

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS – ICEX

SEDAMI DEO-GRATIAS EMMANUEL AKOSSINOU

**COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE PROJEÇÃO DE MORTALIDADE NO
PERÍODO DE 2015 – 2050 PELO MÉTODO DE LEE-CARTER ORIGINAL,
DETERMINÍSTICO E A PROJEÇÃO POR PMD (PATTERN OF MORTALITY
DECLINE PREDICTION): CASO DO BENIM**

Belo Horizonte, MG
UFMG/ ICEX
2020

SEDAMI DEO-GRATIAS EMMANUEL AKOSSINOU

**COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE PROJEÇÃO DE MORTALIDADE NO
PERÍODO DE 2015 – 2050 PELO MÉTODO DE LEE-CARTER ORIGINAL,
DETERMINÍSTICO E A PROJEÇÃO POR PMD (PATTERN OF MORTALITY
DECLINE PREDICTION): CASO DO BENIM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito para obtenção do título de Bacharel
em Ciências Atuariais.

Orientador: Prof. Bernardo Lanza Queiroz

Belo Horizonte, MG
UFMG/ ICEX
2020

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma comparação entre os resultados obtidos da projeção das taxas de mortalidade no Benim no período de 2015 para 2050. Os métodos de projeção utilizados foram o método determinístico que envolve a escolha de um cenário futuro possível; o método de Lee - Carter (1992) e a projeção por PMD (Pattern of Mortality decline Prediction), que envolvem a incerteza sobre o futuro cenário por meio de intervalos probabilísticos. Os resultados obtidos foram similares à o que já se observe nos países desenvolvidos o que aponta que o Benin continuará tendo uma queda nas suas taxas de mortalidade nos próximos anos

Palavras-chave: Benin, Projeção de mortalidade, Lee – Carter (1992), Pattern of Mortality decline Prediction (PMD), método Determinístico

ABSTRACT

The present work aims to present a comparison of the results obtained in relation to the projection of mortality rates in Benin during the periods of 2015 to 2050. The projection methods utilized were the deterministic method, which involves the selection of a possible future scenario; the Lee - Carter (1992) method and the Pattern of Mortality decline Prediction (PMD), which involves the uncertainty about future scenarios through probabilistic intervals. The results that were obtained are similar to what has already been observed in developed countries, which indicate that Benin will continue having a decline in the mortality rates in the coming years..

Key-Word: Benin, Forcasting mortality, Lee –Carter (1992), Pattern of Mortality decline Prediction (PMD), Deterministic method

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: *Categorias das economias do mundo dado suas rendas brutas per capita 10*

Tabela 2: Tábua de mortalidade para sexo masculino, Benin, 2050, Método determinístico.....	35
Tabela 3: Tábua de mortalidade para sexo feminino, Benin, 2050, Método determinístico.....	36
Tabela 4: Tábua de mortalidade para sexo feminino, Benin, 2050, Método Lee-Carter (1992).....	36
Tabela 5: Tábua de mortalidade para sexo masculino, Benin, 2050, Método Lee – Carter (1992).....	37
Tabela 6: Tábua de mortalidade para sexo masculino, Benin, 2050, Método PMD.....	37
Tabela 7: Tábua de mortalidade para sexo feminino, Benin, 2050, Método PMD.....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: <i>Evolução do PIB no Benin de 1960 – 2019</i>	11
Gráfico 2: <i>Pirâmide etária, Benin, 1950</i>	12
Gráfico 3: <i>Pirâmide etária, Benin, 2000</i>	12
Gráfico 4: <i>Pirâmide etária, Benin, 2019</i>	13
Gráfico 5: <i>Probabilidade de morte entre 0 e 1anos (1q0), Benim, Homens e Mulheres, 1950-2015</i>	14
Gráfico 6: <i>Expectativa de vida ao nascer, homens e mulheres, Benin, 1950 – 2015</i>	14
Gráfico 7: <i>Principais causas de morte no Benin, Homens e Mulheres, 2015</i>	15
Gráfico 8: <i>Expectativa de vida ao nascer Benin vs Bahia, Mulheres, 1950 – 2015</i>	21
Gráfico 9: <i>Expectativa de vida ao nascer Benin vs Bahia, Homens, 1950 – 2015</i>	22
Gráfico 10: <i>Série estimada de a_x, Homens e Mulheres, Benin, 1950 - 2015</i>	23
Gráfico 11: <i>Série estimada de b_x, Homens e Mulheres, Benin, 1950 – 2015</i>	23
Gráfico 12: <i>Série estimada de kt, Homens e Mulheres, Benin, 1950 – 2015</i>	24
Gráfico 13: <i>Série de kt observada e projetada, e intervalo de confiança da projeção, Homens, Benin, 1950 – 2050</i> . 25	25
Gráfico 14: <i>Série de kt observada e projetada, e intervalo de confiança da projeção, Mulheres, Benin, 1950 – 2050</i> 25	25
Gráfico 15: <i>Série de taxas de mortalidade (nM_x) projetada, Homens e Mulheres, Benin, 1950 – 2050</i>	26
Gráfico 16: <i>Comparação das tendências de taxas de mortalidade (nM_x) em 2015 e 2050 para os homens segundo o método de projeção.</i>	27
Gráfico 17: <i>Comparação das tendências taxas de mortalidade (nM_x) em 2015 e 2050 para as mulheres segundo o método de projeção</i>	27
Gráfico 18: <i>Séries de e_{x0} projetadas pelos modelos Lee - Carter (1992) com intervalo de confiança, determinístico e Pmd, mulheres, Benin, 2015 – 2050</i>	29
Gráfico 19: <i>Séries de e_{x0} projetadas pelos modelos de Lee - Carter (1992) com intervalo de confiança, Determinístico e Pmd, Homens, Benin, 2015 – 2050</i>	30

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	7
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1 VISÃO GERAL DO Benin	10
2.1.1 Generalidade	10
2.1.2 Demografia.....	11
2.2 VISÃO GERAL DO ESTUDO DE MORTALIDADE	15
2.2.1 Estudos de mortalidade na África.....	15
2.2.2 Estudos de mortalidade no mundo	16
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA	17
3.1 DADOS	17
3.2 MÉTODO.....	17
3.2.1 Método determinístico.....	18
3.2.2 Método de Lee-Carter (1992).....	18
3.2.3 Método PMD (Pattern of Mortality Decline)	19
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	21
4.1 Resultados por modelo	21
4.1.1 Modelo determinístico.....	21
4.1.2 Modelo Lee – Carter Original	22
4.1.3 Modelo PMD (Pattern Of Mortality Decline Prediction)	25
4.2 Comparação dos modelos	26
4.2.1 Perfil da mortalidade	26
4.2.2 Tábua de mortalidade	28
4.2.3 Expectativa de vida ao nascer e_{x0}	28
5 CONCLUSÃO	31
6 REFERÊNCIAS.....	33
7 ANEXO.....	35

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A transição demográfica é a passagem de altas taxas instáveis de fecundidade e de mortalidade para baixas taxas relativamente estáveis dos mesmos (Lee, Ronald, 2003). As taxas de mortalidade foram as primeiras a iniciar o processo de declínio e, décadas depois, iniciou – se o declínio das taxas de fecundidade (Lee, Ronald, 2003). De modo geral, todos os países do mundo já passam pela transição demográfica. Mesmo sendo a ritmo diferente, tanto as taxas de mortalidade quanto de fecundidade seguem numa tendência decrescente em todas as sociedades e isso vem causando mudanças importantes nas estruturas populacionais dos países do mundo. As mudanças nos níveis da mortalidade se deram por meio da transição epidemiológica. Citados por Schramm, J. M. A. et al. (2004), Omram, (2001) e Santos-Preciado et al. (2003) definem a transição epidemiológica como “as mudanças ocorridas no tempo nos padrões de morte, morbidade e invalidez que caracterizam uma população específica e que, em geral, ocorrem em conjunto com outras transformações demográficas, sociais e econômicas”. Impactos diretos dos avanços tecnológicos no mundo, da busca constante da melhoria da qualidade de vida das pessoas e principalmente dos progressos na medicina, a transição da mortalidade se iniciou primeiramente nos países mais desenvolvidos, mas acabou se expandindo para todos os países do mundo (Edwards & Tuljapurkar, 2005). Diante disso, o continente africano foi o último a iniciar o processo da transição demográfica. Com a maioria dos países do continente ainda em desenvolvimento, a queda na mortalidade foi observada bem mais tarde do que nos países desenvolvidos em que essa queda já tinha sido registrada no início do século 19 (João Yunes, 1971).

Desde 1950, os dados recolhidos pela Organização das Nações Unidas mostraram que o oeste da África teve uma queda nas suas taxas de mortalidade. Sendo dessa região, o Benin não teve uma tendência diferente. Ele apresentou por exemplo uma curva de probabilidade de morte até 5 anos ($5q_0$) decrescente, e uma expectativa de vida ao nascer que passou de um valor em torno de 35 anos em 1950 para um valor aproximadamente de 55 anos em 2000 (United Nation, 2019). Embora a expectativa de vida ao nascer no Benin ainda se encontra muito baixo em comparação aos países desenvolvidos como alguns países europeus no mesmo período : França (+/- 67 anos em 1950 e +/- 78 anos em 2000), Itália (+/- 66 anos em 1950 e +/- 89 anos em 2000), ou países da América : Canadá (+/- 79 anos em 1950 e +/- 89 anos em 2000), Brasil (+/- 50 anos em 1950 e +/- 70 anos em 2000) (United Nation, 2019); os esforços feitos pelos dirigentes do Benin na elaboração de políticas públicas para a melhoria da saúde, do saneamento básico e das infraestruturas sociais por exemplo, ajudaram a manter decrescentes as taxas de mortalidade e ter incrementos positivos na expectativa de vida da população ao nascer quanto nas idades subsequentes. Um exemplo disso é o número de morte antes os 5 anos que passou de 178 mortes para 98 em cada 1000 crianças entre 1990 e 2016 (Yaya e al, 2020). Diante dessas tendências e com base no que já acontece nos países desenvolvidos, é esperado que as taxas de mortalidade continuam caindo no Benin nos próximos anos. Essa queda continua da mortalidade, implica uma possibilidade de viver mais tempo, mas também traz uma preocupação sobre suas consequências para os gastos públicos e privados de assistência à velhice (Tuljapurkar & Boe, 1998). Além disso, as quedas da mortalidade afetam a estrutura etária da população e é importante manter um controle nessas mudanças para um bom dimensionamento das políticas públicas socioeconômicas e demográficas.

Nesse cenário, a projeção de mortalidade se torna cada vez mais importante pois ele que permite ter uma visão antecipada sobre as tendências futuras dos níveis de mortalidade. Um dos grandes desafios das últimas décadas para os pesquisadores que se interessaram as dinâmicas populacionais consistiu na projeção dos componentes demográficos. Com o passar do tempo, surgiram então inúmeros métodos para projetar a mortalidade (Land 1986; Olshansky 1988). Atualmente, o método de Lee – Carter (1992) é um dos mais conhecidos e usados. Além dele, pode se citar o método do modelo hierárquico bayesiano usado pela ONU para as projeções de expectativa de vida (RAFTERY, Adrian E.; LALIC, Nevena; GERLAND, Patrick, 2014) e o método determinístico com tabua limite usado pelo IBGE nas suas projeções de mortalidade.

A importância deste trabalho se encontra na necessidade de produzir dados estimados que se aproximam mais com aqueles que serão observados no futuro. Para isso, é importante manter um controle sobre a incerteza que envolve cada metodologia. Esse controle se dá por meio de um conjunto de pressupostos que são associadas para a construção dos cenários de mortalidade alto, médio ou baixo que seguirão as taxas projetadas. Conhecer cada método disponível permite então fazer uma escolha mais adequada de um ou outro. Quanto aos métodos apresentados nesse estudo, pode se dizer que, mais observacional, o método determinístico necessita a escolha de uma tábua de vida limite cujos níveis de mortalidade deveriam ser alcançados pelo Benin. Ele envolve um raciocínio bastante subjetivo que depende da visão do pesquisador e incerteza associada a esse método segue os cenários de mortalidade altos e baixos (Lee, 1998; Tuljapurkar & Boe, 1998). Além do viés da subjetividade que traz esse método, outro limite dele é que não tem probabilidade que segue o cenário alto e baixo (Silva, 2009). Já no caso do método de Lee-Carter (1992) e de PMD, a projeção é feita com base em series de taxas de mortalidade de períodos passados do Benin. Métodos menos subjetivos e mais estocásticos, esses métodos conseguem incorporar mais as realidades do local e conseguem aprimorar bem melhor o futuro incerto fornecendo um intervalo de confiança de 90% para o erro envolvido na projeção (Silva, 2009). Quanto a incerteza, ela é distribuída dinamicamente ao longo do período de projeção (Tuljapurkar & Boe, 1998).

O objetivo principal desse trabalho é fazer uma projeção das taxas de mortalidade para o horizonte de 2050 para o Benin utilizando o método determinístico com tabua limite, de Lee - Carter (1992)(1992) e de PMD (Pattern of Mortality Decline) avaliando as vantagens e desvantagens deles. Para isso, analisaremos (i) a evolução dos níveis de mortalidades ao longo do período de projeção, (ii) os ganhos nas expectativas de vida obtidos por cada método no período de projeção. O Benin foi escolhido primeiramente por ser o país de origem do pesquisador e secundariamente por causa da pouca quantidade de estudos disponíveis sobre o Benin sobre o assunto envolvido nesse trabalho. Quanto ao prazo de projeção, foi selecionado um período relativamente longo por causa da importância de conhecer com a maior antecedência possível as tendências futuras dos componentes demográficos e também para estudar a qualidade dos dados estimados a longo prazo por esses métodos.

As utilidades de fazer as projeções das taxas de mortalidades são múltiplas. No ramo da previdência, ter uma boa projeção das taxas de mortalidade permite um melhor controle sobre as estimações dos passivos das entidades de seguro de vida e permite também, analisar a sustentabilidade do sistema de previdência. Outra utilidade das projeções de mortalidade se encontra nas projeções populacionais onde elas permitem ter uma noção das possíveis modificações que ocorrerão na estrutura etária do local estudado. Por fim, conhecer as tendências

das taxas de mortalidade ajuda no dimensionamento e nas reflexões sobre as propostas de políticas de saúde.

Além desta introdução, este trabalho está organizado em cinco (05) seções. Na seção 2 - Revisão da literatura, faremos a relação entre nosso tema com as produções literárias existentes. Na seção 3 - Metodologia, apresentaremos os métodos a serem usados assim como os dados usados para fazer esse trabalho. A seção 4 – Resultados, conterà as informações obtidas das análises dos dados. Na seção 5 - conclusão, faremos um resumo das principais informações obtidas ao longo desse trabalho.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 VISÃO GERAL DO Benin

2.1.1 Generalidade

Pequeno país da África do Oeste, O Benin é uma das antigas colônias francesas na África. Com uma área total de 114 764 km², ele teve uma população estimada em torno de 11,8 milhões em 2019. Limitado pelo Togo no oeste, a Nigéria no este, o Niger no nordeste, Burkina Faso no noroeste e no sul pelo oceano atlântico, o Benin tem uma localização privilegiada que favorece seu crescimento econômico. Único país da região sem ter conhecido uma guerra, o país beneficia de uma tranquilidade interna junto ao regime democrático de governança presente desde a obtenção da independência em 1960. Recentemente, graças os esforços e determinação do atual governo (2016 – 2021), o Benin subiu de posição na classificação dos países do mundo segundo suas rendas nacionais brutas per capita realizada pelo Banco mundial. Classificado no período anterior (2019 – 2020) na categoria dos países com renda nacional per capita fraca, ele passou a ser desde o 1º de julho 2020, membro do grupo da categoria intermediário inferior.

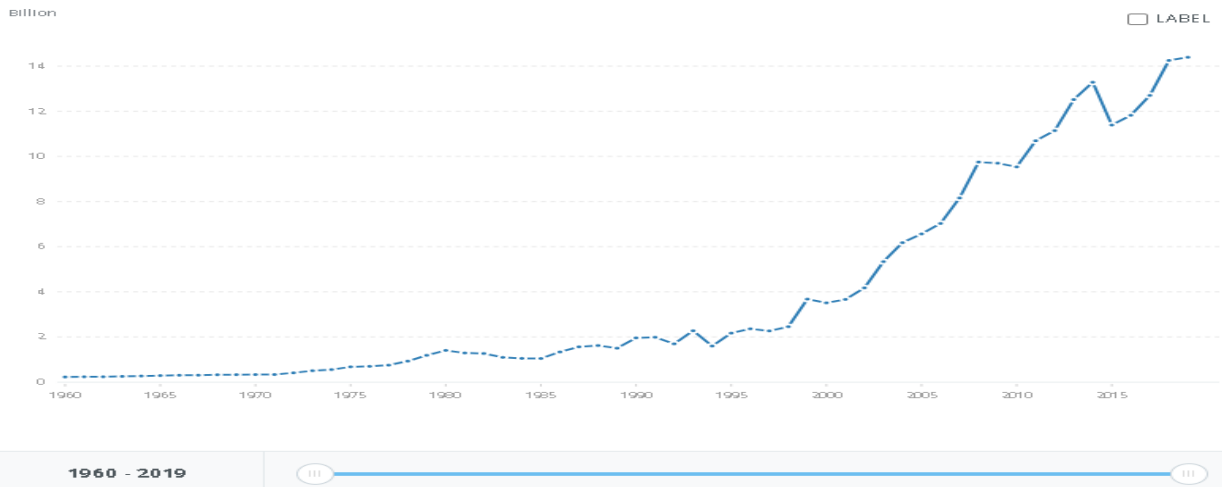
Tabela 1: Categorias das economias do mundo dado suas rendas brutas per capita

Grupo	1er julho 2020 (novo)	1er julho 2019 (antigo)
Renda fraca	<1036	<1026
Renda intermediaria inferior	1036 - 4045	1026 - 3995
Renda intermediaria superior	4046 - 12535	3996 - 12375
Renda elevada	> 12535	> 12375

Fonte: <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2020-2021>
Acesso em 10/09/2020

A imagem dessa classificação, o Benin conhece uma série de avanços em vários outros setores, com o objetivo de dar à população uma melhoria na qualidade de vida. Uma testemunha dessa evolução é seu produto interior bruto que segue numa tendência crescente desde 1960 e se encontrou em 2019 em um patamar de 14,391 bilhões de dólar (US) como consta na próxima figura.

Gráfico 1: Evolução do PIB no Benin de 1960 – 2019

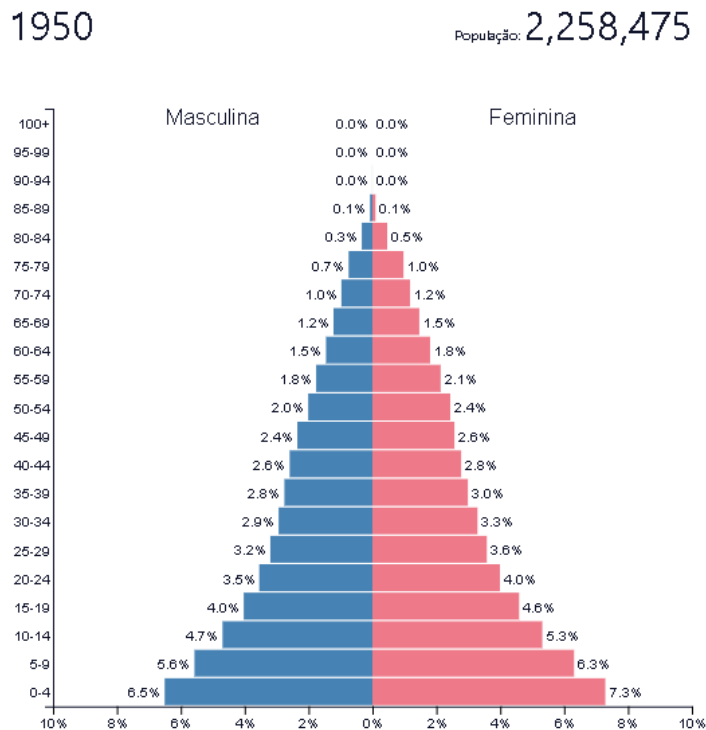


Fonte: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=BJ>

2.1.2 Demografia

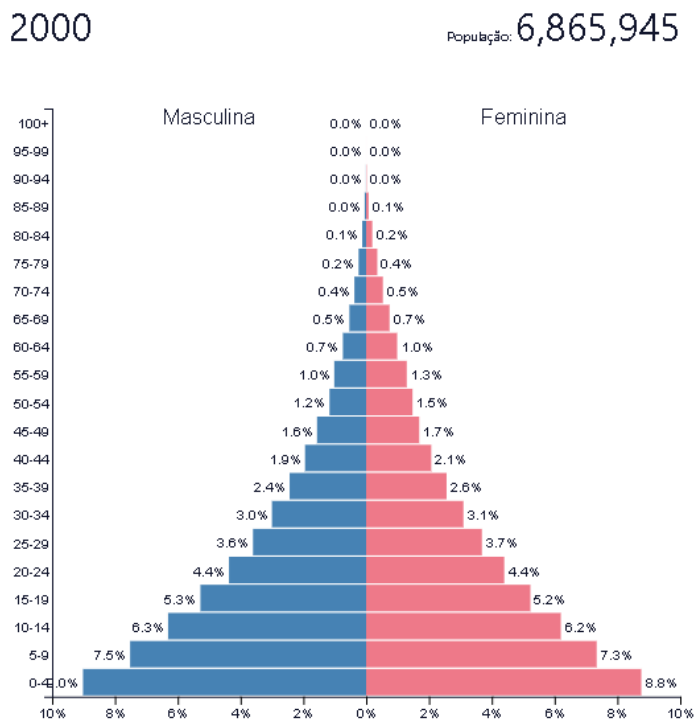
Assim como a maioria dos países da África, o Benin tem uma população ainda bem jovem como ilustrado na sua pirâmide etária em 2019 no gráfico 4. Mas uma análise dos retratos da população entre 1950 – 2019 com base nos gráficos 2,3 e 4 mostra que a população beninense conheceu um importante crescimento entre 1950 – 2000. Percebe – se em 2000, uma pirâmide etária com base mais larga e corpo mais cheio. Já, de 2000 até 2019, a gente percebe uma pequena redução da base da pirâmide etária. Com uma taxa de fecundidade de 4,77 filhos por mulheres em 2019 (United Nations, 2019), a população beninense não sofre ainda com um envelhecimento populacional agudo mesmo que o país já experimenta a transição demográfica. Está tendo ainda bastante nascimento como indica a base larga da pirâmide, o que permite ter um rejuvenescimento da população.

Gráfico 2: Pirâmide etária, Benin, 1950



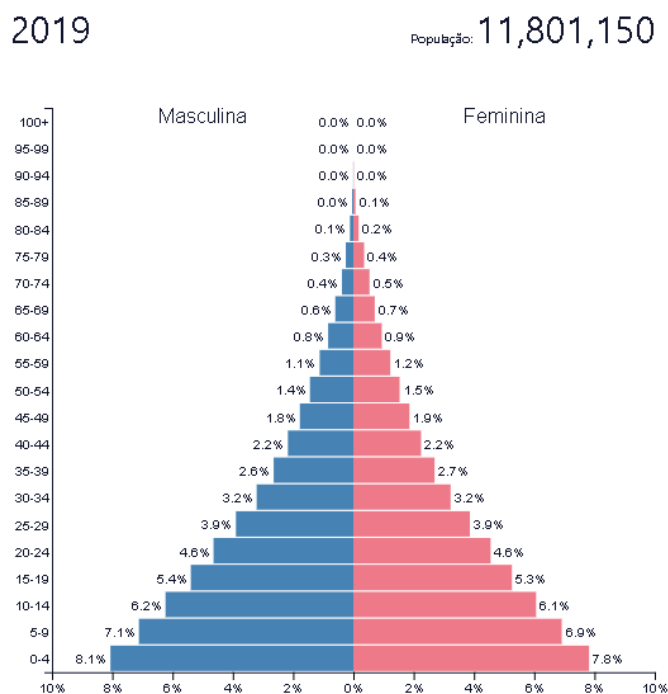
Fonte: <https://www.populationpyramid.net/pt/benin/1950/>:

Gráfico 3: Pirâmide etária, Benin, 2000



Fonte: <https://www.populationpyramid.net/pt/benin/2000/>:

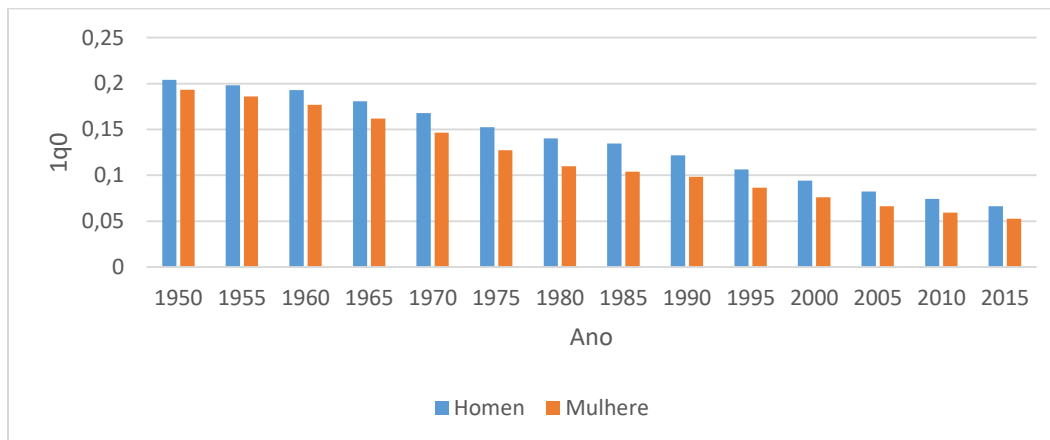
Gráfico 4: Pirâmide etária, Benin, 2019



Fonte: <https://www.populationpyramid.net/pt/benin/2019/>:

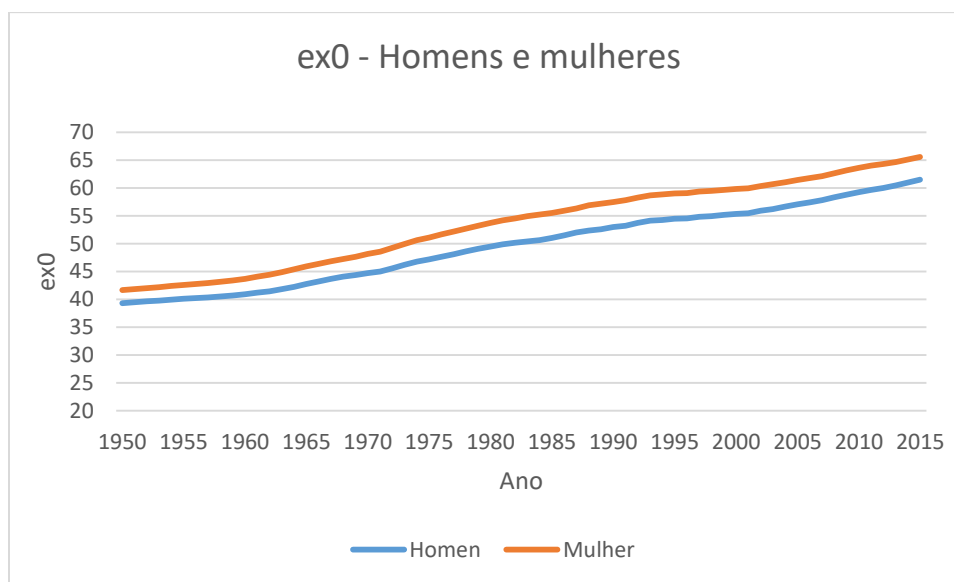
O gráfico 5 trata da probabilidade de morte entre 0 e 1 anos no Benin no período de 1950 – 2015 para ambos os sexos. Percebe - se analisando esse gráfico, que houve uma queda considerável da probabilidade de morte nessa faixa etária que caiu mais de 50% de seu nível em 1950. Em 2019, segundo a ONU, a probabilidade de morte nessa faixa etária sem distinção de sexo foi de 0,059. Note – se então que de 2015 para 2019, não houve uma grande mudança. Junto a isso, pela análise do gráfico 6, note-se ao longo do período de 1950 - 2015, um crescimento no total esperado de anos a serem vividos por cada recém-nascidos que aumentou quase 20 anos. A análise desses dois gráficos, evidencia que o Benin já se encontrava em um processo de declínio das taxas de mortalidade infantil a partir de 1950.

Gráfico 5: Probabilidade de morte entre 0 e 1 anos (1q0), Benim, Homens e Mulheres, 1950-2015



Fonte: Site do IHME. Realizado pelo autor

Gráfico 6: Expectativa de vida ao nascer, homens e mulheres, Benin, 1950 – 2015

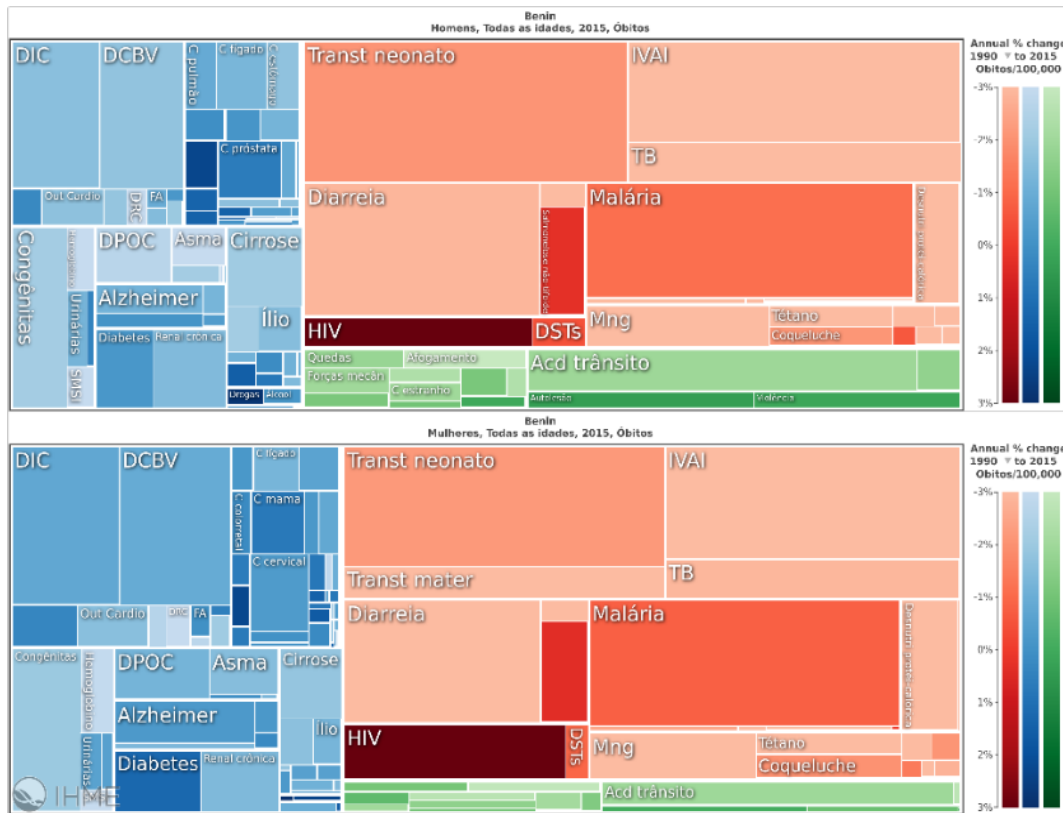


Fonte: Site do IHME. Realizado pelo autor

O gráfico 7 dá uma visão geral sobre as principais causas de morte em 2015 no Benim em todas as idades e de acordo com o sexo do indivíduo. Esse gráfico mostra que, em terceiro lugar e em verde, as causas externas causam o menor número de morte para ambos os sexos, mas têm um peso maior para os homens do que para as mulheres. A causa que se destaca nesse grupo é o acidente de trânsito. Em segundo lugar e em azul, as doenças crônicas não transmissíveis já têm um peso importante no número de morte com proporção maior no grupo das mulheres. Nesse grupo, tanto para homens e mulheres, as doenças que se destacam são as doenças cerebrovasculares (DCBV) e as doenças isquêmicas do coração (DIC). Por fim, as principais causas de mortes são do grupo das doenças transitivas, maternas, neonatais e nutricionais. De cor vermelha, elas causam o maior número de morte dentro da população beninesa com peso maior da malária, dos transtornos

do período neonatal, da diarreia e das infecções das vias aéreas inferiores (IVAI). O fato das doenças desse último grupo ter maior incidência nas taxas de mortalidade no Benin pode ser explicado pelo perfil da população que está ainda bem jovem e com número de nascimento elevado. Contudo, ao longo do tempo, a luta contra essas doenças foi um dos principais objetivos dos diferentes dirigentes do país na área da saúde. Isso resultou no desenvolvimento de múltiplos programas de políticas públicas de saúde que permitiram vivenciar a queda das taxas de mortalidade por causas dessa categoria de doenças.

Gráfico 7: Principais causas de morte no Benin, Homens e Mulheres, 2015



Fonte: Site do IHME. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/#>. Acesso em 18/08/2020

2.2 VISÃO GERAL DO ESTUDO DE MORTALIDADE

2.2.1 Estudos de mortalidade na África

O perfil da mortalidade nos países da África é bem variado assim como é observado nos outros continentes. Odimegwu e al (2018) em seu estudo sobre a análise do impacto do método usado para estimar os dados de mortalidade para os adultos em dez (10) países da África Subsaariana, chegaram à conclusão de que pegando os dados estimados com o método de orfandade, observe se que há uma queda da taxa de mortalidade para os adultos nas regiões sul e oeste da África enquanto está aumentando na região este. Com o método de viuvez, obteve – se os dados de mortalidade mais baixos com uma diferenciam pronunciada entre os homens e mulheres.

Já para os métodos diretos e indiretos de fraternidade, foram observadas diferenças importantes entre os resultados. Esse estudo mostra que a mortalidade não segue um padrão uniforme nas regiões da África e também que o método de estimação dos dados influencia os resultados obtidos. Um outro estudo é de Menashe-Oren, Ashira, and Guy Stecklov (2018) que fizeram uma análise das diferenças entre os níveis de mortalidade adulta (45q15) entre as regiões urbanas e rurais de 30 países da África Subsaariana entre 1991 e 2014. Para isso, aplicaram o método indireto de orfandade, saiu – se dessa pesquisa que a mortalidade adulta é maior nas áreas urbanas do que nas áreas rurais para ambos os sexos.

2.2.2 Estudos de mortalidade no mundo

Silva (2009) fez a projeção de taxa de mortalidade para o município de São Paulo para o horizonte de 2100 usando o método de Lee – Carter (1992) e alguns de suas variantes propostas por Lee - Miller (2001). Para isso, ela tomou como período de análise, o período de 1920 – 2005. Ela realizou uma primeira projeção para o ano de 2000 para verificar a validade do método de Lee - Carter (1992) e chegou à conclusão de que o método de Lee - Carter (1992) se ajustou bem aos dados utilizados e produziu resultados próximos do que foi observado. Depois disso, realizou a projeção para o ano de 2100 e constatou que o método foi robusto para o sexo feminino produzindo dados próximos dos padrões dos países desenvolvidos, mas para o sexo masculino, devido ao grande número de morte por causa externas, foi necessário utilizar um cenário de múltiplo decremento por meio das modificações feitas por Lee – Miller (2001). Outro caso de projeção de mortalidade é do *Social Security Administration* dos Estados Unidos (SSA) que utilizou para a projeção o método determinístico com tabua limite (Silva, 2001). Analiando os resultados obtidos, Lee (1998) afirmou que eles ficaram bem em baixo da realidade (Silva, 2001). Fígoli (1998) se exercitou a fazer a projeção de mortalidade para o Brasil usando o método de Lee - Carter (1992) para o período de 1990 - 2040. Ela obteve resultados que vão no mesmo sentidos que as tendências internacionais, mas destacou a limite do método que é o fato dele precisar de dados passados para projetar o futuro, além dele não incluir as futuras descobertas científicas na medicina e melhorias sociodemográficas. Por fim, temos Rabbi, A., Mazzuco, S (2018) que tentaram projetar a expectativa de vida para nove países do Centro e do Este da Europa: Belarus, Bulgária, Estônia, Hungary, Latvia, Lithuania, Russia, Slovakia, and Ukraine usando sete variantes do Lee - Carter (1992) e o método Bayesiano Hierarquico usado pelas Nações unidas nas suas projeções. Chegaram a conclusão de que quando há níveis altos de mortalidade, que é o caso desses países, nenhum metodo atual é suficientemente robusto e eficaz para produzir dados consistentes. Se faz necessario segundo eles, inventar metodo capaz de lidar com populações com níveis altos de mortalidade.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

3.1 DADOS

Para esse trabalho, não serão utilizados dados primários, mas trabalharemos com dados secundários obtidos nos sites *Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME)* e do *World Population Prospects 2017*. Essa escolha de dados secundários foi feita primeiramente diante da incapacidade de a gente realizar uma coleta de dados primários dado que residimos fora do Benin. Além disso, a dificuldade de acesso à base de dados de pesquisas populacionais sobre a mortalidade no Benin. Portanto, utilizaremos dados pré-coletados e já arrumados disponíveis nos sites selecionados e cujas consistências não são mais a demonstrar. Por fim, foram necessárias duas fontes de dados diferentes porque foram usados os dados do IHME por ele ter uma série histórica da mortalidade estimada para o Benin bastante longa e os dados da ONU pois são parte central da projeção via PMD

O *Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME)* é um centro de pesquisa de saúde populacional independente da UW Medicine, parte da University of Washington, que fornece medições rigorosas e comparáveis dos problemas de saúde mais importantes do mundo e avalia as estratégias usadas para resolvê-los. Os dados usados nesse estudo foram obtidos da guia *Mortality visualization* que é relativa as informações sobre os parâmetros de monitoramento da mortalidade nos contemplados. Para a projeção pelo método de Lee-Carter original, usaremos seriais temporais das taxas específicas de mortalidade (nMx) observadas no Benin no período de 1950 – 2015 enquanto no caso da projeção pelo método determinístico, o estado da Bahia foi selecionado como tabua limite sendo extraídos dados referentes a expectativa de vida ao nascer para homens e mulheres no período de 1950 – 2015.

A projeção por PMD será feita com base em taxas de mortalidade (nMx) obtidas do *World Population Prospects 2017* referentes ao período de 2010 – 2015. O *World Population Prospects 2017* é um pacote desenvolvido pelo *United Nations Population Division* que contém as informações relativas às series temporais de expectativas de vida ao nascer disponível em 2017, para todos os países do mundo (United Nations, 2017).

3.2 MÉTODO

Hoje em dia existem inúmeros jeitos de projetar as taxas de mortalidade como já foi citados nas linhas anteriores. Diante disso, categorizando os métodos, Renshaw (1991) afirma que várias leis de mortalidade podem ser encaixadas no grupo dos Métodos Lineares Generalizados (*Generalized Linear Models - GLM*) que são uma variação dos modelos de regressão simples e múltiplas. Outro esse grupo, temos também o grupo dos modelos de Coorte, que segundo Hermeto et al. (2004) são modelos que se aplicam a estudos de dados longitudinais. Ainda segundo Booth & Tickle (2008), o principal inconveniente desses modelos são o tamanho dos dados que eles necessitam. Como anunciado, nesse trabalho, nós nos interessamos apenas aos métodos determinístico, de Lee - Carter (1992) e de PMD.

3.2.1 Método determinístico

O método determinístico se classifica no grupo dos métodos expectativos sendo ele puramente observacional e se baseia em escolhas devidamente fundamentadas que o pesquisador faz sobre a tabua limite. A escolha da tabua limite, ou seja, dos níveis futuros das taxas de mortalidade depende então inteiramente do raciocínio do pesquisador. O mesmo define essas taxas de acordo com o cenário que ele acha que ocorrerá dados os pressupostos fundamentados que ele pus. Neste modelo, os futuros cenários das taxas de mortalidade são fixados no início do período de projeção, e a incerteza em torno da projeção preferida, é dada pelos cenários de mortalidade alto e baixo (Lee, 1998; Tuljapurkar & Boe, 1998). Sobre isso, Booth and Tickle (2008) falam que:

“The advantage of expert opinion is the incorporation of demographic, epidemiological and other relevant knowledge, at least in a qualitative way. The disadvantage is its subjectivity and potential for bias. The conservativeness of expert opinion with respect to mortality decline is widespread, in that experts have generally been unwilling to envisage the long-term continuation of trends, often based on beliefs about limits to life expectancy.”Booth and Tickle (2008).

Optou - se pelo estado da Bahia como tabua limite por múltiplas razões. Por exemplo, ele foi escolhido por causa dos laços históricos entre esse estado e o Benin. Durante o período da escravidão, o Benin contou com alguns dos grandes portos de comercio de escravos como do Grande e o Pequeno Popo, Ajudá (ou Uidá), Porto Novo (ou Hogbonu, Adja (Reis. 2014). Assim, a população da Bahia possui semelhanças biológicas e históricas com a população beninense. Além dessa razão, podemos observar que a Bahia tinha aproximadamente a mesma população em 1980 do que o Benin em 2015. Enquanto a Bahia tinha uma população estimada em 9.455.392 habitantes (Censo, 1980), o Benin tinha 10,575,962 habitantes (RGPH4 - 2013). Outras informações tanto relevantes quanto as outras são as taxas de fecundidade da Bahia e do Benin respectivamente nos anos de 1980 e 2019. A Bahia tinha uma taxa de fecundidade total de 4,4 (Berquó, Cavenaghi 2016) enquanto o Benin teve uma taxa de 4,77, (United Nations, 2019). Assim, pode se ver que o estado da Bahia já teve parâmetros demográficos parecidos do Benin e isso motivou a nossa escolha. Uma comparação mais detalhada entre os níveis passados de mortalidade nos dois lugares pode também ser feita para fundamentar a nossa escolha da Bahia como tabua limite.

3.2.2 Método de Lee-Carter (1992)

O método Lee-Carter foi desenvolvido para prever a mortalidade dos Estados Unidos, 1933-1987 para o ano de 2065, por Ronald D.Lee e Lawrence R.Carter. Anos depois, H. Booth e L. Tickle (2008) classificaram esse método no grupo de métodos extrapolativos. Ele é um modelo estocástico de projeção que combina um modelo demográfico com séries temporais. Em primeiro ele usa uma serie temporal de taxas estimadas por métodos demográficos. Segundo ele utiliza a Técnica de decomposição de Valores Singulares para extrair os parâmetros b_x (padrão médio da mortalidade à idade x quando o nível geral da mortalidade k_t se altera) e k_t (índice de tendência temporal do nível de mortalidade geral). Terceiro, ele utiliza um modelo clássico de séries temporais (passeio aleatório com drift) para fazer a previsão de k_t . Por fim, subtrai-se o log das

taxas de mortalidade (Lee-Carter 1992). Este método projeta a população através de um modelo de relação bilinear para as variáveis tempo (t) e idade (x), que fica definido como:

$\ln m(x,t) = a(x) + b(x)k(t) + \varepsilon(x,t)$ ou $m(x,t) = \exp \{a(x) + b(x)k(t) + \varepsilon(x,t)\}$ onde:

$m(x,t)$: Taxa de mortalidade central para cada idade x;

$a(x)$: Nível médio das taxas de mortalidade no tempo para cada idade x;

$b(x)$: Padrão médio da mortalidade à idade x quando o nível geral da mortalidade $k(t)$ se altera;

$k(t)$: índice de tendência temporal do nível de mortalidade geral;

$\varepsilon(x,t)$: Erro aleatório do tipo ruído branco, inserido no modelo para cada idade x no tempo t.

Esse método tem o mérito de ser simples e envolve pouco raciocínio subjetivo (Booth & Tickle, 2008). Mas um limite dele, de acordo com os mesmos autores, se encontra no pressuposto do nível constante do parâmetro $b(x)$ ao longo do tempo, desde que existe provas do contrário.

“The LC model works well in many cases, especially when the projection horizon is a half century or less (Bergeron-Boucher et al., 2017; Lee and Miller, 2001; Tuljapurkar et al., 2000). However, growing evidence has shown that such an assumption of fixed improvement rates may not be correct, especially for high ages and when the life expectancy at birth reaches a high level (Bergeron-Boucher et al., 2017; Booth, Maindonald, and Smith, 2002; Booth and Tickle 2008; Kannisto et al. 1994). This is because future improvements in mortality are expected to entail a shift of the improvements from younger ages to older ages (Li and Lee, 2005), and constant improvement rates would not be consistent with future trajectories of mortality”. (Danan Gu, François Pelletier and Cheryl Sawyer, 2017).

Em adição, em Silva (2009), o método de Lee – Carter (1992) apresentou dificuldade para projetar as taxas de mortalidade para os homens de São Paulo no período 2006 - 2100 de que tinham um grande número de morte por causas externas. A autora destacou então a dificuldade do método de Lee-Carter de se adequar à dados com histórico de mortalidade com muito impacto das causas externas. Um outro limite do método de Lee-Carter (1992) é que ele não inclui possíveis mudanças futuras que ocorrerão na população como os avanços na medicina, da ciência, ou mudanças ambientais além de precisar de volume importante de dados de período passado.

3.2.3 Método PMD (Pattern of Mortality Decline)

O método de projeção por PMD também é um método de projeção estocástico que se inclui no grupo dos métodos extrapolativos. H. Booth e L. Tickle (2008). Ele foi desenvolvido em 2013 por Kirill F. Andreeva, Danan Gub e Patrick Gerlandc. Em oposição ao método de Lee-Carter (1992) que assume um padrão de mortalidade constante em idade exata enquanto o tempo varia, o método PMD assume que as taxas de mortalidade irão seguir um padrão em cada idade exata correlacionada ao aumento da expectativa de vida ao nascer.

“The central idea of PMD is to project relative reductions in mortality for each age group over the projection horizon. The age pattern of relative

reduction is governed by the level of life expectancy at birth. These relative reductions can be transformed into death rates with a corresponding life expectancy, and both the sex coherent pattern and the shift pattern can be considered in the PMD method” ((Danan Gu, François Pelletier and Cheryl Sawyer, 2017).

Esse método usa as tendências de todos os países contemplados pelo WPP 2017, para ajustar a projeção de cada local estudado. Ele é definido da seguinte forma:

$\ln m_x(t_2) = \ln m_x(t_1) - k(t_{12})\rho_x(t_{12})$ com:

$m_x(t_1)$ = taxa de mortalidade na idade x no tempo t_1 correspondente a expectativa de vida ao nascer $e_0(t_1)$

$m_x(t_2)$ = taxa de mortalidade na idade x no tempo t_2 correspondente a expectativa de vida ao nascer $e_0(t_2)$

$\rho_x(t_{12})$ = padrão de mortalidade em idade específica do tempo t_1 para tempo t_2 com $\sum_x(\rho_x(t_{12}))= 1$

$k(t_{12})$ = parâmetro que rege o nível de declínio da mortalidade ao longo do período

A robusteza do Lee-Carter ou do PMD varia dependendo do nível de qualidade dos dados em estudos (por Kirill F. Andreeva, Danan Gub e Patrick Gerlandc, 2013). É sugerido então o uso de um ou outro de acordo com uma análise previa dos dados.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

Nessa sessão, apresentaremos os resultados do nosso estudo em duas partes. Na primeira parte, serão exibidos os resultados referentes a cada modelo de projeção. Em seguinte, na segunda parte, faremos uma comparação entre os resultados obtidos.

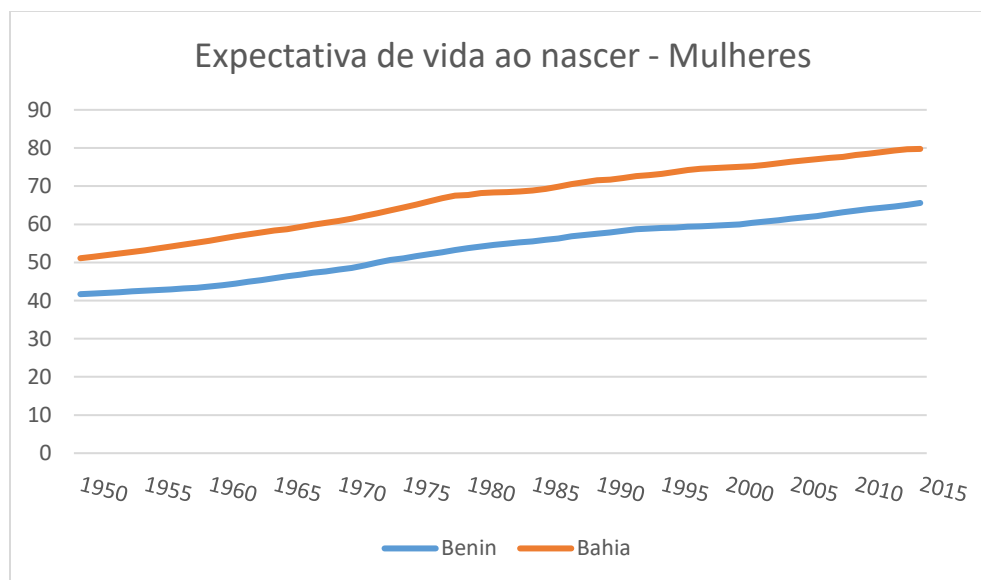
4.1 Resultados por modelo

4.1.1 Modelo determinístico

Os gráficos 8 e 9 mostram a evolução da expectativa de vida ao nascer no período de 1950 e 2015 na Bahia e no Benin para ambos os sexos. Ao analisar os dois gráficos, percebemos que tanto no Benin quanto na Bahia, teve um crescimento na expectativa de vida ao nascer. O nível da expectativa de vida na Bahia se encontrou também em todo o período em cima do nível no Benin. Mas enquanto para o sexo feminino o nível na Bahia sempre foi superior ao nível no Benin, a gente percebe que para o sexo masculino em 1950, as taxas tinham o mesmo nível, mas a medida que o tempo avançou, a curva da expectativa de vida na Bahia superou consideravelmente a curva do Benin.

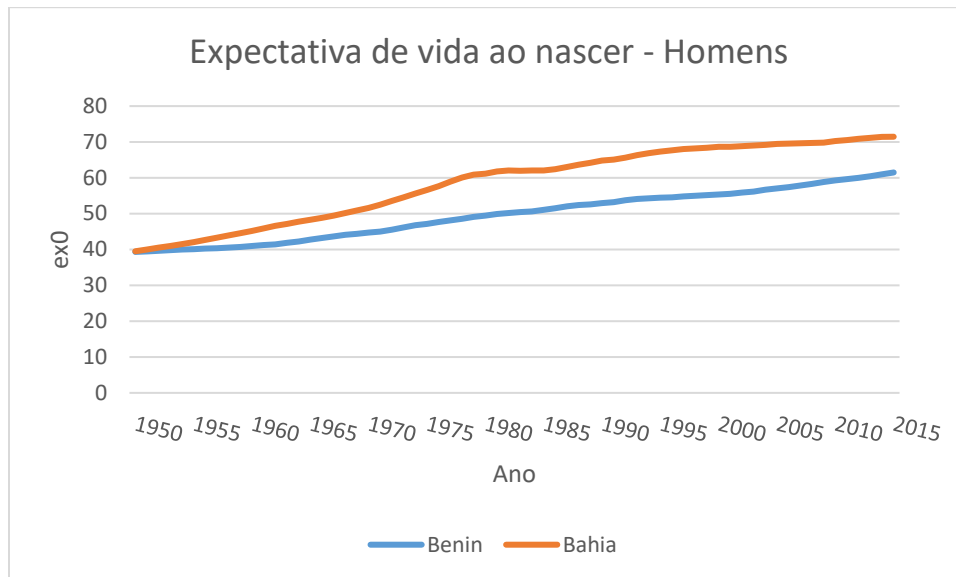
De acordo com os pressupostos do modelo determinístico, a expectativa de vida ao nascer no Benin em 2050 aproximará o nível da Bahia em 2015. Assim, sai-se da análise dos gráficos 6 e 7 que para as mulheres, a expectativa de vida ao nascer no Benin no ano de 2050 será de aproximadamente 79 anos e quanto aos homens, ela será de 71 anos. Ou seja, um aumento na expectativa de vida a cada 5 anos de aproximadamente 1,4242 anos para os homens e de 2,0242 anos para as mulheres.

Gráfico 8: Expectativa de vida ao nascer Benin vs Bahia, Mulheres, 1950 – 2015



Fonte: Site IHME - Elaborado pelo autor

Gráfico 9: Expectativa de vida ao nascer Benin vs Bahia, Homens, 1950 – 2015



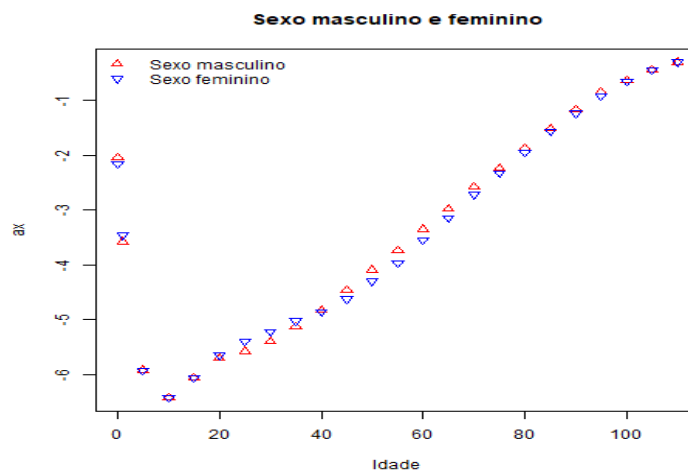
Fonte: Site IHME - Elaborado pelo autor

4.1.2 Modelo Lee – Carter Original

4.1.2.1 Análise do nível médio de mortalidade (a_x)

No gráfico 10 é observado os valores estimados para a_x para homens e mulheres. Percebe-se que não tem um diferencial significativo nas tendências por sexo e que os padrões semelhantes para ambos os sexos. Os valores estimados de a_x inicialmente altos -2,0435 (masculino) e -2,2198 (feminino), caem consideravelmente entre 1 – 19 anos, chegando em -6,0682(masculino) e -6,3382(feminino) na faixa etária de 15 – 19 anos. A partir de lá, os valores voltam a subir nos anos subsequentes e atingem -0,2962 (masculino) e -0,2679 (feminino) no grupo etário de 110+. Isso mostra que o nível médio de mortalidade aumenta com o envelhecimento das pessoas.

Gráfico 10: Série estimada de a_x , Homens e Mulheres, Benin, 1950 - 2015

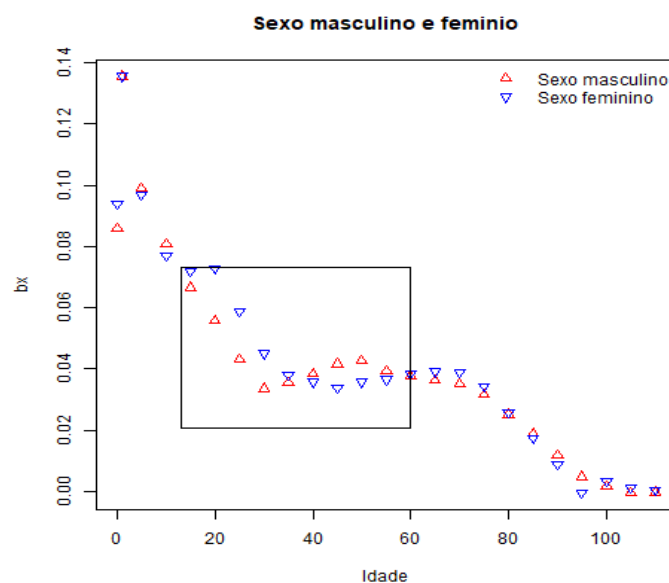


Fonte: Site IHME - Elaborado pelo autor

4.1.2.2 Análise do padrão médio da mortalidade à idade x (b_x)

O gráfico 11 a seguir apresenta a tendência do padrão geral de mortalidade b_x estimado para ambos os sexos no período de 1950 - 2015. De um lado, temos uma queda geral do padrão de mortalidade em todos os anos para homens e mulheres. Do outro lado, se constatam taxas maiores para as mulheres em comparação com os homens entre 15 - 30 anos o que aponta um número de morte elevado nessa faixa etária possivelmente devido à gestação. Já, entre 30 – 60 anos, expostos mais as causas externas nessas faixas, os homens sofrem com taxas de mortalidade maiores.

Gráfico 11: Série estimada de b_x , Homens e Mulheres, Benin, 1950 – 2015

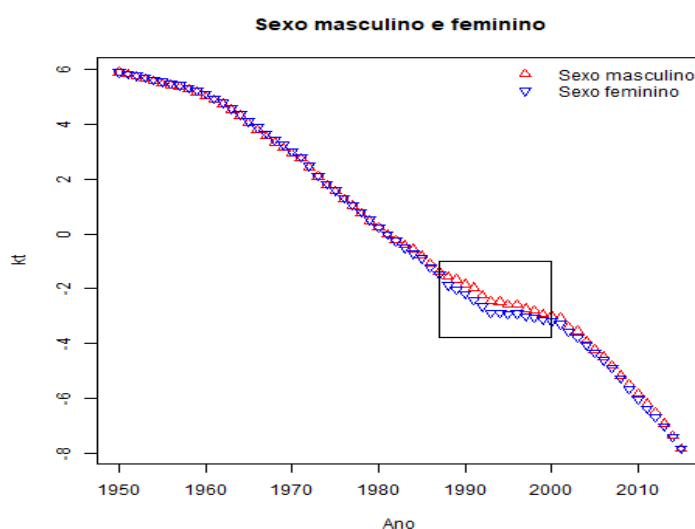


Fonte: Site IHME - Elaborado pelo autor

4.1.2.3 Análise do índice de tendência temporal do nível de mortalidade geral (k_t)

O gráfico 12 a seguir mostra os valores k_t estimados para homens e mulheres no Benin no período de 1950 – 2015. Duas informações podem ser destacadas. De um lado, temos uma queda geral dos valores dos k_t ao longo do período para ambos os sexos. De outro lado, temos que os valores de k_t para ambos os sexos ficaram no mesmo patamar ao longo do período analisado a exceção do período entre 1983 e 2000 onde a mortalidade masculina ficou um pouco maior. Isso poderia ser explicado pela exposição maior dos homens nesse período às causas externas. Mas esse assunto merece ser investigado e poderia valer como assunto de um outro estudo.

Gráfico 12: Série estimada de k_t , Homens e Mulheres, Benin, 1950 – 2015

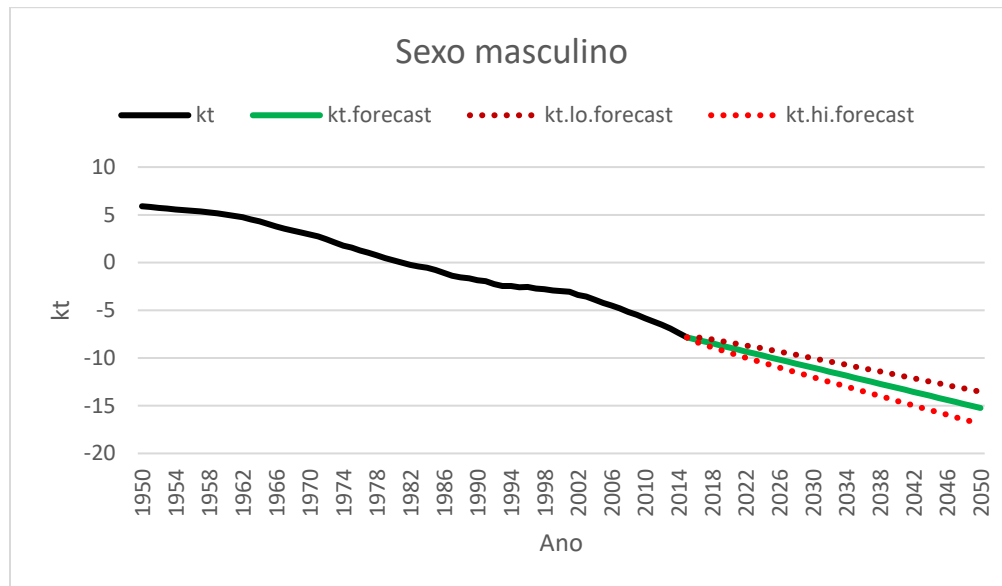


Fonte: Site IHME - Elaborado pelo autor

Os gráficos 13 e 14 mostram a tendência dos k_t 's no período inteiro de estudo para homens e mulheres com o intervalo de confiança de 90% para os anos projetados. Para fazer a projeção dos valores de k_t , Lee-Carter (1992) optaram por um modelo de série temporal que descreve um passeio aleatório. Nau (2009) citado por Silva (2009) defini o passeio aleatório como “uma série temporal que assume que, de um ponto no tempo para o próximo, a série original dá um passo aleatório” (Silva, 2009).

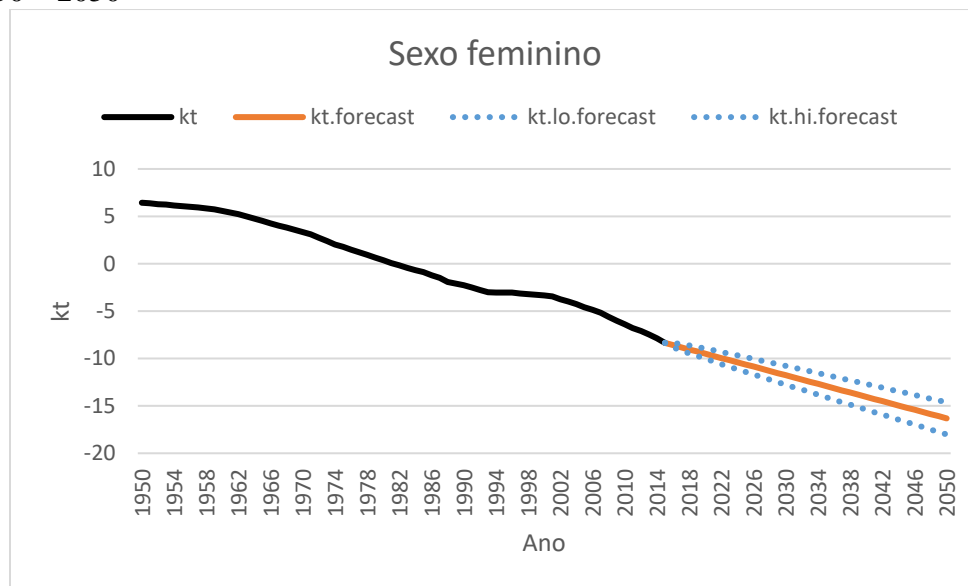
Seguindo a tendência já iniciada desde 1950, percebe - se que o padrão geral de mortalidade continuará com níveis decrescentes até 2050 para ambos os sexos. Percebe - se também que as mulheres terão em 2050 níveis de mortalidade mais baixos do que os homens.

Gráfico 13: Série de kt observada e projetada, e intervalo de confiança da projeção, Homens, Benin, 1950 – 2050



Fonte: Site IHME - Elaborado pelo autor

Gráfico 14: Série de kt observada e projetada, e intervalo de confiança da projeção, Mulheres, Benin, 1950 – 2050



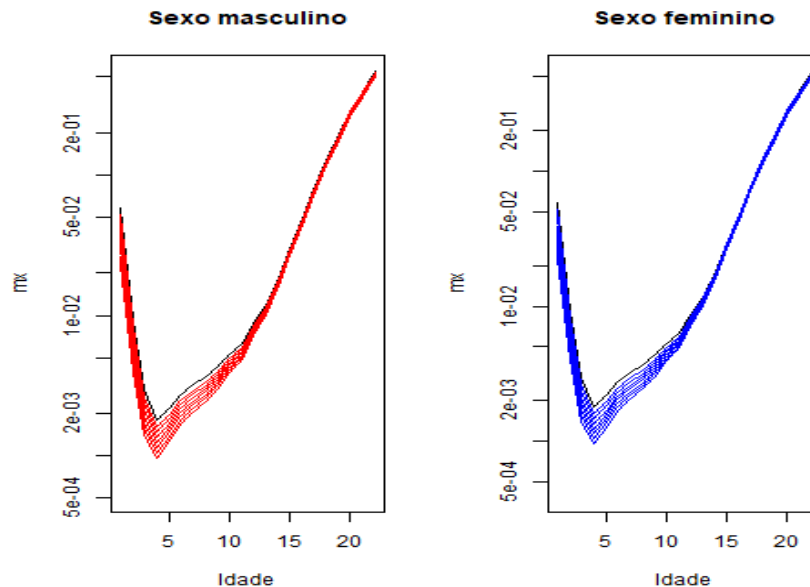
Fonte: Site IHME - Elaborado pelo autor

4.1.3 Modelo PMD (Pattern Of Mortality Decline Prediction)

As taxas de mortalidade seguem um padrão bem conhecido com níveis altos ao nascer, que vem caindo nos primeiros anos de vidas e voltam a subir. O que mostra o gráfico 15 a seguir é exatamente isso. Além disso, é possível observar que entre 1950 -2050 ocorreu uma queda nas

taxas de mortalidades para ambos os sexos. Embora estão seguindo o mesmo padrão, elas vieram a ter níveis cada vez mais baixos ao longo desse período.

Gráfico 15: Série de taxas de mortalidade (nMx) projetada, Homens e Mulheres, Benin, 1950 – 2050



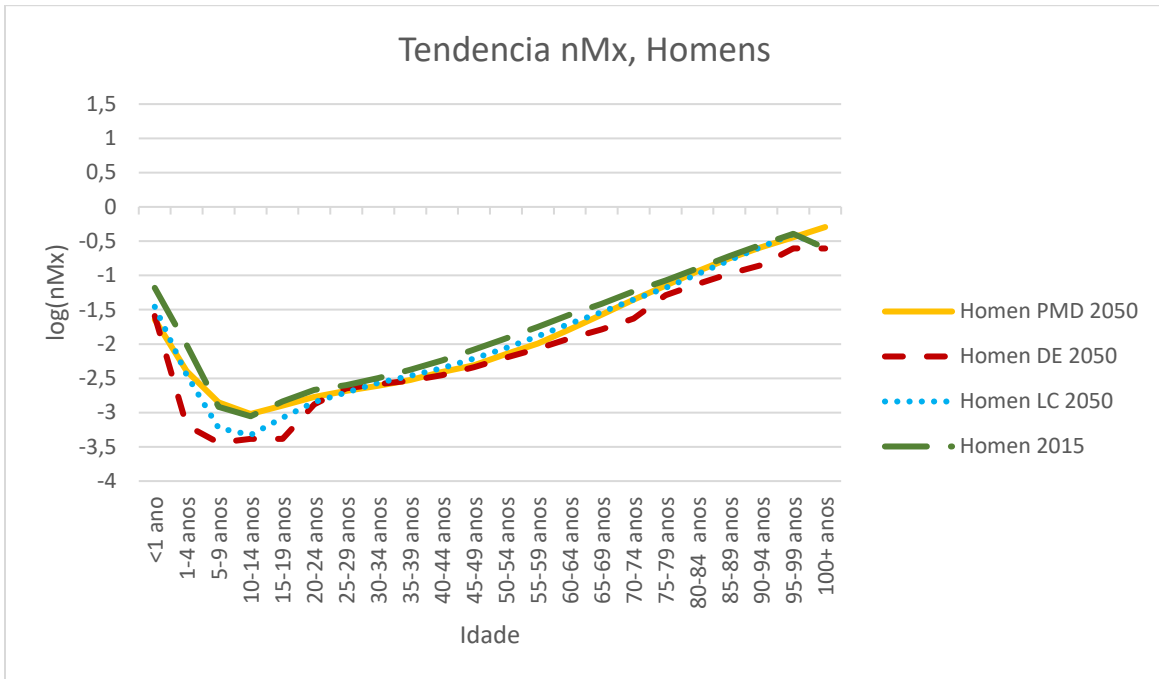
Fonte: WPP 2017 - Elaborado pelo autor

4.2 Comparação dos modelos

4.2.1 Perfil da mortalidade

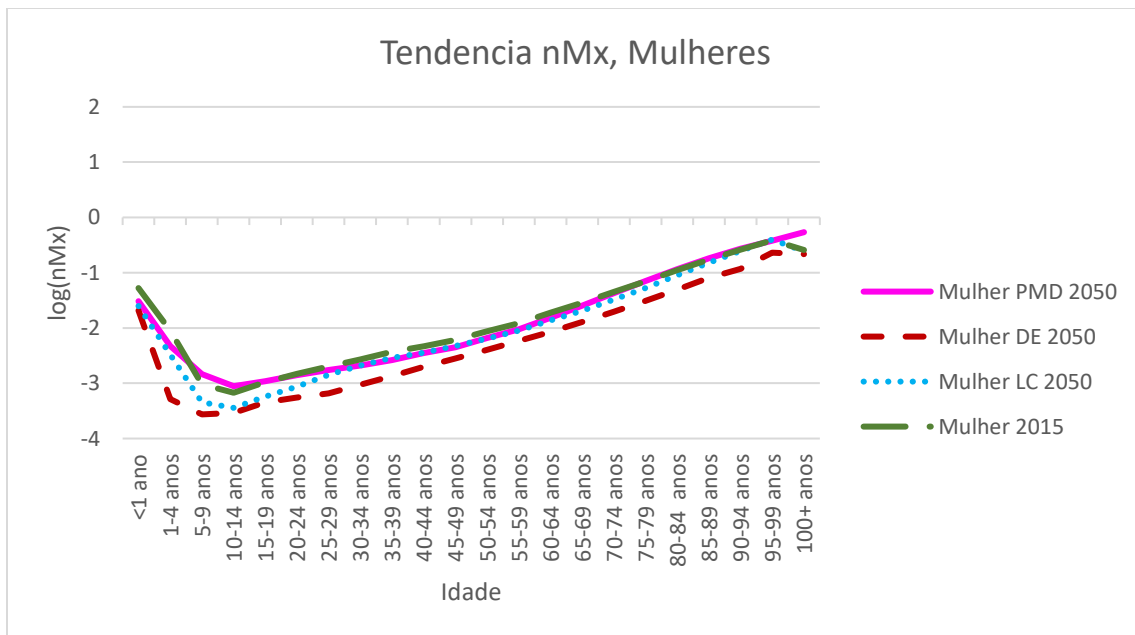
No gráfico 16 em baixo consta uma comparação das curvas de taxa de mortalidade masculinas entre o ano 2015 e o ano 2050 para qual foram apresentadas projeções segundo os três métodos contemplados nesse trabalho. Notamos uma diferença considerável no nível das curvas entre 0 e 25 anos. Já, a partir de 25 anos, as curvas têm níveis bem próximos. Em verde, a curva referente às taxas de mortalidade em 2015 sempre tem os valores mais altos. Isso mostra que com o passar do tempo, haverá uma queda nas taxas de mortalidade no Benin para os homens. Comparado ao método Lee – Carter (1992), o modelo determinístico produziu os valores mais baixos. Já o PMD, produziu dados com as mesmas tendências observadas no caso do método determinístico e de Lee – Carter (1992) mesmo sendo de uma fonte de dados diferente. Além disso, é interessante ressaltar que obteve – se níveis de mortalidade em 2050 bem próximos dos níveis de projetados pelo Lee – Carter (1992). O gráfico 17 apresenta os mesmos dados do que o gráfico 16, mas no caso das mulheres. Uma análise similar ao anterior pode ser feita.

Gráfico 16: Comparação das tendências de taxas de mortalidade (nMx) em 2015 e 2050 para os homens segundo o método de projeção.



Fonte: Site IHME / WPP 2017 - Elaborado pelo autor

Gráfico 17: Comparação das tendências taxas de mortalidade (nMx) em 2015 e 2050 para as mulheres segundo o método de projeção



Fonte: Site IHME / WPP 2017 - Elaborado pelo autor

4.2.2 Tábua de mortalidade

As taxas de mortalidades são as principais medidas informadas para gerar uma tabua de vidas. Dado isso, conseguimos elaborar as tábuas de vidas para o ano de 2050 com base nas taxas de mortalidades estimadas nas seções anteriores de acordo com cada método de projeção. Para isso, temos que:

${}_n m_x$: taxas centrais de mortalidade.

$${}_n m_x = \frac{d_x}{L_x}$$

${}_n q_x$: probabilidade de morte na idade x .

$${}_n q_x = \frac{nd_x}{l_x}$$

l_x : pessoas vivas na idade x .

$$l_x = d_x + l_{x+1}$$

${}_n d_x$: número de falecimentos na idade x .

$${}_n d_x = l_x - l_{x+n}$$

${}_n L_x$: pessoas vivas na metade da idade x .

$${}_n L_x = \frac{l_x + l_{x+n}}{2}$$

T_x : é o somatório dos anos vividos pelas pessoas componentes de um grupo de idade x até o instante de sua extinção.

$$T_x = \sum_{x=x}^w L_x$$

e_x^0 : é a quantidade média de anos que alguém de idade x deverá viver.

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

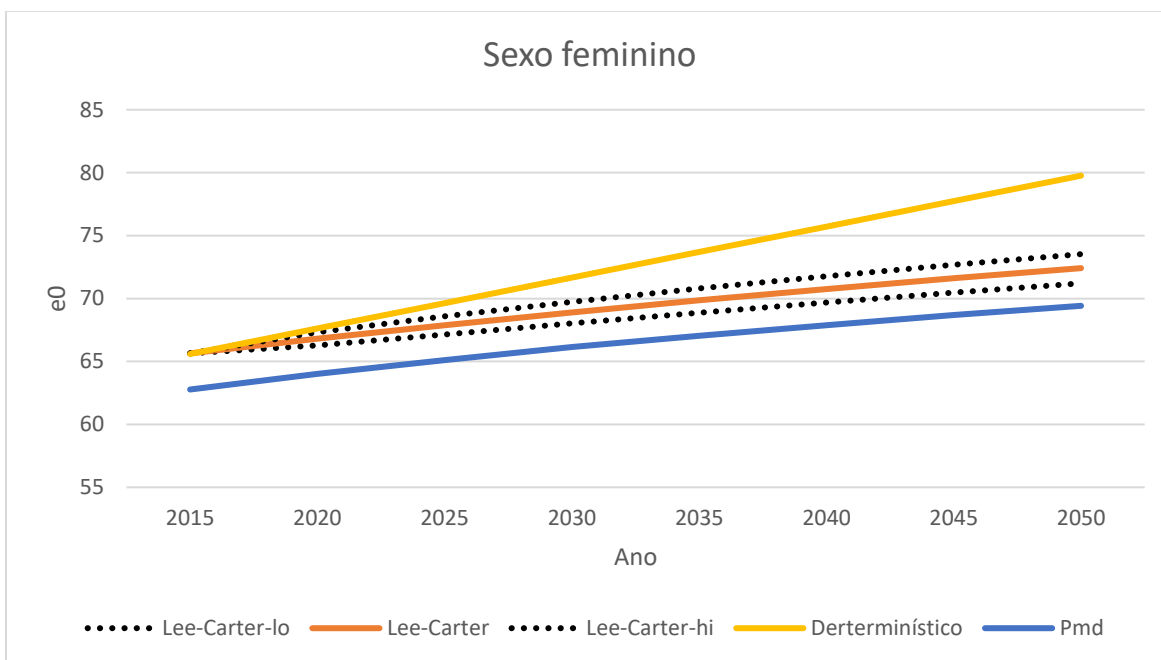
As tabelas de vidas geradas são consultáveis na seção 7 - Anexo.

4.2.3 Expectativa de vida ao nascer e_{x0}

Uma análise dos gráficos 18 e 19 mostram que, tanto para os homens e as mulheres, houve um crescimento na expectativa de vida ao nascer independentemente do método utilizado. Nota – se também uma variabilidade maior no caso dos homens enquanto para as mulheres, obtivemos curvas com tendência mais lentas. Além dessa informação, podemos ver que o método determinístico sempre apresentou resultados bastante superior ao método Lee – Carter (1992). No caso dos homens, o método de PMD produziu resultados intermediários aos dois outros métodos enquanto para as mulheres, ele produziu os resultados mais baixos. Mas vale ressaltar que o método de Lee – Carter(1992) e de PMD produziram resultados bem próximos desconsiderando os sexos, mesmo sendo rodados em cima de duas bases de dados diferentes. Tendo isso, no caso dos homens, a gente ver que o intervalo de confiança de 90% para os valores da expectativa de vida ao nascer projetados

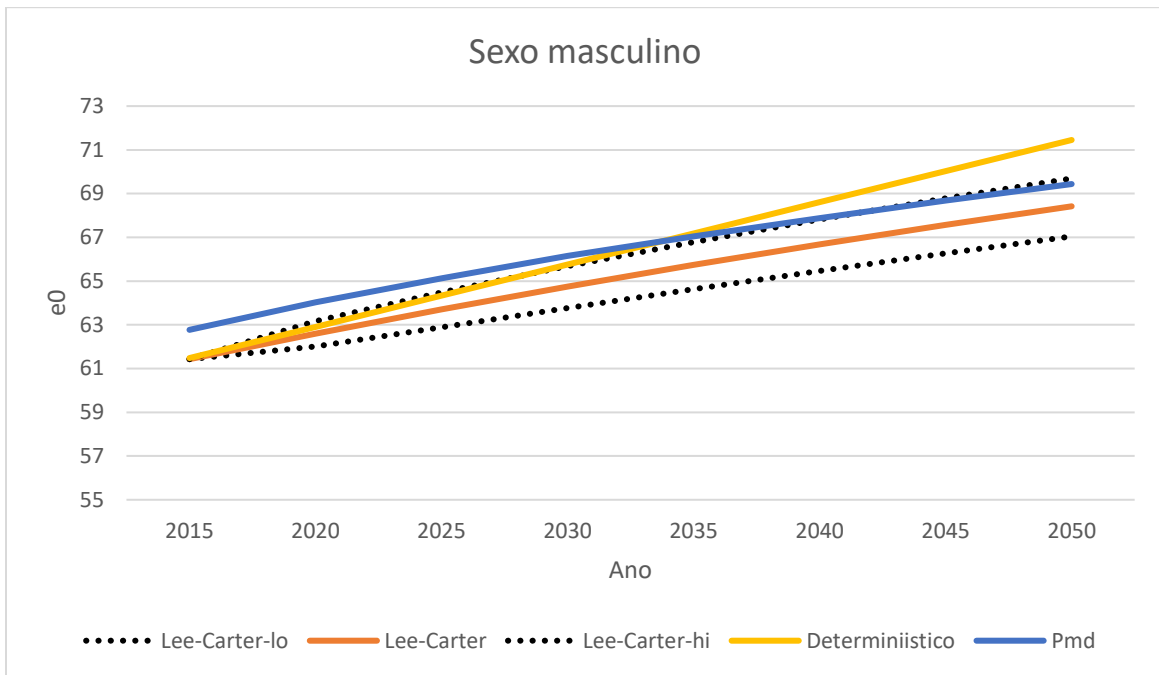
pelo método Lee – Carter (1992) já inclui os valores projetados obtidos pelo método PMD. Já para as mulheres, vemos que os valores projetados pelo método de PMD ficam fora do intervalo de confiança do Lee – Carter (1992). Embora o método PMD é estocástico, não foi possível apresentar um intervalo de confiança para ele pois as ferramentas utilizadas para esse método ainda não possibilitam uma elaboração direta de um intervalo de confiança.

Gráfico 18: Series de e_{x0} projetadas pelos modelos Lee - Carter (1992) com intervalo de confiança, determinístico e Pmd, mulheres, Benin, 2015 – 2050



Fonte: Site IHME / WPP 2017 - Elaborado pelo autor

Gráfico 19: Séries de e_{x0} projetadas pelos modelos de Lee - Carter (1992) com intervalo de confiança, Determinístico e Pmd, Homens, Benin, 2015 – 2050



Fonte: Site IHME / WPP 2017 - Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

O estudo realizado nessa monografia teve como objetivo comparar o método de projeção determinístico com o método de Lee – Carter (1992) além de estudar a tendência do método de projeção por PMD frente às produzidas das pelos dois métodos sus - citados. por meio de uma projeção de mortalidade em um horizonte de 35 anos para o Benin. A importância deste trabalho se encontrou na necessidade de produzir dados futuros de tendências, de mortalidade que se aproximarão mais com aqueles que serão observados no futuro Com o método determinístico e de Lee- Carter original, saímos de uma expectativa de vida ao nascer em 2015 de aproximadamente 65 anos para as mulheres e 61 anos para os homens e atingimos respectivamente em 2050, 79,7615 anos e 71,4503 anos no caso do método determinístico, e 72,4141 anos e 68,4173 anos para o método de Lee-Carter (1992). Já no caso da projeção por PMD, saímos em 2015 com uma expectativa de vida ao nascer em torno de 62 anos para ambos os sexos, e chegamos em 2050 com 69,4357 anos para homens e 69,4193 anos para as mulheres. Os resultados obtidos não se afastam do que já está sendo observados nos países desenvolvidos que representam um espelho do que irá acontecer nos países em desenvolvimento como o Benin.

Embora os três métodos de projeção estudados foram capazes de apresentar resultados que corroboram o fato de que o Benin já vivencia a queda nas taxas de mortalidade, notou – se uma diferença nos níveis dos parâmetros projetados. O método determinístico com tabua limite foi aquele que produziu resultados mais discrepantes dos dois outros. Isso se deu provavelmente pela escolha da tabua limite que foi feita. A escolha do estado da Bahia como tabua limite foi motivada pelas relações históricas entre o Benin e a Bahia que ao meu entendimento seriam pontos positivos para a projeção. Dependendo das considerações técnicas e critérios definidas para a escolha de uma outra tabua limite, os resultados obtidos com esse método poderiam ser totalmente diferentes ao tentar fazer a mesma projeção realizada nesse estudo. Diante desse limite desse método, um uso cauteloso dele é requisitado mesmo sendo ele adequado e vantajoso para as situações em que não existe dados de tendências passadas do lugar em estudo ao contrário dos dois outros métodos. Já, mais estocásticos, os métodos de Lee – Carter original e de PMD aprimoram mais a incerteza associada à projeção se baseando em tendências passadas para prever o futuro. Mas um limite do Lee Carter (1992) é que ele desconsidere todos os avanços na medicina que poderão ocorrer no futuro e melhorar as tendências de mortalidade.

É conveniente ressaltar que a diferença observada nas expectativas de vida ao nascer em 2015 foi devido ao uso de fonte de dados diferente. Enquanto para projetar a mortalidade pelo método determinístico e Lee - Carter (1992) foram usados dados obtidos do IHME, para o método PMD, foram usados dados do WPP2017. Cremos que essa diferença observada no início das projeções não reduz a consistência dos dados projetados sendo que o foco nesse estudo foi em comparar os resultados obtidos com os métodos determinístico e de Lee – Carter (1992). A inclusão do método PMD foi para fazer um estudo desse método comparando de forma mais global os cenários futuros produzidos com os três métodos contemplados e não necessariamente nos valores produzidos e trazer mais visibilidade sobre o PMD e para o conhecimento geral dos leitores desse trabalho. Por fim, embora essas duas fontes de dados são recomendáveis, existe um problema sério de coleta e disponibilização de dados de mortalidades por vários países do mundo, especialmente da África e da América Latina. Isso levar a reforçar o cuidado no manuseamento dos dados fornecidos por esses dois sites pois mesmo por ter passados por uma bateria de controle e ajustes, eles as vezes,

são provenientes de base de dados de baixa qualidade. Diante da importância de ter dados de mortalidade relevantes, devido aos seus múltiplos usos como na área da saúde, de previdência, se torna indispensável a construção de sistema eficaz de coleta de dados, não somente de mortalidade, mas de todo parâmetro populacional.

Nesse trabalho, falamos apenas de três métodos, mas vale ressaltar que existe inúmeros métodos de projeção de mortalidade. Cada método tem suas especificidades, mas todos os métodos de projeção de mortalidade têm o mesmo objetivo que é de estimar futuros parâmetros populacionais como no caso das expectativas de vidas. Os trabalhos como este, no qual se comparam vários métodos de projeção, são importantes pois ajudam a ter uma noção das vantagens e desvantagens de cada método. Ter essas informações, auxilia na escolha de um ou outro, já que não existe nenhum método que ajuste perfeitamente todos os dados existentes. Todavia, apenas com o passar dos anos que poderemos avaliar a robustez efetiva de cada método.

As taxas de mortalidade representam uma das principais ferramentas de trabalho para os atuários pois são essenciais para os estudos demográficos e para as atividades no ramo da previdência entre outros exemplos. Diante disso, os estudos de mortalidade junto aos exercícios de projeção são importantes para as Ciências Atuárias pois concedem aos atuários, dados para os exercícios de suas funções. Sem essas projeções, não seria possível por exemplo elaborar um sistema de previdência viável, oferecer produtos de seguro e dimensionar as políticas públicas de saúde. A função principal do atuário é aprimorar a incerteza do futuro e frente a isso, os estudos de mortalidade e os exercícios de projeção são mais do que essenciais.

6 REFERÊNCIAS

Andreev, Kirill & Gu, Danan & Gerland, Patrick. **Patterns of Mortality Improvement by Level of Life Expectancy at Birth**, 2013.

BERQUÓ, Elza; CAVENAGHI, Suzana. **Mapeamento sócio-econômico e demográfico dos regimes de fecundidade no Brasil e sua variação entre 1991 e 2000**. Anais, p. 1-18, 2016.

BOOTH, Heather; TICKLE, Leonie. **Mortality modelling and forecasting: A review of methods**. ADSRI - The Australian Demographic & Social Research Institute, 2008.

DE JESUS, Jéssica santos, and Kleber Fernandes de Oliveira. **"previsão da mortalidade do estado de sergipe utilizando o modelo lee & carter."** Anais (2016): 1-22.

FÍGOLI, Moema G. Bueno. **"Modelando e projetando a mortalidade no Brasil."** Revista Brasileira de Estudos de População 15.1 (1998): 95-113.

Gu, D., Pelletier, F. and Aswyer, C. **Projecting Age-sex-specific Mortality: A Comparison of the Modified Lee-Carter and Pattern of Mortality Decline Methods**, UN Population Division, Technical Paper No. 6. New York: United Nations, 2017.

Hermeto, Ana & Oliveira, Camilo & Luiz, Eduardo & Rios Neto, Eduardo. (2004). **Modelos idade-período-coorte aplicados à participação na força de trabalho: em busca de uma versão parcimoniosa**.

Land, K. (1986), **"Methods for National Population Forecasts: A Review"**, Journal of the American Statistical Association, 81, 888-901.

LEE, Ronald Demos; CARTER, Lawrence R. Modeling and Forecasting U. S. Mortality. **Journal of the American Statistical Association**, [s. l.], 1 jan. 1992.

Menashe-Oren, Ashira, and Guy Stecklov. **"Urban–rural disparities in adult mortality in sub-Saharan Africa."** Demographic Research 39 (2018): 136-176.

Odimegwu, C., Chisumpa, V.H. & Somefun, O.D. **Adult mortality in sub-Saharan Africa using 2001—2009 census data: does estimation method matter?**. Genus 74, 10 (2018). <https://doi.org/10.1186/s41118-017-0025-3>

Olshansky, S. J. (1988), **"On Forecasting Mortality"**, Millbank Quarterly, 66, 482-530

PENA, Rodolfo F. Alves. **"Transição demográfica"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/transicao-demografica.htm>. Acesso em 01 de setembro de 2020.

Principaux indicateurs socio demographiques et economiques (RGPH-4, 2013), INSAE (2016)

QUEIROZ, Bernardo Lanza. **Forecasting LFPR using the Lee-Carter Method**: Original R code. [S. l.], 13 fev. 2016. Disponível em: https://github.com/mattlobo/Scripts_Thesis/blob/master/LFPR%20Smoothing%20and%20Forecast/LeeCarter_LFPR.R. Acesso em: 23 ago. 2020.

REIS, João José. **Há duzentos anos: a revolta escrava de 1814 na Bahia**. Topoi (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 15, n. 28, p. 68-115, June 2014. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-101X2014000100068&lng=en&nrm=iso>. access on 29 Sept. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/2237-101X015028003>.

Rabbi, A., Mazzuco, S. **Mortality and life expectancy forecast for (comparatively) high mortality countries**. Genus 74, 18 (2018). <https://doi.org/10.1186/s41118-018-0042-x>

RENSHAW, Arthur E. **Actuarial graduation practice and generalised linear and non-linear models**. *Journal of the Institute of Actuaries*, v. 118, p. 295–312, 1991

Ryan D. Edwards & Shripad Tuljapurkar, "**Inequality in Life Spans and a New Perspective on Mortality Convergence Across Industrialized Countries**", *Population and Development Review*, The Population Council, Inc., vol. 31(4), pages 645-674, December. 2005.

SILVA, Flávia Sommerlatte. "**Tendências e projeção da mortalidade do município de São Paulo 1920 a 2100**." (2009).

SILVA, Luciano gonçalves de castro. **Projeções dos níveis e padrões da mortalidade no brasil e grandes regiões 1950-2010-2110 pelo método coerente leecarter estendido e outros: a tábua brgeracional e o risco de longevidade nas instituições previdenciárias do país**. 2019. Tese (Doutorado em Demografia) - Faculdade de Ciências Econômicas - UFMG, [S. l.], 2019

STECK, T. (2014). Human population explosion. Retrieved from http://editors.eol.org/eoearth/wiki/Human_population_explosion.

Tuljapurkar, Shripad & Boe, Carl. **Mortality Change and Forecasting: How Much and How Little Do We Know?**. *North American Actuarial Journal*. 2. 13-47. 10.1080/10920277.1998.10595752. 1998.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). **World Population Prospects 2019**, Volume II: Demographic Profiles (ST/ESA/SER.A/427)

Yaya, Sanni & Ahinkorah, Bright & Ameyaw, Edward & Seidu, Abdul-Aziz & Darteh, Eugene & Adjei, Nicholas. (2020). **Proximate and socio-economic determinants of under-five mortality in Benin**, 2017/2018. 2761. 10.1136/bmjgh-2020-002761.

YUNES, João. **A dinâmica populacional dos países desenvolvidos e subdesenvolvidos**. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 129-150, junho de 1971. Disponível em

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101971000100015&lng=en&nrm=iso, acesso em 23 de Aug 2020.
<https://doi.org/10.1590/S0034-89101971000100015>.

<http://abep.org.br/xxiencontro/arquivos/R0208-3.pdf>

<https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2020-2021>

<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=BJ>

<https://www.populationpyramid.net/pt/benim/2019/>

7 ANEXO

Tabela 2: Tábua de mortalidade para sexo masculino, Benin, 2050, Método determinístico

Tábua de mortalidade para sexo masculino, BENIN, 2050, Método derterminístico							
Ages	nqx	lx	ndx	nLx	Tx	ex	nMx
<1 ano	0,02533027	1	0,02533027	0,98733486	74,3855992	74,3855992	0,0256552
1-4 anos	0,002577	0,97466973	0,00251173	3,89365545	73,3982644	75,3057804	0,00064508
5-9 anos	0,00181145	0,972158	0,00176101	4,85638746	69,5046089	71,4951777	0,00036262
10-14 anos	0,00205182	0,97039699	0,00199108	4,84700722	64,6482215	66,6203857	0,00041079
10-14 anos	0,00205182	0,9684059	0,001987	4,83706202	59,8012142	61,7522198	0,00041079
15-19 anos	0,00653925	0,96641891	0,00631965	4,8162954	54,9641522	56,8740449	0,00131214
20-24 anos	0,01123162	0,96009925	0,01078347	4,77353759	50,1478568	52,2319507	0,00225901
25-29 anos	0,01291402	0,94931578	0,01225948	4,7159302	45,3743192	47,796866	0,00259959
30-34 anos	0,01453179	0,9370563	0,01361711	4,65123872	40,658389	43,3894838	0,00292763
35-39 anos	0,01737022	0,92343919	0,01604034	4,57709511	36,0071503	38,9924433	0,00350448
40-44 anos	0,02257884	0,90739885	0,02048801	4,48577424	31,4300552	34,6375302	0,00456733
45-49 anos	0,03115321	0,88691084	0,02763012	4,36547891	26,944281	30,3799206	0,00632923
50-54 anos	0,04174965	0,85928072	0,03587467	4,20671693	22,578802	26,2763977	0,00852795
55-59 anos	0,05840464	0,82340605	0,04809074	3,99680341	18,3720851	22,3123028	0,0120323
60-64 anos	0,07845339	0,77531531	0,06082611	3,72451129	14,3752817	18,541207	0,0163313
65-69 anos	0,11093086	0,7144892	0,0792589	3,37429875	10,6507704	14,9068319	0,023489
75-79 anos	0,22717078	0,6352303	0,14430576	2,81538709	7,27647166	11,4548561	0,0512561
80-84 anos	0,31567175	0,49092454	0,15497101	2,06719517	4,46108457	9,08710859	0,0749668
85-89 anos	0,4186942	0,33595353	0,14066179	1,32811317	2,39388941	7,12565636	0,105911
90-94 anos	0,52075109	0,19529174	0,10169838	0,72221272	1,06577624	5,45735452	0,140815
95-99 anos	0,76583777	0,09359335	0,07167732	0,28877345	0,34356352	3,67081114	0,248213
100-104 anos 1		0,02191603	0,02191603	0,05479007	0,05479007	2,5	0,506483
105-109 anos 1		0	0	0	0	-	0,650763
110+ anos 1		0	0	0	0	-	0,749544

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3: Tábua de mortalidade para sexo feminino, Benin, 2050, Método determinístico

Tábua de mortalidade para sexo feminino, BENIN, 2050, Método derterminístico							
Ages	nqx	lx	ndx	nLx	Tx	ex	nMx
<1 ano	0,02042173	1	0,02042173	0,98978914	79,7425681	79,7425681	0,0206324
1-4 anos	0,00205465	0,97957827	0,00201269	3,91428772	78,752779	80,3945749	0,00051419
5-9 anos	0,00136508	0,97756558	0,00133445	4,88449178	74,8384913	76,55598	0,0002732
10-14 anos	0,00145126	0,97623113	0,00141676	4,87761375	69,9539995	71,6572104	0,00029046
10-14 anos	0,00224813	0,97481437	0,00219151	4,86859307	65,0763857	66,7577211	0,00045013
15-19 anos	0,00275678	0,97262286	0,00268131	4,85641103	60,2077927	61,9025063	0,00055212
20-24 anos	0,0032626	0,96994155	0,00316454	4,84179642	55,3513816	57,0667186	0,00065359
25-29 anos	0,00472299	0,96677702	0,00456607	4,8224699	50,5095852	52,245331	0,00094683
30-34 anos	0,00669352	0,96221094	0,00644058	4,79495326	45,6871153	47,4813923	0,0013432
35-39 anos	0,00981267	0,95577036	0,00937866	4,75540517	40,8921621	42,7845052	0,00197221
40-44 anos	0,01385914	0,9463917	0,01311618	4,69916808	36,1367569	38,1837211	0,00279117
45-49 anos	0,02001223	0,93327553	0,01867693	4,61968532	31,4375888	33,6852172	0,0040429
50-54 anos	0,02890094	0,9145986	0,02643276	4,5069111	26,8179035	29,3220473	0,00586494
55-59 anos	0,04148727	0,88816584	0,03684758	4,34871025	22,3109924	25,1203001	0,00847322
60-64 anos	0,06181924	0,85131826	0,05262785	4,12502167	17,9622821	21,0993737	0,0127582
65-69 anos	0,09403552	0,79869041	0,07510527	3,80568887	13,8372605	17,3249363	0,019735
75-79 anos	0,14402763	0,72358514	0,10421625	3,35738506	10,0315716	13,863706	0,0310409
80-84 anos	0,21988711	0,61936888	0,13619123	2,75636634	6,67418654	10,775786	0,0494097
85-89 anos	0,33734034	0,48317765	0,16299531	2,00839997	3,9178202	8,10844664	0,0811568
90-94 anos	0,45401965	0,32018234	0,14536907	1,237489	1,90942023	5,9635402	0,117471
95-99 anos	0,73125831	0,17481327	0,12783365	0,5544822	0,67193123	3,84370847	0,230546
100-104 anos 1		0,04697961	0,04697961	0,11744903	0,11744903	2,5	0,465442
105-109 anos 1		0	0	0	0	-	0,625996
110+ anos 1		0	0	0	0	-	0,743285

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4: Tábua de mortalidade para sexo feminino, Benin, 2050, Método Lee-Carter (1992)

Tábua de mortalidade para sexo feminino, BENIN, 2050, Método Lee-Carter(1992)							
Ages	nxq	lx	ndx	nLx	Tx	ex	nMx
<1 ano	0,02470096	1	0,02470096	0,98764952	72,4140649	72,4140649	0,02500985
1-4 anos	0,01305349	0,97529904	0,01273105	3,87573404	71,4264154	73,2354004	0,00328481
5-9 anos	0,00224551	0,96256798	0,00216146	4,80743627	67,5506814	70,1775694	0,00044961
10-14 anos	0,00179529	0,96040652	0,00172421	4,79772209	62,7432451	65,3298822	0,00035938
10-14 anos	0,00287054	0,95868231	0,00275194	4,78653172	57,945523	60,4428832	0,00057493
15-19 anos	0,00434943	0,95593037	0,00415775	4,76925749	53,1589913	55,6096895	0,00087178
20-24 anos	0,00704415	0,95177262	0,00670442	4,74210206	48,3897338	50,8416954	0,00141381
25-29 anos	0,01040167	0,9450682	0,00983029	4,70076527	43,6476318	46,184637	0,00209121
30-34 anos	0,01435869	0,93523791	0,01342879	4,64261757	38,9468665	41,6438064	0,0028925
35-39 anos	0,01774799	0,92180912	0,01636026	4,56814494	34,3042489	37,2140481	0,00358138
40-44 anos	0,0232029	0,90544886	0,02100904	4,47472169	29,736104	32,841285	0,00469505
45-49 anos	0,03171953	0,88443982	0,02805402	4,35206406	25,2613823	28,5620137	0,00644614
50-54 anos	0,04383948	0,8563858	0,03754351	4,18807023	20,9093182	24,4157694	0,00896439
55-59 anos	0,06597655	0,81884229	0,05402439	3,95915048	16,721248	20,4205965	0,01364545
60-64 anos	0,09780285	0,7648179	0,07480137	3,63708607	12,7620975	16,6864524	0,02056629
65-69 anos	0,15045928	0,69001653	0,10381939	3,19053417	9,12501145	13,2243375	0,03253981
75-79 anos	0,2323532	0,58619714	0,13620478	2,59047375	5,93447728	10,1236886	0,0525791
80-84 anos	0,36575315	0,44999236	0,16458612	1,83849649	3,34400353	7,43124513	0,08952213
85-89 anos	0,55090714	0,28540624	0,15723233	1,03395035	1,50550704	5,27496193	0,15206952
90-94 anos	0,7650405	0,1281739	0,09805823	0,39572395	0,47155669	3,6790382	0,24779452
95-99 anos	0,99639029	0,03011568	0,03000697	0,07556096	0,07583274	2,51804854	0,39712262
100-104 anos	1	0,00010871	0,00010871	0,00027177	0,00027177	2,5	0,50082009
105-109 anos	1	0	0	0	0	-	0,64418168
110+ anos	1	0	0	0	0	-	0,75573428

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 5: Tábua de mortalidade para sexo masculino, Benin, 2050, Método Lee – Carter (1992)

Tábua de mortalidade para sexo masculino, BENIN, 2050, Método Lee-Carter(1992)							
Ages	nxq	lx	ndx	nLx	Tx	ex	nMx
<1 ano	0,03445906	1	0,03445906	0,98277047	68,4173321	68,4173321	0,03506318
1-4 anos	0,01405479	0,96554094	0,01357047	3,83502281	67,4345616	69,8412246	0,00353856
5-9 anos	0,00295813	0,95197047	0,00281605	4,75281221	63,5995388	66,8083109	0,0005925
10-14 anos	0,00234935	0,94915442	0,00222989	4,74019736	58,8467266	61,9991074	0,00047042
10-14 anos	0,00418546	0,94692453	0,00396332	4,72471434	54,1065293	57,1392205	0,00083885
15-19 anos	0,0070921	0,94296121	0,00668758	4,6980871	49,3818149	52,3688721	0,00142347
20-24 anos	0,0097215	0,93627363	0,00910199	4,65861319	44,6837278	47,7250734	0,0019538
25-29 anos	0,01340465	0,92717165	0,01242841	4,60478719	40,0251146	43,1690452	0,00269902
30-34 anos	0,01706498	0,91474323	0,01561008	4,53469097	35,4203274	38,7216065	0,00344237
35-39 anos	0,02199294	0,89913315	0,01977458	4,44622931	30,8856365	34,3504589	0,0044475
40-44 anos	0,03008276	0,87935857	0,02645354	4,33065901	26,4394072	30,0666964	0,00610843
45-49 anos	0,04279977	0,85290503	0,03650414	4,17326483	22,1087482	25,9216997	0,00874714
50-54 anos	0,06293396	0,8164009	0,05137934	3,95355614	17,9354833	21,9689657	0,01299573
55-59 anos	0,09438475	0,76502156	0,07220637	3,64459187	13,9819272	18,276514	0,01981192
60-64 anos	0,13557993	0,69281519	0,09393183	3,22924636	10,3373353	14,9207689	0,02908785
65-69 anos	0,20035834	0,59888335	0,11999127	2,69443858	7,10808896	11,8689039	0,04453294
75-79 anos	0,28426797	0,47889208	0,13613368	2,0541262	4,41365038	9,21637789	0,06627328
80-84 anos	0,41532268	0,3427584	0,14235534	1,35790366	2,35952417	6,88392803	0,10483464
85-89 anos	0,58695969	0,20040306	0,11762852	0,70794402	1,00162051	4,99802992	0,16615511
90-94 anos	0,79041835	0,08277454	0,06542652	0,25030642	0,29367649	3,54790827	0,26138569
95-99 anos	1	0,01734803	0,01734803	0,04337006	0,04337006	2,5	0,40072721
100-104 anos	1	0	0	0	0	-	0,51514618
105-109 anos	1	0	0	0	0	-	0,64795741
110+ anos	1	0	0	0	0	-	0,74727603

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 6: Tábua de mortalidade para sexo masculino, Benin, 2050, Método PMD

Tábua de mortalidade para sexo masculino, BENIN, 2050, Método PMD							
Ages	nqx	lx	ndx	nLx	Tx	ex	nMx
<1 ano	0,02248985	1	0,02248985	0,98875507	69,4357167	69,4357167	0,02274563
1-4 anos	0,01595548	0,97751015	0,01559664	3,8788473	68,4469616	70,0217403	0,00402095
5-9 anos	0,00701884	0,9619135	0,00675152	4,79268873	64,5681143	67,1246574	0,00140871
10-14 anos	0,00475312	0,95516199	0,00454	4,76445994	59,7754256	62,5814536	0,00095289
10-14 anos	0,00630488	0,95062199	0,00599356	4,73812604	55,0109656	57,8683919	0,00126496
15-19 anos	0,00837707	0,94462843	0,00791322	4,70335911	50,2728396	53,2196979	0,00168246
20-24 anos	0,01028657	0,93671521	0,00963558	4,6594871	45,5694805	48,6481695	0,00206795
25-29 anos	0,01216705	0,92707963	0,01127982	4,60719858	40,9099934	44,1278097	0,0024483
30-34 anos	0,01478703	0,91579981	0,01354195	4,54514414	36,3027948	39,6405356	0,00297943
35-39 anos	0,01941932	0,90225785	0,01752124	4,46748616	31,7576507	35,1979765	0,00392195
40-44 anos	0,02418014	0,88473661	0,02139306	4,37020042	27,2901645	30,8455241	0,00489521
45-49 anos	0,03500877	0,86334356	0,03022459	4,2411563	22,9199641	26,5479066	0,0071265
50-54 anos	0,04963259	0,83311896	0,04134985	4,06222018	18,6788078	22,4203368	0,01017913
55-59 anos	0,07823463	0,79176911	0,06194376	3,80398615	14,6165876	18,4606692	0,01628391
60-64 anos	0,12528244	0,72982535	0,0914343	3,420541	10,8126014	14,8153273	0,02673095
65-69 anos	0,19859861	0,63839105	0,12678358	2,87499632	7,39206045	11,5792044	0,04409869
75-79 anos	0,30244777	0,51160748	0,15473454	2,17120103	4,51706413	8,82915976	0,0712668
80-84 anos	0,44724407	0,35687293	0,1596093	1,38534141	2,34586311	6,57338475	0,11521297
85-89 anos	0,61260423	0,19726363	0,12084453	0,68420682	0,96052169	4,86922851	0,17661989
90-94 anos	0,78689685	0,0764191	0,06013395	0,23176062	0,27631488	3,61578305	0,25946577
95-99 anos	0,94720387	0,01628515	0,01542536	0,04286236	0,04455426	2,73588254	0,35988121
100+ anos	1	0,00085979	0,00085979	0,0016919	0,0016919	1,96779974	0,50818179

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 7: Tábua de mortalidade para sexo feminino, Benin, 2050, Método PMD

Tábua de mortalidade para sexo feminino, BENIN, 2050, Método PMD							
Ages	nqx	lx	ndx	nLx	Tx	ex	nMx
<1 ano	0,03008674	1	0,03008674	0,98495663	69,4193363	69,4193363	0,03054626
1-4 anos	0,01869978	0,96991326	0,01813716	3,84337871	68,4343797	70,5572165	0,00471907
5-9 anos	0,00725846	0,95177609	0,00690843	4,7416094	64,591001	67,8636513	0,00145698
10-14 anos	0,00441653	0,94486767	0,00417303	4,71390575	59,8493916	63,3415596	0,00088526
10-14 anos	0,00543953	0,94069463	0,00511694	4,69068084	55,1354858	58,6114599	0,00109087
15-19 anos	0,0070109	0,9355777	0,00655924	4,6614904	50,444805	53,9183491	0,00140711
20-24 anos	0,00865118	0,92901846	0,00803711	4,62499953	45,7833146	49,281383	0,00173775
25-29 anos	0,01047014	0,92098135	0,0096428	4,58079974	41,1583151	44,6896292	0,00210505
30-34 anos	0,01306425	0,91133855	0,01190595	4,52692785	36,5775153	40,1360345	0,00263003
35-39 anos	0,01752638	0,89943259	0,0157638	4,45775347	32,0505875	35,6342296	0,00353626
40-44 anos	0,02211914	0,8836688	0,01954599	4,36947901	27,592834	31,2253122	0,0044733
45-49 anos	0,03226742	0,86412281	0,02788301	4,2509065	23,223355	26,8750632	0,00655931
50-54 anos	0,04602472	0,83623979	0,0384877	4,08497971	18,9724485	22,6878088	0,00942176
55-59 anos	0,07323752	0,79775209	0,05842538	3,84269699	14,8874688	18,6617735	0,01520427
60-64 anos	0,11903436	0,73932671	0,08800528	3,47662032	11,0447718	14,9389596	0,02531346
65-69 anos	0,19240427	0,65132142	0,12531703	2,94331455	7,5681515	11,6196877	0,04257684
75-79 anos	0,29914929	0,5260044	0,15735384	2,23663738	4,62483695	8,79239217	0,07035286
80-84 anos	0,45053723	0,36865055	0,1660908	1,42802577	2,38819957	6,47822046	0,11630798
85-89 anos	0,62523329	0,20255975	0,1266471	0,69618102	0,96017379	4,74020021	0,18191692
90-94 anos	0,8086018	0,07591265	0,06138311	0,22610549	0,26399277	3,47758599	0,27147995
95-99 anos	0,97525602	0,01452954	0,01417003	0,03722266	0,03788728	2,60760285	0,3806828
100+ anos	1	0,00035952	0,00035952	0,00066462	0,00066462	1,84864772	0,54093594

Fonte: Elaborado pelo autor