236   | 0,01015   | 0,00970   | 0,00912   | 0,00960   | 0,01101   | 0,00939   | 0,00649   | 0,00486   | 0,00333   | 0,00268   | 0,00123   | 0,00081   | 0,00056   | 0,00038   | 0,00026   | 0,00017   | 0,00012   | 0,00009   |
| 62,5  | 0,01268   | 0,00850   | 0,00934   | 0,01007   | 0,00951   | 0,01160   | 0,01348   | 0,01259   | 0,01412   | 0,01181   | 0,01128   | 0,01186   | 0,01363   | 0,01208   | 0,00831   | 0,00600   | 0,00430   | 0,00364   | 0,00175   | 0,00123   | 0,00089   | 0,00063   | 0,00044   | 0,00030   | 0,00021   | 0,00012   |
| 67,5  | 0,01317   | 0,01042   | 0,00750   | 0,01008   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |



**TABELA A 23 – Covariância das taxas específicas de crescimento e as idades, para os períodos quinquenais entre 1970 e 2100, Brasil**

| Idade        | 1970-1975      | 1975-1970      | 1980-1985      | 1985-1990      | 1990-1995      | 1995-2000      | 2000-2005      | 2005-2010      | 2010-2015      | 2015-2020      | 2020-2025      | 2025-2030      | 2030-2035      | 2035-2040      | 2040-2045      | 2045-2050      | 2050-2055      | 2055-2060      | 2060-2065      | 2065-2070      | 2070-2075      | 2075-2080      | 2080-2085       | 2085-2090      | 2090-2095      | 2095-2100       |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 2,5          | -0,06523       | -0,05569       | 0,01575        | 0,02638        | -0,02329       | -0,02083       | 0,06129        | 0,03037        | 0,01965        | 0,02622        | 0,03101        | 0,03364        | 0,02655        | 0,01609        | 0,01293        | 0,01919        | 0,02496        | 0,02308        | 0,02022        | 0,01852        | 0,01866        | 0,01965        | 0,02036         | 0,02037        | 0,01989        | 0,01960         |
| 7,5          | -0,02540       | -0,04629       | -0,03970       | 0,01103        | 0,01969        | -0,01820       | -0,01652       | 0,04942        | 0,02510        | 0,01653        | 0,02250        | 0,02710        | 0,02988        | 0,02387        | 0,01457        | 0,01180        | 0,01764        | 0,02314        | 0,02154        | 0,01896        | 0,01741        | 0,01759        | 0,01857         | 0,01927        | 0,01929        | 0,01885         |
| 12,5         | -0,01084       | -0,01672       | -0,03042       | -0,02700       | 0,00780        | 0,01453        | -0,01437       | -0,01317       | 0,04005        | 0,02073        | 0,01393        | 0,01937        | 0,02375        | 0,02654        | 0,02139        | 0,01315        | 0,01073        | 0,01618        | 0,02137        | 0,01999        | 0,01764        | 0,01624        | 0,01644         | 0,01738        | 0,01805        | 0,01809         |
| 17,5         | -0,02051       | -0,00603       | -0,00932       | -0,01788       | -0,01735       | 0,00523        | 0,01031        | -0,01086       | -0,01036       | 0,03170        | 0,01681        | 0,01155        | 0,01647        | 0,02057        | 0,02326        | 0,01893        | 0,01175        | 0,00968        | 0,01470        | 0,01950        | 0,01829        | 0,01618        | 0,01493         | 0,01513        | 0,01601        | 0,01664         |
| 22,5         | -0,00440       | -0,00567       | -0,00191       | -0,00354       | -0,00849       | -0,00949       | 0,00299        | 0,00654        | -0,00782       | -0,00782       | 0,02425        | 0,01328        | 0,00938        | 0,01374        | 0,01746        | 0,02003        | 0,01650        | 0,01035        | 0,00859        | 0,01311        | 0,01745        | 0,01640        | 0,01454         | 0,01343        | 0,01363        | 0,01442         |
| 27,5         | 0,00921        | 0,00816        | 0,00627        | 0,00125        | 0,00075        | -0,00090       | -0,00311       | 0,00123        | 0,00349        | -0,00502       | -0,00547       | 0,01762        | 0,01010        | 0,00737        | 0,01112        | 0,01444        | 0,01684        | 0,01405        | 0,00890        | 0,00743        | 0,01138        | 0,01518        | 0,01430         | 0,01270        | 0,01174        | 0,01191         |
| 32,5         | 0,01973        | 0,01824        | 0,01806        | 0,01524        | 0,00365        | 0,00427        | 0,00521        | 0,00265        | -0,00006       | 0,00095        | -0,00239       | -0,00325       | 0,01156        | 0,00713        | 0,00545        | 0,00856        | 0,01143        | 0,01359        | 0,01149        | 0,00733        | 0,00615        | 0,00945        | 0,01265         | 0,01193        | 0,01060        | 0,00980         |
| 37,5         | 0,02165        | 0,02625        | 0,02512        | 0,02540        | 0,02184        | 0,00572        | 0,00715        | 0,01086        | 0,00774        | -0,00101       | -0,00118       | 0,00012        | -0,00110       | 0,00581        | 0,00424        | 0,00357        | 0,00598        | 0,00830        | 0,01013        | 0,00869        | 0,00560        | 0,00472        | 0,00730         | 0,00979        | 0,00925        | 0,00823         |
| 42,5         | 0,02445        | 0,02503        | 0,03094        | 0,03004        | 0,03059        | 0,02700        | 0,00760        | 0,01011        | 0,01587        | 0,01246        | -0,00167       | -0,00295       | 0,00260        | 0,00109        | 0,00014        | 0,00137        | 0,00167        | 0,00328        | 0,00496        | 0,00633        | 0,00558        | 0,00366        | 0,00313         | 0,00487        | 0,00656        | 0,00621         |
| 47,5         | 0,02592        | 0,02599        | 0,02712        | 0,03414        | 0,03335        | 0,03448        | 0,03081        | 0,00969        | 0,01288        | 0,02051        | 0,01691        | -0,00203       | -0,00441       | 0,00517        | 0,00341        | -0,00553       | -0,00156       | -0,00033       | 0,00037        | 0,00127        | 0,00211        | 0,00212        | 0,00150         | 0,00134        | 0,00214        | 0,00293         |
| 52,5         | 0,02456        | 0,02601        | 0,02650        | 0,02840        | 0,03600        | 0,03571        | 0,03712        | 0,03483        | 0,01176        | 0,01557        | 0,02485        | 0,02119        | -0,00205       | -0,00552       | 0,00796        | 0,00584        | -0,01139       | -0,00465       | -0,00248       | -0,00282       | -0,00281       | -0,00256       | -0,00172        | -0,00091       | -0,00066       | -0,00090        |
| 57,5         | 0,02023        | 0,02323        | 0,02511        | 0,02680        | 0,02890        | 0,03685        | 0,03735        | 0,03993        | 0,03814        | 0,01390        | 0,01827        | 0,02898        | 0,02545        | -0,00164       | -0,00621       | 0,01079        | 0,00822        | -0,01750       | -0,00795       | -0,00482       | -0,00630       | -0,00724       | -0,00765        | -0,00592       | -0,00354       | -0,00284        |
| 62,5         | 0,01869        | 0,01777        | 0,02122        | 0,02485        | 0,02640        | 0,02854        | 0,03678        | 0,03869        | 0,04199        | 0,04091        | 0,01621        | 0,02105        | 0,03304        | 0,02982        | -0,00065       | -0,00685       | 0,01335        | 0,01064        | -0,02387       | -0,01144       | -0,00730       | -0,00999       | -0,01195        | -0,01306       | -0,01037       | -0,00633        |
| 67,5         | 0,01633        | 0,01568        | 0,01561        | 0,02055        | 0,02368        | 0,02510        | 0,02698        | 0,03652        | 0,03905        | 0,04313        | 0,04293        | 0,01865        | 0,02395        | 0,03703        | 0,03434        | 0,00023        | -0,00791       | 0,01577        | 0,01300        | -0,03024       | -0,01496       | -0,00979       | -0,01370        | -0,01669       | -0,01852       | -0,01486        |
| 72,5         | 0,01581        | 0,01102        | 0,01153        | 0,01629        | 0,01972        | 0,02220        | 0,02190        | 0,02575        | 0,03489        | 0,03805        | 0,04287        | 0,04374        | 0,02104        | 0,02676        | 0,04063        | 0,03736        | 0,00012        | -0,00881       | 0,01772        | 0,01500        | -0,03586       | -0,01808       | -0,01201        | -0,01702       | -0,02094       | -0,02340        |
| 77,5         | 0,02678        | 0,00928        | 0,00729        | 0,01242        | 0,01527        | 0,01771        | 0,01648        | 0,01952        | 0,02316        | 0,03151        | 0,03515        | 0,04056        | 0,04265        | 0,02293        | 0,02900        | 0,04128        | 0,03695        | -0,00009       | -0,00931       | 0,01862        | 0,01606        | -0,03928       | -0,02006        | -0,01345       | -0,01920       | -0,02374        |
| 80 e +       | 0,02007        | 0,02382        | 0,01097        | 0,01233        | 0,01878        | 0,02414        | 0,01345        | 0,02478        | 0,03022        | 0,03712        | 0,05196        | 0,06129        | 0,07407        | 0,08467        | 0,05657        | 0,07031        | 0,09888        | 0,09306        | -0,00048       | -0,02671       | 0,05916        | 0,05505        | -0,14046        | -0,07574       | -0,05346       | -0,07802        |
| <b>Total</b> | <b>0,11706</b> | <b>0,10007</b> | <b>0,16013</b> | <b>0,23670</b> | <b>0,23729</b> | <b>0,23208</b> | <b>0,28143</b> | <b>0,31687</b> | <b>0,32576</b> | <b>0,33544</b> | <b>0,34695</b> | <b>0,34990</b> | <b>0,34294</b> | <b>0,32144</b> | <b>0,27562</b> | <b>0,26447</b> | <b>0,25418</b> | <b>0,20975</b> | <b>0,10891</b> | <b>0,07873</b> | <b>0,12826</b> | <b>0,08930</b> | <b>-0,08385</b> | <b>-0,1659</b> | <b>0,00048</b> | <b>-0,02341</b> |

Fonte de dados: Estatísticas Históricas do Brasil; Frias e Carvalho (1994); Proyección de Población da America Latina y el Caribe. Observatório Demográfico No.3, 188p, abril de 2007; Projeção Cedeplar – Cenário BR2.