



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELOS DE DECISÃO E SAÚDE - MESTRADO

**PROJEÇÃO DA MORTALIDADE PARA OS ESPAÇOS GEOGRÁFICOS DO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Ianne Rafaella Santos Melo

João Pessoa
2017

IANNE RAFAELLA SANTOS MELO

**PROJEÇÃO DA MORTALIDADE PARA OS ESPAÇOS GEOGRÁFICOS DO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde – Nível Mestrado do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, como requisito regulamentar para obtenção do título de Mestre.

Linha de Pesquisa: Modelos de Decisão

Orientadores:

Prof. Dr. Neir Antunes Paes

Prof. Dr. César Cavalcanti da Silva

**João Pessoa
2017**

M528p Melo, Ianne Rafaella Santos.
 Projeção da mortalidade para os espaços geográficos do
 semiárido brasileiro / Ianne Rafaella Santos Melo.- João
 Pessoa, 2017.
 91f.
 Orientadores: Neir Antunes Paes, César Cavalcanti da
 Silva
 Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN
 1. Saúde - modelos de decisão. 2. Método de Lee-Carter.
 3. Projeção - níveis e padrões - mortalidade. 4. Tábuas de
 Mortalidade.

UFPB/BC

CDU: 614(043)

IANNE RAFAELLA SANTOS MELO

**PROJEÇÃO DA MORTALIDADE PARA OS ESPAÇOS GEOGRÁFICOS DO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

João Pessoa, 02 de fevereiro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Neir Antunes Paes
Orientador (UFPB)

Prof. Dr. César Cavalcanti da Silva
Orientador (UFPB)

Prof. Dr. Jozemar Pereira dos Santos
Membro Interno (UFPB)

Prof. Dr. Francisco José da Costa
Membro Externo (UFPB)

A DEUS, por me permitir uma caminhada com esforços, mas ao seu lado me conduzindo às melhores decisões e dando forças para não desistir jamais.

Aos meus pais pelo amor e apoio em todos os momentos.

Ao meu amado pelo incentivo e compreensão.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Neir Antunes Paes, por me orientar com paciência e dedicação, sendo ele, um dos principais responsáveis pela realização deste trabalho, assim acrescentando bastante em minha formação educacional e profissional.

Ao Prof. Dr. César Cavalcanti da Silva, pelo valioso apoio na elaboração deste trabalho e por sempre me passar confiança e coragem.

AGRADECIMENTOS

Grata a Deus pelo dom da vida, pelo seu amor infinito, sem ele nada sou. Mesmo sem merecer, Deus tem me presenteado todos os dias. Ele também colocou pessoas maravilhosas na minha vida.

Agradeço aos meus pais, Josinete e Tertuliano, meus maiores exemplos. Obrigada por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para que estivesse sempre andando pelo caminho correto. Obrigada por estarem ao meu lado sempre! Porque vocês sempre me apoiaram para que eu não desistisse de caminhar nunca, ainda que em passos lentos, é preciso caminhar para chegar a algum lugar.

À minha irmã Ingrid, na nossa convivência diária, sempre ao meu lado, lutando junto comigo para tudo o que fosse preciso, e aos demais familiares pela colaboração e incentivo que sempre deram em minha caminhada acadêmica, esses anos de pós-graduação não seriam o mesmo sem vocês ao meu lado.

Ao meu querido Thales Pann, por todo amor, carinho e paciência que tem me dedicado, por estar sempre orando por mim, sempre me apoiando nas minhas decisões e também por ser tão compreensivo. Estando sempre ao meu lado, seu apoio foi muito importante para a conclusão desta etapa.

Em especial a minha dupla Jéssica Braga, pois pude encontrar em você uma verdadeira irmã e ter cada vez mais convicção da bondade de Deus, pois ter você como dupla durante esses anos foi incrível! Obrigada por todo carinho, paciência e pelos momentos em que tanto aprendemos juntas. Você é um presente de Deus!

Ao meu grande amigo, Francisco Santos, que chamamos carinhosamente de “Chico”, por sua amizade, apoio, além da sua dedicação, competência e em especial ao seu companheirismo desde o início dessa jornada.

Aos alunos e ex-alunos do Laboratório de Estudos Demográficos (LED-UFPB), pela troca de experiência e auxílio ao longo da realização deste estudo.

A todos meus colegas de curso pelo apoio e amizade e em especial aos meus amigos: Lídia Dayse, Marina Travassos, Maizza Micaelle, Saul de Azevedo, Ives Moura e Isis Milane.

Ao Professor Dr. Franzé Costa pelas experiências repassadas ao longo do curso e parabenizá-lo pelo exemplo de professor que é.

Ao professor Dr. Jozemar Pereira dos Santos por ter aceitado fazer parte da banca examinadora, assim, contribuindo com acréscimos positivos ao trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde – UFPB, que contribuíram com o crescimento do meu conhecimento.

“O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos.”

(Eleanor Roosevelt)

RESUMO

O aumento da expectativa de vida registrada nas últimas décadas no Brasil foi uma das mais importantes conquistas da sociedade e trouxe novos desafios em diversas áreas do conhecimento humano. Com o intuito de conhecer o comportamento futuro da expectativa de vida, o objetivo deste trabalho consistiu em projetar a mortalidade do Semiárido brasileiro de 2015 a 2050. Os seguintes passos metodológicos foram executados: obtenção dos fatores de correção dos óbitos; construção de Tábuas de Mortalidade completa; montagem dos bancos de dados com a estrutura etária das taxas de mortalidade anual de 1980 a 2014; aplicação do método de Lee-Carter para projeção dos níveis e padrões de mortalidade. Este método combina um modelo demográfico com um modelo de séries temporais. As expectativas de vida projetadas para o ano 2050 para os Estados do Semiárido variaram de 78,25 a 83,82 anos. Concluiu-se que o método produziu estimativas plausíveis dos níveis e padrões de mortalidade para a maioria dos espaços geográficos dos Estados do Semiárido, cujas Tábuas de Mortalidade produzidas podem se constituir em importantes subsídios no planejamento das ações em saúde e previdência e na tomada de decisão para as populações do Semiárido.

Descritores: Método de Lee-Carter, Projeção, Tábuas de Mortalidade.

ABSTRACT

The increase in life expectancy registered in the last decades in Brazil was one of the most important achievements of society and brought new challenges in several areas of human knowledge. In order to know the future behavior of life expectancy, the goal of this work was to project the mortality of the Brazilian Semi-Arid from 2015 to 2050. The following methodological steps were performed: obtaining the correction factors of the deaths. Construction of complete Mortality Tables, assembling of databases with the age structure of annual mortality rates from 1980 to 2014, application of the Lee-Carter method for projection of mortality levels and patterns. This method combines a demographic model with a time series model. The projected life expectancies for the year 2050 for the Semi-arid States ranged from 78.25 to 83.82 years. It was concluded that the method produced plausible estimates of mortality levels and standards for most of the geographical areas of the Semi-Arid States, whose Mortality Tables produced may constitute important subsidies in the planning of health and welfare actions and in decision making for the populations of the Semiarid.

Keywords: Lee-Carter Method, Projection, Mortality Tables.

LISTA DE FIGURA E GRÁFICOS

Figura 4.1 - Espaço geográfico do Semiárido brasileiro.....	44
Gráfico 5.1 - Taxas de Mortalidade Padronizadas para o espaço geográfico dos Estados no Semiárido brasileiro de 1980 a 2014.....	64
Gráfico 5.2 - Coeficiente a_x estimados para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, de 1980 a 2014.....	66
Gráfico 5.3 - Coeficiente K_t estimados para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, de 1980 a 2014.....	67
Gráfico 5.4 - Coeficiente b_x estimados para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, de 1980 a 2014.....	68
Gráfico 5.5 - Coeficiente K_t reestimado para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, de 1980 a 2014.....	69
Gráfico 5.6 - Índice de nível geral de mortalidade Kt do espaço geográfico dos Estados do Semiárido com 80% e 95% de confiança (1980-2050).....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 –	Extensão territorial segundo as unidades da Federação e grandes regiões, 2010.....	57
Tabela 5.2 –	População residente por sexo, segundo as unidades da Federação e grandes regiões, 2010.....	58
Tabela 5.3 –	Número de óbitos registrados pelo IBGE e Ministério da Saúde para o espaço geográfico do Semiárido brasileiro,2010.....	60
Tabela 5.4 –	Cobertura de óbitos do espaço geográfico dos Estados do Semiárido Brasileiro nos anos de 1980, 1991, 2000 e 2010.....	61
Tabela 5.5 –	Cobertura dos Óbitos para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, de 1980 a 2014.....	63
Tabela 5.6 –	Taxas de Mortalidade Padronizadas para o espaço geográfico dos Estados no Semiárido brasileiro de 1980 a 2010.....	65
Tabela 5.7 –	Teste de Dickey Fuller- ADF, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro.....	69
Tabela 5.8 –	Teste de Phillips Perron, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro.....	70
Tabela 5.9 –	Teste de L-Jung Box para os resíduos, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro.....	70
Tabela 5.10 –	Teste de Box-Pierce para os resíduos, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro.....	71
Tabela 5.11 –	Teste de Shapiro-Wilks, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro.....	71
Tabela 5.12 –	Kt previstos para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro.....	72
Tabela 5.13 –	Expectativa de vida projetada (2017-2050).....	74
Tabela 5.14 –	Expectativa de vida ao nascer projetada para todas as faixas etárias, 2050	75

LISTA DE SIGLAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

SIS – Sistema de Informação em Saúde.

MS – Ministério da Saúde.

SIM – Sistema de Informação de Mortalidade.

SINASC – Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos.

UFs - Unidades Federativas.

RIPSA – Rede Interagencial de Informações para a Saúde.

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.

DNV – Declaração de Nascido Vivo.

DO – Declaração de Óbito.

SUS – Sistema Único de Saúde.

DATASUS – Departamento de Informática do SUS.

NV - Nascidos Vivos.

CELADE - Centro Latino Americano de Demografia.

LC - Lee Carter

INSA - Instituto Nacional do Semiárido.

DVS - Decomposição em Valores Singulares.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	JUSTIFICATIVA.....	20
2	OBJETIVOS.....	21
2.1	GERAL.....	21
2.2	ESPECÍFICOS.....	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
3.1	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES E QUALIDADE DAS ESTATÍSTICAS VITAIS NO BRASIL.....	22
3.1.1	Sistema de informação sobre nascidos vivos.....	24
3.1.2	Sistema de Informação sobre Mortalidade.....	26
3.2	EVOLUÇÃO DA MORTALIDADE.....	27
3.2.1	Mortalidade no Brasil.....	31
3.2.2	Mortalidade no Semiárido Brasileiro.....	33
3.3	TÁBUAS DE MORTALIDADE.....	34
3.4	PROJEÇÃO DA MORTALIDADE.....	36
3.4.1	Fontes de incerteza das projeções.....	38
3.4.2	Método de Lee-Carter e aplicações.....	40
4	METODOLOGIA.....	44
4.1	FONTES DE DADOS.....	44
4.2	COBERTURA DOS ÓBITOS PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	45
4.3	CORREÇÃO DOS REGISTROS DE ÓBITOS.....	46
4.4	INDICADORES DE MORTALIDADE.....	48
4.5	MÉTODOS DE PROJEÇÃO DA MORTALIDADE.....	49
4.5.1	Método Lee-Carter.....	49
4.6	TÁBUAS DE MORTALIDADE.....	53
4.6.1	Construção da Tábua de Vida.....	54
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1	PANORAMA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	56
5.2	COBERTURA DOS ÓBITOS NO ESPAÇO GEOGRÁFICO DOS ESTADOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	59

5.3	TAXAS DE MORTALIDADE PADRONIZADAS PARA O ESPAÇO GEOGRÁFICO DOS ESTADOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	64
5.4	PROJEÇÃO DO NÍVEL E DO PADRÃO DA MORTALIDADE DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	65
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
	REFERÊNCIAS	80
	Apêndice A – Tábuas de Mortalidade	87

1 INTRODUÇÃO

A grande melhoria das condições de vida humana, adquiridas no curso do desenvolvimento moderno, foi essencial para o aumento do número médio de anos vividos pela população do mundo como um todo. O declínio da mortalidade teve seu início nas nações mais desenvolvidas e atualmente todas as regiões do mundo já ingressaram nesse processo e experimentam ganhos contínuos em esperança de vida. (CARVALHO, 2014).

Este fato ocorre em razão de uma série de fatores que são importantes para o planejamento e definição de políticas públicas tais como: melhorias nas condições de higiene e sanitária, nutrição, urbanização, vacinação, avanço da medicina e influência do ambiente socioeconômico.

Os países em desenvolvimento vêm apresentando, nas últimas décadas, um progressivo declínio nas suas taxas de mortalidade e, mais recentemente, também nas taxas de fecundidade. Esses dois fatores associados promovem a base demográfica para um envelhecimento real dessas populações, à semelhança do processo que continua ocorrendo, ainda que em escala menos acentuada, nos países desenvolvidos.

As características principais desse processo de queda da taxa de mortalidade pelos países em desenvolvimento são devidas, de um lado, ao fato do envelhecimento populacional estar ocorrendo sem que tenha havido uma real melhoria das condições de vida de uma grande parcela dessas populações, e de outro lado, a rapidez com que esse envelhecimento está ocorrendo.

Na verdade, nos países menos desenvolvidos, o contingente de pessoas prestes a envelhecer, dadas as reduções nas taxas de mortalidade, é proporcionalmente bastante expressivo quando comparado com o contingente disponível no início deste século nos países desenvolvidos. Com a baixa real da fecundidade, a tendência é haver transformações drásticas na estrutura etária desses países, em tempo relativamente curto, sem que as conquistas sociais tenham se processado devidamente para a maioria da população.

Nos países desenvolvidos, a esperança de vida ao nascer observada durante o século XVIII estava entre 25 e 40 anos, se aproximando dos 65 anos apenas na metade do século XX (CAMPOS, 2014). Esse declínio continuado da mortalidade significa a possibilidade de vida mais longa, que é vista como uma mudança positiva de indivíduos e uma substancial realização social, mas leva a uma preocupação sobre suas implicações para gastos públicos e privados de apoio à velhice. Isto porque em populações cuja fecundidade já se encontra em níveis muito baixos, tais mudanças na mortalidade tornam-se responsáveis não só pelo

aumento da proporção de idosos, mas também do tempo vivido pelos idosos (CARVALHO, 2008).

Mesmo havendo uma desaceleração nos ganhos em esperança de vida, como vem sendo observado nos últimos anos, principalmente nos países desenvolvidos, as taxas de declínio da mortalidade em idades avançadas ainda são elevadas, mas têm mostrado sinais de desaceleração, podendo resultar em ganhos ainda significativos na esperança de vida ao nascer (WILMOTH, 2010).

O Brasil iniciou o seu processo de declínio da mortalidade na década de 1940, tardiamente em relação aos países desenvolvidos, cujo declínio já era observado no século XIX, mas de forma muito mais acelerada (PRATA, 2002). A esperança de vida ao nascer registrada no País em 1940 era de aproximadamente 44 anos, mas em 1960 o tempo de vida médio da população brasileira já tinha aumentado 10 anos e, com a continuação do declínio, esse valor se aproximou de 72 anos em 2000, em 2010 e mais recentemente em 2014 subiu para 75 anos (IBGE, 2015b).

O declínio da mortalidade no Brasil está se concentrando nas idades mais avançadas, tendo como efeito a aceleração do processo de envelhecimento, contribuindo também para outras duas alterações da função de sobrevivência: “retangularização” e “expansão”. A primeira diz respeito ao fato de estar ocorrendo uma grande concentração de mortes em torno de uma idade média, a partir da qual a linha da função começa a se curvar. Até chegar neste ponto médio, as probabilidades de sobrevivência também vão aumentando, fazendo com que um maior número de pessoas alcance idades mais avançadas. Já a segunda alteração, é caracterizada pela elevação da idade limite que a população alcança (SANTOS, 2007).

Embora as pessoas vivam cada vez mais e tendencialmente tenham menos filhos, as experiências demográficas repetem-se geracionalmente com padrões altamente regulares. Padrões esses que lentamente vão se modificando ao longo do tempo. Por estas razões é possível projetar a população por longos períodos (BELTRÃO, 2008).

Com o crescimento populacional e a redução das taxas de mortalidade, tornou-se importante conhecer quais são as perspectivas para futuro, para, assim, serem tomadas medidas adequadas de planejamento. Em diversos países, as organizações internacionais, governamentais e, até mesmo, as empresas tornaram a técnica de projeções de mortalidade uma ferramenta de atividade sistemática (SILVA, 2010).

Dentro deste contexto, o papel da projeção da mortalidade torna-se cada vez mais relevante, já que uma das principais causas dessas mudanças na estrutura etária da população mundial é o declínio continuado da mortalidade.

Esse declínio pode ser muito bem previsto por períodos consideravelmente longos, dado o padrão etário regular das variáveis demográficas e a velocidade, na maioria das vezes lenta, de suas mudanças.

A relevância da projeção de mortalidade se deve principalmente ao papel que as projeções populacionais têm para o planejamento de políticas públicas, que se baseiam nas tendências futuras dessa variável, como é o caso das políticas de saúde e previdência. O planejamento dessas políticas é afetado significativamente pela evolução da esperança de vida projetada (WALDVOGEL, 2009).

Ainda assim, as projeções demográficas envolvem uma grande parcela de incerteza, o que torna necessário que qualquer metodologia de projeção demográfica forneça indicações da sua incerteza associada, cuja fonte mais importante está relacionada ao futuro das taxas vitais (SMITH, 2011). A parcela de incerteza se torna ainda mais eventual quanto mais longo for o previsto da projeção.

Esta temática no Brasil tem sido enfocada pelo IBGE em suas projeções populacionais regulares, que estabeleceram as projeções utilizando os parâmetros demográficos calculados com base nos Censos Demográficos, a partir do ano de 2000 (IBGE, 2015b).

Fora do âmbito das projeções de mortalidade para o Brasil, regiões e estados, os estudos são ausentes para certas desagregações espaciais como a do Semiárido brasileiro.

Embora haja vários métodos para a previsão da taxa de mortalidade, tais como Logarithmic Method, CMI Projection Basis, GAD Projection Basis, destaca-se o método de Lee-Carter, o qual apresenta uma nova maneira de explorar as tendências, assim como os padrões etários de mortalidade.

O método de Lee e Carter (1992) e a adaptação de Lee e Miller (2001) têm sido utilizados largamente para se projetar a mortalidade na literatura. Como pontos positivos na utilização desta metodologia, está o uso de informações históricas de um período longo e a possibilidade de se obter as taxas de mortalidade de períodos nos quais não se tenha as informações. Embora com restrições sobre a qualidade, estão disponíveis os registros de óbitos por faixa etária e sexo para o Semiárido, em uma série histórica desde 1975 fornecidos pelo IBGE e DATASUS. Estudo nesta linha foi aplicado mais recentemente para o estado de Sergipe (JESUS; OLIVEIRA, 2014), sendo até agora a única experiência regional na literatura.

1.1 JUSTIFICATIVA

As tendências da mortalidade do Brasil como um todo vêm sendo discutidas com muita frequência pela comunidade acadêmica, fazendo com que haja uma grande variedade de estudos já realizados sobre a mortalidade no País e grandes regiões, mas há uma notória ausência para o Semiárido. Sabe-se, por exemplo, que o Semiárido apresenta uma das menores esperanças de vida ao nascer do Brasil (IBGE, 2015a) e que a mortalidade masculina em idades jovens vem aumentando nas duas últimas décadas do século XX em decorrência das causas externas. No entanto pouco se sabe sobre as tendências futuras da mortalidade.

O foco no Semiárido brasileiro se justifica pela carência na produção de estudos demográficos. Somando-se a isso, o período coberto pela projeção, conhecido como horizonte da projeção, que abrange um intervalo razoavelmente amplo, impõe dificuldades metodologias e ainda a insuficiência de dados. Estas dificuldades, no entanto, esperam-se que possam ser superadas neste trabalho. Deste modo, torna-se oportuno a aplicação do modelo de Lee-Carter, de onde é possível traçar um panorama das taxas de mortalidade para o futuro. Sendo assim, formula-se a questão norteadora a ser respondida nesta pesquisa: Qual é o cenário de projeção da mortalidade por faixa etária através do método de Lee-Carter de projeção de mortalidade para o Semiárido brasileiro?

É possível que a principal justificativa para a omissão de estudos nessa região se deva a duvidosa qualidade de seus eventos vitais (nascimentos e óbitos), no que se constitui em enorme entrave para a projeção da mortalidade nessa região, uma vez que para se projetar é necessário olhar para o passado, o que requer estruturas de dados confiáveis. No entanto com uma adequada recuperação das estatísticas vitais particularmente de óbitos, é possível fazer uso dessas projeções com razoável precisão.

Com os resultados das projeções da mortalidade para o Semiárido espera-se poder abrir um leque de explorações, os quais serão muito úteis para fomentar e estimular outras produções, além de lançar luzes sobre o tema.

2 OBJETIVOS

Com o propósito de responder ao problema colocado, traçaram-se os objetivos a seguir:

2.1 GERAL

Projetar a mortalidade por faixa etária para os espaços geográficos dos Estados do Semiárido brasileiro de 2017 a 2050.

2.2 ESPECÍFICOS

- Traçar o comportamento anual da mortalidade no período da projeção;
- Analisar os padrões anuais da mortalidade projetados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES E QUALIDADE DAS ESTATÍSTICAS VITAIS NO BRASIL

Os sistemas de informação em saúde (SIS), desenvolvidos e implantados pelo Ministério da Saúde (MS) em território nacional, constituem ferramentas importantes para a gestão descentralizada do sistema de saúde e têm apresentado progressiva consolidação e qualificação (LEVY, 2007; ROMERO; CUNHA, 2006; THEME et al., 2004). A descentralização das ações, dos serviços e da gestão, impulsionada na década de 90, no Brasil, particularmente a partir da publicação das normas operacionais, registra como conquista a evolução nos conceitos de informação em saúde. As informações contidas nas bases de dados nacionais passaram a ser mais valorizadas, tendo em vista a formulação e avaliação de políticas públicas desenvolvidas para a melhoria das condições de saúde da população. Consequentemente, evidenciou-se a necessidade de qualificar as informações, o conhecimento e o uso de ferramentas epidemiológicas pelos serviços de saúde (DRUMOND, 2006).

No âmbito internacional, o Brasil se encontra no grupo de média qualidade da informação, junto a outros 54 países. Na América Latina, também estão neste grupo Chile, Colômbia, Costa Rica e Uruguai. No continente europeu, alguns países com tradição em estatísticas de saúde também estão incluídos nesse conjunto: Alemanha, Áustria, Bélgica, França, Dinamarca e Suécia (MATHERS et al., 2005). Entretanto, apesar da crescente importância atribuída à informação em saúde, no Brasil, os problemas relativos à gestão de registros de qualidade, regularidade, cobertura e coerência dos dados ainda persistem (DRUMOND et al., 2009; WALDVOGEL; FERREIRA, 2003).

Os registros dos eventos vitais no Brasil, têm motivado o interesse e a atenção para a realização de estudos nas áreas de demografia e epidemiologia.

No entanto, tem-se esbarrado com limitações devido à cobertura e qualidade dos dados, os quais se constituem em entraves na obtenção de estatísticas confiáveis no território nacional (ALMEIDA et al., 2006; ROMERO; CUNHA, 2007).

Visando a superação desses entraves, a disponibilidade dos dados mediante acesso gratuito e em meio eletrônico tem impulsionado sua utilização para análises epidemiológicas, o que vem favorecendo as avaliações sobre a qualidade da mesma. (DRUMOND et al., 2009; LIMA et al., 2009). Nos últimos anos, observou-se tendência de aumento na utilização dos dados do SIM e do SINASC em produções científicas (DRUMOND et al., 2009; FONSECA;

COUTINHO, 2004), cujas dimensões de qualidade mais analisadas nestes sistemas foram: a confiabilidade dos dados, a completude e a cobertura (LIMA et al., 2009).

O aumento no quantitativo de publicações sobre a qualidade dos dados de ambos os sistemas a partir dos anos 2000 reflete esta realidade e o interesse pelo assunto (LIMA et al., 2009). Acrescidos aos avanços da informática e à facilidade de acesso às novas tecnologias, o SIM e o SINASC têm sido reconhecidos como os dois principais sistemas nacionais de informações em saúde, no Brasil (MELLO JORGE; LAURENTI; GOTLIEB, 2007).

Entretanto, devido às limitações de regularidade e de cobertura na captação dos nascimentos e dos óbitos em menores de um ano (MELLO JORGE; LAURENTI; GOTLIEB, 2007; ROMERO; CUNHA, 2006) o Coeficiente de Mortalidade Infantil não pode ser mensurado pelo método direto, em todo o país. Segundo os critérios estabelecidos pela RIPSa, em apenas oito das 27 UFs pode-se calcular a Mortalidade Infantil por este método, utilizando dados do SIM e do SINASC. São eles: Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal (BRASIL, 2015). Nos demais estados, persistem as estimações da Mortalidade Infantil, com base no método demográfico indireto utilizado pelo IBGE, o qual, substituindo a técnica de mensuração direta, faz uso das informações coletadas nos censos e nas PNADs e tem sido utilizado para divulgar dados de Mortalidade Infantil (SIMÕES, 2009).

De acordo com as estimativas indiretas obtidas pelo IBGE, o SIM e o SINASC ainda apresentam coberturas incompletas. Em 2008, segundo este órgão, o SIM alcançou 90% de cobertura para os óbitos totais e 71% para os óbitos de menores de um ano e o SINASC notificou 91% do estimado para o mesmo ano, em 2010 a cobertura dos óbitos totais foi de 94% e dos óbitos menores de um ano apresentou uma cobertura de 75% e dos nascimentos essa cobertura foi de 96% (BRASIL, 2015).

Alguns problemas têm sido descritos quanto à estimação da mortalidade infantil através dos métodos baseados em pesquisas domiciliares (MURRAY et al., 2007; SZWARCOWALD, 2008). Devido às limitações no tamanho da amostra, as estimativas não podem ser fornecidas para pequenas localidades, dificultando o monitoramento do indicador em municípios de pequeno contingente populacional (ANDRADE; SZWARCOWALD, 2007). Ademais, este tipo de mensuração fornece estimativas que se referem a um período de tempo anterior à pesquisa, cerca de dois a três anos, e por isso não tem informações contínuas, características dos dados de registro. Isto dificulta o monitoramento e a avaliação dos impactos de ações e programas de saúde direcionados a esse grupo etário (KORENROMP et al., 2004).

Caso as informações sobre nascimentos e óbitos, no Brasil, fossem completas para os estados, o método direto seria a melhor escolha para mensurar a mortalidade (BRASIL, 2015). Nos últimos anos, têm sido propostos métodos de avaliação dos dados produzidos pelo SIM e SINASC e o Ministério da Saúde, enquanto gestor federal de ambos tem adotado iniciativas para a melhoria da cobertura e da qualidade de suas informações (FRIAS et al., 2008).

3.1.1 Sistema de informação sobre nascidos vivos

O registro civil dos Nascidos Vivos constituía a principal fonte para estes eventos, no País. Entretanto, eles não eram precisos. A comparação com outras fontes e a investigação em amostras de domicílios evidenciavam falhas na cobertura dos dados do registro civil, particularmente devido ao atraso no registro de nascimento. Adicionalmente, não existiam dados referentes à gestação, ao parto, às características da mãe e às condições de nascimento. Diante desta necessidade, em março de 1990 foi oficialmente instituído o SINASC, o qual também foi implantado de forma gradual, no País. Concebido à semelhança do SIM, o novo sistema tinha como objetivos permitir o conhecimento do perfil dos Nascidos Vivos, no Brasil, e contribuir para a obtenção de coeficientes específicos de Mortalidade Infantil (MELLO JORGE; LAURENTI; GOTLIEB, 2007).

O documento padrão do SINASC, que é a Declaração de Nascidos Vivos (DNV), deve ser preenchida pelos estabelecimentos de saúde que realizam partos e pelos cartórios do registro civil, quando estes ocorrem em domicílio ou a informação chegue a essa instituição. O fluxo foi planejado desta forma, mesmo considerando a possibilidade de duplicar a atividade já desenvolvida pelo IBGE, com os dados provenientes dos cartórios (MELLO JORGE; LAURENTI; GOTLIEB, 2007).

Em julho de 1995, o SINASC estava implantado em todos os municípios de 19 estados do Brasil, representando uma abrangência nacional de 80,4%. Em 1997, com o piso de atenção básica, a implantação e a utilização dos sistemas de informação tornaram-se obrigatórias, culminando com a ampliação da abrangência do SINASC, atingindo 100% dos municípios brasileiros, em 1998. Atualmente, o SINASC permite a realização de diagnósticos de saúde, o monitoramento e a vigilância de áreas prioritárias para a ocorrência de recém-nascidos de risco (PEDREBON et al., 2010), particularmente pela possibilidade de explorar aspectos relativos às condições de vida, de saúde e de inserção espacial dos grupamentos

populacionais (CARNIEL et al., 2006; CHIESA; WESTPHAL; AKERMAN, 2002; FRICHE et al., 2006).

A partir dos dados deste sistema, é possível avaliar as ações específicas de saúde materno-infantil e o conhecimento da oferta de serviços que realizam partos, servindo de fonte de dados para muitas publicações de caráter científico e para o planejamento de intervenções baseadas nas necessidades da população (CARNIEL et al., 2003; PAIVA et al., 2011).

De forma semelhante ao SIM, o SINASC também compõe o elenco de SIS utilizados para o pacto de gestão (BRASIL, 2015). Neste contexto, os dados produzidos por este sistema são fundamentais para o processo de gestão da qualidade da assistência, bem como para o planejamento e monitoramento de programas e serviços de saúde (SILVA; AIDAR; MATHIAS, 2011). Desde sua implantação, observa-se o aumento progressivo da cobertura do SINASC em relação às informações do registro civil.

Quando se consideram apenas os Nascidos Vivos ocorridos e registrados no mesmo ano, os dados do SINASC são sempre mais elevados, atingindo, em 2002, uma cobertura de 118,5% (MELLO JORGE, GOTLIEB, OLIVEIRA, 1996; MELLO JORGE, et. al., 2010) e em 2008, quando se somam os registros ocorridos no ano de nascimento e aqueles ocorridos no ano seguinte, esta cobertura permanece elevada, mas declina para 102,5%.

O declínio é um pouco maior quando são considerados os registros realizados nos cinco primeiros anos de vida (MELLO JORGE; LAURENTI; GOTLIEB, 2007). Utilizando as estimativas do número de Nascidos Vivos no País, mensuradas a partir de projeções demográficas, em 2010, este sistema alcançou uma cobertura nacional de 96%. Tal cobertura não é homogênea entre as regiões do Brasil. No Nordeste, esse percentual foi de 92,9% e na Região Sul foi de 100,1% (BRASIL, 2015).

No Brasil, o SINASC tem sido reconhecido por sua boa cobertura (HARAKI et al., 2005), por sua maior completude (ALMEIDA et al., 2006) e confiabilidade, em comparação ao SIM (HARAKI et al., 2005; LEVY, 2007; THEME et al., 2004). Devido à progressiva melhoria na qualidade da informação (SILVA; AIDAR; MATHIAS, 2011), observa-se uma ampliação no uso deste sistema como fonte de dados para produção científica (PAIVA et al., 2011).

3.1.2 Sistema de Informação sobre Mortalidade

O SIM foi oficialmente instituído no Brasil em meados da década de 70 e sua implantação ocorreu de forma gradual. Desenvolvido pelo MS, o SIM surgiu diante da necessidade de suprir as falhas do sistema do registro civil do IBGE e possibilitar o conhecimento do perfil epidemiológico da mortalidade, no País. Unificada no território nacional, a Declaração de Óbito (DO) é o instrumento de entrada de dados no sistema. Apesar de ter sido instituída no momento da criação do SIM, a DO só passou a ser de uso obrigatório para alimentação no sistema no ano 2000, através da Portaria GM/MS nº 474/2000, substituída posteriormente pela Portaria GM/MS nº 20/2003 (MELLO JORGE; LAURENTI; GOTLIEB, 2007).

Atualmente, o SIM é um dos sistemas de informações utilizado para o pacto de gestão que regulamenta a implementação das diretrizes operacionais dos pactos pela saúde e seus desdobramentos para o processo de gestão do Sistema Único de Saúde (SUS), bem como para monitoramento de indicadores e metas (BRASIL, 2015). Os primeiros dados coletados e processados pelo MS revelavam que, na maioria das UFs, apenas as capitais dispunham das informações do SIM, representando, aproximadamente, 65% dos óbitos esperados.

Além disso, ocorriam problemas quanto à qualidade da informação, devido a falhas no preenchimento da DO e à existência de óbitos sem assistência médica nos anos de 1984 à 1998. No ano de 1995, o SIM já acumulava, em alguns locais, um quantitativo de óbitos superior ao coletado pelos cartórios de registro civil (MELLO JORGE; GOTLIEB, 2000). Naquele ano, a cobertura do SIM, no País, foi de 83,6%, variando de 55,4%, na Região Nordeste, a 104,4%, na Região Sudeste (BRASIL, 2015). Percentuais de cobertura superiores a 100% podem ser explicados por fatores como invasão ou problemas nos cálculos das estimativas (BRASIL, 2015).

Na década seguinte, devido a mudanças no fluxo para coleta da DO, a qual passou a ser resgatada nos estabelecimentos de saúde, o SIM registrou maior volume de óbitos do que os cartórios, em todo o país. Em 2002, sua cobertura nacional ultrapassou os 87%. E, mais recentemente, em 2012, o quantitativo de óbitos captados pelo SIM, no Brasil, alcançou 93%, com maior percentual de cobertura na Região Sudeste, atingindo 96,7% (BRASIL, 2015). Como observado, o SIM tem apresentado importantes melhorias em seus dados, com a crescente ampliação da cobertura (CARDOSO et al., 2005; PAES; SANTOS, 2010) e confiabilidade dos dados embora ainda haja necessidade de avanços na qualidade das informações (ALMEIDA et al., 2006; ROMERO; CUNHA, 2006).

As estatísticas de mortalidade são uma importante ferramenta para o planejamento e avaliação das ações e serviços de saúde (COSTA; FRIAS, 2011). Com os dados produzidos por este sistema, é possível ter acesso às informações sobre as características sociais, demográficas e epidemiológicas dos óbitos, em âmbito nacional (HARAKI; GOTLIEB; LAURENTI, 2005; SOARES; HORTA; CALDEIRA, 2007).

Entretanto, para que as análises realizadas a partir de dados provenientes do SIM reflitam a realidade local, são necessários boa cobertura, regularidade e adequado preenchimento das DOs (SOARES; HORTA; CALDEIRA, 2007). Dentre as principais limitações no SIM citam-se: os problemas de cobertura, com destaque para a sub-notificação em menores de um ano (FRIAS et al., 2005; RAFAEL et al., 2011); falhas na declaração da causa básica e o significativo percentual de causas mal definidas (MENDONÇA; DRUMOND; CARDOSO, 2010; PAES, 2005); erros de preenchimento da DO (HARAKI; GOTLIEB; LAURENTI, 2005; SANTA HELENA; ROSA, 2003) e a incompletude das variáveis (PEDROSA et al., 2007; ROMERO; CUNHA, 2006; VANDERLEI et al., 2002a; VANDERLEI et al., 2002b).

Estas fragilidades limitam sua utilização para o cálculo de indicadores confiáveis e ocorrem de forma heterogênea no Brasil. As regiões Norte e Nordeste apresentam as maiores dificuldades na operacionalização do SIM, fato também observado entre municípios de diferentes portes populacionais situados em uma mesma macrorregião e entre áreas urbanas e rurais (ALMEIDA et al., 2006; ANDRADE; SZWARCOWALD, 2007; FRIAS et al., 2008; RAFAEL et al., 2011; ROMERO; CUNHA, 2006).

3.2 EVOLUÇÃO DA MORTALIDADE

Várias etapas da transição epidemiológica podem ser observadas nas diferentes regiões do mundo, dadas às peculiaridades de cada população em que o declínio da mortalidade tem ocorrido (OMRAN, 2005; HORIUCHI, 1997). Enquanto nos países desenvolvidos foi observado um declínio lento e acompanhado pelo desenvolvimento econômico, nos países em desenvolvimento esse processo ocorre de forma acelerada e tardia, e se deve principalmente a tecnologia médica e medidas de saúde pública importada dos primeiros (OMRAN, 2005; HORIUCHI, 1997). Observam-se por isso, populações com diferentes níveis e padrões de mortalidade, de acordo com o seu padrão de causas de óbitos (EDWARDS; TULJAPURKAR, 2005).

Muitos aspectos da vida humana mudaram inteiramente desde as sociedades pré-históricas tribais até o mundo atual globalizado. Observou-se uma extensão significativa da vida humana, uma vez que a esperança de vida ao nascer cresceu de aproximadamente 20 anos, entre os primeiros homens, para algo em torno de 80 anos nos países com os níveis mais baixos de mortalidade nos dias atuais como no Japão (WILMOTH, 1998, 2000).

No período pré-industrial, o mundo como um todo apresentava altas taxas de mortalidade, com a presença de picos muito significativos causados por crises como epidemias e fomes (OMRAN, 2005). Após esse período observou-se um conjunto de mudanças que teve início nos países desenvolvidos e foi gradualmente sendo observado em outras regiões do mundo. Tais mudanças foram denominadas por Omran (2005) como transição epidemiológica, que é descrita como uma mudança nos padrões de mortalidade e morbidade, em que as pandemias de infecções são gradualmente substituídas por doenças degenerativas, que passam a ser as principais doenças e causas de óbitos, e os níveis de mortalidade são reduzidos consideravelmente (OMRAN, 2005).

No entanto, de acordo com variações peculiares no padrão, na velocidade, nos determinantes e nas consequências da mudança populacional observada, Omran (2005) destacou três modelos básicos de transição epidemiológica: o modelo clássico ou ocidental, que descreve a transição gradual e progressiva de altos para baixos níveis de mortalidade e fecundidade, que acompanhou o processo de modernização na maioria das sociedades europeias ocidentais; o modelo acelerado, cujo exemplo mais marcante é a rápida transição da mortalidade que ocorreu no Japão, com o tempo necessário para que se observasse a mudança de fases muito menor que foi necessário aos países europeus; e o modelo contemporâneo ou atrasado, que descreve a transição recente e ainda por terminar da maioria dos países em desenvolvimento, onde medidas de saúde pública foram o componente principal do pacote médico importado que desempenharam um papel decisivo nesse processo.

Com relação a essas mudanças do perfil de morbi-mortalidade em todas as populações do mundo, Horiuchi (1997) desenvolveu uma evolução da teoria da transição epidemiológica através da ampliação do conceito dessa transição. Segundo o autor, o aumento da esperança de vida ao nascer de 20 para 80 anos ou mais, apresenta como características subjacentes mudanças no padrão da mortalidade. Esse aumento de esperança de vida pode ser visto como uma sequência de regimes de mortalidade, cada um com seu perfil distinto de causas de óbito. A transição epidemiológica é definida como uma mudança entre dois regimes de mortalidade, e a transição descrita por Omran (2005) passa a ser considerada como a segunda transição no

tempo, entre as cinco transições epidemiológicas da história humana, descritas por Horiuchi (1997).

Nesse contexto, as mudanças da mortalidade em todas as regiões do mundo têm sido cada vez mais discutidas, uma vez que essa componente da dinâmica demográfica passa a representar um papel cada vez mais significativo para o crescimento populacional. De acordo com Edwards & Tuljapurkar (2005), no início do século XIX, a esperança de vida ao nascer variava entre 25 e 40 anos.

A industrialização e o crescimento sem precedentes da renda per capita coincidiram com ganhos significativos em que alcançou os 70 anos por volta de 1960 nos países desenvolvidos, e desde então, tem crescido em média 0,2 por ano calendário, confirmando a tendência descrita tanto por Omran (2005) como por Horiuchi (1997). Tais ganhos significativos foram observados não só nos países desenvolvidos, mas em todas as regiões do mundo (EDWARDS; TULJAPURKAR, 2005).

Nas últimas décadas o que se tem observado é o deslocamento do declínio da mortalidade para as idades mais avançadas, com taxas de declínio crescentes nessas idades. Essa tendência já é observada há alguns anos nos países desenvolvidos, porém tal padrão de declínio já começa a aparecer nos países em desenvolvimento (KANNISTO ET AL, 1994; CAMPOS; RODRIGUES, 2004).

Como consequência desse fenômeno, observa-se uma proporção crescente de idosos nas populações desses países. Em 1992, por exemplo, 46% da população dos Estados Unidos chegava aos 80 anos (LEE; CARTER, 1992; KANNISTO ET AL, 1994; EDWARDS; TULJAPURKAR, 2005). Para Kannisto et al (1994), esse declínio deve continuar ainda por algum tempo, uma vez que as taxas de melhoria da mortalidade nas idades avançadas aceleraram ao longo do século XX e, particularmente, desde 1950.

Além disso, as taxas de declínio da mortalidade, observadas em países que apresentam baixos níveis de mortalidade, têm magnitude comparável às observadas em países de alta mortalidade. Outra razão é que as taxas de mortalidade em diferentes países e entre homens e mulheres não têm convergido ao longo do tempo (KANNISTO ET AL, 1994, WILMOTH, 2000). Nesse contexto se discute a existência de um limite biológico para a sobrevivência humana, que para Kannisto et al (1994), está longe de ser alcançado, se é que ele existe mesmo.

De acordo com Fries (1980) umas das consequências do declínio histórico da mortalidade dos países desenvolvidos foi a diminuição das mortes chamadas por ele de prematuras, que são as mortes na infância e nas idades adultas jovens, e o aumento do tempo

médio de vida, dado pela esperança de vida ao nascer. Segundo o autor, essa diminuição leva a uma redução da variabilidade da idade à morte, uma vez que o tempo de vida máximo não sofreu alterações significativas durante o século XX.

A variabilidade da idade à morte pode ser definida como a dispersão da frequência de óbitos por idade ao redor de um valor médio, mediano ou modal da idade à morte dos indivíduos de uma população (FRIES, 1980; EDWARDS; TULJAPURKAR, 2005; GONZAGA, 2008; ZHANG; VAUPEL, 2008). Esse processo ocorreu, nos países desenvolvidos, devido à redução dos óbitos causados por doenças transmissíveis, que atingiu a mortalidade nas idades jovens, principalmente no que diz respeito à mortalidade infantil.

Essas mortes foram então deslocadas para as idades adultas e avançadas, causando uma diminuição da dispersão da distribuição dos óbitos por idade, processo que foi denominado compressão da mortalidade, sendo tratado como um argumento a favor da existência de um limite biológico para a sobrevivência humana (FRIES, 1980; EDWARDS; TULJAPURKAR, 2005). Mas não é possível garantir que esse limite biológico para a longevidade exista realmente, uma vez que a compressão da mortalidade não implica a sua existência, podendo ocorrer enquanto a distribuição dos óbitos sofre um deslocamento para a direita no eixo das idades. Além disso, já se observa, nos países desenvolvidos, uma expansão da mortalidade nas idades avançadas (ZHANG; VAUPEL, 2008).

O incremento continuado da esperança de vida durante os últimos 160 anos está muito associado à compressão da mortalidade. Esse fato se deve principalmente à mudança do padrão etário de melhorias da sobrevivência, de acordo com a teoria da transição epidemiológica.

Por volta do meio do século XX, as reduções na mortalidade foram consideráveis entre as crianças e adultos em idades reprodutivas, mas modestas entre os idosos. Assim, a compressão da mortalidade ocorreu porque a compressão da mortalidade em idades jovens foi maior que a expansão da mortalidade em idades avançadas, ou seja, a diminuição da variabilidade da idade à morte ocorreu devido à redução da mortalidade em idades jovens (ZHANG; VAUPEL, 2008).

Ainda por estes autores, desde os anos 1950, muitos países desenvolvidos têm experimentado reduções na mortalidade devido a doenças degenerativas, o que proporcionou uma diminuição considerável da mortalidade em idades avançadas, dando origem à expansão da mortalidade nessas idades e, conseqüentemente, aumentando a variabilidade da idade à morte. Espera-se que essa expansão seja cada vez maior. Assim, é possível fazer suposições a respeito do que pode acontecer no futuro em relação à expansão da mortalidade, se mais

países passarão a experimentar essa expansão, ou se haverá outra compressão da mortalidade devido à velocidade de declínio da mortalidade em idades avançadas, que pode não acompanhar o aumento da sobrevivência humana.

3.2.1 Mortalidade no Brasil

A tendência da mortalidade observada no Brasil se encaixa no modelo descrito por Omran (2005) como modelo contemporâneo ou atrasado, uma vez que o início do declínio efetivo da mortalidade foi observado apenas na década de 1940, resultado da importação de medidas de saúde pública e tecnologia médica. Esse declínio foi responsável por um crescimento populacional significativo entre as décadas de 1940 e 1970, uma vez que durante esse período ainda persistiam altos níveis de fecundidade, cujo declínio só teve início na década de 1970 e permanece até os dias atuais (CARVALHO, 2014).

Uma característica marcante do processo de declínio da mortalidade no Brasil é a sua velocidade em relação aos países desenvolvidos, cujo declínio já era observado durante o século XIX (HORIUCHI, 1997; EDWARDS; TULJAPURKAR, 2005). O ritmo de declínio observado aqui foi mais acelerado do que naqueles países, sendo registrado um aumento da esperança de vida ao nascer de 20 anos entre as décadas de 1940 e 1980 (CARVALHO, 2014; PRATA, 2002).

Já nos países desenvolvidos, dados históricos disponíveis indicam que durante o século XVIII a esperança de vida variava entre 25 e 40 anos e apenas na metade do século XX esse valor, para os países europeus combinados, era próximo de 65 anos (HORIUCHI, 1997).

Observou-se no Brasil um declínio da Taxa Bruta de Mortalidade de 18/1000 (NV) para algo entre 6/1000 (NV) e 8/1000 (NV), entre 1940 e 1980. Ademais a mortalidade infantil, decresceu de 160/1000 (NV), em 1940, para 85/1000 (NV) em 1980, e 24/1000 (NV) em 2005 (PRATA, 2002; SCHRAMM, 2004; BRASIL, 2015) e para 11/1000 em 2010 (BRASIL, 2015).

Ao estudar o perfil de causas de óbitos durante do século XX, nota-se que o Brasil passou por um processo parecido com o europeu, com a diminuição da importância das doenças infecciosas como causas de óbito, deixando de ser responsáveis por 46% dos óbitos, como eram em 1930, para responder por aproximadamente 6,1% em 2010 (BRASIL, 2015).

Concomitantemente, houve um aumento da importância das doenças não transmissíveis como causas de óbito. Pelo menos em 1985, as principais causas de óbitos registradas foram as doenças do aparelho circulatório, neoplasias e causas externas. No

entanto, as etapas da segunda transição epidemiológica, descrita por Horiuchi (1997), não ocorreram no Brasil exatamente como nos países desenvolvidos (PRATA, 2002; SCHRAMM, 2004).

Embora o controle das doenças infecciosas tenha sido considerável, diminuindo a mortalidade infantil e nas idades jovens de forma significativa, essas doenças ainda são responsáveis por uma parcela considerável da mortalidade brasileira. Ao mesmo tempo, já é possível perceber o declínio da mortalidade em idades avançadas, com aumento da esperança de vida livre de incapacidades (CAMARGOS ET AL, 2006). Ou seja, apesar de já ter ingressado na fase de predomínio das doenças degenerativas, a população brasileira ainda experimenta alta mortalidade por doenças infecciosas, o que se deve principalmente às grandes desigualdades observadas dentro do território brasileiro. Enquanto algumas regiões estão em uma fase avançada da transição epidemiológica, outras ainda se encontram no início da mesma (PRATA, 2002; WOOD; CARVALHO, 1994; SCHRAMM, 2004).

Esse padrão mostra que ainda há espaço para um declínio significativo da mortalidade da população brasileira. Mas a possibilidade de um grande aumento da esperança de vida, e um crescimento da população nas idades avançadas intensificam a necessidade de analisar se e como a qualidade desses anos adicionais de vida pode ser melhorada.

Com base na autopercepção de saúde entre idosos brasileiros, Camargo et al (2006), argumentam que as condições de saúde dos mesmos ainda são consideravelmente ruins, e que políticas de promoção de saúde podem melhorar muito a saúde nas idades avançadas, uma vez que essas condições são o resultado do acúmulo de experiências passadas, como a exposição a doenças transmissíveis, que podem aumentar o risco de aparecimento de doenças crônicas em idades avançadas (COSTA; LAHEY, 2005).

Dessa forma, acredita-se que ainda há um longo caminho a ser percorrido com relação às melhorias de saúde, para que as tendências observadas no Brasil possam se igualar às observadas nos países desenvolvidos (CAMARGOS ET AL, 2006). Prata (2002) ainda sugere que há a possibilidade de aumento da importância das doenças infecciosas no Brasil, uma vez que doenças como a febre amarela e a malária ainda têm alta prevalência em partes específicas das regiões norte e centro-oeste, além da dengue que ressurgiu no Brasil no final da década de 1980 (PRATA, 2002, SCHRAMM, 1998). Se, de fato, isso ocorrer, a tendência histórica observada no Brasil pode se modificar principalmente onde as desigualdades sociais forem mais relevantes, dado que as doenças infecciosas são mais frequentes em regiões com infraestrutura mais precária e entre populações mais pobres (PRATA, 2002; WOOD; CARVALHO, 1994).

3.2.2 Mortalidade no Semiárido Brasileiro

No semiárido, as taxas de mortalidade também permaneceram elevadas até a década de 1940. Nesse período as doenças infecciosas eram as principais causas de óbito, respondendo, em 1901, por aproximadamente 45% do total de óbitos. Em 1980, os estados da região Semiárida detinham as mais altas taxas de mortalidade (PAES E SANTOS, 2010). No ano de 1940, a esperança de vida ao nascer dos homens do Semiárido estava em torno de 41,29 anos, enquanto a feminina era de 44,68 anos (WALDVOGEL ET AL, 2003).

Observou-se então um declínio significativo da mortalidade a partir dos anos 1940, com ganhos consideráveis de esperança de vida ao nascer durante essa década e a seguinte. Tais ganhos se deveram principalmente à adoção de medidas na área de saúde pública e saneamento básico, além da introdução de tratamento a base de antibióticos, que tiveram um impacto positivo sobre as condições de saúde da população nesse período (WALDVOGEL ET AL, 2003).

A redução da incidência ou até a erradicação de algumas doenças transmissíveis, proporcionada por essas medidas, foi responsável por um declínio sensível da mortalidade infantil, refletindo diretamente na esperança de vida ao nascer, que em 1960 já era de 59,04 para os homens e 63,67 para as mulheres. Isso porque a população infantil é o grupo da população mais sensível às características do meio ambiente, sendo muito favorecida pela redução da mortalidade por doenças infecciosas. Assim, a transferência da morte de uma idade jovem para uma idade mais elevada exerce um papel fundamental no número médio de anos a serem vividos por essa população.

Já no ano de 1960, apenas três entre as dez principais causas de óbito, no Semiárido, eram doenças infecciosas, respondendo por 16% do total de óbitos daquele ano (BRASIL, 2015). Entretanto, como a mortalidade por essas causas já havia reduzido significativamente, os ganhos em esperança de vida ao nascer diminuíram durante a década de 1960.

Além disso, o rápido crescimento da população não foi acompanhado pelo processo de expansão da infraestrutura nas cidades, causando uma deterioração das condições de vida, e a inversão da tendência de declínio da mortalidade infantil, que passou a aumentar até o início da década de 1970. A tendência de declínio da mortalidade nas idades jovens voltou durante a década de 1980, favorecendo os ganhos em anos vividos.

Durante a década de 1980 a mortalidade adulta apresentou uma tendência diferente do que vinha sendo observado. Enquanto as mulheres obtinham ganhos em esperança de vida em todas as idades, havia um aumento da mortalidade dos homens entre 15 e 39 anos (BRASIL,

2015), devido ao crescimento da mortalidade por causas externas. Acima dos 40 anos observou-se uma relativa estabilidade das taxas de mortalidade masculinas nesse período.

Consequentemente, em 1991 o diferencial por sexo da mortalidade no Semiárido era muito maior do que o observado em 1940. Os ganhos femininos em anos vividos foram consideravelmente maiores do que os masculinos, resultando em esperanças de vida ao nascer de 61,87 para eles e 70,24 para elas neste ano.

Na última década do século XX, observou-se a continuação do crescimento das taxas de mortalidade masculinas entre os 15 e 39 anos. Assim, os ganhos em esperança de vida para os homens foram inferiores aos relativos às mulheres. Enquanto estas obtiveram reduções da mortalidade em praticamente todas as idades, os ganhos em mortalidade infanto-juvenil dos homens foram parcialmente anulados pelo aumento da mortalidade entre os adultos jovens. O diferencial por sexo da mortalidade, que era de aproximadamente 2,39 anos em favor das mulheres em 1940, passou a algo em torno de 8,82 anos no ano 2000 e em 2010 foi de 10,23 (BRASIL, 2015).

As diferenças entre homens e mulheres na faixa etária correspondente aos jovens adultos estão associadas principalmente ao aumento das taxas da mortalidade por Aids e por causas externas, que atingiam os homens de forma mais significativa. Além disso, é importante citar a mudança de um quadro de sobre mortalidade feminina durante as idades férteis para a masculina. Enquanto a mortalidade masculina sofria aumentos sistemáticos, devido ao aumento da mortalidade pelas causas citadas, havia uma redução da mortalidade materna, que também contribuiu para a ampliação do diferencial por sexo. Essa tendência da mortalidade no Semiárido foi responsável também por uma mudança no padrão etário da mortalidade dos homens, que é observado nas Tábuas de Mortalidade.

3.3 TÁBUAS DE MORTALIDADE

A tábua de mortalidade, também conhecida como tábua de vida ou tábua de sobrevivência, é um instrumento ou esquema teórico que permite calcular as probabilidades de sobrevivência e morte de uma população em função da idade, em um determinado momento ou período do tempo (ORTEGA, 1987). Este instrumento promove a descrição estatística da mortalidade e constitui a base de um modelo de população estacionária, sendo comumente utilizado por demógrafos, atuários e outros investigadores em uma grande variedade de problemas e questões relacionadas com a durabilidade da vida humana.

Tábuas de mortalidade são instrumentos de análise da expectativa de vida, construídos a partir das taxas de mortalidade por faixa etária de uma determinada população. No Brasil, infelizmente, a coleta rotineira de dados de mortalidade por faixa etária só começou a ser divulgada pelo Ministério da Saúde a partir de 1977, o que dificulta a produção de curvas para o Brasil numa sequência histórica anterior a esse período.

Normalmente, é apresentada em forma de tabela, na qual se registra a cada ano, partindo-se de um grupo inicial de pessoas com mesma idade (coorte), o número daquelas que vão atingindo as diferentes idades, até a extinção total do grupo inicial observado. Para que uma tábua apresente dados confiáveis, os indivíduos observados devem conviver em um mesmo espaço geográfico e possuir as mesmas condições de vida, durante a sua elaboração. Tais premissas devem ser consideradas, uma vez que não tem sentido comparar probabilidades de sobrevivência entre indivíduos que não apresentam as mesmas condições de sobrevivência.

Ressalta-se que o cenário proposto por uma tábua é estacionário, ou seja, não se registram nascimentos nem outras formas de entrada de novos indivíduos. Assim, são registrados apenas os óbitos de indivíduos pertencentes ao grupo inicial (coorte). Este grupo inicial reflete um contingente de indivíduos, todos nascidos vivos dentro de um mesmo espaço geográfico, num mesmo intervalo de tempo, fechado a migrações, que tem a sua trajetória de vida analisada por intermédio de indicadores demográficos, até que o mais longo venha a falecer (CAPELO, 1986).

Sobre a origem das tábuas de mortalidade, Bravo (2007) atribui a John Graunt, em sua obra “Natural and Political Observations Made upon the Bill of Mortality”, publicada em 1662 como sendo o primeiro tratamento estatístico sobre dados demográficos e a primeira tábua de mortalidade. Na construção da tábua, John Grant utilizou 230.000 registros ocorridos entre 1629-1638 e 1647-1658, procurando, dessa forma, inferir sobre a distribuição de probabilidade de morte em grandes populações.

Apesar de conter algumas fragilidades metodológicas, o seu trabalho proporcionou múltiplas investigações em diversos domínios da demografia, bem como conduziu, em última análise, à criação de órgãos estatísticos governamentais (BRAVO, 2007). Em 1693, Edmund Halley, publicou uma das primeiras tábuas conhecidas, construídas a partir do número de óbitos, classificados por causa de morte, observados na cidade polaca de Breslau, entre 1687 e 1691.

Entretanto, somente no ano de 1815, Milne conseguiu elaborar uma tábua de mortalidade por meio de técnicas estatísticas e demográficas muito similares às atuais,

tomando-se em conta a informação populacional de expostos ao risco de morte observado na cidade inglesa de Carlisle (ORTEGA, 1987). A referida tábua registrou uma esperança de vida ao nascer de 38,7 anos para os sexos combinados. Desde então, um grande número de tábuas foi publicado em todo o mundo.

A metodologia utilizada por Halley na construção da tábua adotava como premissa que a população era estacionária, ou seja, possuía um taxa de crescimento populacional nula (BRAVO, 2007). As tábuas de mortalidade podem ser diferenciadas de acordo com as características da população em estudo: sexo, idade, profissão, tipo de seguro ou cobertura, entre outros. Deve, também, ser levada em consideração a amplitude do intervalo entre as idades, se a tábua será indexada a um determinado ano cronológico, se será baseada em gerações reais ou fictícias (possibilita distinguir entre tábuas contemporâneas ou tábuas geracionais).

As tábuas de mortalidade são classificadas em função de duas características específicas: quanto a sua forma de construção e quanto ao intervalo de idades. Com relação à forma de construção as tábuas podem ser de dois tipos: Longitudinais ou Transversais; com relação ao intervalo de idades, são classificadas em Abreviadas ou Completas. As projeções feitas hoje em todo o mundo são provenientes de Tábuas de Mortalidade.

3.4 PROJEÇÃO DA MORTALIDADE

Com o crescimento populacional e a redução das taxas de mortalidade, tornou-se importante conhecer quais são as perspectivas para futuro, para, assim, serem tomadas medidas adequadas de planejamento. Em diversos países, as organizações internacionais, governamentais e, até mesmo, as empresas tornaram a técnica de projeções de mortalidade uma ferramenta de atividade sistemática (SILVA, 2010).

Nesse contexto de declínio contínuo e de velocidades diversas, muitas são as técnicas desenvolvidas com o intuito de prever da forma mais robusta possível o caminho futuro a ser seguido pela mortalidade de populações distintas. Isto porque o planejamento econômico desses países é baseado nas tendências esperadas de crescimento populacional, que depende cada vez mais dos níveis de mortalidade experimentados (TULJAPURKAR; BOE, 1998; WILMOTH, 1998; 2000).

Dentre as várias formas de projetar a mortalidade, o que mais se utiliza são os métodos determinísticos, como é o caso dos métodos mais utilizados por órgãos como as Nações Unidas e o Centro Latino-Americano de Demografia (CELADE) (FÍGOLI, 1998).

Em ambos os casos, a esperança de vida é projetada de acordo com um modelo, ou seguindo uma trajetória preestabelecida e, em seguida, utiliza-se um sistema de tábuas de vida modelo para que sejam obtidas informações detalhadas por idade. Além disso, utiliza-se o pressuposto de que a mortalidade de todas as populações convergirá para tábuas de mortalidade com uma esperança de vida preestabelecida (FÍGOLI, 1998).

Apesar da utilização de métodos como este ser muito comum é importante atentar para algumas de suas limitações. A projeção da esperança de vida, por exemplo, parece não ser a forma mais adequada de projetar a mortalidade, uma vez que esta medida não reflete exatamente os efeitos da queda da mortalidade, devido à diferença dos ganhos em anos de vida de cada grupo etário. Além disso, há a possibilidade de erros no estabelecimento de metas para a esperança de vida, uma vez que esse processo é arbitrário (FÍGOLI, 1998).

Para as projeções do Social Security Administration dos Estados Unidos (SSA) são utilizados como elementos principais, a análise das taxas de mortalidade por causa de óbito, a opinião de especialistas para uma avaliação das tendências futuras por causa de óbito, e um conjunto estimado de taxas de declínio de longo prazo. A incerteza é incorporada através da construção de três cenários: alta mortalidade, intermediário e baixa mortalidade, como também são feito pelas Nações Unidas. Mas, nesse caso, há um problema associado à complexidade da mensuração de incidência, duração e severidade das doenças crônicas, que pode prejudicar as projeções (TULJAPURKAR; BOE, 1998).

Muitas projeções utilizam também a opinião de especialistas e análises de tendências para predizer as mudanças no padrão de óbitos por causas diferentes (LEE, 1998; TULJAPURKAR; BOE, 1998). Mas inferir sobre ganhos de esperança de vida ao nascer devido à diminuição ou eliminação de uma causa de óbito é uma tarefa complexa, dado que essas causas podem ou não ser consideradas independentes, além da importância do padrão etário da mortalidade geral para esses ganhos (TULJAPURKAR; BOE, 1998). Além disso, Alho & Spencer (1990, citado por Lee, 1998) encontraram que as projeções do Social Security Administration, que utilizam a opinião de especialistas, têm subestimado sistematicamente o declínio da mortalidade (LEE, 1998).

No Brasil, o IBGE é responsável por realizar as projeções oficiais de população. Arelados a ela, as projeções de mortalidade são determinísticas e utilizam a interpolação entre a tábua de mortalidade do último ano do período tomado como base e uma tábua limite, para obter as taxas de mortalidade por idade. Na revisão de 2004 da projeção da população brasileira, o IBGE, juntamente ao CELADE, utilizou as tábuas limite propostas pelo Bureau

do Censo Norte Americano, para interpolar as esperanças de vida ao nascer entre 2000 e 2100, ano ao qual se referem as tábuas limite utilizadas.

De acordo com estas tábuas a vida média feminina será de 87,2 anos e a dos homens será de 81,6 anos em 2100, ou seja, em relação ao Japão de hoje (2016), o Brasil estaria atrasado em torno de 85 anos, pois a expectativa de vida no Japão hoje já é de 85 anos. Após interpolar a esperança de vida ao nascer, durante o período de projeção, foram estimadas também as tábuas de mortalidade para os anos posteriores a 2000, através da interpolação dos logaritmos das taxas específicas de mortalidade entre 2000 e 2100, respeitando as esperanças de vida projetadas para cada ano múltiplo de cinco durante o período de projeção (IBGE, 2015b).

A realização das projeções oficiais da mortalidade para o Nordeste é de responsabilidade do IBGE, que utiliza o método já descrito, adotado pelas Nações Unidas, levando em consideração as mudanças no padrão de causas de óbito. No entanto não são feitas projeções para o Semiárido. Por sua vez, torna-se cada vez mais relevante a análise explícita da incerteza associada à construção e apresentação das projeções tanto da mortalidade, quanto de populações (LEE; CARTER, 1992).

3.4.1 Fontes de incerteza das projeções

Essa necessidade já é reconhecida e incorporada às projeções determinísticas por meio da construção de cenários. Contudo, esta forma de medir a incerteza de uma projeção apresenta alguns problemas (AHLBURG; LUTZ, 1998; LEE, 1998; LUTZ ET AL, 1998). O primeiro deles se deve ao fato de que, na maioria dos casos, não é possível mensurar a probabilidade de que o intervalo dado pelos valores alto e baixo conterá a variável de interesse. Em segundo lugar, a construção dos cenários a serem utilizados pode apresentar problemas de consistência.

Um exemplo é a projeção de populações, em que é necessário combinar projeções de fecundidade, mortalidade e migração para a construção dos diferentes cenários. Essa combinação pode ser ambígua, tornando muito difícil a interpretação da incerteza relacionada aos cenários (LEE, 1998; TULJAPURKAR; BOE, 1998).

Ao trabalhar também com o potencial de crescimento de uma população, combinam-se altos níveis de fecundidade e migração e baixos níveis de mortalidade. Mas essas suposições levam a uma possibilidade de variação muito pequena para a razão de dependência da população em questão. Isto porque, enquanto a fecundidade reduz a razão, a mortalidade

tende a aumentá-la. Neste caso, a construção dos cenários deveria considerar altos níveis de mortalidade e fecundidade juntamente, o que deixa pouco espaço de variação para o tamanho populacional (AHLBURG, 1998; LEE, 1998).

Uma terceira inconsistência gerada pelas projeções baseadas em cenários se encontra na indicação da incerteza. Se os limites, superior e inferior, se destinam a descrever os caminhos relacionados ao tamanho populacional, então não será possível considerar esse mesmo intervalo para a fecundidade, visto que muitas trajetórias diferentes da fecundidade podem levar a um mesmo tamanho populacional. E, considerando que os cenários dispõem de apenas três trajetórias possíveis para a fecundidade, a mortalidade e a migração, a infinita riqueza de possibilidades fica ignorada por essa abordagem.

Além disso, não há a possibilidade de classificar as trajetórias como alta ou baixa, já que, no mundo real, as taxas demográficas podem flutuarem ou reverterem tendências. Assim, formas pré-fixadas para as trajetórias negam a realidade. Além de atentar para a forma de medir a incerteza de uma projeção, é essencial conhecer as possíveis fontes de incerteza associadas a essa projeção. Um exemplo é a possibilidade de inovação, dada pelas variações imprevisíveis das taxas demográficas ao longo do tempo, ou seja, a principal fonte de incerteza das projeções está relacionada ao futuro incerto das taxas vitais (LEE, 1998).

Outra possível fonte de incerteza é a qualidade dos dados utilizados, que estão sempre sujeitos a erros de enumeração, principalmente se esses dados não se referem a períodos recentes, em que essa qualidade já é consideravelmente mais elevada. Nesse caso, cabe ao analista decidir a melhor forma de incorporar tais dados à projeção (LEE, 1998; LI ET AL, 2005).

Uma fonte relevante de incerteza está na escolha do modelo a ser utilizado, que pode ser influenciada pelo conhecimento do analista. Geralmente os modelos de projeção são aplicados desconsiderando possíveis respostas relacionadas aos resultados das projeções, como é o caso de respostas de políticas públicas ao envelhecimento populacional. As mudanças provocadas por políticas públicas podem afetar diretamente a evolução da população projetada, o que pode ser considerado como imprevisível ou como parte da tendência histórica observada (LEE, 1998).

Além disso, é importante considerar a incerteza implícita na estimação dos parâmetros do modelo escolhido, que podem influenciar os resultados da projeção. Mas há casos em que é possível quantificar essa incerteza e inserir esse resultado na projeção realizada (LEE, 1998). Outra fonte relevante de incerteza são as mudanças estruturais na sociedade de

interesse e as catástrofes, que significam mudanças drásticas que alteram as tendências observadas e ainda não podem ser preditas por projeções (LEE, 1998).

Neste contexto de desenvolvimento das técnicas de análise da incerteza associada às projeções, foram desenvolvidas algumas formas de realizar projeções probabilísticas tanto do tamanho populacional, como das componentes da dinâmica demográfica. Um exemplo é a análise de projeções realizadas no passado, com o intuito de quantificar a incerteza dessas projeções e tomar como base essa incerteza para a realização de novas projeções; outra possibilidade de análise de projeções é tomar como base a incerteza de séries temporais demográficas passadas; além disso, é possível utilizar a opinião de especialistas com relação às possibilidades de resultados futuros (LUTZ ET AL, 1998); e a realização de projeções estocásticas, em que a matriz de projeção é composta por variáveis aleatórias, e a projeção central e seu intervalo são dados por meio de simulações.

3.4. 2 Método de Lee-Carter e aplicações

Na realização de projeções populacionais, de quantidades ou de taxas relacionadas, ainda é possível combinar essas diferentes abordagens para produzir projeções mais acuradas (LEE, 1998). Com o intuito de projetar a mortalidade de países desenvolvidos, Lee-Carter (1992) desenvolveram um método estocástico de projeção de mortalidade que incorpora a incerteza de forma explícita. Desde a sua apresentação, o Lee-Carter tem gradualmente ganhado aceitação e é utilizado pelo Bureau do Censo Norte Americano, pelo Japão e Nações Unidas (LEE, 2004). Tuljapurkar et al (2000, apud Lee, 2004) aplicaram o método para os países do G7 e observaram que, para os Estados Unidos, os ganhos de esperança de vida projetados para 2050 eram de 2 a 4 anos maiores do que as projeções oficiais, e para o Japão, 8 ou 9 anos maiores. Li-Lee (2005) estenderam o método para aplicá-lo a países com dados de mortalidade disponíveis para apenas alguns pontos no tempo e intervalos irregularmente espaçados, e observaram que boas projeções podem ser obtidas através dessa abordagem.

Li-Lee (2005) desenvolveram uma extensão do método para projetar a mortalidade de regiões, levando em consideração as tendências observadas no grupo ao quais essas regiões pertencem, considerando a possibilidade de convergência das tendências observadas nas diversas regiões do mundo.

O método de Lee-Carter foi desenvolvido por Ronald D. Lee e Lawrence R. Carter no início da década de 90, quando o utilizaram, para prever a mortalidade dos Estados Unidos (1933-1987) para o ano de 2065 (LEE; CARTER, 1992).

O método apresenta uma nova forma de extrapolação das tendências e dos padrões etários de mortalidade. Este estudo vem sendo utilizado em diversos órgãos nos EUA, como o United States Bureau of the Census, na Inglaterra, no Continuous Mortality Investigation Bureau (CMIB), na Áustria, no Brasil, no Canadá, no Chile, no Japão, no México e nos países que compõem o G7 (SANTOS, 2007).

Ele também ficou conhecido como LC, é um modelo previsional, que combina um modelo demográfico para a mortalidade com um modelo de séries temporais, assim para as taxas de mortalidade; utiliza um modelo demográfico para as previsões das taxas, a análise de séries temporais permite, assim, fazer previsões com intervalos probabilísticos.

Dado a forma do modelo, não é necessário impor limites assintóticos, garantindo, desta forma, que as taxas de mortalidade decrescem exponencialmente. As vantagens de se utilizar o método de Lee-Carter estão na utilização das informações históricas em um período longo e na possibilidade de se obter as taxas de mortalidade de períodos nos quais não se disponha de informações.

Já as desvantagens do emprego do método estão no fato de este não considerar os avanços da medicina, o contexto socioeconômico, as alterações no estilo de vida ou o aparecimento de novas doenças, bem como a sua cura, fatores estes que podem afetar os padrões históricos e não se manterem no futuro (LEE; CARTER, 1992).

Lee-Miller (2001) investigaram hipoteticamente como o método teria se saído se tivesse sido aplicado em anos mais recentes. Os mesmos encontraram que os erros de projeção teriam sido bem descritos pelas distribuições de probabilidade geradas pelo método e que projeções de longo prazo tendem a subestimar os ganhos futuros de esperança de vida, nos Estados Unidos e em vários outros países (LEE, 2004).

Um exemplo da maior eficácia da projeção da mortalidade através de métodos estocásticos é a comparação realizada por Lee-Miller (2001), de projeções realizadas pelo Social Security Administration (SSA) dos Estados Unidos, que utilizam a construção de cenários para medir a incerteza da projeção, com projeções realizadas utilizando o método estocástico Lee-Carter (1992) de projeção de mortalidade.

Os autores projetaram a esperança de vida ao nascer do ano de 1998 com base em diferentes períodos observados, obtendo 78 estimativas para o ano de 1998, cada uma com o seu intervalo de confiança. Ao comparar suas projeções e as projeções médias do SSA com o valor observado em 1998, os autores observaram que as projeções oficiais foram sistematicamente muito baixas, ficando até 12 anos abaixo do valor real (LEE; MILLER, 2001).

As estimativas do SSA foram fortemente afetadas pelos ganhos modestos durante a década de 1960 e aos ganhos rápidos observados na década seguinte, e essas tendências foram refletidas nas projeções. Já as estimativas produzidas pelo Lee-Carter não foram tão afetadas, uma vez que o método responde modestamente a essas flutuações devido aos pequenos efeitos que as mesmas exercem sobre a tendência do século. Embora as projeções realizadas por meio do modelo Lee-Carter também deem origem a valores médios mais baixos que os valores observados, a performance do método é muito melhor, uma vez que a sua estimativa média esteve mais próxima do valor real na maior parte do tempo.

O valor real da projeção foi também mais elevado que o valor máximo da projeção do SSA em quase todas as suas projeções (LEE; MILLER, 2001). Girosi e King (2008), avaliaram a qualidade das projeções realizadas através do método Lee-Carter, e mostraram que o método tem algumas limitações.

De acordo com os autores, a estimação do modelo Lee-Carter é um caso especial de análise de componentes principais, em que apenas uma componente principal é utilizada. Sendo assim a aplicação do método só é adequada a dados cuja maior parte da variabilidade pode ser explicada pela primeira componente principal, como é o caso de óbitos por todas as causas de vários países desenvolvidos, testados pelos autores.

A mortalidade por algumas causas de óbito, como as causas externas, não é bem projetada pelo método, uma vez que a porcentagem da variância explicada pela primeira componente é muito pequena. Por isso, Girosi e King (2008) aconselham que a aplicação e interpretação dos resultados do Lee e Carter sejam realizadas com cuidado, pois essa aplicação nem sempre será possível. Outra característica importante do Lee-Carter, discutida por Girosi e King (2008) é a perda de suavidade do perfil etário da mortalidade projetada, uma vez que o parâmetro variável no tempo do modelo (k_t), é uma função monotônica.

De acordo com os autores, essa perda sempre irá acontecer, independente dos dados utilizados e do padrão da mortalidade tomado como base. Girosi e King (2008) mostram que as projeções são suaves até certo ponto no período de projeção, mas em um ano desse período perdem a suavidade e, a partir daí mantêm essa característica até o fim do horizonte da projeção (GIROSI; KING, 2008).

Fígoli (1998) aplicou o método Lee-Carter para o Brasil, tendo como período de ajuste os anos de 1950 a 1990. As taxas centrais de mortalidade utilizadas para este ajuste foram obtidas das tábuas de mortalidade abreviadas: Brasil 1950-2025, publicadas pelo CELADE em 1994. A utilização dessas taxas é justificada pela precariedade dos registros de óbito no

Brasil até a segunda metade do século XX, quando as estatísticas vitais começaram a ser coletadas nos cartórios e publicadas pelo IBGE.

O ajuste do modelo por Fígoli (1998) deu origem a taxas centrais de mortalidade próximas das taxas estimadas pelo CELADE e os valores projetados da esperança de vida ao nascer também ficaram próximos dos publicados pelo IBGE. Um exemplo é o ano 2000. A esperança de vida feminina projetada por Fígoli (1998) para o quinquênio de 2000-04 foi de 64,5 anos para o sexo masculino e 71,5 anos para o sexo feminino, enquanto os valores publicados pelo IBGE, para a população brasileira no ano 2000, foram de 66,7 e 74,4 para homens e mulheres, respectivamente (IBGE, 2015b). No estado de Sergipe Jesus (2014) encontrou uma esperança de vida feminina de 84,3 anos e a masculina de 81,5 para o ano de 2050.

4 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo ecológico que abrange o Semiárido brasileiro, que corresponde a 56% da região Nordeste presente nos seguintes estados: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia; e mais a região setentrional de Minas Gerais (INSA, 2013). Uma ilustração da região Semiárida é apresentada na Figura 4.1.



Fonte: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2015.

4.1 FONTES DE DADOS

As fontes oficiais de informação sobre estatísticas vitais de óbito no Brasil são o Ministério da Saúde (MS) por meio do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) “um sistema de vigilância epidemiológica nacional, cujo objetivo é captar dados sobre os óbitos do País a fim de fornecer informações sobre mortalidade para todas as instâncias do sistema de saúde” (BRASIL, 2015b), e a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através das Estatísticas do Registro Civil, com disponibilidade anual para todos os municípios brasileiros.

As informações sobre óbitos de residentes da região em estudo foram obtidas por meio do site do Ministério da Saúde (www.datasus.gov.br) através do SIM (Sistema de Informação sobre Mortalidade) que disponibiliza anualmente estas informações para todos os municípios

brasileiros. Os dados coletados foram desagregados por sexo e faixa etária para a porção semiárida dos Estados a partir de 1980 anualmente até 2014.

As informações referentes ao contingente populacional do Semiárido, desagregadas por sexo e faixa etária, foram extraídas dos censos demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015a), para 1980, 1991, 2000 e 2010. Para os anos intercensitários à população foi projetada para o meio do ano através do método geométrico de crescimento populacional, ou seja, através da seguinte formula:

$$r_g = \left(\sqrt[t]{\frac{p^{final}}{p^{inicial}}} \right) - 1 \quad (3.1)$$

Onde,

r_g = taxa de crescimento geométrico;

t = tempo transcorrido entre as duas datas de referência dos censos;

$p^{inicial}$ = população no início do período;

p^{final} = população no final do período.

As análises do estudo foram realizadas no software estatístico R versão 3.3.2 de domínio público, e as figuras foram construídas através do mesmo software para ilustrar a distribuição espacial dos indicadores de mortalidade.

4.2 COBERTURA DOS ÓBITOS PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Ao longo do tempo, vários métodos foram propostos para calcular a cobertura de óbitos entre eles Brass (1975), Courbaje e Fargues (1979), Preston et al. (1980). Um dos métodos mais originais foi proposto por Brass, o qual se baseia na teoria das populações estáveis e configura-se como robusto, mesmo em situações de descumprimento de certos supostos (PAES; SANTOS, 2010).

Para a aplicação do método é necessário o conhecimento da distribuição da população por faixa etária além da distribuição dos óbitos. Estimar a cobertura de óbitos de uma determinada região equivale ao ajuste do seguinte modelo de regressão:

$$\frac{N(a)}{N(a+)} = r + k \cdot \frac{D'(a+)}{N(a+)} \quad (3.2)$$

Onde,

$N(a)$ = população na idade exata a ;

$N(a+)$ = somatório de pessoas que estão na idade exata até um limite de idades “ w ” qualquer;

$D'(a+)$ = Óbitos registrados e afetados por erros na idade a e + ;

r = taxa de crescimento natural;

k = fator de correção dos óbitos.

Estes parâmetros são estimados via modelo de regressão linear através da minimização da soma de quadrados dos erros, através do Método dos Mínimos Quadrados.

4.3 CORREÇÃO DOS REGISTROS DE ÓBITOS

Para estimar a cobertura dos óbitos para os espaços geográficos dos Estados do Semiárido brasileiro fez-se uso da técnica de Brass (1975) para o ano de 1980, as estimativas dos anos 1991, 2000 e 2010 foram obtidas por Paes e Santos em 2010.

Para os anos intercensitários de 1980 a 2010 tomaram-se como base os critérios estabelecidos por Paes e Santos em 2010 ao realizaram estimativas para os Estados do Nordeste. Neste sentido, alguns critérios foram estabelecidos:

1. Foram obtidos os óbitos anuais observados entre os anos de 1980, 1991 a 2010 para os espaços geográficos dos Estados do Semiárido brasileiro;
2. Com as coberturas de óbitos referentes aos anos de 1980, 1991, 2000 e 2010 para os espaços geográficos dos Estados do Semiárido brasileiro calculou-se o fator de correção para cada ano, cuja equação é dada por:

$$FC_i = \frac{1}{Cobertura_i} \times 100, \quad i = 1980, 1991, 2000 \text{ e } 2010 \quad (3.3)$$

3.Com os cálculos dos fatores de correção para os Estados foram obtidos os órbitos corrigidos da seguinte forma:

$$\acute{O}bito_cor_i = \acute{O}bito_obs_i \times FC_i, \quad i = 1980, 1991, 2000 \text{ e } 2010 \quad (3.4)$$

4.Com os órbitos corrigidos para os anos e Estados analisados obteve-se a diferença, da seguinte maneira:

$$D_i = \acute{O}bito_obs_i - \acute{O}bito_cor_i, \quad i = 1980, 1991, 2000 \text{ e } 2010 \quad (3.5)$$

5.Logo após, calculou-se a média entre as diferenças dos órbitos, criando três médias:

$$\overline{D}_1 = \frac{D_{1980} + D_{1991}}{2} \quad (3.6)$$

$$\overline{D}_2 = \frac{D_{1991} + D_{2000}}{2} \quad (3.7)$$

$$\overline{D}_3 = \frac{D_{2000} + D_{2010}}{2} \quad (3.8)$$

6.O próximo passo consistiu em estimar os órbitos esperados para os Estados do Semiárido entre os anos de 1980 a 2010 utilizando as diferenças médias em dois períodos de tempo: $\overline{D}_1$ foi utilizado no período dos anos (1981-1990), $\overline{D}_2$ nos anos (1992-1999) e $\overline{D}_3$ nos anos (2001-2009), com o seguinte cálculo:

$$\acute{O}bito_esp_{1981-1990} = \acute{O}bito_obs_{1981-1990} + \overline{D}_1 \quad (3.9)$$

$$\acute{O}bito_esp_{1992-1999} = \acute{O}bito_obs_{1992-1999} + \overline{D}_2 \quad (3.10)$$

$$\acute{O}bito_esp_{2001-2009} = \acute{O}bito_obs_{2001-2009} + \overline{D}_3 \quad (3.11)$$

7.Finalmente, calculou-se a Cobertura de Órbitos para os Estados do Semiárido entre os anos de 1980 a 2010, exceto para os anos censitários.

$$Cobertura_SA_i = \frac{\acute{obito_obs_i}{\acute{obito_esp_i}} \times 100, \quad i = 1980, \dots 2010. \quad (3.12)$$

Nota-se que os anos de 1980, 1991, 2000 e 2010 foram usados como referência entre toda a série das Coberturas de Óbitos.

4.4 INDICADORES DE MORTALIDADE

Foram calculados indicadores relacionados à mortalidade expressos pelas relações seguintes:

a) Proporção dos óbitos

Percentual dos óbitos, ocorridos em determinado local e período. É um indicador da qualidade das estatísticas de morte, é calculado pela razão dos números de óbitos pelo total da população estudada.

b) Taxa de Mortalidade

A taxa de mortalidade ou coeficiente de mortalidade é um índice demográfico que reflete o número de mortes registradas, em média por mil habitantes, em uma determinada região em um período de tempo. A taxa é expressa comumente em unidades de morte por 1000 pessoas ao ano.

É calculada através do quociente entre o número de óbitos residentes observados e a população residente para um determinado ano específico e região.

c) Taxa de Mortalidade Padronizada (TMP)

As taxas de mortalidade precisaram ser padronizadas para se tornarem comparáveis. Para o cálculo da taxa de mortalidade padronizada, necessita-se da taxa de mortalidade observada e dos óbitos esperados (calculado através do produto da taxa de mortalidade observada pelo valor da população padrão). Com isso, pode-se calcular a TMP, dada pelo quociente entre o número de óbitos esperados e a população residente num determinado período e região. Ela também é expressa por 100.000 habitantes.

4.5 MÉTODOS DE PROJEÇÃO DA MORTALIDADE

Há vários métodos para se projetar a mortalidade de uma determinada população. Os métodos mais comuns são conhecidos como determinísticos, pois são desenhados diferentes cenários para os possíveis caminhos a serem seguidos pela mortalidade. No entanto, esses métodos não quantificam a incerteza relacionada à projeção de cada cenário, o que é oferecido pelos métodos estocásticos de projeção da mortalidade, como o desenvolvido por Lee-Carter (1992) e usado nesse trabalho. Para a realização das projeções será utilizado o software STATA na 13ª versão.

4.5.1 Método Lee-Carter

Um marco significativo em relação à projeção da mortalidade foi a publicação do método Lee-Carter, em 1992, que representa uma mudança em relação às abordagens anteriores. O seu princípio subjacente é a extrapolação de tendências passadas de longo prazo (BOOTH et al, 2006). O método combina um rico e parcimonioso modelo demográfico e métodos de séries temporais, utilizando a decomposição de matrizes para extrair um único índice variável no tempo do nível de mortalidade, o qual é então projetado utilizando um modelo de série temporal.

São também pontos fortes do modelo a sua simplicidade e robustez no contexto de tendências lineares nas taxas específicas de mortalidade por idade. (BOOTH et al, 2006; LEE; CARTER, 1992). Trata-se de um método estocástico de projeção das taxas de mortalidade por idade, que não incorpora a influência de conhecimentos médicos, comportamentais e sociais no declínio da mortalidade. Baseia-se em longos padrões e tendências históricas persistentes e dá intervalos de confiança probabilísticos para suas previsões (LEE ;CARTER, 1992).

Lee-Carter (1992) procuraram desenvolver um modelo padrão de mudanças no tempo das taxas de mortalidade por idade, em que a variação em um único parâmetro possa gerar o esboço das principais características do padrão observado. Mas é importante observar que nenhum modelo pode explicar toda a variação por tempo e idade da mortalidade, a qual é muito irregular e surge de circunstâncias históricas particulares.

4.5.1.1 O modelo

No modelo de Lee & Carter (1992), $m(x,t)$ é a taxa central de mortalidade para a idade x no ano t , e a matriz dessas taxas é ajustada pelo modelo:

$$\ln[m(x,t)] = ax + bx * kt + \varepsilon(x,t) \quad \text{ou} \quad m(x,t) = e^{ax+bx*kt+\varepsilon(x,t)} \quad (3.13)$$

cujos parâmetros podem ser entendidos como:

- A forma geral, ou média, da curva de mortalidade por idade, dada por ax , independente do tempo.
- O índice do nível geral da mortalidade, Kt , um índice variável no tempo. Kt descreve a principal tendência do logaritmo das taxas específicas de mortalidade por idade, no tempo.
- E o conjunto de bx , que diz quais taxas declinam rapidamente e quais taxas declinam lentamente em resposta a mudanças em kt . A princípio, o valor de bx poderia ser negativo para algumas idades, indicando que a mortalidade nessas idades tende a aumentar enquanto cai em outras idades. Mas na prática, isso não parece ocorrer no longo prazo.

De acordo com o modelo de Lee-Carter (1992) apenas um valor de kt determina a tábua de vida no tempo t , uma vez que o logaritmo de $m(x,t)$ é uma função linear de kt . Assim, a projeção de kt possibilita também a projeção da tábua de vida completa da população em estudo.

Quando kt é linear no tempo, a mortalidade muda em cada idade, de acordo com sua própria taxa exponencial constante, dada por bx . Quando kt tende a menos infinito, cada taxa específica por idade tende a zero. Assim, não há ocorrência de taxas de mortalidade negativas no modelo descrito, o que é uma vantagem para a projeção da mortalidade. Já o termo de erro, $\varepsilon(x,t)$, com média zero e variância σ^2 , reflete influências históricas particulares por idade, não capturadas pelo modelo.

Essa coesão obtida na projeção do parâmetro k , que é um tipo de ligação entre as tendências de todas as taxas específicas por idade, é uma vantagem do método, fazendo com que as taxas de mortalidade específicas por idade sejam sempre parte de um sistema de tábuas

de vida que se ajusta à tendência histórica. Por outro lado, se as taxas forem projetadas separadamente, seu conjunto pode gerar padrões não plausíveis em um futuro distante.

4.5.1.2 O ajuste do modelo e a projeção de k

O ajuste do modelo Lee-Carter é realizado obtendo os mínimos quadrados da equação 3.13, que é uma equação indeterminada. Assim, se a , b e k são uma solução, então para qualquer escalar c , $a-bc$, b , $k+c$ também será uma solução. Por isso utiliza-se a padronização, em que os b_x passam a somar 1 e os k_t somam 0, o que implica que os a_x sejam a média dos $\ln(m_{x,t})$ no tempo, ou seja, a_x representa o padrão médio da mortalidade durante todo o período de ajuste do modelo, e sendo constante, determina o ponto de partida das taxas específicas de mortalidade, quando k_t é igual a zero (LEE; CARTER, 1992; WACHTER, 2006).

Os métodos ordinários de regressão não podem ser utilizados nesse ajuste, pois não há regressores do lado direito da equação, há apenas parâmetros para serem estimados e o índice k_t . O método de Decomposição em Valores Singulares (DVS) é então utilizado para encontrar uma única solução de mínimos quadrados, sendo aplicado à matriz dos logaritmos das taxas após a subtração da média do logaritmo das taxas específicas de mortalidade por idade no tempo ($\ln(m_{x,t} - a_x)$) (LEE; CARTER, 1992; FÍGOLI, 1998).

Entretanto, Lee-Carter (1992) observaram que o número estimado de óbitos, através dos parâmetros do modelo, não é necessariamente igual ao número real de óbitos da população em estudo, ou seja, ao aplicar as taxas específicas de mortalidade, estimadas pelo modelo, à distribuição etária da população, o número de óbitos resultante é geralmente diferente do número real de óbitos do período em questão.

Uma razão para que isso ocorra é que k_t é estimado para minimizar os erros nos logaritmos das taxas de mortalidade e não nas próprias taxas de mortalidade. Nesse caso, Lee-Carter recomendam a utilização da equação 4.14, para re-estimar k_t , mantendo os a_x e b_x estimados. Com isso, é obtido um novo conjunto de k_t 's, tais que para cada ano, dada a distribuição etária real da população, o número implícito de óbitos seja igual ao número real de óbitos.

$$D(t) = \sum_{x=0}^w [N(x, t) \cdot \exp(a_x + k(t) \cdot b_x)] \quad (3.14)$$

Dessa forma, $D(t)$ é o número exato de mortes observadas, e $N(x, t)$ é a população distribuída por idade.

Após re-estimar kt , o modelo demográfico está ajustado e, para cada valor de kt , é possível derivar uma tábua de vida e expectativas de vida. O próximo passo é projetar o índice kt , cujos valores formam uma série temporal, com um valor de k para cada ano observado. Para a realização dessa projeção Lee-Carter (1992) testaram vários modelos de séries temporais e escolheram o passeio aleatório com tendência, que tem a forma:

$$kt = kt_{(t-1)} - 1 + c + ei \quad (3.15)$$

Um passeio aleatório pode ser definido como uma série temporal que assume que, de um ponto no tempo para o próximo, a série original dá um passo aleatório. Como essa série apresenta um crescimento irregular, a melhor opção é estimar o crescimento entre os pontos no tempo, ao invés de estimar o próximo ponto. A primeira diferença da série é então analisada com o intuito de verificar a existência de uma possível tendência.

Em se tratando do método Lee-Carter, a série de kt geralmente apresenta uma tendência linear decrescente, e a constante c da equação 4.15 é o termo que identifica essa tendência. Kt é então projetado de forma a declinar linearmente com incrementos de c , enquanto os desvios desse caminho, ei , são incorporados permanentemente à trajetória. A variância de ei é utilizada para calcular a incerteza na projeção de kt sobre qualquer horizonte de projeção. O termo de tendência, c , também é estimado com incerteza, e o erro padrão dessa estimativa pode ser utilizado para formar uma medida mais completa da incerteza na projeção de kt .

Um ponto importante a ser considerado ao ajustar esse modelo é a necessidade de cautela ao trabalhar com idades acima de 80 anos, uma vez que já é significativa a parcela da população que sobrevive a essa idade, principalmente nos países desenvolvidos.

Além disso, os ganhos futuros da mortalidade tendem a se concentrar em idades avançadas, o que torna ainda mais importante lidar cuidadosamente com esse grupo etário. Nesse contexto, seria interessante analisar detalhadamente a mortalidade acima dos 80 anos da população do Semiárido. No entanto, o grupo etário de 80 anos e mais foi escolhido, neste

trabalho, como o grupo etário aberto devido ao problema de erro na declaração de idade, muito relevante nas idades avançadas.

Um dos principais problemas observados nas idades avançadas diz respeito à tendência de sobre-declaração da idade dos óbitos (PRESTON ET AL, 1999; GOMES; TURRA, 2008), que comprometeria a análise aqui realizada, uma vez que a transferência de óbitos de idades mais jovens para idades mais avançadas modificaria a curva de mortalidade nessas idades (UNITED NATIONS, 1983).

Ao aplicar o método Lee-Carter à mortalidade do município do Semiárido, no entanto, é necessário analisar qual o melhor período de ajuste para o modelo, uma vez que o declínio da mortalidade da região teve seu início tardiamente, em relação aos países desenvolvidos (PRATA, 2002).

Nesse caso, o padrão de declínio das taxas de mortalidade do Semiárido tende a ser diferente do observado nesses países, fazendo com que o período de ajuste do modelo seja diferente daquele sugerido por Lee-Miller (2001). Por isso, foram escolhidos alguns períodos diferentes para o ajuste do modelo, a fim de analisar qual deles é o mais adequado para projetar a mortalidade do Semiárido.

4.6 TÁBUAS DE MORTALIDADE

As Tábuas de Mortalidade descrevem o comportamento por idade ou faixa etária da mortalidade, tais como a probabilidade de morte, a probabilidade de sobrevivência de uma idade para outra, o número médio de anos de vida que restam a uma pessoa em qualquer idade e a esperança de vida ao nascer.

A partir dos parâmetros obtidos através do método de Lee-Carter, é possível determinar uma Tábua de Mortalidade para um determinado ano ou sexo. Através da tábua de mortalidade limite propostas pelo U. S. Bureau of the Census (1991).

As Tábuas de Mortalidade limite são construídas a partir de uma função logística, tomando como apoio os anos de 1980, 1991, 2000 e 2010. Elas podem ser completas, quando as funções são apresentadas para cada idade individual, ou abreviadas, quando as informações são apresentadas, segundo intervalos etários quinquenais ou decenais.

Embora seja enfatizado que existe um diferencial entre a expectativa de vida dos sexos, com a diferença de 6 anos em relação as mulheres do Nordeste (IBGE, 2015b), neste trabalho as projeções foram feitas para ambos os sexos. A principal razão para essa decisão se deve ao fato de que são nove estados do Semiárido e uma série de 35 anos, com isso foram

construídas 315 Tábuas de Mortalidade, além das estimações dos parâmetros para a realização da projeção para cada ano da série e cada Estado.

4.6.1 Construção da Tábua de Vida

A seguir serão definidas as funções e suas respectivas formas de cálculo para a construção de uma Tábua de Vida. Quanto à notação, “ x ” representa uma determinada idade, o limite inferior do grupo etário e “ n ” a amplitude. A idade máxima alcançada, limite de vida, é representada por “ ω ”.

- Sobreviventes (l_x)

Número esperado de pessoas que sobreviveram entre as idades exatas x e $x + n$. Partindo de um grupo inicial l_0 , a raiz da tábua, é o número inicial de pessoal no grupo (geração fictícia, normalmente 100.000 nascimentos). A função positiva decrescente mostra a extinção de uma geração por morte, para $x = \omega, l_x = 0$.

$$l_x = l_{x+n} + {}_n d_x \quad 3.16$$

A adoção de 100.000 nascidos vivos para todas as Tábuas de Vida tem como objetivo a comparabilidade de tábuas de diversas regiões em um mesmo instante, bem como a comparabilidade de tábuas de uma mesma região ao longo do tempo.

- Óbitos (d_x)

Número esperado de óbitos ocorridos a partir do grupo inicial de sobreviventes (l_{0x}), entre as idades x e $x+n$.

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad 3.17$$

- Probabilidade de morte (q_x)

O risco que uma pessoa que chegou a idade exata x , falecer antes de completar $x+n$ anos de idade.

$${}_n q_x = \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x} = {}_n \frac{d_x}{l_x} \quad 3.18$$

- Probabilidade de sobrevivência (p_x)

A chance de uma pessoa com idade exata x , tem de sobreviver, um período n , chegando com vida à idade exata $x+n$.

$${}_np_x = \frac{l_x - l_{x+n}}{l_x} \quad 3.19$$

A soma das probabilidades de sobrevivência e de morte em um ano é igual a um.

- Tempo vivido pela geração entre as idades x e $x+n$ (${}_nL_x$)

Representa o tempo em anos, vivido pela geração entre as idades x e $x+n$, anos-pessoa vividos pela coorte l_0 entre as idades exatas.

$${}_nL_x = \frac{l_x - l_{x+n}}{2} \quad 3.20$$

- Total de anos vividos (T_x)

Representa o número total de anos vividos, a partir da idade exata x , pelo conjunto de componentes da geração que sobrevivia nesta idade exata x .

$$T_x = \sum_{\alpha=x}^{\omega-n} {}_nL_x \quad 3.21$$

Ou seja, o tempo vivido a partir de uma determinada idade exata é a soma de todos os tempos vividos em cada intervalo de idade.

- Esperança de Vida (e^0)

Representa a esperança de vida a partir da idade x , o tempo médio de vida além da idade x ou o número médio de anos que deverá viver um indivíduo a partir de x .

$$e_x^0 = \frac{T_x}{l_x} \quad 3.22$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PANORAMA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O denominado Polígono das Secas foi criado pela Lei nº 175 de janeiro de 1936, como área a ser objeto das políticas de combate às secas. O Polígono foi alvo de várias modificações, tendo sido, inclusive, inserido na Constituição Federal de 1946. Atualmente, o Polígono foi substituído pela Região Semiárida do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (BRASIL, 2015a). O Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2015b) redefiniu os limites da região Semiárida do Nordeste, a qual está concentrada na parte nordeste do País e se estende até os limites com Minas Gerais.

Essa é uma região até então identificada pela seca, atraso e pobreza, imagens que talvez já não correspondam fielmente ao dinamismo socioeconômico que se observa em muitas de suas áreas (BUAINAIN; GARCIA, 2013).

Por se constituir numa região de características específicas e distintas do restante do País, a região Semiárida é afetada profundamente por fenômenos climáticos, com importantes repercussões socioeconômicas para a maior parte da sua população.

A região do Semiárido ocupa 11,5% (980.133 Km²) do território nacional, abrange mais de 20% dos municípios brasileiros (1.133) distribuídos no espaço geográfico de nove unidades da Federação (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais), e abriga 11,8% da população do País.

De acordo com a Síntese divulgada em 2014, pelo Sistema de Gestão da Informação e do Conhecimento do Semiárido (SIGSAB), a população do Semiárido brasileiro já ultrapassa 23,5 milhões de habitantes, equivalente a pouco mais de 34% da população do Nordeste e cerca de 12% da do País.

O Piauí e o Rio Grande do Norte apresentam o maior e o menor percentual de sua população no meio rural, com 50,2% e 31,3%, respectivamente.

A Tabela 5.1 apresenta a extensão territorial ocupada pelos Estados e regiões que compõem o Semiárido, sendo mostradas também as regiões que não possuem porção inclusa nesta área.

Com respeito à extensão territorial no Nordeste, dos seus oito estados, metade tem mais de 85% de sua área caracterizada como semiárida. O Rio Grande do Norte lidera a lista com 92,9% do território semiárido. Depois, vem Pernambuco com 87,6%, seguido do Ceará e

Paraíba com cerca de 86,0%. Nos demais estados, também há uma predominância do Semiárido: 69,3% da Bahia, 59,4% do Piauí, 50,6% do Sergipe e 45,2% de Alagoas.

Tabela 5.1 – Extensão territorial segundo as unidades da Federação e grandes regiões, 2010

Unidades da Federação e Grandes Regiões	km ²					
	Espaço geográfico do Semiárido	%	Espaço geográfico fora do Semiárido	%	Espaço geográfico total	%
Piauí	149.463,40	59,41	102.113,30	40,59	251.576,60	100,00
Ceará	129.178,80	86,74	19.741,80	13,26	148.920,50	100,00
Rio Grande do Norte	49.097,50	92,97	3.713,20	7,03	52.810,70	100,00
Paraíba	48.677,00	86,20	7.792,50	13,80	56.469,50	100,00
Pernambuco	85.979,40	87,60	12.166,90	12,40	98.146,30	100,00
Alagoas	12.579,00	45,28	15.200,20	54,72	27.779,30	100,00
Sergipe	11.105,60	50,67	10.812,80	49,33	21.918,40	100,00
Bahia	391.485,10	69,31	173.345,80	30,69	564.830,90	100,00
Minas Gerais	102.567,30	17,49	483.953,10	82,51	586.520,40	100,00
Semiárido	980.133,10	-	-	-	980.133,10	-
Nordeste	877.565,80	56,46	676.821,90	43,54	1.554.387,70	100,00
Sudeste	102.567,30	11,09	822.028,80	88,91	924.596,10	100,00
Centro Oeste	-	-	1.606.366,80	-	1.606.366,80	-
Norte	-	-	3.853.575,60	-	3.853.575,60	-
Sul	-	-	563.802,10	-	563.802,10	-
Brasil	980.133,10	11,53	7.522.595,20	88,47	8.502.728,30	100,00

Fonte: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2013.

Considerando a dimensão territorial das grandes regiões, o Nordeste apresenta 56,46% de seu território na porção Semiárida, o Sudeste com 11,09% e o País alcança os 11,53% (BRASIL, 2015a). Os padrões de saúde e as condições de habitação de grande parcela da população são precários e são insuficientes os níveis de educação básica e qualificação da maioria das pessoas

Considerando o número total de municípios, o Estado do Rio Grande do Norte se destaca por apresentar 88,0% de seus municípios inseridos na porção semiárida, seguido do Ceará, com 81,5%, Paraíba 76,2%, Pernambuco 65,9%, Bahia 63,7%, Piauí 57,1%, Sergipe 38,6%, Alagoas 37,2% e Minas Gerais com 9,9%%. Por sua vez, dos 5.565 municípios que atualmente o País possui 20,40%, se encontram na região semiárida. Considerando-se, no entanto, o número de municípios das regiões Nordeste (1.794) e Sudeste (1.668) os percentuais alcançam 58,53% e 5,10%, respectivamente (INSA, 2013).

A Tabela 5.2 expressa a importância numérica da população residente no Semiárido brasileiro e a distribuição desta população, por sexo, segundo as unidades da Federação e grandes regiões. A população feminina predomina em relação à masculina, acompanhando a tendência das demais regiões do País, exceto para a região Norte, onde o número de homens é superior ao de mulheres.

Tabela 5.2 – População residente por sexo, segundo as unidades da Federação e grandes regiões, 2010

Unidades da Federação e Grandes Regiões	Número de habitantes											
	Espaço geográfico do Semiárido				Espaço geográfico fora do Semiárido				Espaço geográfico total			
	Homem	Mulher	Total	(%)	Homem	Mulher	Total	(%)	Homem	Mulher	Total	(%)
Piauí	521.776	523.771	1.045.547	33,53	1.006.646	1.066.167	2.072.813	66,47	1.528.422	1.589.938	3.118.360	100,00
Ceará	2.331.981	2.392.724	4.724.705	55,90	1.788.107	1.939.569	3.727.676	44,10	4.120.088	4.332.293	8.452.381	100,00
Rio G. Norte	875.607	889.128	1.764.735	55,70	673.280	730.012	1.403.292	44,30	1.548.887	1.619.140	3.168.027	100,00
Paraíba	1.020.764	1.071.636	2.092.400	55,55	803.615	870.513	1.674.128	44,45	1.824.379	1.942.149	3.766.528	100,00
Pernambuco	1.783.681	1.872.141	3.655.822	41,56	2.447.000	2.693.626	5.140.626	58,44	4.230.681	4.565.767	8.796.448	100,00
Alagoas	439.106	461.443	900.549	28,86	1.072.661	1.147.284	2.219.945	71,14	1.511.767	1.608.727	3.120.494	100,00
Sergipe	219.152	222.322	441.474	21,35	785.889	840.654	1.626.543	78,65	1.005.041	1.062.976	2.068.017	100,00
Bahia	3.349.124	3.391.573	6.740.697	48,09	3.529.142	3.747.067	7.276.209	51,91	6.878.266	7.138.640	14.016.906	100,00
Minas Gerais	620.873	611.516	1.232.389	6,29	9.021.004	9.343.937	18.364.941	93,71	9.641.877	9.955.453	19.597.330	100,00
Semiárido	11.162.064	11.436.254	22.598.318	-	-	-	-	-	11.162.064	11.436.254	22.598.318	-
Nordeste	10.541.191	10.824.738	21.365.929	40,25	15.367.855	16.348.166	31.716.021	59,75	25.909.046	27.172.904	53.081.950	100,00
Sudeste	620.873	611.516	1.232.389	1,53	38.455.774	40.676.247	79.132.021	98,47	39.076.647	41.287.763	80.364.410	100,00
Centro-Oeste	-	-	-	-	6.979.971	7.078.123	14.058.094	-	6.979.971	7.078.123	14.058.094	-
Norte	-	-	-	-	8.004.915	7.859.539	15.864.454	-	8.004.915	7.859.539	15.864.454	-
Sul	-	-	-	-	13.436.411	13.950.480	27.386.891	-	13.436.411	13.950.480	27.386.891	-
Brasil	11.162.064	11.436.254	22.598.318	11,85	82.244.926	85.912.555	168.157.481	88,15	93.406.990	97.348.809	190.755.799	100,00

Fonte: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2013.

Os números revelam que a densidade populacional da região semiárida é de 23,06 habitantes por km², sendo superior aos observados nas regiões Norte e Centro-Oeste e inferior às demais regiões do país (IBGE, 2015a).

Considerando a população total residente nos Estados que compõem a região Semiárida, observou-se que pouco mais de 55,0% dos habitantes dos Estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, residem na porção Semiárida de seus Estados. Na Bahia, o percentual alcança 48,1%, Pernambuco 41,6%, Piauí 33,5%, Alagoas 28,9%, Sergipe 21,4% e Minas Gerais 6,3%. Os números também apontaram que os cinco municípios mais populosos do Semiárido são Feira de Santana (BA) (556.642 habitantes), Campina Grande (PB)

(385.213 habitantes), Caucaia (CE) (325.441 habitantes), Caruaru (PE) (314.912 habitantes) e Vitória da Conquista (BA) (306.866 habitantes) (BRASIL, 2015b).

Em 2010 cerca de 22,5 milhões de brasileiros/as vivem na região, sendo 14 milhões na área urbana e 8,5 milhões no espaço rural, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015b). Quase 41,3% da população (10,9 milhões de pessoas) são crianças e adolescentes na faixa etária de 0 a 17 anos.

Tendo em vista a distribuição da população total, segundo a divisão político-administrativa dos municípios da região Semiárida, os números revelam que 52,9% de seus municípios apresentam um grau de urbanização superior a 50%; 1,7% dos municípios com grau de urbanização igual a 50% e 45,5% dos municípios com grau de urbanização inferior a 50%. Isto revela que o grau de urbanização no Semiárido brasileiro está aquém dos observados nas demais regiões do País, onde o Sudeste e o Centro-Oeste apresentaram os maiores percentuais de municípios (86,8% e 86,7%, respectivamente) com grau de urbanização superior a 50%, seguido das regiões Sul (64,3%), Norte (61,5%) e Nordeste (56,7%).

5.2 COBERTURA DOS ÓBITOS NO ESPAÇO GEOGRÁFICO DOS ESTADOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

As duas principais fontes produtoras dos registros de óbitos são o Ministério da Saúde e o IBGE. No entanto os volumes desses óbitos, pelo menos desde 1980 a 2014 foram diferentes para todos os Estados. Com propósito ilustrativo são mostrados os registros captados pelas ambas as fontes de dados para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido Brasileiro.

Pelo menos até 1999, conforme a Tabela 5.3 o IBGE captou em geral mais óbitos que o Ministério da Saúde para o espaço geográfico destes Estados, porém a qualidade desses dados é considerada “ruim” de acordo com PAES (2007), a partir do ano 2000, a qualidade desses dados passa a ter uma classificação dita como “regular” de acordo com PAES (2007) para todos os Estados.

Tomando como critério de escolha para a base de dados a ser trabalhada a qualidade desses dados, foi o Ministério da Saúde que captou em geral mais óbitos com qualidade igual ou superior a “razoável” em toda a série, assim optou-se por se trabalhar com a série do Ministério da Saúde.

Tabela 5.3 – Número de óbitos registrados pelo IBGE e Ministério da Saúde para o espaço geográfico do Semiárido brasileiro

Anos	PI		CE		RN		PB		PE		AL		SE		BA		MG	
	MS	IBGE	MS	IBGE	MS	IBGE	MS	IBGE	MS	IBGE	MS	IBGE	MS	IBGE	MS	IBGE	MS	IBGE
1980	5.339	10.736	18.019	37.386	10.590	13.276	24.763	28.463	57.837	65.801	17.421	22.764	7.439	9.522	45.775	64.635	94.600	98.358
1981	5.816	10.745	19.603	35.456	10.077	12.854	24.332	27.763	55.626	63.578	17.608	21.635	7.794	9.547	48.423	64.836	92.853	98.635
1982	6.980	9.951	18.926	35.676	8.804	12.053	22.215	27.838	52.977	62.620	17.490	20.163	7.500	8.635	49.054	63.956	90.458	94.940
1983	8.084	9.854	25.574	38.279	9.117	11.973	22.578	26.768	54.313	61.456	17.279	19.512	7.099	8.836	50.098	59.257	89.811	93.843
1984	8.076	9.411	27.060	35.163	9.803	12.492	24.982	26.188	60.236	61.301	19.433	19.534	7.837	8.122	53.645	62.773	92.210	96.738
1985	9.270	8.777	23.370	30.133	9.662	10.956	20.570	22.191	54.608	55.278	16.528	16.773	7.477	7.548	50.446	57.782	93.834	97.788
1986	8.850	9.051	22.431	30.676	9.106	11.053	22.281	23.338	57.877	58.520	17.693	17.754	7.623	7.785	52.384	61.956	93.627	97.940
1987	8.382	8.824	21.323	28.279	10.340	10.973	21.027	22.568	53.784	54.451	16.482	16.512	7.047	7.355	51.835	59.257	90.151	93.843
1988	8.370	9.061	22.991	28.909	10.485	10.878	20.194	22.929	57.014	51.037	16.977	16.699	7.130	7.476	51.231	59.265	93.514	98.085
1989	7.785	8.279	23.200	26.770	9.752	10.222	18.841	21.115	52.622	52.570	15.161	15.016	7.420	7.427	50.850	56.540	91.419	96.495
1990	7.583	8.245	22.106	25.876	8.477	9.909	18.525	21.261	51.406	51.488	15.025	15.210	7.230	7.444	48.373	56.374	90.424	97.837
1991	6.158	8.265	22.947	27.225	10.210	10.408	17.919	20.434	49.764	50.313	14.266	14.358	8.136	7.422	50.424	56.035	89.401	95.543
1992	7.853	8.386	22.926	25.819	10.430	10.394	17.101	20.206	48.883	50.425	14.382	14.371	9.436	7.528	52.260	57.492	94.543	99.281
1993	8.518	9.676	27.594	28.733	11.939	11.711	19.363	22.869	51.460	54.798	14.631	15.467	8.537	8.274	52.637	60.411	98.133	103.180
1994	8.228	10.293	29.209	30.428	11.555	11.777	18.430	21.699	49.578	52.751	14.016	14.757	8.516	8.187	54.236	61.899	97.463	103.838
1995	7.667	9.957	28.385	31.272	12.774	12.145	18.634	20.420	47.342	50.745	14.551	15.019	9.808	8.649	53.238	62.388	95.980	96.881
1996	6.785	9.646	29.370	29.842	12.299	11.730	17.740	20.744	48.420	51.889	13.813	14.431	8.942	8.355	54.624	63.233	97.498	103.888
1997	7.743	10.261	31.160	30.340	12.040	11.474	17.394	21.139	49.532	51.454	14.279	14.633	8.444	8.371	52.558	61.063	97.916	103.955
1998	8.378	10.617	31.762	30.887	12.532	12.184	17.740	23.069	51.963	53.316	16.539	14.778	9.269	9.772	55.984	64.235	98.193	108.418
1999	8.672	10.967	34.751	32.325	12.668	10.936	17.148	21.621	51.744	53.437	14.313	14.161	9.420	9.047	58.521	63.312	99.503	107.166
2000	11.623	10.978	33.641	31.939	12.858	12.177	18.268	21.567	52.469	52.113	14.337	13.030	9.519	8.595	59.654	65.075	96.161	103.962
2001	12.505	11.625	35.726	32.458	13.292	12.291	18.879	20.979	51.868	50.094	15.442	13.678	9.727	8.452	61.025	63.537	97.981	104.829
2002	13.085	12.421	39.172	35.569	14.176	12.848	19.704	22.072	52.194	53.509	15.861	13.944	9.876	9.467	63.422	66.803	97.844	106.503
2003	13.883	12.857	40.972	36.214	13.731	12.999	19.998	21.902	52.912	53.294	15.245	13.925	9.651	9.335	64.103	67.997	104.760	113.420
2004	13.603	13.009	41.178	36.394	14.642	13.698	20.696	22.336	53.560	54.136	15.728	14.344	9.593	9.283	64.791	68.069	107.340	113.207
2005	14.253	13.285	39.867	36.489	14.172	13.571	20.289	22.017	52.247	52.325	15.311	14.435	9.787	9.217	64.687	67.297	106.275	111.630
2006	14.484	13.882	40.793	38.896	13.659	14.017	20.134	22.182	51.885	52.431	15.422	14.657	9.586	9.121	67.533	69.461	111.807	116.612
2007	14.884	13.553	40.426	39.482	14.541	14.229	21.275	22.639	53.338	54.478	16.594	15.211	9.726	9.047	67.588	70.285	111.366	115.047
2008	15.489	15.029	43.100	41.939	15.576	15.064	22.522	23.525	54.124	55.093	16.403	15.456	10.239	9.472	71.013	73.437	112.756	116.426
2009	15.573	14.848	44.194	43.387	16.215	15.703	22.797	23.569	54.678	55.192	17.056	15.914	10.737	10.174	73.492	75.260	114.301	118.084
2010	15.614	14.977	43.847	42.648	16.090	15.526	23.407	23.902	54.570	53.936	17.737	16.361	10.942	10.199	76.337	76.661	120.803	123.096
2011	17.052	16.419	47.886	47.473	17.802	17.232	24.579	24.737	57.219	56.064	18.645	17.181	11.397	10.969	78.046	77.806	122.653	124.465
2012	17.449	16.660	48.712	47.740	17.923	17.461	25.168	24.842	57.132	55.720	18.376	17.379	11.837	11.298	80.311	79.393	125.074	126.078
2013	17.985	16.786	51.638	50.126	18.921	18.133	25.926	25.961	58.209	58.000	19.243	18.771	12.151	11.673	81.423	80.682	125.850	126.614
2014	18.565	17.021	51.950	49.965	19.137	18.063	25.240	25.301	57.823	56.984	19.065	18.998	12.237	11.695	83.630	81.620	127.703	128.212

Fonte: DataSus e IBGE

Tendo em vista a necessidade de avaliar a qualidade dos dados gerados pelo Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde, procurou-se estimar a cobertura dos óbitos.

Nessa seção é abordada a série temporal da Cobertura dos Óbitos para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido Brasileiro, de 1980 a 2014 e suas medidas de precisão. Apresenta-se também as coberturas de óbitos estimada pelo método de Brass para os Estados do Semiárido brasileiro para os anos censitários de 1980, 1991, 2000 e 2010. Nota-se na Tabela 5.4 que a cobertura na região saltou de 57,9% em 1980 para 90,9% em 2010, sendo que entre 1980 e 1991 ocorreu o maior aumento (13,8%).

Tabela 5.4 – Cobertura de óbitos do espaço geográfico dos Estados do Semiárido Brasileiro nos anos de 1980, 1991, 2000 e 2010

Estado	1980		1991		2000		2010	
	BRASS	RIPSA	BRASS	RIPSA	BRASS	RIPSA	BRASS	RIPSA
Piauí	46,2	40,3	56,2	53,1	77,1	55,0	91,1	92,4
Ceará	58,3	55,6	68,3	61,5	78,6	62,7	89,3	94,5
Rio Grande do Norte	61,6	53,6	73,7	64,8	76,8	68,8	92,9	93,5
Paraíba	64,1	63,8	74,3	69,1	80,0	61,7	92,2	92,6
Pernambuco	59,3	50,4	81,2	75,4	87,4	79,7	94,3	95,4
Alagoas	55,9	46,8	78,6	70,4	79,9	59,4	89,3	92,5
Sergipe	60,1	51,3	74,2	66,8	80,1	81,6	91,3	93,4
Bahia	55,6	46,8	69,0	61,4	76,4	70,4	84,5	93,5
Minas Gerais	60,2	51,5	70,1	63,4	76,4	89,6	93,4	95,0
Semiárido	57,9	51,1	71,7	65,1	79,2	69,9	90,9	93,6

Fonte: elaboração própria, 2016.

A Tabela 5.4 apresenta a série temporal da Cobertura dos Óbitos estimada pelo método de Brass para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, de 1980 a 2014 e suas coberturas para o Estado como um todo, segundo a RIPSA.

As estimativas das coberturas estão sujeitas a erros de estimação em função da quebra dos pressupostos de cobertura constante por idade e população fechada. Entretanto, acredita-se que as estimativas obtidas representam uma boa indicação da eficácia do sistema em captar os óbitos ocorridos na região Semiárida.

Em 1980, o PI se destacou bastante entre os Estados, onde apresentou estimativas muito inferiores. No entanto, nas décadas seguintes o Estado foi o que mais avançou com um salto de 34,8% de 1991 a 2010, assim ficando dentro da estimativa média da região. Em relação ao nível de cobertura, PE foi o Estado que se destacou positivamente em todos os anos, obtendo as estimativas mais elevadas.

Na Tabela 5.5 apresentam-se as Coberturas dos Óbitos anuais para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, de 1980 a 2014.

Na criação das séries temporais para cada estado utilizou-se valores da Cobertura dos Óbitos da RIPSa entre os anos de 1980, 1991, 2000 e 2010, para estimar as coberturas de óbitos para o Semiárido, cujas etapas se encontram detalhadas na seção 4.3.

Ao observar as coberturas estimadas para cada Estado do Semiárido nota-se uma semelhança com as séries da cobertura da RIPSa, apresentando uma tendência crescente com o passar dos anos, além de distinguir quatro períodos de tempo, onde se mostra mudanças repentinas nos valores de coberturas.

Observa-se na Tabela 5.5 que no período de 1980 a 1991 o Estado do PI obteve a menor estimativa de cobertura e PE a maior estimativa entre os estados do Semiárido. Entre os anos 1991 e 2000, as coberturas obtiveram um considerado aumento decorrente da melhoria nos serviços de saúde pública. A partir do ano 2000 até 2010, as coberturas assumiram um comportamento suave em relação a década passada, com uma diferença de 8,8%, variando entre 84,5% e 93,3%.

Analizando as coberturas estimadas para o Semiárido, no período de 1980 a 1991, nota-se que na grande maioria das unidades da federação as coberturas estimadas foram as mais baixas da série.

A análise para as várias unidades da federação mostra que as maiores discrepâncias na virada do século, foi para o estado do PI. Nota-se uma variação nas estimativas anuais para cada série dos Estados do Semiárido brasileiro, principalmente entre os anos de 1980 a 1991. Essa variação é reflexo da ineficiência na captação dos dados de registros dos óbitos do Estado como um todo.

Nota-se na Tabela 5.4 que a cobertura na região saltou de 57,9% em 1980 para 90,9% em 2010, sendo que entre 1991 e 2000 ocorreu o maior aumento (8,45%).

Tabela 5.5 - Cobertura dos Óbitos para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, 1980 a 2014

Anos	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG
1980	46,2	58,3	61,6	64,1	59,3	55,9	60,1	55,6	60,2
1981	48,6	59,5	63,5	66,3	60,4	57,8	63,2	59,8	60,9
1982	49,2	60,1	62,5	69,2	63,0	59,2	64,1	61,6	62,1
1983	50,9	61,3	64,5	69,1	66,7	61,7	64,0	62,9	63,4
1984	53,5	60,9	65,2	69,3	71,5	63,4	65,9	63,1	63,8
1985	55,2	62,4	66,7	71,0	74,6	66,8	67,9	64,1	64,5
1986	55,0	64,5	66,9	72,1	75,1	71,5	69,2	64,0	64,9
1987	55,3	66,4	68,4	72,8	77,6	73,4	71,6	65,1	65,3
1988	55,2	67,2	69,6	73,0	78,2	73,9	72,4	66,4	65,6
1989	55,4	67,0	71,4	73,5	79,5	75,5	72,9	66,9	66,4
1990	56,1	67,2	72,9	74,1	80,0	76,4	73,1	68,9	67,8
1991	56,2	68,3	73,7	74,3	81,2	78,6	74,2	69,0	70,1
1992	64,1	68,7	73,5	75,5	83,5	78,4	74,8	71,1	72,4
1993	65,4	73,1	76,9	78,2	84,9	78,5	76,4	71,5	73,1
1994	63,7	74,4	76,0	76,5	84,3	78,9	73,7	72,2	73,0
1995	61,3	72,8	76,4	77,3	83,1	77,5	78,3	72,1	73,6
1996	60,9	73,8	75,5	76,3	83,9	77,2	72,8	72,1	74,2
1997	59,8	75,6	74,9	77,1	83,9	79,2	71,5	71,0	74,5
1998	61,3	76,5	76,3	78,1	84,6	82,2	75,7	71,8	75,5
1999	67,6	78,3	76,7	74,9	84,7	80,9	74,7	74,3	75,9
2000	77,1	78,6	76,8	80,0	87,4	79,9	80,1	76,4	76,4
2001	84,5	83,1	84,1	85,3	90,4	84,0	85,0	79,1	76,8
2002	84,4	83,9	85,0	86,0	90,7	84,6	85,1	79,5	79,6
2003	85,5	84,6	84,4	86,0	90,9	84,4	85,5	80,0	79,5
2004	85,3	84,7	85,1	86,6	91,0	84,9	85,5	80,4	81,6
2005	85,9	84,2	84,3	85,9	90,7	84,5	86,4	80,1	83,7
2006	86,1	84,9	83,9	85,7	90,7	84,6	85,9	81,0	84,9
2007	86,3	84,7	84,6	86,3	91,0	85,3	85,7	80,7	85,4
2008	87,1	85,7	85,6	87,2	91,3	85,0	86,6	81,5	89,8
2009	87,0	86,0	86,2	87,3	91,3	86,0	86,7	81,9	92,4
2010	91,1	89,3	92,9	92,2	94,3	89,3	91,3	84,5	93,4
2011	93,1	90,3	93,5	92,5	94,7	90,3	92,5	85,9	93,5
2012	94,5	92,6	93,7	93,4	95,2	91,5	93,6	90,1	94,0
2013	94,6	93,7	94,3	94,5	95,6	91,9	93,9	90,9	94,2
2014	95,1	94,2	95,4	95,2	96,2	92,7	94,5	92,1	94,5
Mínimo	46,2	58,3	61,6	64,1	59,3	55,9	60,1	55,6	60,2
Máximo	95,1	94,2	95,4	95,2	96,2	92,7	94,5	92,1	94,5
Amplitude 1980 -1991	10,0	10,0	12,1	10,2	21,9	22,7	14,1	13,4	9,9
Amplitude 1991-2000	20,9	10,3	3,1	5,7	6,2	1,3	5,9	7,4	6,3
Amplitude 2000-2010	14,0	10,7	16,1	12,2	6,9	9,4	11,2	8,1	17,0
Amplitude 2010-2014	4,0	4,9	2,5	3,0	1,9	3,4	3,2	7,6	1,1

Fonte: LED – Laboratório de Estudos Demográficos

5.3 TAXAS DE MORTALIDADE PADRONIZADAS PARA O ESPAÇO GEOGRÁFICO DOS ESTADOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

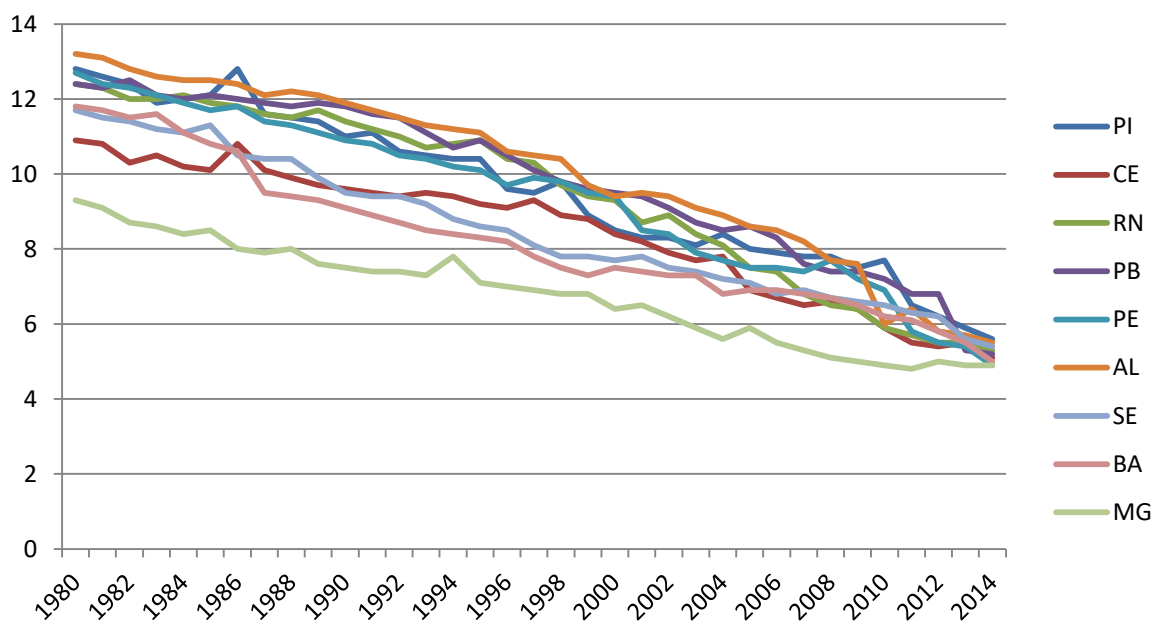
No Gráfico 5.1 encontram-se as Taxas de Mortalidade Padronizadas no Semiárido brasileiro de 1980 a 2014. As taxas estão expressas por 100.000 habitantes e foram hierarquizadas em ordem decrescente para os estados.

Os resultados revelaram que no ano 1980 as maiores taxas de mortalidade foram encontradas no estado de Alagoas, permanecendo assim durante todo o início da série, tendo destaque para o ano de 1987 onde as taxas mais altas foram encontradas no estado do Piauí. Há de se destacar que a partir do ano de 2000 houve um decréscimo acelerado dessas taxas.

Quanto ao Estado de Minas Gerais, observaram-se as menores taxas da série, o que pode ser explicado pelo fato de pertencer a Região Sudeste, cuja mortalidade é inferior no que se refere ao comportamento das taxas de mortalidade nos demais Estados, observou-se que um aumento nas taxas nos anos de 1984 a 1988.

A relação da mortalidade entre os distintos Estados não é distinta, sendo possível observar um padrão comum entre eles. Destacam-se os Estados da Bahia e de Pernambuco que também mostrou com uma taxa de mortalidade abaixo dos demais Estados durante a maioria dos anos.

Gráfico 5.1 – Taxas de Mortalidade Padronizadas para o espaço geográfico dos Estados no Semiárido brasileiro, 1980 a 2014



Fonte: Elaboração Própria

De forma geral o comportamento das Taxas de Mortalidade Padronizadas dos Estados apresentou uma tendência de declínio sistemático, alcançando em 2014 um nível variando entre 4,9% e 5,6%, sugerindo uma homogeneização dessas taxas.

Os diferenciais das taxas no tempo e nos Estados são quantificados através da Tabela 5.6. A maior variação ocorreu entre 2000 e 2010 no Estado de Alagoas, com uma amplitude de 3,4.

Tabela 5.6 - Taxas de Mortalidade Padronizadas para o espaço geográfico dos Estados no Semiárido brasileiro de 1980 a 2010

Estado	1980	1991	2000	2010	Amplitude 1980 -1991	Amplitude 1991-2000	Amplitude 2000-2010
Piauí	12,8	11,1	8,5	7,7	1,7	2,6	0,8
Ceará	10,9	9,5	8,4	5,9	1,4	1,1	2,5
Rio Grande do Norte	12,4	11,2	9,3	5,9	1,2	1,9	3,4
Paraíba	12,4	11,6	9,5	7,2	0,8	2,1	2,3
Pernambuco	12,7	10,8	9,4	6,9	1,9	1,4	2,5
Alagoas	13,2	11,7	9,4	6,0	1,5	2,3	3,4
Sergipe	11,7	9,4	7,7	6,5	2,3	1,7	1,2
Bahia	11,8	8,9	7,5	6,2	2,9	1,4	1,3
Minas Gerais	9,3	7,4	6,4	4,9	1,9	1,0	1,5
Semiárido	11,9	10,2	8,5	6,4	1,7	1,7	2,1
Mínimo	9,3	7,4	6,4	4,9	0,8	1,00	0,8
Máximo	13,2	11,7	9,5	7,7	2,9	2,6	3,4

Fonte: Elaboração Própria

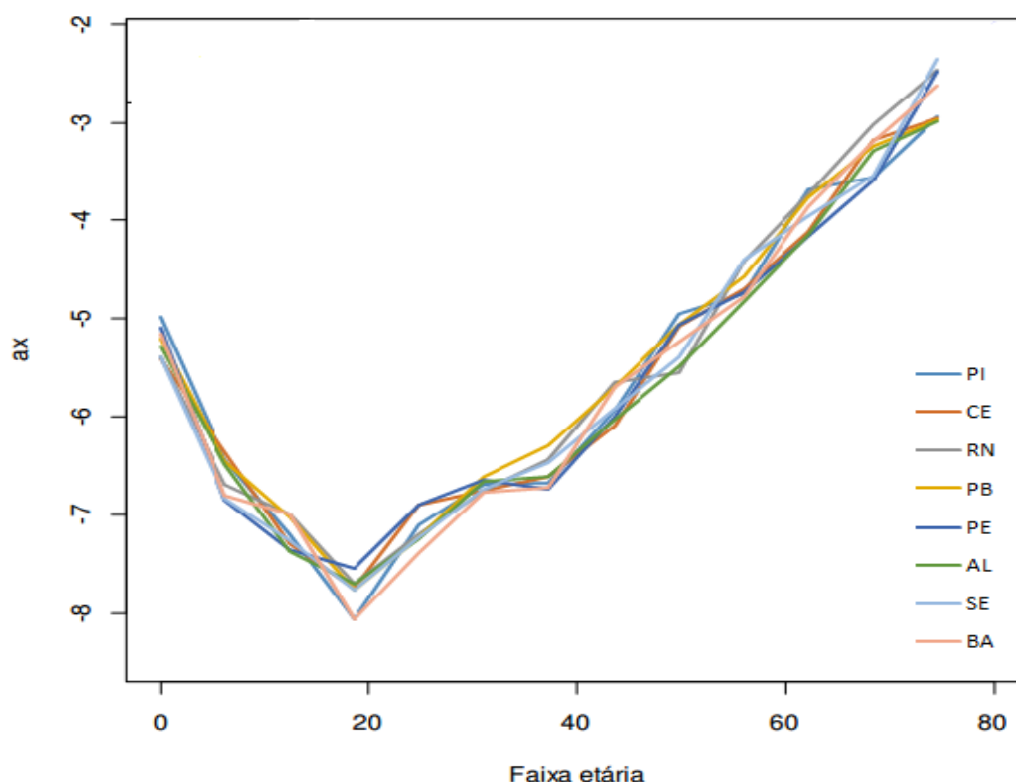
5.4 PROJEÇÃO DO NÍVEL E DO PADRÃO DA MORTALIDADE DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Aplicou-se o método de projeção de Lee-Carter aos dados do Semiárido, onde os óbitos foram provenientes do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), coordenado pelo Ministério da Saúde. Os dados sobre a população, foram retirados dos Censos Demográficos, fornecidas pelo IBGE, para o período de 1980 a 2014, usando dados de coortes 5x1, ou seja, dados anuais, com intervalos de idade de 5 anos, exceto para as faixas de 0 a 1 ano, de 1 a 4 anos e, na última faixa etária, que congrega os indivíduos de 80 ou mais anos.

A modelagem foi feita para o total de óbitos, ajustado pelo modelo dado na equação 3.13, que fornece as estimações dos parâmetros a_x , b_x e k_t . Em seguida, projetou-se o parâmetro k_t para os anos de 2017 a 2050. Assim, foram obtidas as taxas de mortalidade até o ano de 2050.

A partir da equação 3.14, foi obtido o parâmetro $\hat{a}_x$, como mostrado no Gráfico 5.2. Para o período de 1980 a 2014, a curva do estado de Pernambuco para as idades mais avançadas encontra-se acima dos demais estados, de modo geral o padrão de mortalidade entre os Estados é muito parecido, não se destacando os diferenciais relevantes. As curvas diminuem repentinamente, atingindo um mínimo em torno dos 19 anos, porém eleva-se em seguida, formando um padrão de crescimento. O que está coerente conforme o IBGE (2015). O plateau da curva entre as idades de 15 a 19 anos é justificado pelo excesso de mortalidade, devido as causas externas (BRAVO, 2005)

Gráfico 5.2 - Coeficientes a_x estimados para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, 1980 a 2014



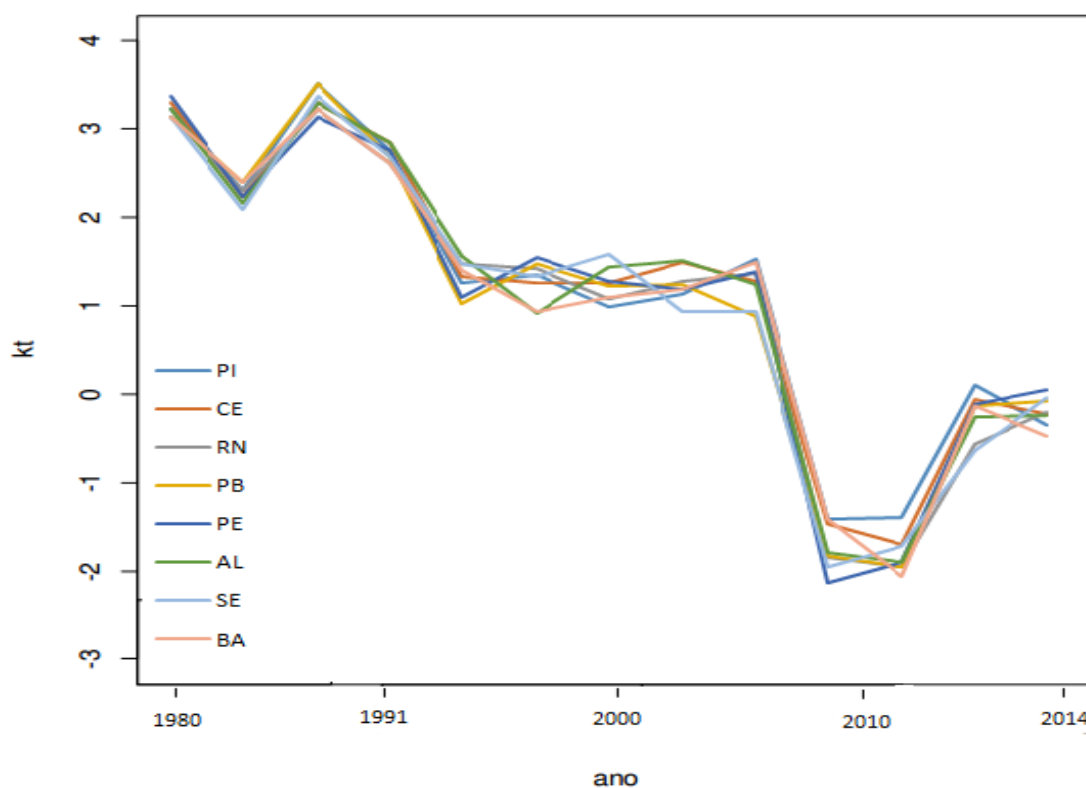
Fonte: Elaboração Própria

As primeiras estimações de K_t foram obtidas através da equação 3.15, e o nível de mortalidade para os Estados estudados do Semiárido tenderam a diminuir com o tempo, conforme mostrado no Gráfico 5.3. O comportamento geral das curvas foi muito similar, com variações simultâneas. Observando o Gráfico 5.4, para a maioria dos Estados, quanto menor a idade maior a sensibilidade à variação do parâmetro K_t .

Além disso, o parâmetro b_x descreve as alterações na mortalidade na idade x em resposta às alterações de K_t , e, se b_x for pequeno, conclui-se que as taxas de mortalidade variam pouco quando o nível geral de mortalidade se altera.

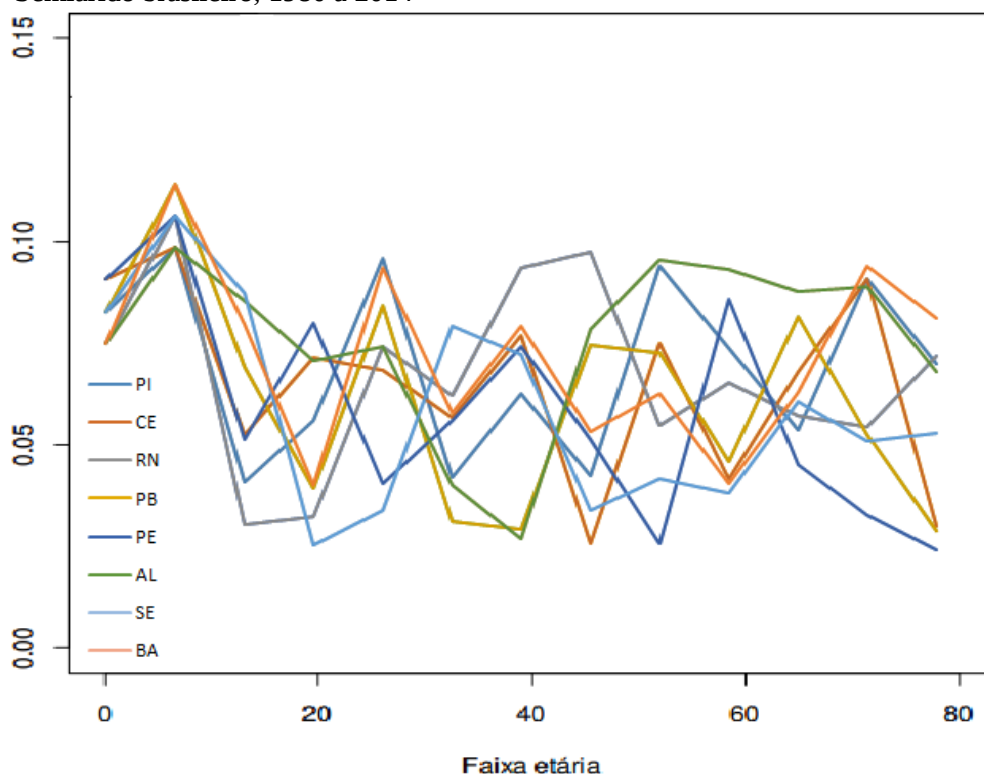
Os coeficientes de b_x para as idades acima de 75 anos tiveram tendência decrescente, apresentando comportamento similar.

Gráfico 5.3 - Coeficientes K_t estimados para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, 1980 a 2014



Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 5.4 - Coeficientes b_x estimados para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, 1980 a 2014



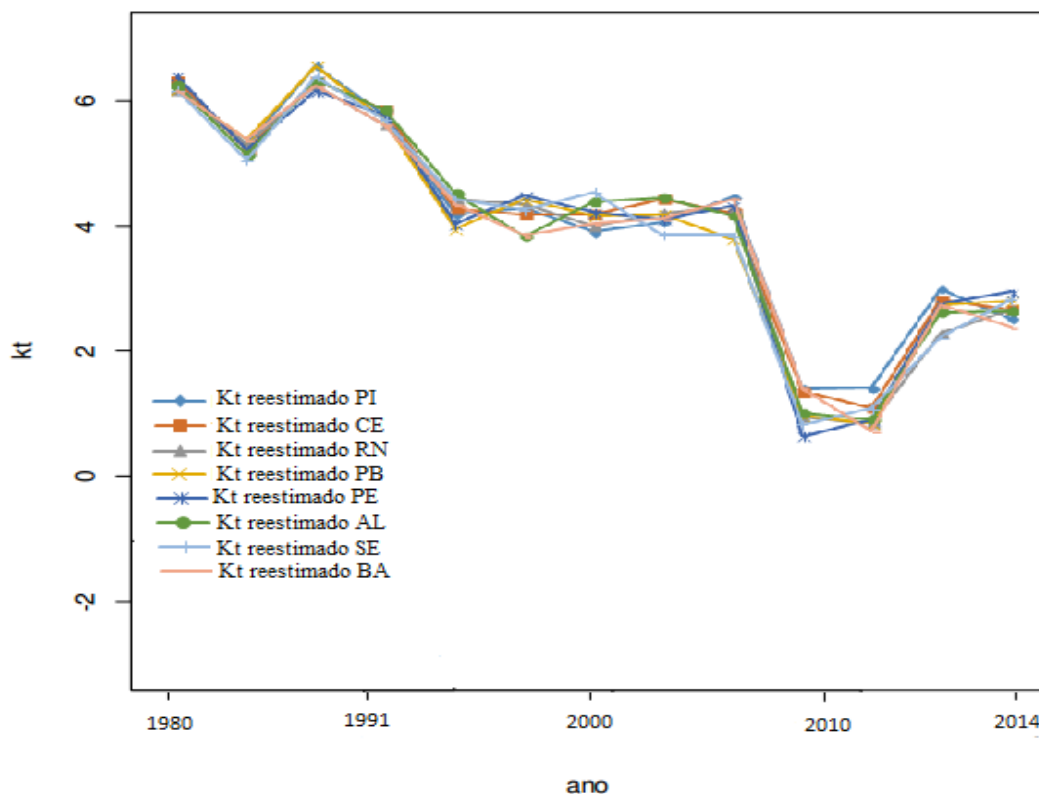
Fonte: Elaboração Própria

Segundo Lee (2004), existem vantagens em reestimar o parâmetro K_t . A primeira é pelo fato de, com o K_t reestimado para cada ano, obtém-se a garantia de que as Tábuas de Mortalidade, ajustadas através do parâmetro, reproduzem melhor a distribuição da população e o número de mortes observadas. Já a segunda é fornecer estimativas indiretas, ou seja, pode-se determinar dados inexistentes para uma idade em um determinado ano.

As projeções de K_t reestimadas para os espaços geográficos dos Estados do Semiárido, conforme pode ser notado no Gráfico 5.5, foram modeladas com uma série temporal. Há um declínio em ambos os Estados nas estimativas do parâmetro K_t para o período de 2000 a 2014, que ilustra a queda nas taxas de mortalidade ao longo dos anos.

Como os parâmetros a_x e b_x não dependem da variável tempo, e, com o parâmetro K_t reestimado, pode-se obter o modelo demográfico, proposto neste trabalho, para analisar se o modelo está adequado, para, posteriormente, realizar as projeções das taxas de mortalidade futuras que iram depender somente dos K_t futuros.

Gráfico 5.5 - Coeficiente K_t reestimado para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, 1980 a 2014



Fonte: Elaboração Própria

As Tabelas 5.7 e 5.8 ilustram os resultados dos testes de Dickey Fuller ADF e teste Phillips Perron. Ambos os testes indicam que para todos os Estados as séries são estacionárias, pois o p-valor encontrado foi maior que 0,05. Com isso não rejeita-se a hipótese de estacionariedade, ou seja, a média, a variância e a autocovariância não dependem do tempo.

Tabela 5.7 - Teste de Dickey Fuller- ADF, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro

	Estatística do teste	P-valor
PI	-3,5678	0,2658
CE	-2,6983	0,1478
RN	-3,0368	0,1774
PB	-3,1615	0,1299
PE	-2,8846	0,2354
AL	-2,3698	0,3254
SE	-3,1522	0,1278
BA	-2,9856	0,1697

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5.8 - Teste de Phillips Perron, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro

	Estatística do teste	P-valor
PI	-10,6598	0,3945
CE	-11,9624	0,4126
RN	-11,6518	0,3645
PB	-11,6357	0,3656
PE	-11,4639	0,3771
AL	-10,3577	0,3015
SE	-11,2591	0,3154
BA	-11,3789	0,3215

Fonte: Elaboração Própria

Analisando os resíduos da regressão, conclui-se que pelos testes de L-Jung Box e Box–Pierce, eles não apresentaram evidências para rejeitar H_0 (p-valor acima de 0,05), ou seja, os resíduos não são autocorrelacionados. Sendo assim o modelo proposto é adequado à série temporal analisada, conforme resultados mostrados nas Tabelas 5.9 e 5.10.

Tabela 5.9 - Teste de L-Jung Box para os resíduos, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro

	Estatística do teste	P-valor
PI	0,4268	0,6352
CE	0,3715	0,5218
RN	0,3797	0,5377
PB	0,3381	0,5609
PE	0,4122	0,5209
AL	0,3815	0,5632
SE	0,3965	0,5981
BA	0,3715	0,6025

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5.10 - Teste de Box-Pierce para os resíduos, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro

	Estatística do teste	P-valor
PI	0,3154	0,5415
CE	0,3015	0,6034
RN	0,2698	0,5718
PB	0,2274	0,5919
PE	0,3503	0,5539
AL	0,2819	0,5602
SE	0,3218	0,5148
BA	0,3228	0,5699

Fonte: Elaboração Própria

Interessa também analisar a série dos resíduos estandardizados, que devem ter distribuição normal. De acordo com a Tabela 5.11, o teste estatístico para a normalidade de Shapiro-Wilks, para todos os espaços geográficos dos Estados não rejeitou a hipótese de normalidade dos dados (p-valor acima de 0,05), o que indicia que estes têm uma distribuição normal.

Tabela 5.11 - Teste de Shapiro-Wilks, para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro

	Estatística do teste	P-valor
PI	0,9025	0,1698
CE	0,9126	0,2594
RN	0,9265	0,1664
PB	0,9421	0,3142
PE	0,9229	0,1456
AL	0,9526	0,3251
SE	0,9128	0,2697
BA	0,9364	0,2938

Fonte: Elaboração Própria

O próximo passo foi a previsão dos parâmetros K_t para os espaços geográficos dos Estados do Semiárido. A Tabela 5.12 apresenta os valores, previstos para o período de 2017 a 2050 para os espaços geográficos dos Estados do Semiárido. O Gráfico 5.5, por sua vez,

representa o parâmetro K_t reestimado e Gráfico 5.6 o K_t previsto até o ano de 2050, bem como os respectivos intervalos de confiança com 80% e 95% para cada Estado.

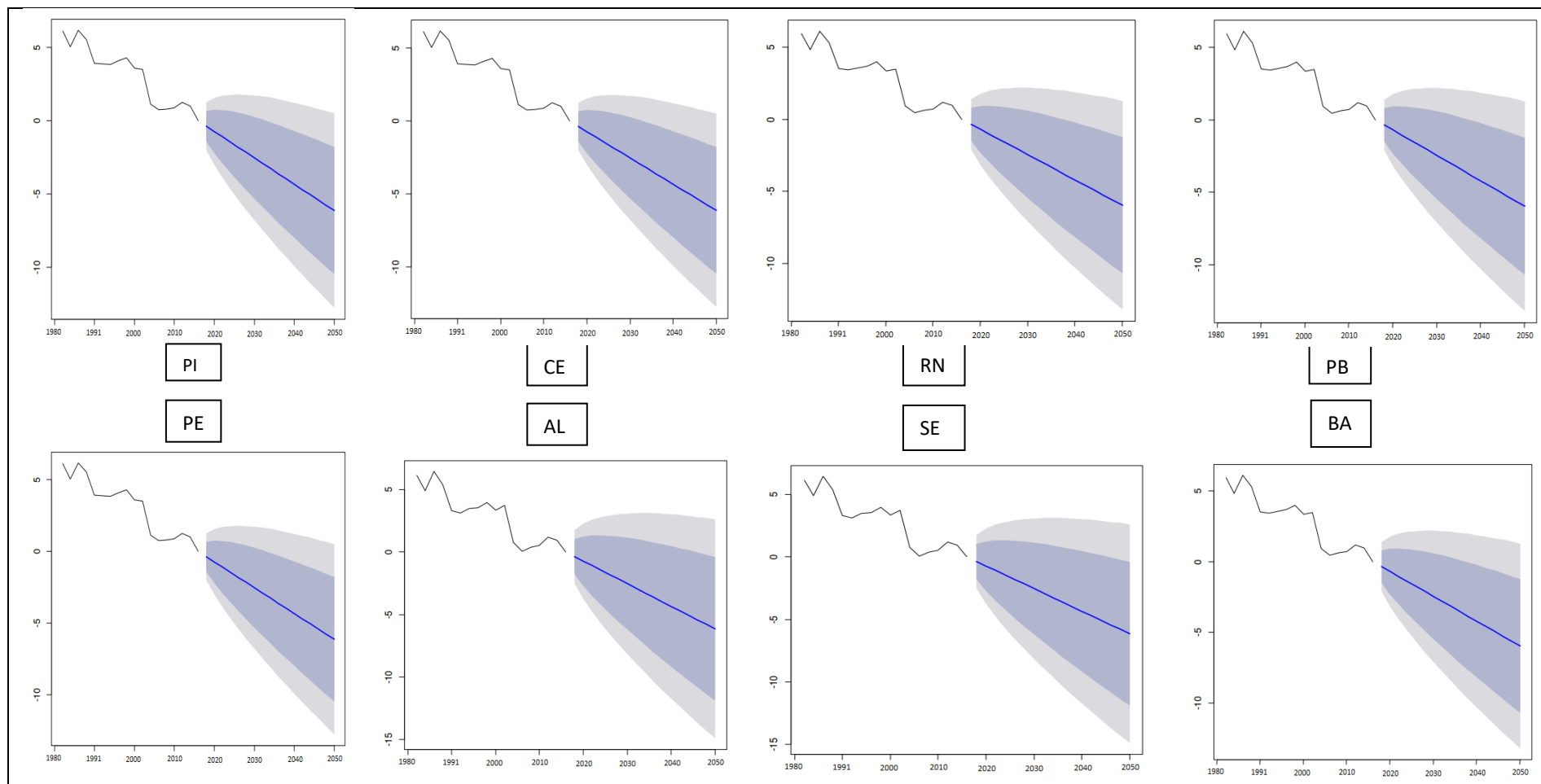
Em ambos os Estados, os gráficos apresentam um declínio ao longo do período de previsão e predição, além dos correspondentes intervalos, os quais mostram que as estimativas aumentaram a incerteza quando a amplitude aumenta ano a ano.

Tabela 5.12 - K_t previstos para o espaço geográfico dos Estados do Semiárido brasileiro, 2017 a 2050

Anos	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA
2017	-0,3718	-0,3691	-0,3505	-0,3617	-0,3603	-0,3519	-0,3218	-0,3719
2018	-0,7129	-0,7219	-0,7009	-0,7234	-0,7207	-0,7095	-0,7126	-0,7126
2019	-1,1596	-1,0698	-1,0514	-1,0852	-1,0810	-1,3625	-1,3215	-1,3847
2020	-1,5069	-1,4129	-1,4019	-1,4469	-1,4414	-1,4962	-1,4879	-1,4469
2021	-1,6932	-1,7068	-1,7523	-1,8086	-1,8017	-1,7298	-1,7236	-1,6529
2022	-2,3265	-2,1635	-2,1028	-2,1703	-2,1620	-2,2642	-2,1985	-2,6984
2023	-2,4925	-2,1936	-2,4532	-2,5321	-2,5224	-2,5398	-2,9648	-2,6128
2024	-2,9125	-2,8095	-2,8037	-2,8938	-2,8827	-2,1869	-2,8596	-2,5489
2025	-3,2658	-3,5985	-3,1542	-3,2555	-3,2431	-3,1598	-3,2596	-3,6485
2026	-3,6485	-3,6845	-3,5046	-3,6172	-3,6034	-3,6035	-3,2185	-3,4875
2027	-3,4587	-3,3641	-3,8551	-3,9789	-3,9637	-3,3654	-3,9514	-3,6847
2028	-4,2689	-4,0287	-4,2056	-4,3407	-4,3241	-4,3685	-4,8749	-4,1897
2029	-4,6598	-4,3165	-4,5616	-4,6275	-4,4517	-4,6875	-4,3154	-4,5877
2030	-4,6585	-4,3652	-4,1849	-4,6170	-4,4536	-4,3625	-4,1525	-4,6985
2031	-4,3165	-4,1985	-4,4943	-4,3122	-4,0784	-4,1637	-4,3615	-4,3162
2032	-4,1667	-4,3578	-4,7479	-4,8508	-4,0847	-4,8754	-4,9478	-4,3162
2033	-4,3625	-4,0000	-4,1885	-4,2284	-4,9093	-4,2551	-4,2695	-4,1678
2034	-4,8596	-4,3625	-4,7539	-4,9459	-4,1603	-4,1597	-4,3621	-4,1657
2035	-4,2518	-4,2593	-4,5408	-4,6566	-4,0062	-4,1365	-4,1698	-4,6921
2036	4,6625	-4,6325	-4,3829	-4,4973	-4,0485	-4,6379	-4,1652	-4,3615
2037	-4,2548	-4,6984	-4,3945	-4,6257	-4,8314	-4,6758	-4,6136	-4,6987
2038	-4,3021	-4,2589	-4,3020	-4,1972	-4,2733	-4,3615	-4,6329	-4,2658
2039	-4,0121	-4,3625	-4,1416	-4,4610	-4,2443	-4,3928	-4,3628	-4,3266
2040	-4,3251	-4,3629	-4,1744	-4,3592	-4,1931	-4,3268	-4,2635	-4,1558
2041	-4,0215	-4,6985	-4,0122	-4,0554	-4,3912	-4,2987	-4,3625	-4,2154
2042	-4,0358	-4,6154	-4,2676	-4,9937	-4,9758	-4,3625	-4,0215	-4,2297
2043	-4,0159	-4,2518	-4,8069	-4,9116	-4,5712	-4,1365	-4,0365	-4,2014
2044	-4,0326	-4,2658	-4,4618	-4,7411	-4,0421	-4,3587	-4,9632	-4,5824
2045	-4,8598	-4,2555	-4,5561	-4,6826	-4,6284	-4,3825	-4,2678	-4,3525
2046	-4,3259	-4,5895	-4,5560	-4,7024	-4,6844	-4,0254	-4,9587	-4,9578
2047	-4,3625	-4,6985	-4,9065	-5,0641	-5,0448	-5,3254	-5,3625	-5,1575
2048	-5,6547	-5,3648	-5,2569	-5,4258	-5,4051	-5,3269	-5,8574	-5,6325
2049	-5,3146	-5,6948	-5,6074	-5,7876	-5,7654	-5,6877	-5,6187	-5,4657
2050	-5,6187	-5,6489	-5,9579	-6,1493	-6,1258	-5,6987	-5,6547	-5,6954

Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 5.6: Índice de nível geral de mortalidade K_t do espaço geográfico dos Estados do Semiárido com 80% e 95% de confiança (1980-2050)



Fonte: Elaboração Própria

Conforme mostram os Gráficos, pode-se observar que as estimativas do índice de tendência temporal do nível de mortalidade geral K_t apresentaram um declínio logarítmico nas taxas de mortalidade ao longo do período de previsão e predição, e os correspondentes intervalos de confiança de 80% e 95% mostram que as estimativas aumentaram a incerteza, com o aumento da amplitude ano a ano.

Após as previsões do parâmetro de mortalidade K_t , foram obtidos os coeficientes de determinação R^2 para os Estados, os quais variaram de 97,36% à 98,80%. Isto significa que a variação dos dados de mortalidade desses Estados, no período temporal utilizado, foi praticamente toda explicada pelo modelo de LC.

A Tabela 5.13 sumariza as expectativas de vida ao nascer para anos selecionados pelo Método de projeção de Lee-Carter para os espaços geográficos dos Estados do Semiárido, no período de 2017 a 2050. De maneira geral, observa-se um aumento nessas expectativas de vida com o passar do tempo em todo os Estados.

Tabela 5.13 - Expectativa de vida ao nascer projetada

Ano	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA
2017	72,36	75,20	77,20	74,50	74,20	72,30	73,60	73,90
2020	73,50	76,36	78,48	75,9	75,15	74,36	74,58	75,36
2030	74,50	79,15	79,10	78,15	76,00	76,25	76,35	76,15
2040	76,84	80,14	79,50	80,34	76,93	79,35	79,25	79,25
2050	78,25	82,36	80,63	83,82	77,18	80,18	81,36	82,15

Fonte: Elaboração Própria

A Tabela 5.14 mostra a expectativa de vida projetada para os Estados do Semiárido em todas as faixas etárias para o ano de 2050, as expectativas de vida ao nascer da população do Semiárido vêm acompanhando o ritmo de crescimento da estimativa para o Brasil, ainda que em passos mais lentos.

As projeções da mortalidade realizadas apontam para um declínio continuado da mortalidade em todas as idades. Essa redução resultaria em ganhos consideráveis em expectativa de vida ao nascer, mas num ritmo mais lento do que o observado no século XX, já que para o ano de 2050 é observada uma elevada expectativa de vida para o Semiárido em relação a anos anteriores, com isso reduzindo o avanço em ganhos de anos na expectativa de vida ao nascer.

Os países avançados aumentam em poucos anos ao longo do tempo a expectativa de vida ao nascer, pois já alcançaram alto níveis, isso influencia no ritmo de crescimento. O Semiárido brasileiro ainda tem muito espaço para aumento dessas expectativas.

Ao realizar as projeções da mortalidade para o ano de 2050, no entanto, foram encontradas diferenças importantes entre os resultados dos Estados. Enquanto as projeções dos demais Estados se encaixam nas tendências descritas pela literatura, para Estados de países subdesenvolvidos (Lee; Miller, 2001), as peculiaridades da mortalidade do Estado de Pernambuco a partir de 1980, fizeram com que os resultados dessa projeção fossem diferentes dos esperados. Os ganhos contínuos de anos na expectativa de vida observados no período estudado, influenciaram a projeção, dando origem a uma uniformidade no padrão de mortalidade desse Estado durante o período de projeção.

Tabela 5.14 - Expectativa de vida projetada para todas as faixas etárias, 2050

Faixas Etárias	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA
0 - 1	78,25	82,36	80,63	83,92	77,18	80,18	81,36	82,15
1 - 4	77,52	81,25	79,87	83,16	76,42	79,36	80,01	81,26
5 - 10	76,36	80,36	75,95	79,24	72,87	71,02	77,47	78,96
10 - 15	74,27	79,35	71,00	75,87	67,55	66,36	68,20	69,36
15 - 20	69,34	75,10	66,07	66,89	62,62	61,52	65,97	63,89
20 - 25	64,44	70,50	61,33	63,04	58,03	56,47	58,25	59,95
25 - 30	59,55	64,51	56,66	58,57	53,55	55,55	54,63	55,98
30 - 35	54,70	58,70	51,97	54,57	49,00	53,80	52,90	54,43
35 - 40	53,92	54,56	47,34	49,02	44,48	51,64	50,35	51,26
40 - 45	45,13	43,39	42,68	44,13	39,92	43,63	45,13	45,13
45 - 50	42,98	40,44	38,09	41,94	35,42	39,37	40,43	41,02
50 - 55	40,75	35,82	35,56	35,82	31,10	35,82	35,02	32,87
55 - 60	30,93	32,76	29,31	31,33	26,94	30,87	31,33	30,93
60 - 65	27,99	25,02	25,18	27,02	22,97	28,29	27,66	25,98
65 - 70	25,48	22,34	21,21	24,85	19,17	20,05	21,15	21,11
70 - 75	19,04	18,04	17,66	18,75	15,84	19,04	17,69	15,36
75 - 80	15,55	13,15	14,42	14,57	12,85	15,55	12,36	12,58
80 e +	11,60	10,10	11,75	12,60	10,63	5,02	10,25	11,25

Fonte: Elaboração Própria

A análise do Tabela 5.14 mostra também que os ganhos esperados expectativa de vida para a população Semiárida devem ser acompanhados pelo processo conhecido como “retangularização” da curva de sobrevivência (WILMOTH; HORIUCHI, 1999).

Nota-se através das taxas de mortalidade um deslocamento dos óbitos para as idades mais avançadas para todos os Estados, causado pela diminuição considerável da mortalidade

por causas evitáveis (Fries, 1980; Wilmoth & Horiuchi, 1999), já é possível observar um declínio da mortalidade dessa população desde a década de 1991.

Esse declínio continuado da mortalidade, responsável por ganhos expectativa de vida em todas as idades é o resultado de melhorias significativas nas condições de vida da população analisada. No entanto, é importante lembrar que esses ganhos podem ter um impacto significativo nos gastos futuros de entidades de previdência.

O Estado que apresentou a maior expectativa de vida projetada para o ano de 2050 foi a Paraíba com 83,92 anos, essa expectativa já é encontrada em países desenvolvidos como é o caso do Japão que têm uma expectativa de vida de 83,7 anos, e uma projeção de 87,6 anos para o ano de 2050, para o Brasil (DEMOGRAPHIC YEARBOOK, 2017). A projeção encontrada para o Brasil para o ano de 2050, segundo o IBGE é de aproximadamente 80,2 anos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como principal objetivo projetar a mortalidade do Semiárido brasileiro até o ano de 2050, utilizando o método Lee-Carter de projeção da mortalidade. O objetivo dessa projeção foi analisar as principais tendências da mortalidade dos espaços geográficos dos Estados do Semiárido brasileiro e quais serão as suas tendências futuras, além de mostrar a importância da projeção da mortalidade através da utilização do método.

Para a realização dos objetivos, o primeiro passo foi avaliar a qualidade dos dados utilizados, uma vez que o Semiárido brasileiro é reconhecido pela qualidade deficiente de seus registros de óbitos. O ponto de partida da série de dados utilizada foi 1980, o que tornou necessário uma análise detalhada das possíveis inconsistências apresentadas por esses dados. Observou-se que foi necessário aplicar um fator de correção, devido ao subregistro de óbitos em todos os anos da série anual (1980-2010), o que corrobora os estudos que atestaram a cobertura incompleta dos registros de óbitos do Semiárido.

Com os parâmetros a_x e b_x , constantes para todos os anos e os valores previstos do nível k_t , pelo Método de Lee-Carter foram construídas as tábuas de mortalidade até o ano de 2050 que propiciaram o conhecimento das expectativas de vida previstas. Embora com ritmo próprio e mais lento, o Semiárido seguiu as mudanças demográficas ocorridas no Brasil, aumentando a expectativa de vida com o passar dos anos.

As projeções de mortalidade obtidas anualmente até o ano 2050 estão de acordo com a literatura, pois decrescem ao longo dos anos. A maior expectativa de vida, ao nascer, projetada para 2050, foi de 83,82 anos para o Estado da Paraíba e a menor foi encontrada para o Estado de Pernambuco com 77,18 anos. Esse nível baixo da projeção para Pernambuco pode ser explicado pelo fato deste Estado apresentar historicamente um declínio suave de suas taxas de mortalidade. Devido a este fato, o método acompanhou esse declínio, prosseguindo com um suave decréscimo dessas taxas no futuro. Desse modo, é possível que o método aplicado não produziu níveis de expectativa de vida como seria esperado.

Ao comparar as projeções anuais da mortalidade para todos os Estados realizadas pelo IBGE com as obtidas nesse trabalho para o espaço geográfico do Semiárido, nota-se que ambas as projeções descrevem com o tempo, tendo as estimativas do IBGE um declínio mais rápido.

Comparando as duas estimativas obtidas pelas duas fontes, a maior aproximação encontrada foi para o Estado da Paraíba, o IBGE projetou a expectativa de vida ao nascer em 84,12 anos e a encontrada nesse trabalho em 83,82. As estimativas para os demais Estados foram similares não se diferenciando em mais de 3,2 anos, exceto Pernambuco. A maior

discrepância entre as estimativas ficou com o Estado de Pernambuco, com 85,22 pelo IBGE e 77,18 anos neste trabalho. No entanto, já foram colocadas as restrições com respeito a essa última estimativa.

Constatou-se que, apesar das limitações dos dados e com uma série de 35 anos (uma vez que Lee e Carter sugerem que a série seja a mais longa possível), o modelo proposto, de modo geral, mostrou-se adequado para as projeções da mortalidade do Semiárido para a maioria dos Estados. Assim, entende-se que o principal objetivo do trabalho foi alcançado, contribuindo com uma aplicação em primeira mão do método de Lee e Carter, em uma escala regional como a do Semiárido.

Mesmo tendo se tornado um dos métodos mais utilizados e sendo considerado um marco no que diz respeito à projeção da mortalidade (Booth et al, 2006), o método Lee-Carter apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na sua aplicação a qualquer população. Uma de suas principais limitações é a utilização de um conjunto de b_x fixo no tempo. É sabido que para longos períodos de análise as taxas de declínio da mortalidade por idade não permanecem inalteradas (Lee & Miller, 2001). O que normalmente se observa é que essas taxas tendem a ser mais elevadas nas idades mais jovens, quando a mortalidade ainda é alta.

À medida que a mortalidade passa a declinar, as taxas de declínio da mortalidade tendem a nivelar com relação às idades, tornando-se muito próximas umas das outras (Lee & Miller, 2001). Nesse caso, estes autores sugeriram que para os países desenvolvidos o método fosse aplicado a dados a partir do ano de 1990. Isto porque as taxas de declínio da mortalidade observadas a partir desse ano já se encontravam praticamente niveladas, e a utilização de um padrão de declínio fixo não prejudica de forma significativa as projeções realizadas.

No caso do Semiárido, o que se observou foi um padrão de declínio razoavelmente próximo ao experimentado a países subdesenvolvidos, principalmente nos Estados de Pernambuco e Ceará, onde foi observado um declínio leve em suas taxas de mortalidade

Outro ponto relevante da aplicação do método Lee-Carter é citado por Girosi e King (2007). De acordo com estes autores o método Lee-Carter é um caso especial de análise de componentes principais, em que somente a primeira componente é utilizada. Dessa forma, em casos em que as tendências da mortalidade não podem ser predominantemente explicadas pela primeira componente principal, como é o caso de mortalidade elevada em idades adultas jovens, é possível que haja distorções no padrão de mortalidade projetado.

Essa limitação ficou explícita na projeção da mortalidade do Semiárido, em que o padrão projetado utilizando os óbitos dos Estados observados foi distorcido durante o século

XXI (a partir de 2000), dando origem a um padrão muito distante do esperado principalmente para o Estado de Pernambuco. A utilização dos pressupostos com relação à mortalidade do período de 1980 a 2014 confirmou o que Girosi e King (2007) mostraram para alguns países desenvolvidos, que as altas taxas de mortalidade em idades adultas jovens foram a causa dessa distorção.

Devido às limitações colocadas, este trabalho deixa possibilidades de continuação, como a aplicação das variações do método Lee-Carter, propostas pela literatura; a utilização de outras formas de ajuste do modelo demográfico, mudando a forma de projetar o parâmetro k ou ainda a utilização do parâmetro b_x variável, com o intuito de gerar projeções mais sofisticadas (BOOTH et al, 2006).

Outra possibilidade de ampliação deste estudo é a aplicação da variação do método Lee-Carter, desenvolvida por Lee e Miller (2001), no qual as taxas, específicas do último ano de ajuste do modelo, são restringidas, para que k_t seja igual a zero, e que as taxas de mortalidade, específicas por idade, utilizadas no último ano do ajuste, sejam as taxas observadas no ano.

Mesmo tendo em conta estas considerações e sabendo que a construção de tábuas de vida futuras está prevista na Constituição Brasileira como uma atividade obrigatória anual através do órgão representativo oficial (IBGE, 2015b) para todas as unidades da federação, a aplicação do método de Lee e Carter se constitui em uma alternativa viável para projeções de mortalidade e construção de tábuas de vida, aumentando, assim, as possibilidades na tomada de decisões para traçar cenários.

REFERÊNCIAS

- AHLBURG, D. A; LUTZ, W. **Introduction: the need to rethink population fprecasts.** Population and Development Review, New York, v. 1, n. 24, p. 191-198, 1998.
- ALMEIDA, M. F. et al. **Sistemas de informação e mortalidade perinatal: conceitos e condições de uso em estudos epidemiológicos.** Rev. bras. epidemiol., São Paulo, v. 9, n.1, p. 56-58, 2006.
- ANDRADE, C.L.T.; SZWARCOWALD, C.L. **Desigualdades sócio-espaciais da adequação das informações de nascimentos e óbitos do Ministério da Saúde, Brasil, 2000-2002.** Cad. saúde pública., Rio de Janeiro, v.23, n.5, p.1207-1216, 2007.
- BELTÃO, F. **Understanding the Lee-Carter mortality forecasting method.** [S.l]: [S.n.], 2008.
- BOOTH, H. et al. **Lee-Carter mortality forecasting: a multi-country comparison of variants and extensions.** Demographic Research, Rostock , v. 15, n. 9, p. 289-310, Oct. 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Estatísticas de Mortalidade, Brasil, 2015.**
- BRASIL. Ministério da Saúde. IDB 2015, **Brasil: indicadores e dados básicos para a saúde.** Rio de Janeiro: Ministério da Saúde/RIPSA, 2015.
- BRASS, William et al. **Methods for estimating fertility and mortality from limited and defective data.** Methods for estimating fertility and mortality from limited and defective data., 1975.
- BRAVO, J. M., **Tábuas de mortalidade contemporâneas e prospectivas: modelos estocásticos, aplicações actuarias e cobertura do risco de longevidade.** Évora: 2007. Tese (doutorado) – Universidade de Évora – Portugal.
- BUAINAIN, Antonio Marcio; GARCIA, Junior Ruiz. **Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas.** Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia, n. 19, 2013.
- CAMARGOS, M. C. S.; RODRIGUES, R. N.; MACHADO, C. J. **Expectativa de vida saudável para idosos brasileiros, 1998 e 2003.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP, 11., 2006, Caxambu, Anais... Caxambu, MG: ABEP, 2006.
- CAMPOS, N. O. B. **Ritmo de declínio nas taxas de mortalidade dos idosos nos estados do Sudeste, 1980-2000.** Revista Brasileira de Estudos Populacionais, Campinas, v.21, n.2, p. 323-342, jul./Dez. 2014.
- CAMPOS, N. O. B.; RODRIGUES, R. N. **Ritmo de declínio nas taxas de mortalidade dos idosos nos estados do Sudeste, 1980-2000.** Revista Brasileira de Estudos Populacionais, Campinas, v.21, n.2, p. 323-342, jul./Dez. 2004.
- CAPELO, E.R, **Fundos Privados de Pensão, uma introdução ao estudo actuarial.** São Paulo: FGV/EAESP, tese, 1986.
- COURBAGE, Youssef; FARGUES, Philippe. **A method for deriving mortality estimates from incomplete vital statistics.** Population Studies, v. 33, n. 1, p. 165-180, 1979.

- CARDOSO, A.M. et al. **Mortalidade infantil segundo raça/cor no Brasil: o que dizem os sistemas nacionais de informação?** Cad. saúde pública., Rio de Janeiro, v.21, n.5, p. 1602-1608, 2005.
- CARNIEL, E.F. et al. **A Declaração de Nascido Vivo como orientadora de ações de saúde em nível local.** Rev. bras. saúde matern. infant., Recife, v.3, n.2, p.165-174, 2003.
- CARNIEL, E.F. et al. **Características das mães adolescentes e de seus recém nascidos e fatores de risco para a gravidez na adolescência em Campinas, SP, Brasil.** Rev. bras. saúde matern. infant., Recife, v.6, n.4, p. 419-426, 2006.
- CARVALHO, J. A C. **O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 725-733, maio/jun. 2008).
- CARVALHO, J. A M. **Crescimento populacional e estrutura demográfica do Brasil.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, 2014.
- CHIESA, A.M.; WESTPHAL, M.F.; KASHIWAGI, N.M. **Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo.** Rev. Saúde Pública., São Paulo, v.36, n.5, p. 559-67, 2002.
- COSTA, D. L.; LAHEY, J. N. **Predicting old age mortality trends.** Journal of the European Economic Association, Massachusetts, v. 3, n. 2/3, p. 487-493, Apr./May. 2005.
- COSTA, J.M.B.S.; FRIAS, P.G. **Avaliação da completitude das variáveis da declaração de óbitos de menores de um ano residentes em Pernambuco, Brasil, 1997-2005.** Ciênc. saúde coletiva., Rio de Janeiro, v.16, Supl. 1, p.1267-1274, 2011.
- DRUMOND J, M. **Epidemiologia em serviços de saúde.** In: CAMPOS, G.W.S. et al. (Orgs.). Tratado de saúde coletiva. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Fiocruz, 2006, p. 419-456.
- DRUMOND, E.F. et al. **Utilização de dados secundários do SIM, Sinasc e SIH na produção científica brasileira de 1990 a 2006.** R. bras. Est. Pop., Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 7-19, 2009.
- EDWARDS, R. D.; TULJAPURKAR, S. **Inequality in life spans and a new perspective on mortality industrialized countries.** Population and Development Review, New York, v. 31, n. 4, p. 645-674, Dec. 2005.
- FÍGOLI, M. G. B. **Modelando e projetando a mortalidade no Brasil.** Revista Brasileira de Estudos Populacionais, Brasília, v. 15, n. 1, p. 95-113, jan./jun. 1998.
- FONSECA, S.C.; COUTINHO, E.S.F. **Pesquisa sobre mortalidade perinatal no Brasil: revisão da metodologia e resultados.** Cad. saúde pública., Rio de Janeiro, v.20, Sup. 1, p. 7-19, 2004.
- FRIAS, P.G. et al. **Avaliação da notificação de óbitos infantis ao SIM: um estudo de caso.** Rev. bras. saúde mater. infant., Recife, v.5, supl.1, p. 43-52, 2005.
- FRIAS, P.G. et al. **Sistema de Informações sobre Mortalidade: estudo de caso em municípios com precariedade dos dados.** Cad. saúde pública., Rio de Janeiro, v.24, n.10, p.2257-2266, 2008.

FRICHE, Amélia Augusta de Lima et al. **Indicadores de saúde materno infantil em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2001: análise dos diferenciais intra-urbanos.** Cad Saude Publica, p. 1955-1965, 2006.

FRIES, J. F. **Aging, natural death, and the compression of mortality.** The New England Journal of Medicine, Waltham, Mass., v. 303, n. 3, p. 130-135, Jul. 1980.

GIROSI, F.; KING, G. **Understanding the Lee-Carter mortality forecasting method.** [S.l]: [S.n.], 2007. Disponível em: . Acesso em: 04 out. 2008.

GOMES, M. M. F.; TURRA, C. M. **Quanto 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., 2008, Caxambu. Anais... Caxambu: ABEP, 2008.

GONZAGA, M. R. **Compressão da mortalidade: entendendo a variabilidade da idade à morte na população do Estado de São Paulo, 1980-2005.** 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

HARAKI, C.A.C. ; GOTLIEB, S.L.D. ;LAURENTI, R. **Confiabilidade do Sistema de Informações sobre Mortalidade em município do sul do Estado de São Paulo.** Rev. bras. epidemiol., São Paulo, v.8, n.1, p. 19-24, 2005.

HORIUCHI, S. **Epidemiological transitions in human history.** In: **Health and Mortality: Issues of Global Concern.** New York: United Nations, p. 54-71. Nov. 1997.

IBGE – **Mapas Político-Administrativos – Semiárido brasileiro.** 2015a.

IBGE – Sistema IBGE de Comunicação Social – **Indicadores sociodemográficos e de saúde no Brasil.** 2015b.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido brasileiro.** 2013.

JAPAN. Demographic yearbook. New York: United Nations Publications. 2017.

JESUS, J. S. ; OLIVEIRA, K. F. . **Previsão da mortalidade do Estado de Sergipe utilizando o modelo Lee & Carter.** In: XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2014, São Pedro. Anais do XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Campinas(SP): ABEP, 2014.

KANNISTO, V. et al. **Reductions in mortality at advanced ages: several decades of evidence from 27 countries.** Population and Development Review, New York, v. 20, n. 4, p. 793-810, Dec. 1994.

KORENROMP, E.L. et al. **Monitoring trends in under-5 mortality rates through national birth history surveys.** Int. J. Epidemiol., London, v.33, n.6, p. 1293-1301, 2004.

LEE, R. D. **Probabilistic approaches to population forecasting.** Population and Development Review, New York, v. 24, p. 156-190, 1998. Supplement: Frontiers of population Forecasting.

LEE, R. D. **Quantifying our ignorance: stochastic forecasts of population and public budgets**. Population and Development Review, New York, v. 30, p. 152-173. 2004. A supplement

LEE, R. D.; CARTER, L. R. **Modeling and Forecasting U. S. Mortality**". Journal of the American Statistical Association, New York, v. 87, n. 419, p. 659-671, Sept. 1992.

LEE, R. D.; MILLER, T. **Evaluating the performance of the Lee-Carter method for forecasting mortality**. Demography, Chicago, v. 38, n. 4, p. 537-549, Nov. 2001.

LEVY, S. **Pense grande faça pequeno**. Rev. bras. Epidemiol., São Paulo, v.10, n.1,p.127-128, 2007.

LI, N.; LEE, R. D. **Coherent mortality forecasts for a group of populations: an extension of the Lee-Carter method**". Demography, Chicago, v. 42, n. 3, p. 575- 594, Aug. 2005.

LI, N.; LEE, R. D.; TULJAPURKAR, S. **Using the Lee-Carter method to forecast mortality for population with limited data**. International Statistical Review, Edinburgh, v. 72, n. 1, p.19-36, Apr. 2004

LIMA, C.R.A. et al. **Revisão das dimensões de qualidade dos dados e métodos aplicados na avaliação dos sistemas de informação em saúde**. Cad. saúde pública., Rio de Janeiro, v. 25, n.10, p.2095-2109, 2009.

LUTZ, W.; SANDERSON, W. C.; SCHERBOV, S. **Expert-based probabilistic projections**. Population and Development Review, New York, v. 24, p. 139-155, 1998.

MATHERS, C.D. et al. **Counting the dead and what they died from: an assessment of the global status of cause of death data**. Bull. World Health Organ., Geneve, v.83, n.3, p. 171-179, 2005.

MELLO JORGE, M.H.P. et al. **Avaliação do sistema de informação sobre nascidos vivos e o uso de seus dados em epidemiologia e estatísticas de saúde**. Rev. saúde pública., São Paulo, v.27, p. 1-46, 1993. Suplemento.

MELLO JORGE, M.H.P.; GOTLIEB, S.L.D. **As condições de saúde no Brasil: retrospecto de 1979 a 1995**. Rio de Janeiro:Ed. Fiocruz; 2000.

MELLO JORGE, PRADO, M.H.; LAURENTI, R.; GOTLIEB, S. L. D. **Avaliação dos sistemas de informação em saúde no Brasil**. Cad. Saúde Colet, v. 18, p. 07-18, 2010.

MELLO JORGE, M.H.P.; GOTLIEB, S.L.D.; OLIVEIRA, H. **O Sistema de informação sobre nascidos vivos: primeira avaliação dos dados brasileiros**. Inf. epidemiol. SUS., Brasília, v.2, p. 15-48, 1996.

MELLO JORGE, M.H.P.; LAURENTI, R.; GOTLIEB, S.L.D. **Análise da qualidade das estatísticas vitais brasileiras: a experiência de implantação do SIM e do SINASC**. Ciênc. saúde coletiva., Rio de Janeiro, v.12, n.3, p.643-654, 2007.

MENDONÇA, F.M.; DRUMOND, E. E.; CARDOSO, A.M.P. **Problemas no preenchimento da Declaração de Óbito: estudo exploratório**. R. bras. Est. Pop., Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 285-295, 2010.

MURRAY, C.J. et al. **Can we achieve Millennium Development Goal 4? New analysis of country trends and forecasts of under-5 mortality to 2015.** *Lancet.*, London, v.370, n.9592, p. 1040-1054, 2007.

OMRAN, A. R. **The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change.** *The Milbank Quarterly*, New York, v. 83, n. 4, p.731-757, Mar. 2005.

ORTEGA, A. **Tablas de mortalidad.** São Jose [Costa Rica]: Centro Latinoamericano de Demografia, 1987. 295p.

PAES, N. A. **Qualidade das estatísticas de óbitos por causas desconhecidas dos Estados brasileiros.** *Rev. Saúde Pública* [online]. 2007, vol.41, n.3, pp. 436-445.

PAES, N. A.. **Avaliação da cobertura dos registros de óbitos dos estados brasileiros em 2000.** *Rev. Saúde Pública* [online]. 2005, vol.39, n.6, pp. 882-890.

PAES, N.A.; SANTOS, C.S.A. **As estatísticas de nascimento e os fatores maternos e da criança nas microrregiões do Nordeste brasileiro: uma investigação usando análise fatorial.** *Cad. saúde pública.*, Rio de Janeiro, v.26, n.2, p.311-322, 2010.

PAIVA, N.S. et al. **Sistema de informações sobre nascidos vivos: um estudo de revisão.** *Ciênc. saúde coletiva.*, Rio de Janeiro, v.16, supl. 1, p.1211-1220, 2011.

PEDROSA, L.D.C.O. et al. **Qualidade dos dados sobre óbitos neonatais precoces.** *Rev. Assoc. Med. Bras.*, São Paulo, v.53, n.5, p. 389-394, 2007.

PRATA, P. R. **A Transição epidemiológica no Brasil.** *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p.168-175, abr./jun. 2002.

PREDEBON, K.M. et al. **Desigualdade sócio-espacial expressa por indicadores do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).** *Cad. saúde pública.*, Rio de Janeiro, v.26, n. 8, p.1583-1594, 2010.

PRESTON, S. H.; ELO, I. T.; STEWART, Q. **Effects of age misreporting on mortality estimates at older ages.** *Population Studies*, London, v. 53, n.2, p. 165- 177, Jul. 1999.

PRESTON, Samuel H. **Causes and consequences of mortality declines in less developed countries during the twentieth century.** In: *Population and economic change in developing countries.* University of Chicago Press, 1980. p. 289-360.

RAFAEL, R.A.A. et al. **Relacionamento probabilístico: recuperação de informações de óbitos infantis e natimortos em localidade no Maranhão, Brasil.** *Cad. saúde pública.*, Rio de Janeiro, v.27, n.7, p.1371-1379, 2011.

ROMERO, D.E.; CUNHA, C.B. **Avaliação da qualidade das variáveis epidemiológicas e demográficas do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos, 2002** *Cad. saúde pública.*, Rio de Janeiro, v. 23, n.3, p.701-714, 2007.

ROMERO, D.E.; CUNHA, C.B. **Avaliação da qualidade das variáveis sócioeconômicas e demográficas dos óbitos de menores de um ano registrados no Sistema de Informações sobre Mortalidade (1996/2001).** *Cad. saúde pública.*, Rio de Janeiro, v.22, n.3, p.673-684, 2006.

- SANTA HELENA, E.T.; ROSA, M.B. **Avaliação da qualidade das informações relativas aos óbitos em menores de um ano em Blumenau, 1998**. Rev. bras. saúde matern. infant., Recife, v.3, n.1, p.75-83, 2003.
- SANTOS, R. R. **Técnicas de modelagem do *improvement* para construção de tábuas geracionais**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- SCHRAMM, J.M.A. et al. **Transição epidemiológica e o estudo de carga de doença no Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 897-908, out./dez. 2004.
- SILVA, F. L. **Impacto do Risco de Longevidade em Planos de Previdência Complementar**, tese de Doutorado, Universidade federal de São Paulo, São Paulo, 2010.
- SILVA, G.F.; AIDAR, T.; MATHIAS, T.A.F. **Qualidade do Sistema de Informações de Nascidos Vivos no Estado do Paraná, 2000 a 2005**. Rev. esc. enferm. USP., São Paulo, v.45, n.1, p. 79-86, 2011.
- SIMÕES, C.C. **Estimativas da mortalidade infantil por microrregiões e municípios**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009.
- SMITH, L. **“Applying Lee-Carter under conditions of variable mortality decline”**. Population Studies, London, v. 56, n. 3, p. 325-336, 2011.
- SOARES, J.A.S.; HORTA, F.M.B.; CALDEIRA, A.P. **Avaliação da qualidade das informações em declarações de óbitos infantis**. Rev. bras. saúde mater. infant., Recife, v.7, n.3, p. 289-295, 2007.
- SZWARCWALD CL. **Strategies for improving the monitoring of vital events in Brazil**. Int. J. Epidemiol., London, v.37, p. 738-44, 2008.
- THEME, F. M. M. et al. **Confiabilidade do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos Hospitalares no Município do Rio de Janeiro, 1999-2001**. Cad. saúde pública., Rio de Janeiro, v. 20, supl.1, p.83-91, 2004.
- TULJAPURKAR, S.; BOE, C. **Mortality change and forecasting: how much and how little do we know?**. North American Actuarial Journal, Schaumburg, v. 2, n. 4, p. 13-47, Out. 1998.
- UNITED NATIONS – UN. **Manual X: indirect techniques for demographic estimation**. New York: Department of International Economic and Social Affairs, 1983. Disponível em: . Acesso em: 12 mar. 2008.
- VANDERLEI, L.C. et al. **Avaliação da Confiabilidade da causa básica de óbito em unidade terciária de atenção à saúde materno infantil**. Inf. epidemiol. SUS., DF, v.11, n.1, p. 15-23, 2002a.
- VANDERLEI, L.C. et al. **Avaliação da Qualidade do preenchimento das DO em unidade terciária de atenção à saúde materno infantil**. Inf. epidemiol. SUS., DF, v. 11, n.1, p. 7-14, 2002b.
- WACHTER, K. W. **Essential demographic methods**. Berkeley: University of California, 2006.

WALDVOGEL, B. C. et al. **Projeção da população paulista como instrumento de planejamento.** São Paulo em Perspectiva. São Paulo, v. 17, n.3/4, p. 67-79, Dez. 2009.

WALDVOGEL, B. C.; FERREIRA, C. E. C. **Estatísticas da vida.** São Paulo em Perspectiva.

WILMOTH, J. R. **Demography of longevity: past, present and future trends.** Experimental Gerontology, Berkeley, v. 35, n. 9/10, p. 1111-1129, Dec. 2010.

WILMOTH, J. R. **Demography of longevity: past, present and future trends.** Experimental Gerontology, Berkeley, v. 35, n. 9/10, p. 1111-1129, Dec. 2000

WILMOTH, J. R. **The future of human longevity: a demographer's perspective."** Science, Berkeley, v. 280, n. 5362, p. 395-397, Apr. 1998.

WILMOTH, J. R. **The future of human longevity: a demographer's perspective."** Science, Berkeley, v. 280, n. 5362, p. 395-397, Apr. 1998.

WOOD, C. H.; CARVALHO, J. A. M. **A desigualdade de renda e expectativa de vida.** Rio de Janeiro: IPEA, 1994. p. 101-119. (Série PNPE/IPEA, 27)

ZHANG, Z. E; VAUPEL, J. W. **The threshold between compression and expansion of mortality.** Paper presented at the Population Association of America 2008 Annual Meeting, New Orleans, April 17-19, 2008.

Apêndice A - Tábuas de Mortalidade

Tabela 5.15: Tábua de mortalidade para espaço geográfico do Estado do Piauí que compõe o Semiárido brasileiro para o ano de 2050

Faixas Etárias	n	Fração do ano vivida	mxt	nqx	Ndx	Lx	nLx	Tx	e0
0 - 1	1	0,1	0,0025	0,002824	282	100000	99746	8392447	78,25
1 - 4	4	0,4	0,0002	0,000901	90	99718	398655	8292701	77,52
5 - 10	5	0,5	0,0002	0,000508	51	99628	498012	7894046	76,36
10 - 15	5	0,5	0,0002	0,000859	86	99577	497672	7396034	74,27
15 - 20	5	0,5	0,0003	0,001519	151	99492	497080	6898362	69,34
20 - 25	5	0,5	0,0004	0,001791	178	99340	496257	6401282	64,44
25 - 30	5	0,5	0,0005	0,002584	256	99163	495172	5905024	59,55
30 - 35	5	0,5	0,0008	0,004174	413	98906	493499	5409852	54,70
35 - 40	5	0,5	0,0009	0,004574	451	98493	491341	4916353	53,92
40 - 45	5	0,5	0,0014	0,00719	705	98043	488452	4425012	45,13
45 - 50	5	0,5	0,002	0,009764	950	97338	484314	3936559	42,98
50 - 55	5	0,5	0,003	0,015132	1459	96388	478291	3452245	40,75
55 - 60	5	0,5	0,0047	0,023403	2222	94929	469091	2973954	30,93
60 - 65	5	0,5	0,0066	0,032638	3026	92707	455972	2504863	27,99
65 - 70	5	0,5	0,0114	0,05561	4987	89682	435940	2048891	25,48
70 - 75	5	0,5	0,0174	0,08331	7056	84694	405832	1612951	19,04
75 - 80	5	0,5	0,0292	0,135907	10552	77638	361813	1207119	15,55
80 e +	-	-	0,0794	1	67087	67087	845306	845306	11,60

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5.16: Tábua de mortalidade para espaço geográfico do Estado do Ceará que compõe o Semiárido brasileiro para o ano de 2050

Faixas Etárias	n	Fração do ano vivida	mxt	nqx	Ndx	Lx	nLx	Tx	e0
0 1	1	0,1	0,0025	0,002824	282	100000	99746	8392447	82,36
1 4	4	0,4	0,0002	0,000901	90	99718	398655	8292701	81,25
5 10	5	0,5	0,0002	0,000508	51	99628	498012	7894046	80,36
10 15	5	0,5	0,0002	0,000859	86	99577	497672	7396034	79,35
15 20	5	0,5	0,0003	0,001519	151	99492	497080	6898362	75,10
20 25	5	0,5	0,0004	0,001791	178	99340	496257	6401282	70,50
25 30	5	0,5	0,0005	0,002584	256	99163	495172	5905024	64,51
30 35	5	0,5	0,0008	0,004174	413	98906	493499	5409852	58,70
35 40	5	0,5	0,0009	0,004574	451	98493	491341	4916353	54,56
40 45	5	0,5	0,0014	0,00719	705	98043	488452	4425012	43,39
45 50	5	0,5	0,002	0,009764	950	97338	484314	3936559	40,44
50 55	5	0,5	0,003	0,015132	1459	96388	478291	3452245	35,82
55 60	5	0,5	0,0047	0,023403	2222	94929	469091	2973954	32,76
60 65	5	0,5	0,0066	0,032638	3026	92707	455972	2504863	25,02
65 70	5	0,5	0,0114	0,05561	4987	89682	435940	2048891	22,34
70 75	5	0,5	0,0174	0,08331	7056	84694	405832	1612951	18,04
75 80	5	0,5	0,0292	0,135907	10552	77638	361813	1207119	13,15
80 e +	-	-	0,0794	1,000000	67087	67087	845306	845306	10,10

Fonte: Elaboração Própria**Tabela 5.17:** Tábua de mortalidade para espaço geográfico do Estado do Rio Grande do Norte que compõe o Semiárido brasileiro para o ano de 2050

Faixas Etárias	n	Fração do ano vivida	mxt	nqx	Ndx	Lx	nLx	Tx	e0
0 1	1	0,1	0,003	0,002973	297	100000	99732	8063127	80,63
1 4	4	0,4	0,0003	0,001029	103	99703	398565	7963394	79,87
5 10	5	0,5	0,0001	0,000593	59	99600	497853	7564830	75,95
10 15	5	0,5	0,0002	0,001038	103	99541	497447	7066977	71,00
15 20	5	0,5	0,0008	0,004083	406	99438	496173	6569530	66,07
20 25	5	0,5	0,0011	0,005612	556	99032	493769	6073357	61,33
25 30	5	0,5	0,0012	0,005787	570	98476	490955	5579588	56,66
30 35	5	0,5	0,0015	0,007263	711	97906	487753	5088633	51,97
35 40	5	0,5	0,0015	0,007573	736	97195	484135	4600880	47,34
40 45	5	0,5	0,002	0,010136	978	96459	479850	4116745	42,68
45 50	5	0,5	0,003	0,014741	1408	95481	473887	3636895	38,09
50 55	5	0,5	0,0044	0,021693	2041	94074	465266	3163009	35,56
55 60	5	0,5	0,0064	0,031276	2878	92033	452968	2697742	29,31
60 65	5	0,5	0,0089	0,043571	3885	89154	436061	2244774	25,18
65 70	5	0,5	0,0149	0,071917	6132	85270	411018	1808714	21,21
70 75	5	0,5	0,0219	0,103661	8203	79138	375179	1397695	17,66
75 80	5	0,5	0,0357	0,163935	11629	70934	325599	1022516	14,42
80 e +	-	-	0,0851	1,000000	59306	59306	696917	696917	11,75

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5.18: Tábua de mortalidade para espaço geográfico do Estado da Paraíba que compõe o Semiárido brasileiro para o ano de 2050

Faixas Etárias	n	Fração do ano vivida	mxt	nqx	Ndx	Lx	nLx	Tx	e0
0 - 1	1	0,1	0,0028	0,002824	282	100000	99746	8392447	83,92
1 - 4	4	0,4	0,0002	0,000901	90	99718	398655	8292701	83,16
5 - 10	5	0,5	0,0001	0,000508	51	99628	498012	7894046	79,24
10 - 15	5	0,5	0,0002	0,000859	86	99577	497672	7396034	75,87
15 - 20	5	0,5	0,0003	0,001519	151	99492	497080	6898362	66,89
20 - 25	5	0,5	0,0004	0,001791	178	99340	496257	6401282	63,04
25 - 30	5	0,5	0,0005	0,002584	256	99163	495172	5905024	58,57
30 - 35	5	0,5	0,0008	0,004174	413	98906	493499	5409852	54,57
35 - 40	5	0,5	0,0009	0,004574	451	98493	491341	4916353	49,02
40 - 45	5	0,5	0,0014	0,00719	705	98043	488452	4425012	44,13
45 - 50	5	0,5	0,002	0,009764	950	97338	484314	3936559	41,94
50 - 55	5	0,5	0,003	0,015132	1459	96388	478291	3452245	35,82
55 - 60	5	0,5	0,0047	0,023403	2222	94929	469091	2973954	31,33
60 - 65	5	0,5	0,0066	0,032638	3026	92707	455972	2504863	27,02
65 - 70	5	0,5	0,0114	0,05561	4987	89682	435940	2048891	24,85
70 - 75	5	0,5	0,0174	0,08331	7056	84694	405832	1612951	18,75
75 - 80	5	0,5	0,0292	0,135907	10552	77638	361813	1207119	14,57
80 e +	-	-	0,0794	1,000000	67087	67087	845306	845306	12,60

Fonte: Elaboração Própria**Tabela 5.19:** Tábua de mortalidade para espaço geográfico do Estado de Pernambuco que compõe o Semiárido brasileiro para o ano de 2050

Faixas Etárias	n	Fração do ano vivida	mxt	nqx	Ndx	Lx	nLx	Tx	e0
0 - 1	1	0,1	0,0031	0,003113	311	100000	99720	7718238	77,18
1 - 4	4	0,4	0,0003	0,001067	106	99689	398500	7618518	76,42
5 - 10	5	0,5	0,0001	0,00063	63	99582	497755	7220018	72,5
10 - 15	5	0,5	0,0002	0,001161	116	99520	497309	6722263	67,55
15 - 20	5	0,5	0,0013	0,006682	664	99404	495360	6224954	62,62
20 - 25	5	0,5	0,0019	0,009346	923	98740	491392	5729594	58,03
25 - 30	5	0,5	0,0017	0,008674	849	97817	486964	5238202	53,55
30 - 35	5	0,5	0,0021	0,010219	991	96969	482365	4751238	49,00
35 - 40	5	0,5	0,0021	0,010383	997	95978	477397	4268873	44,48
40 - 45	5	0,5	0,0027	0,013261	1260	94981	471756	3791476	39,92
45 - 50	5	0,5	0,0041	0,020171	1890	93722	463882	3319720	35,42
50 - 55	5	0,5	0,0058	0,028669	2633	91831	452574	2855838	31,10
55 - 60	5	0,5	0,0082	0,04018	3584	89198	437032	2403265	26,94
60 - 65	5	0,5	0,0115	0,055658	4765	85614	416159	1966232	22,97
65 - 70	5	0,5	0,019	0,090841	7344	80849	385886	1550073	19,17
70 - 75	5	0,5	0,0281	0,131167	9641	73505	343421	1164187	15,84
75 - 80	5	0,5	0,0473	0,211317	13495	63863	285579	820767	12,85
80 e +	-	-	0,0941	1,000000	50368	50368	535188	535188	10,63

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5.20: Tábua de mortalidade para espaço geográfico do Estado de Alagoas que compõe o Semiárido brasileiro para o ano de 2050

Faixas Etárias	n	Fração do ano vivida	mxt	nqx	Ndx	Lx	nLx	Tx	e0
0 1	1	0,1	0,0025	0,002824	282	100000	99746	8392447	80,18
1 4	4	0,4	0,0002	0,000901	90	99718	398655	8292701	79,36
5 10	5	0,5	0,0002	0,000508	51	99628	498012	7894046	71,02
10 15	5	0,5	0,0002	0,000859	86	99577	497672	7396034	66,36
15 20	5	0,5	0,0003	0,001519	151	99492	497080	6898362	61,52
20 25	5	0,5	0,0004	0,001791	178	99340	496257	6401282	56,47
25 30	5	0,5	0,0005	0,002584	256	99163	495172	5905024	55,55
30 35	5	0,5	0,0008	0,004174	413	98906	493499	5409852	53,80
35 40	5	0,5	0,0009	0,004574	451	98493	491341	4916353	51,64
40 45	5	0,5	0,0014	0,00719	705	98043	488452	4425012	43,63
45 50	5	0,5	0,002	0,009764	950	97338	484314	3936559	39,37
50 55	5	0,5	0,003	0,015132	1459	96388	478291	3452245	35,82
55 60	5	0,5	0,0047	0,023403	2222	94929	469091	2973954	30,87
60 65	5	0,5	0,0066	0,032638	3026	92707	455972	2504863	28,29
65 70	5	0,5	0,0114	0,05561	4987	89682	435940	2048891	20,05
70 75	5	0,5	0,0174	0,08331	7056	84694	405832	1612951	19,04
75 80	5	0,5	0,0292	0,135907	10552	77638	361813	1207119	15,55
80 e +	-	-	0,0794	1,000000	67087	67087	845306	845306	5,02

Fonte: Elaboração Própria**Tabela 5.21:** Tábua de mortalidade para espaço geográfico do Estado de Sergipe que compõe o Semiárido brasileiro para o ano de 2050

Faixas Etárias	n	Fração do ano vivida	mxt	nqx	Ndx	Lx	nLx	Tx	e0
0 1	1	0,1	0,0025	0,002824	282	100000	99746	8392447	81,36
1 4	4	0,4	0,0002	0,000901	90	99718	398655	8292701	80,01
5 10	5	0,5	0,0002	0,000508	51	99628	498012	7894046	76,36
10 15	5	0,5	0,0002	0,000859	86	99577	497672	7396034	68,20
15 20	5	0,5	0,0003	0,001519	151	99492	497080	6898362	60,52
20 25	5	0,5	0,0004	0,001791	178	99340	496257	6401282	59,25
25 30	5	0,5	0,0005	0,002584	256	99163	495172	5905024	55,63
30 35	5	0,5	0,0008	0,004174	413	98906	493499	5409852	54,70
35 40	5	0,5	0,0009	0,004574	451	98493	491341	4916353	49,92
40 45	5	0,5	0,0014	0,00719	705	98043	488452	4425012	45,13
45 50	5	0,5	0,002	0,009764	950	97338	484314	3936559	41,02
50 55	5	0,5	0,003	0,015132	1459	96388	478291	3452245	35,82
55 60	5	0,5	0,0047	0,023403	2222	94929	469091	2973954	31,33
60 65	5	0,5	0,0066	0,032638	3026	92707	455972	2504863	27,02
65 70	5	0,5	0,0114	0,05561	4987	89682	435940	2048891	20,15
70 75	5	0,5	0,0174	0,08331	7056	84694	405832	1612951	15,36
75 80	5	0,5	0,0292	0,135907	10552	77638	361813	1207119	12,36
80 e +	-	-	0,0794	1,000000	67087	67087	845306	845306	10,25

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5.22: Tábua de mortalidade para espaço geográfico do Estado da Bahia que compõe o Semiárido brasileiro para o ano de 2050

Faixas Etárias	n	Fração do ano vivida	mxt	nqx	Ndx	Lx	nLx	Tx	e0
0 - 1	1	0,1	0,0025	0,002824	282	100000	99746	8392447	82,15
1 - 4	4	0,4	0,0002	0,000901	90	99718	398655	8292701	81,26
5 - 10	5	0,5	0,0002	0,000508	51	99628	498012	7894046	78,96
10 - 15	5	0,5	0,0002	0,000859	86	99577	497672	7396034	69,36
15 - 20	5	0,5	0,0003	0,001519	151	99492	497080	6898362	60,52
20 - 25	5	0,5	0,0004	0,001791	178	99340	496257	6401282	59,25
25 - 30	5	0,5	0,0005	0,002584	256	99163	495172	5905024	55,63
30 - 35	5	0,5	0,0008	0,004174	413	98906	493499	5409852	54,70
35 - 40	5	0,5	0,0009	0,004574	451	98493	491341	4916353	49,92
40 - 45	5	0,5	0,0014	0,00719	705	98043	488452	4425012	45,13
45 - 50	5	0,5	0,002	0,009764	950	97338	484314	3936559	41,02
50 - 55	5	0,5	0,003	0,015132	1459	96388	478291	3452245	35,82
55 - 60	5	0,5	0,0047	0,023403	2222	94929	469091	2973954	31,33
60 - 65	5	0,5	0,0066	0,032638	3026	92707	455972	2504863	27,02
65 - 70	5	0,5	0,0114	0,05561	4987	89682	435940	2048891	20,15
70 - 75	5	0,5	0,0174	0,08331	7056	84694	405832	1612951	15,36
75 - 80	5	0,5	0,0292	0,135907	10552	77638	361813	1207119	12,58
80 e +	-	-	0,0794	1,000000	67087	67087	845306	845306	11,25

Fonte: Elaboração Própria