

Modelo Quadrático Múltiplo (MQM) para estimativas de mortalidade: um exercício metodológico para o Brasil (1998-2016) e Chile (1992-2008).

Felipe Inácio Xavier de Azevedo¹

Universidade Estadual de Campinas

Resumo:

A alteração no nível e padrão da mortalidade é um evento secular observado em todo o mundo, com reflexos relevantes para as políticas públicas e planejamento político-econômico. As estimativas de mortalidade são subsídios importantes nesse contexto, como também instrumento para construção de tábuas de mortalidade que possibilitem indicadores sintéticos. A necessidade de estimativas fidedignas tem conduzido diversos estudos na formulação de modelos capazes de possibilitar estimativas da mortalidade nesse cenário, considerando o rápido declínio das taxas e sua flutuação ao longo do tempo e nos grupos etários. Nesse sentido que a proposição do Modelo Quadrático Múltiplo, ajustado pelo método de mínimos quadrados, incorpora a tendência temporal e a relação da mortalidade entre idades, de modo que permite estimativas para qualquer idade no intervalo etário considerado. Este exercício metodológico fez uso das tábuas de vida completas para o Brasil entre 1998 e 2016, e para o Chile entre 1992 e 2008, disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo *Human Mortality Database (HMD)*, respectivamente. Os resultados apontam para uma elevada significância dos modelos em todos os casos por sexo, com melhor aderência ao Chile se comparado ao Brasil, tendo resultado em ambos os casos em fatores de ajustes, R^2 , superiores a 0,80. Os diferenciais nos ajustes por sexo se mostraram pouco significantes, ainda que para ambos os países os modelos ajustados para o sexo masculino se sobressaem.

Palavras-Chave: Estimativas; Mortalidade; Mortalidade Infantil; Modelos Quadráticos Múltiplos.

¹Técnico em Registros e Informação em Saúde, Atuário e Mestre em Demografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Doutorando em Demografia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). E-mail: azevedofixa@hotmail.com.

1. Introdução

As estimativas de mortalidade são cada vez mais importantes como ferramenta norteadora das políticas públicas e socioeconômicas uma vez que refletem características sociais e da condição de vida da população (RAMOS et al, 1987; IBGE, 1999; IBGE, 2010). Por esse motivo, conhecer e prever o nível e padrão da mortalidade é de grande importância para a compreensão da dinâmica populacional.

O declínio nas taxas de mortalidade vem sendo observado há décadas no Brasil sob diversos aspectos correlacionados, refletindo no aumento da sobrevivência da população como um todo (MÉDICE e BELTRÃO, 1993; ALVES, 2008; BRITO et al, 2007; TURRA, 2012). Esse fenômeno tem despertado grande interesse quanto ao comportamento e tendências dessa componente, como também dos seus diferenciais.

As taxas específicas de mortalidade por idade e sexo são necessárias sob diversos aspectos, desde a comparação do nível de mortalidade entre populações, até a análise de mudanças no padrão de mortalidade no decorrer do tempo (WOOD, 1997; WONG et al, 2013). Nesse sentido, dispor de taxas fidedignas é essencial para o adequado entendimento desse fenômeno. No entanto, a correta mensuração dessas taxas e estimativas depende de informações de população e óbitos com boa qualidade. No Brasil, a qualidade dos dados de óbitos e população tem melhorado significativamente ao longo do tempo, o que tem permitido o desenvolvimento de muitos estudos relativos a mortalidade (HAKKERT, 1996; CUNHA, 2010; CUNHA, CAMPOS e FRANÇA, 2011; FIGUEIROA, 2013; FRIAS et al, 2013; QUEIROZ et al, 2013; LIMA, QUEIROZ e SAWYER, 2014; MELO et al, 2014).

Diversos estudos fazem uso de modelos para a proposição de estimativas de mortalidade, tais que reflitam de fato as populações de estudo. Em suma, os estudos em geral partem do estudo das distribuições de probabilidade que essas estimativas assumem, para que possam formular modelos significativos (ROMERO, 2002; WILMOTH et al, 2012; SOUZA e FREIRE, 2012; QUEIROZ et al, 2013). Outras propostas incorporam não somente a tendência temporal dessas estimativas, mas buscam propor modelos considerando a relação da mortalidade entre idades (WILMOTH et al, 2012; SOUZA, 2014; AZEVEDO, 2016).

Os avanços nas concepções metodológicas têm propiciado a formulação de modelos passíveis de uso em diversos contextos, com diferentes níveis e qualidade de dados, possibilitando estimativas mais precisas (WILMOTH et al, 2012; FRIAS et al, 2013). Muitas são as abordagens metodológicas, desde modelagens simples a modelagens

mais robustas, as vistas do uso de modelos bayesianos. Ainda nesse contexto, os diversos tratamentos adotados quanto a abordagem metodológica e ao tratamento das variáveis tem permitido uma maior flexibilização dos pressupostos.

O uso de fontes de dados diversas também tem permitido se explorar possibilidades metodológicas sob diversos contextos e aspectos, possibilitando a comparação entre países. As tábuas de vida disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE) e as estimativas disponibilizadas pelo *Human Mortality Database (HMD)* são fontes passíveis de uso e comparação como aqui pretendido.

Este trabalho adota como norte o modelo relacional explorado por Wilmoth et al (2012), que considera a relação da mortalidade entre idades como principal pressuposto. Fazendo-se uso das tábuas de mortalidades completas para o Brasil, entre 1997 e 2016, e para o Chile, entre 1992 e 2008, disponibilizadas pelo IBGE e pelo HMD, respectivamente, propõe-se um modelo único para estimativas da mortalidade considerando a tendência dessa componente e a relação da mortalidade entre idades.

Um dos pressupostos para esse modelo é que a relação da mortalidade entre idades reduz as deficiências de má qualidade de dados em idades específicas, permitindo estimativas mais próximas da realidade (WILMOTH et al, 2012). O modelo quadrático múltiplo se mostrou satisfatório na medida em que produziu estimativas muito próximas da realidade e pode ser aplicado em contexto diversos permitindo comparações.

2. Materiais e métodos

O presente estudo fez uso das probabilidades de morte por idade e sexo disponíveis nas tábuas de vida completas disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o Brasil no período entre 1997 e 2016, e para o Chile entre 1992 e 2008 pelo *Human Mortality Database (HMD)*. O processo metodológico empregado se divide em quatro momentos, o primeiro é relativo ao tratamento das variáveis, com a suavização das probabilidades de morte e sua transformação por meio do logaritmo natural, o segundo se dá pela aplicação de uma regressão para a obtenção dos modelos quadráticos por idade e sexo, o terceiro quando da aplicação de uma regressão sob os parâmetros anteriores estimados, e por fim o tratamento da mortalidade infantil.

Tanto as probabilidades de morte disponibilizadas pelo IBGE, quanto as estimativas disponibilizadas pelo HMD, foram submetidas a um processo de alisamento exponencial, com o intuito de normalizar a série temporal e reduzir a possibilidade de

ruídos na construção dos modelos. O alisamento exponencial foi realizado no *Software R* por meio da função “*lowess*” que usa um critério de vizinhança. Entretanto, outras funções podem ser utilizadas, como, por exemplo, a “*HoltWinters*”.

Uma segunda transformação foi realizada nas probabilidades de morte, sendo aplicado o logaritmo natural² com o intuito de que o modelo de regressão capte melhor a variação temporal. Com essas estimativas suavizadas e transformadas, por idade simples e por sexo, foi analisada a tendência da mortalidade, sua variação ao longo do tempo. Assim, foi verificado que a tendência da mortalidade ao longo do tempo se assemelha ao comportamento de um modelo quadrático, ou seja, incorpora parte da curva de uma parábola invertida, com α (**alfa**) negativo.

Diante disso, foi empregado um modelo de regressão pelo método de mínimos quadrados para a obtenção dos parâmetros do modelo quadrático para cada idade simples por sexo.

O modelo quadrático possui a seguinte formulação:

$$y_x^t = c_x + \beta_x t + \alpha_x t^2 \quad (1)$$

Em que,

- y_x^t → Variável dependente, representada pelas probabilidades de morte à idade x no ano t ;
- c_x → Coeficiente de ajuste do nível da curva de mortalidade;
- β_x → Coeficiente de ajuste de deslocamento da curva;
- α_x → Coeficiente de ajuste de direção, sendo que $\alpha \neq 0 \forall x$;
- t → Corresponde ao tempo, ou variação temporal de projeção da mortalidade;
- x → Corresponde a idade exata x anos, em que $x = 0, 1, 2, \dots, w$.

Uma vez aplicada a regressão e encontrados os parâmetros dos modelos quadráticos por idade e sexo, tem-se três vetores correspondentes, c , β e α para as idades de 0 a 79 anos, considerado que o limite da tábua, w , igual a 80 anos. Esse primeiro modelo considerou que há uma dependência entre y e t , tal que há uma relação entre a mortalidade que é explicada pelo tempo, sendo assim denominado “Modelo Temporal”. O segundo pressuposto é considerar que há uma relação da mortalidade entre idades, ou seja, passasse a considerar que a tendência de mortalidade está correlacionada entre si. Desse modo, a mortalidade à idade x está relacionada à mortalidade à idade $x + n$,

²Uma vez que a metodologia é aplicada sob probabilidades transformadas pelo logaritmo natural, para obtenção da probabilidade estimadas é necessário aplicar a função inversa, o exponencial.

assumindo a denominação de “Modelo Relacional Etário” (WILMOTH et al, 2012; SOUZA, 2014; AZEVEDO, 2016).

Partindo desses pressupostos, pode-se considerar que um processo de regressão aplicado sobre os parâmetros anteriormente encontrados, retornará um modelo que incorpora a variação, ou relação, da mortalidade entre idades, e uma vez que foi previamente aplicado sob a ótica da variação, ou relação temporal, também incorpora essa tendência.

Considere-se que c , β e α são explicados por funções até então desconhecidas, mas que podem ser definidas por um processo de mínimos quadrados. Desse modo, $\alpha \rightarrow f(\alpha)$, $\beta \rightarrow f(\beta)$ e $c \rightarrow f(c)$. Considerando tais pressupostos, foi possível obter as funções ideais que explicam o comportamento dos parâmetros ao longo das idades. Apesar de um ajuste um tanto simples, a definição do modelo explicativo se deu pelo maior R^2 , ou seja, considerando o modelo com maior poder explicativo e preditivo. Por sua vez, identificou-se que a relação do nível, dado pelo parâmetro c , o deslocamento da curva, dado por β , e a direção, dado por α , são explicados também por um modelo quadrático.

Ao concatenar os modelos se obtém as seguintes equações:

$$y_x^t = f_x(c) + f_x(\beta)t + f_x(\alpha)t^2 \quad (2)$$

Substituindo por funções quadráticas,

$$y_x^t = (c + \beta x + \alpha x^2) + (c + \beta x + \alpha x^2)t + (c + \beta x + \alpha x^2)t^2 \quad (3)$$

Ao combinar os modelos, temporal e relacional etário, obtém-se um modelo quadrático múltiplo com apenas duas componentes variáveis, a idade, x , e o tempo, t . As demais componentes são constantes e resultantes da regressão.

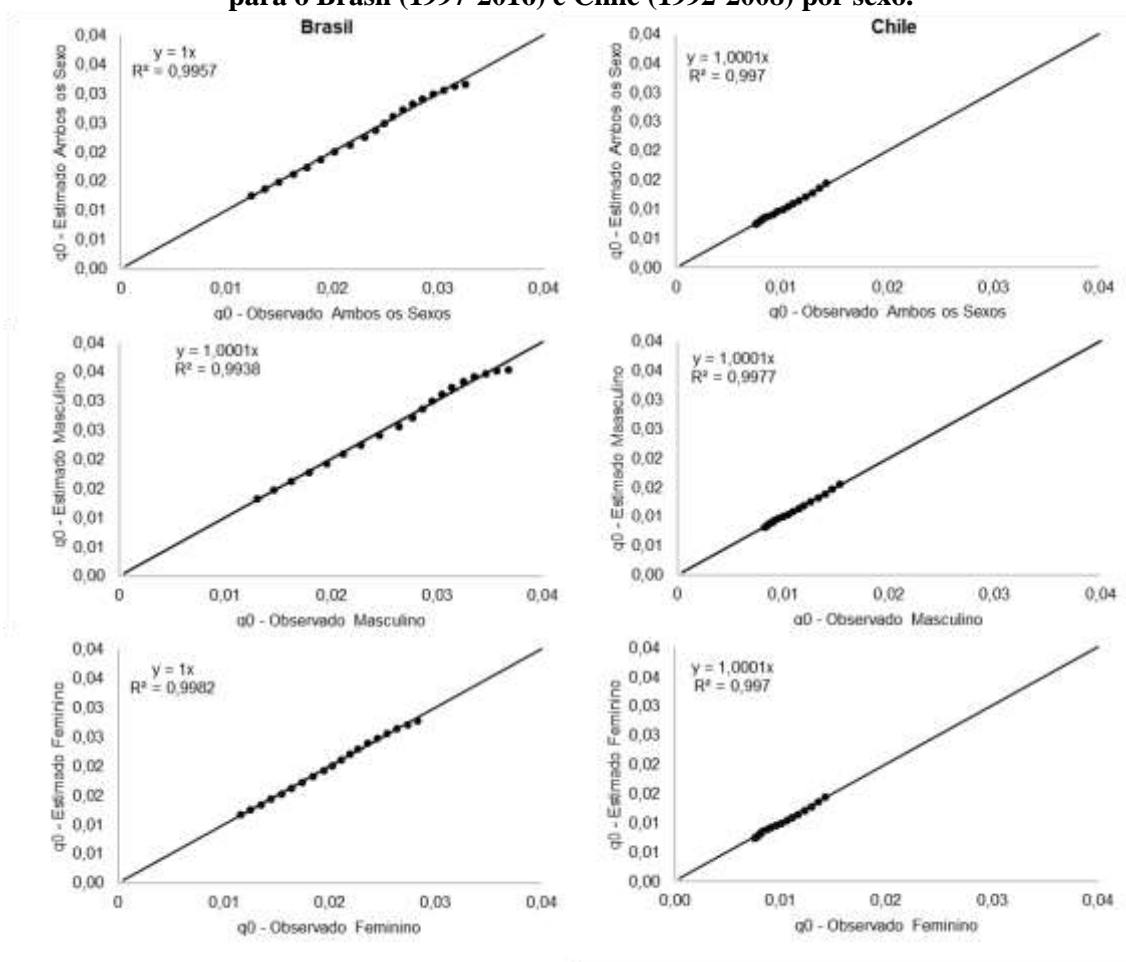
Desse processo obteve-se em um primeiro momento um conjunto de modelos para cada idade por sexo, e em um segundo momento um modelo único que congrega os modelos individuais, isso foi importante na medida em que se observou, como apresentado nos resultados, que o modelo múltiplo não é eficiente para estimativas da mortalidade infantil, mas o modelo individual, simples, o faz satisfatoriamente, ainda assim, o modelo múltiplo incorpora os parâmetros da mortalidade infantil. Ressalta-se que a obtenção de estimativas é possível somente para o intervalo considerado na regressão, uma vez que incorporou a variação, tendência e relação da mortalidade entre essas idades.

3. Resultados

Os modelos ajustados são consistentes na medida em que capturam a tendência da mortalidade ao longo do tempo e sua variação entre idades. Os resultados apresentam os modelos ajustados de modo comparativo entre Brasil e Chile, por sexo, com o intuito de se averiguar o cenário qual melhor se adequou.

Uma vez que o modelo quadrático múltiplo não se mostrou satisfatório para estimativas da mortalidade infantil, para esse caso, foi aplicado o modelo individual, tendo resultado em um bom ajuste. Ao comparar a mortalidade infantil observada, advinda das tábuas de mortalidade, com a mortalidade infantil estimada por meio dos modelos ajustados, como destacado no Gráfico 1, esse ajuste pode ser considerado satisfatório, tanto pelo fato de obter elevados fatores de ajuste, quanto pela captura, pelo modelos, do comportamento desse fenômeno.

Gráfico 1
Ajuste dos modelos quadráticos para a mortalidade infantil, q_0 , observada e estimada para o Brasil (1997-2016) e Chile (1992-2008) por sexo.



Fonte: IBGE (1998-2016), HMD (1992-2008).

Os gráficos de dispersão apresentados no Gráfico 1 refletem quão foi o ajuste realizado pelos modelos, de modo que permite vislumbrar que, se considerado um recorte de 45°, a dispersão dos pontos, quanto mais próximos da reta melhor o ajuste. No caso do Brasil, há uma maior oscilação e dispersão dos pontos ao longo da reta, o que indicaria um ajuste menor em comparação ao Chile.

O Quadro 1 apresenta os parâmetros do modelo individual para a mortalidade infantil por sexo, no qual reflete elevados fatores de ajustes, com R² superiores a 0,99, tanto para o Brasil, quanto para o Chile em todos os casos.

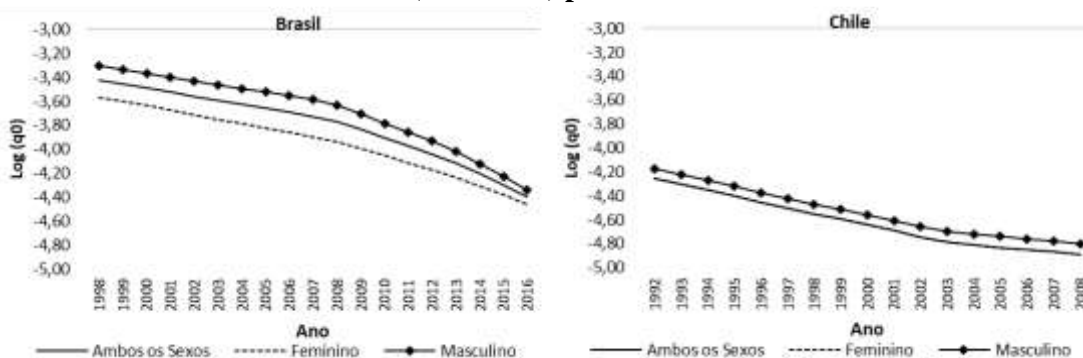
Quadro 1
Modelos Quadráticos ajustados para a mortalidade infantil, q_0 , para o Brasil (1997-2016) e Chile (1992-2008) por sexo.

Parâmetro	Brasil					Chile				
	α	β	c	R ²	p-valor	α	β	c	R ²	p-valor
Ambos os Sexos	-0,002174	-0,007872	-3,442493	0,997123	0,000000	0,001257	-0,063949	-4,175286	0,996909	0,000000
Masculino	-0,002782	0,001300	-3,338777	0,996161	0,000000	0,001226	-0,062656	-4,098704	0,997697	0,000000
Feminino	-0,001370	-0,020640	-3,560540	0,998677	0,000000	0,001257	-0,063949	-4,175286	0,996909	0,000000

Fonte: IBGE (1998-2016), HMD (1992-2008).

Alguns pontos distinguem entre os modelos ajustados para a mortalidade infantil no caso do Brasil e do Chile, como o comportamento dos seus parâmetros, reflexos do comportamento da mortalidade nessa idade. Se observado o Gráfico 2, que traz o logaritmo das probabilidades de morte infantil da série analisada para o Brasil e Chile por sexo, verifica-se que são tendências e níveis distintos. No caso do Brasil, há uma rápida queda da mortalidade infantil com o que se poderia definir como uma mudança de nível de alto-médio para um nível médio-baixo, de modo que, no caso do Chile se definiria como uma mudança de nível de médio-baixo para baixo-baixo. Pelo que se analisa, esse processo de queda no caso do Brasil se deu mais tardiamente.

Gráfico 2
Logaritmo das probabilidades de morte infantil, q_0 , para o Brasil (1997-2016) e Chile (1992-2008) por sexo.



Fonte: IBGE (1998-2016), HMD (1992-2008).

Uma das conclusões chave do processo metodológico aplicado é que a mortalidade infantil é um bom componente para a formulação do modelo quadrático múltiplo preditor da mortalidade a cima de 0 anos, entretanto, o modelo quadrático múltiplo não é um bom preditor para a mortalidade infantil. Desse modo, a mortalidade infantil está incorporada no modelo quadrático múltiplo para a obtenção das estimativas acima de 0 anos, mas para as estimativas da mortalidade infantil foi utilizado o modelo individual.

No caso do modelo quadrático múltiplo, o principal componente, para o qual deve-se ater, é o parâmetro que traduz o nível da mortalidade, dado por c . Conforme ilustrado no Quadro 2, que apresenta os parâmetros dos modelos ajustados, os fatores de ajustes para o nível da mortalidade, no caso do Brasil se coloca entre 0,83 e 0,86. Quanto ao Chile, esse apresenta fatores superiores que variam entre 0,90 e 0,91. Para ambos os países o menor fator é relativo ao sexo masculino.

Quadro 2
Modelos Quadráticos Múltiplos (MQM) ajustados para o Brasil (1997-2016) e Chile (1992-2008) por sexo.

Parâmetro	Brasil					Chile				
	Ambos os Sexos					Ambos os Sexos				
	α	β	c	R ²	p-valor	α	β	c	R ²	p-valor
α	-0,000001	0,000043	-0,000832	0,109979	0,000000	-0,000000	0,000024	-0,000521	0,017310	0,000000
β	0,000006	-0,000160	-0,024611	0,441311	0,000000	-0,000003	0,000312	-0,029724	0,012800	0,000000
c	0,000479	0,018042	-7,000006	0,845935	0,000000	0,000716	0,009392	-7,638215	0,911150	0,000000
Parâmetro	Masculino					Masculino				
	α	β	c	R ²	p-valor	α	β	c	R ²	p-valor
	α	-0,000001	0,000053	-0,001164	0,107608	0,000000	-0,000000	0,000010	-0,000633	0,029332
β	0,000007	-0,000244	-0,020950	0,336852	0,000000	-0,000005	0,000434	-0,027462	0,013977	0,000000
c	0,000318	0,029195	-6,834229	0,832112	0,000000	0,000563	0,021858	-7,534784	0,904977	0,000000
Parâmetro	Feminino					Feminino				
	α	β	c	R ²	p-valor	α	β	c	R ²	p-valor
	α	-0,000000	0,000020	-0,000168	0,130029	0,000000	-0,000000	0,000024	-0,000521	0,017310
β	0,000004	0,000144	-0,037320	0,506460	0,000000	-0,000003	0,000312	-0,029724	0,012800	0,000000
c	0,000789	-0,002749	-7,208518	0,868301	0,000000	0,000716	0,009392	-7,638215	0,911150	0,000000

Fonte: IBGE (1998-2016), HMD (1992-2008).

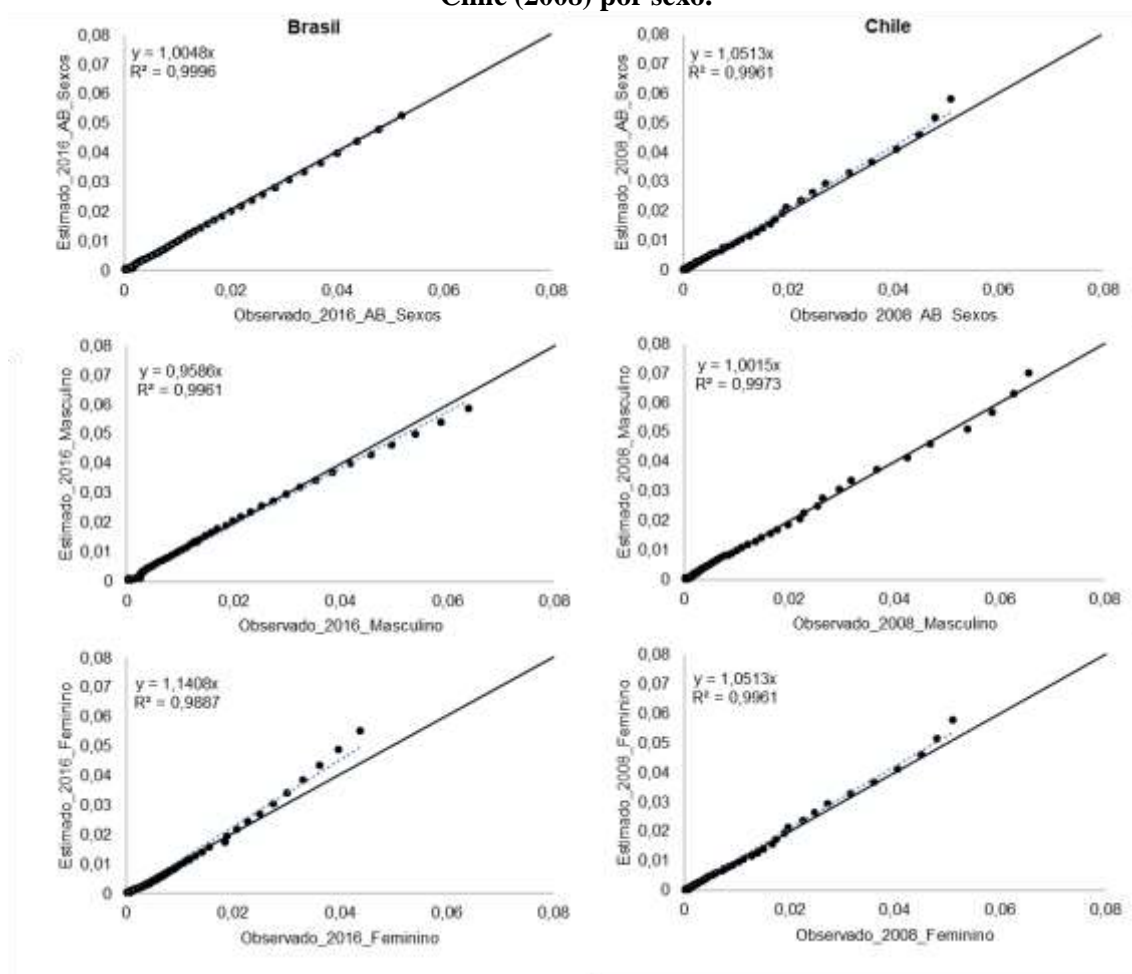
Uma vez definidos os modelos quadráticos múltiplos, para verificação do ajuste desses modelos tomou-se por base uma comparação entre as probabilidades de morte observadas e estimadas e por sexo. No caso do Brasil consideraram-se as probabilidades observadas para o ano de 2016, e para o Chile o ano de 2008. O intuito da comparação é verificar o potencial dos modelos ajustados, de modo que se espera que em um gráfico de dispersão, considerando uma reta de 45°, os pontos se estabeleçam o mais próximo da reta, sendo um indicador de melhor ajuste e qualidade dos modelos.

O Gráfico 3, apresentado a seguir, ilustra o teste de ajuste dos modelos, onde também incorpora as estimativas da mortalidade infantil ajustadas pelos modelos

quadráticos simples. Dessa forma, concatena os modelos quadráticos individuais, aplicado à mortalidade infantil, e os modelos quadráticos múltiplos, aplicados as idades acima de 0 anos.

Claramente, em ambos os casos, tanto para o Brasil, quanto para o Chile, os modelos ajustados foram significativos, resultando em elevados fatores de ajustes e com pouca oscilação e dispersão dos pontos em torno da reta.

Gráfico 3
Ajuste dos modelos quadráticos com os q_x observados e estimados para o Brasil (2016) e Chile (2008) por sexo.



Fonte: IBGE (1998-2016), HMD (1992-2008).

Destaca-se o ajuste para o sexo feminino para ambos os países, em que há uma leve oscilação e maior dispersão se comparado aos demais, entretanto, não me mostra altamente significativa. Esse efeito pode estar atrelado ao fato das baixas taxas de mortalidade feminina, que influenciam no ajuste do modelo e, por conseguinte, nas estimativas. O modelo com melhor adequação no caso do Brasil foi para ambos os sexos, já para o Chile foi o modelo masculino, em ambos os casos tendo insípida dispersão dos pontos em torno da reta de 45°.

4. Apontamentos

Os modelos propostos não têm o intuito de solucionar problemas metodológicos, tão pouco proporcionar estimativas ótimas, mas de possibilitar outra visão quanto ao uso dos dados disponíveis e da possibilidade de se explorar novos modelos e relações tendo como norte a tendência, padrão e distribuição dos dados, além de enfatizar a práticas de exercícios metodológicos como desenvolvido. No entanto, cabe ressaltar a importância dos modelos ajustados, possibilidade de seus usos, bem como suas limitações.

Os modelos partem de um pressuposto de dados com qualidade que ajustaria uma curva lógica sem preocupação com refinamento do dado. Isso é razoável quando se pensar que para a mortalidade infantil no Brasil já se tem indicadores desenvolvidos para correção do sub-registro (FRIAS et al., 2013), além de que os dados disponibilizados pelo HMD já possuem um nível de refinamento considerável. Para dados de má qualidade sugere-se que as devidas correções sejam realizadas, e/ou o uso de padrões que sejam representativos a cada população.

Os modelos foram desenvolvidos em um contexto de necessidades de tábuas de vida geracionais, como alternativa aos modelos convencionais, para uso em simulações atuariais na definição dos custos previdenciários com benefícios de risco³. Alguns autores têm proposto exercícios metodológicos com tal aplicação variando-se as fontes de dados utilizadas, as desagregações propostas e os modelos em suas infinitas possibilidades (OLIVEIRA et al., 2012; BELTRÃO & SUGARA, 2017).

As tábuas de vida geracionais possuem aplicações importantes em diferentes contextos, não somente na previdência, uma vez que se baseia na mortalidade de coortes reais (Ortega, 1987, p.5; WILBERT et al., 2013; LUY et al., 2015). Os diferenciais de expectativa de vida por níveis educacionais, por exemplo, podem ser estudados por meio de modelos geracionais (LUY et al., 2015), uma vez que o transcurso da vida se dá de formas diferentes entre as gerações. Nesse ponto, os modelos propostos possibilitam a construção de tábuas de vida geracionais como uma aproximação da mortalidade de coortes reais.

Os modelos são guias para uma aplicação do processo metodológico em outros contextos e devem ser utilizados com cautela sob a óticas dos pressupostos adotados. No entanto, é relevante considerar que apesar de serem modelos razoáveis, no que tange a

³Os benefícios de riscos compreendem aqueles com alto grau incerteza e custo para os planos previdenciário, tais como as aposentadorias não programadas (invalidez) e pensões por morte.

mortalidade infantil, por exemplo, o modelo proposto, apesar de quadrático, os resultados remetem a um modelo determinístico com elevados fatores de R^2 . Quanto ao modelo quadrático múltiplo aplicado as idades acima de 0 anos, para as estimativas considera-se apenas o parâmetro que corresponde ao nível da fecundidade, uma vez que, nessa atividade se emprega para a construção de tábuas longitudinais.

5. Considerações finais

Há que ser considerado que o declínio da mortalidade e o aumento da longevidade tem reflexos importantes no contexto social, em especial quando considera-se a queda expressiva da mortalidade infantil. É nesse contexto que as estimativas de mortalidade têm se tornado cada vez mais importantes sendo sempre objeto da agenda de políticas públicas, pois além de subsidiar o desenvolvimento de políticas, são basilares para a construção de indicadores que refletem as condições de vida da população.

A exploração das estimativas de mortalidade disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo *Human Mortality Database (HMD)* é um passo importante para o desenvolvimento de ferramentas metodológicas, além de ensinar a aplicação dessas ferramentas em outros contextos, possibilitando comparações. Nesse sentido que os modelos quadráticos múltiplos se mostraram eficazes em termos de aplicação, tanto do ponto de vista comparativo, quanto de potencial estimativo. Os modelos obtidos por meio do exercício metodológico se mostraram significativos ao ponto de resultar em estimativas muito próximas das observadas.

Os modelos ajustados não apresentaram grandes diferenciais quando comparados entre sexos, e até mesmo se comparado entre os países estudados. No entanto, como resultado finalístico foi possível verificar que o modelo quadrático múltiplo não é satisfatório para estimar a mortalidade infantil, muito embora incorpore os parâmetros da mortalidade infantil, mas que os modelos individuais são suficientes para as estimativas da mortalidade infantil.

Os resultados obtidos nesse exercício metodológico comprovam que é possível dispor de modelos capazes de produzir estimativas representativas da população que possam dar subsídios aos gestores públicos, como ferramenta passível de ser aplicada em contextos diversos. Além disso, as possibilidades metodológicas podem ainda ser melhoradas, com o uso de outros modelos, possibilitando maior desagregação dos cenários e contextos.

6. Referências

ALVES, J. E. D. **A transição demográfica e a janela de oportunidade.** Instituto Fernand Braudel de Economia Mundial. p. 2-13. São Paulo 2008.

AZEVEDO, F. I. X. A. **Estimativas de mortalidade infanto-juvenil para as mesorregiões do Brasil para o decênio 2000/2010.** (Dissertação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Departamento de Demografia de Ciências Atuariais. Programa de Pós-Graduação em Demografia. Natal, 2016. p.165.

BELTRÃO, Kaizo I.; SUGAHARA, Sonoe. **Mortalidade dos funcionários públicos civis do Executivo por sexo e escolaridade – 1993/2014.** R. Cont. Fin. – USP, São Paulo, v. 28, n. 75, p. 445-464, set./dez. 2017.

BRITO, Fausto. Transição demográfica e desigualdades sociais no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais.** São Paulo, v. 25, n. 1, p. 5-26, jan./jun. 2008.

CUNHA, Carolina C. **Subnotificação de óbitos ao sistema de informações sobre mortalidade na macrorregião nordeste de minas gerais no ano de 2007.** (Dissertação). Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Belo Horizonte – MG, 2010.

CUNHA, Carolina Cândida da; CAMPOS, Deise e FRANCA, Elisabeth Barboza. Uso da busca ativa de óbitos na avaliação do Sistema de Informações sobre Mortalidade em Minas Gerais, Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde [online].** 2011, vol.20, n.3, pp. 275-286. ISSN 1679-4974.

FIGUEIROA, Barbara de Queiroz et al. Análise da cobertura do Sistema de Informações sobre Mortalidade em Olinda, Pernambuco, Brasil. **Cad. Saúde Pública [online].** 2013, vol.29, n.3, pp. 475-484. ISSN 0102-311X.

FRIAS, Paulo G.; SZWARCOWALD, Célia L.; JUNIOR, Paulo R. B.; ALMEIDA, Wanessa S.; LIRA, Pedro I. C. *Correcting vital information: estimating infant mortality, Brazil, 2000-2009.* **Revista de Saúde Pública.** Vol. 46. Nº6. pg.1-10. Jul. 2013.

HAKKERT, Ralph. **Fontes de Dados Demográficos.** Associação Brasileira de Estudos Populacionais – ABEP. **Série: Textos didáticos;** 3. p.72. Belo Horizonte, 1996.

Human Mortality Database. University of California, Berkeley (USA), and Max Planck Institute for Demographic Research (Germany). Available at www.mortality.org or www.humanmortality.de (data downloaded on [date]).

IBGE. **Evolução das perspectivas da mortalidade infantil no Brasil. Departamento da População e indicadores sociais.** Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica. ISSN: 1516-3296; n2. Rio de Janeiro, IBGE, 1999, 45p.

IBGE. **Observações sobre a evolução da mortalidade no Brasil: o passado, o presente e perspectivas.** Instituto brasileiro de Geografia e estatística. Rio de Janeiro, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Tábuas Completas de Mortalidade.** Brasil, Rio de Janeiro, 2016.

LIMA, Everton E. C.; QUEIROZ, Bernardo L.; SAWYER, Diana O. Método de estimação de grau de cobertura em pequenas áreas: uma aplicação nas microrregiões mineiras. **Cad. Saúde Colet.**, 2014, Rio de Janeiro, 22 (4): 409-18.

LUY, Marc; WEGNER-SIEGMUNDT, Christian; WIEDEMANN, Angela; SPIJKER, Jeroen. Life Expectancy by Education, Income and Occupation in Germany: Estimations Using the Longitudinal Survival Method. *Comparative Population Studies* Vol. 40, 4 (2015): 399-436.

MEDICI, André C.; BELTRÃO, Kaizô I. Transição Demográfica no Brasil: uma agenda para pesquisa. **IV Conferencia Latinoamericana de Población**, Cidade do México, mar. 1993.

MELO, Cristiane M.; BEVILACQUA, Paula D.; BARLETTO, Marisa; FRANÇA, Elisabeth B. Qualidade da informação sobre óbitos por causas externas em município de médio porte em Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 30(9):1999-2004, set, 2014.

MOULTRIE, T. A.; DORRINGTON, R. E.; HILL, A. G.; K Hill; TIMÆUS, I. M.; ZABA, B. (eds). 2013. Tools for Demographic Estimation. Paris: International Union for the Scientific Study of Population. demographicestimation.iussp.org.

OLIVEIRA, Mário; FRISCHTAK, Ricardo; RAMIREZ, Milton; BELTRÃO, Kaizô; PINHEIRO, Sonoe. Tábuas biométricas de mortalidade e sobrevivência: experiência do mercado segurador brasileiro 2010 / Mário de Oliveira ... / et al/. -- Rio Janeiro: Funenseg, 2012. 112p.

ORTEGA, Antonio. (1987). Tablas de mortalidad. San José, Costa Rica: Centro Latino Americano de Demografía, 295p.

QUEIROZ, BERNARDO L; LIMA, EVERTON C; FREIRE, FLÁVIO H. M. A.; GONZAGA, MARCOS R. *Adult mortality estimates for small areas in Brazil, 1980-2010: a methodological approach*. *Lancet* (British edition), v. 381, p. S120, 2013.

RAMOS, L. R.; VERAS, R. P.; KALACHE, A. Envelhecimento populacional: uma realidade brasileira. **Rev. Saúde públ.** S. Paulo, 21(3): 211-24, 1987.

ROMERO M, Dalia E. Vantagem e Limitações do Método Demográfico Indireto e dos Dados da PNAD`98 para Estimativa da Mortalidade Infantil. **XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais**, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, nov., 2002.

SAWYER, Diana O.; CASTILHA, Francisco M. Dados, medidas e técnicas indiretas de estimação de mortalidade. **Rev. Bras. Est. Pop.**, São Paulo, v.6, n.2, p.39-61, jul/dez, 1989.

SOUZA, Felipe H. de. **Padrão da mortalidade brasileira: estimativas a partir do nível municipal** / Felipe Henrique de Souza. (Dissertação) - Natal, 2014. 105 f.: il.

SOUZA, Felipe H.; FREIRE, Flávio H. M. A. Estimador bayesiano empírico para estimar nascimentos a partir de dados do SINASC em pequenas áreas: uma análise comparativa

dos anos 2000 e 2010. **XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, ABEP, realizado em Águas de Lindóia/SP – Brasil, de 19 a 23 de novembro de 2012.

TURRA, Cássio M. **Os limites do corpo. A longevidade em uma perspectiva demográfica**. 157 rev. ufmg, belo horizonte, v.19, n.1 e 2, p.156-181, jan./dez. 2012.

WILBERT, Marcelo D.; LIMA, Diana V.; GOMES, Marília M. F. O Impacto da Utilização de Diferentes Tábuas de Mortalidade nas Estimativas de Pagamento de Benefícios no RGPS. R. Bras. Risco e Seg., Rio de Janeiro, v. 8, n. 16, p. 19-40, maio/out. 2013.

WILMOTH, John. ZUREICK, Sarah; CANUDAS-ROMO, Vladimir; INOUE, Mie; SAWYER, Cheryl. *A flexible two-dimensional mortality model for use in indirect estimation*. **Population Studies: A Journal of Demography**, Vol.66. Nº1, pg.1-28. Mar. 2012.

WONG, L.R.; CARVALHO, J.A.M; BARROS, J.V.S.; BONIFÁCIO, G.M.O. (2013). *Patterns of sex differentials in child mortality in Brazil (2000-2010)*. In: **XXVII IUSSP International Population Conference**, Busan, Korea, 26-31 de Agosto de 2013, Session 099: Gender differences in child health and mortality.

WOOD, Charles H. *Infant mortality trends and capitalist development in Brazil: the case of São Paulo and Belo Horizonte*. Latin American Perspectives: an journal of capitalism and socialism, Beverly Hill, v. 4, n.4, p .56-65, 1977.