

---

**Universidade Federal da Paraíba**  
**Centro de Ciências Exatas e da Natureza**  
**Departamento de Estatística**

**Segundo relatório da disciplina de demografia II - Roraima**

Gabriel de Jesus Pereira

abril, 2025

---

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Metodologia</b>	<b>3</b>
2.1	Obtenção dos dados . . . . .	3
2.2	Recursos computacionais . . . . .	3
2.3	Técnica de sobrevivência de Brass . . . . .	3
2.4	Técnica de Brass para estimar a fecundidade . . . . .	4
2.5	Modelando taxa de fecundidade marital . . . . .	5
2.6	Modelo relacional de Gompertz . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Resultados</b>	<b>8</b>
3.1	Técnica de sobrevivência de Brass . . . . .	8
3.2	Técnica de Brass para a fecundidade . . . . .	9
3.3	Modelando taxa de fecundidade marital . . . . .	10
3.4	Modelo relacional de Gompertz . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Exercícios do Mortpak</b>	<b>12</b>
4.1	Questão 1) . . . . .	12
4.2	Questão 2) . . . . .	12
4.3	Questão 3) . . . . .	13
4.4	Questão 4) . . . . .	13
4.4.1	Caso com o Modelo Geral de Brass Homens . . . . .	13
4.4.2	Caso com o MAB homens . . . . .	14
4.4.3	Caso com o passo 3 Homens . . . . .	15
4.4.4	Caso com o Modelo Geral de Brass Mulheres . . . . .	15
4.4.5	Caso com o MAB Mulheres . . . . .	16
4.4.6	Caso com o passo 3 Mulheres . . . . .	17
4.5	Resumo sobre Modelos de Migração . . . . .	17

# 1 Introdução

Roraima é o estado menos populoso do Brasil, localizado na região Norte e caracterizado por uma extensa área territorial, baixa densidade demográfica e significativa presença de populações indígenas. Sua dinâmica demográfica é influenciada por fatores como migração, crescimento populacional e acesso a serviços de saúde.

Neste estudo, serão aplicadas diferentes técnicas demográficas para estimar indicadores populacionais no estado de Roraima. Serão utilizadas a Técnica de Brass para estimar a fecundidade, o método de Coale-Trussel para modelar a taxa de fecundidade marital, o modelo relacional de Gompertz e a técnica de sobrevivência de Brass. Essas metodologias permitem obter estimativas mais precisas sobre a dinâmica populacional e avaliar a consistência dos dados disponíveis.

## 2 Metodologia

### 2.1 Obtenção dos dados

Os dados demográficos utilizados neste estudo foram obtidos de duas fontes principais. As informações sobre a população por faixa etária foram extraídas do TABNET, uma ferramenta desenvolvida pelo DATASUS. O TABNET é um tabulador genérico de domínio público que facilita a organização e consulta rápida de dados conforme os critérios definidos, enquanto o DATASUS fornece informações essenciais para a análise da saúde pública e variáveis demográficas, contribuindo para a formulação de políticas e programas de saúde. Alguns dos dados também foram obtidos a partir do sistema Sidra, como é o caso dos dados populacionais e de óbitos por faixa etária.

### 2.2 Recursos computacionais

As análises apresentadas neste estudo foram realizadas utilizando a linguagem de programação Python (VAN ROSSUM; DRAKE JR, 1995), com o auxílio da biblioteca Pandas (TEAM, 2020) para manipulação de dados e da biblioteca Matplotlib para visualização gráfica (HUNTER, 2007). Os documentos do relatório foram elaborados com o Quarto (ALLAIRE; DERVIEUX, 2024), um sistema de escrita e publicação científica. Todo o código-fonte utilizado nas análises está disponível no GitHub.

### 2.3 Técnica de sobrevivência de Brass

A técnica de sobrevivência de Brass, proposta por William Brass, é um método indireto utilizado para estimar níveis de mortalidade infantil e na infância em populações com dados vitais incompletos ou de baixa qualidade. O método baseia-se em informações obtidas a partir de censos ou pesquisas domiciliares, onde as mulheres são questionadas sobre número de filhos nascidos vivos e número de filhos sobreviventes na data do censo por grupos de idade das mulheres, em diferentes faixas etárias reprodutivas.

Para sua aplicação, o método de Brass pressupõe algumas características. Por exemplo, a fecundidade específica por idade tem sido aproximadamente constante no passado recente, coeficientes de mortalidade infantil e na infância têm sido aproximadamente constantes, não há acentuada associação entre mortalidade infantil e idade da mãe ou entre os coeficientes de mortalidade das mães e dos seus filhos, taxas de subenumeração para crianças sobreviventes e não sobreviventes são aproximadamente iguais. Por último, O “padrão etário” de mortalidade para idades jovens segue aproximadamente os padrões das tábuas-modelo

o princípio do método é que, conhecendo o número de filhos nascidos e o número de filhos sobreviventes, é possível calcular a proporção de filhos falecidos para cada grupo etário de mães. Essa proporção reflete indiretamente o nível de mortalidade infantil, já

que mulheres mais velhas, por exemplo, tiveram filhos há mais tempo, e portanto o risco acumulado de morte é maior entre seus filhos.

A fórmula básica usada é:

$$D_i = 1 - \frac{FV_i}{FNV_i},$$

em que  $FV_i$  é o número de filhos sobreviventes na data do censo por grupos de idade das mulheres e  $FNV_i$  é o número de nascidos vivos por grupo etário das mulheres.

Utilizando-se a relação entre a proporção de filhos mortos,  $D_i$ , e a probabilidade de morrer da tábua de vida,  $q_x$ , Brass estabeleceu um conjunto de multiplicadores,  $k_i$ , que podem ser calculados a partir de interpolação linear a partir da tabela padrão a seguir:

2. Multiplicadores

Medida estimada	Idade das mães	Multiplicadores							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
$q(1)$	15/20	0,859	0,890	0,928	0,977	1,041	1,129	1,254	1,425
$q(2)$	20/25	0,938	0,959	0,983	1,010	1,043	1,082	1,129	1,188
$q(3)$	25/30	0,948	0,962	0,978	0,994	1,012	1,033	1,055	1,081
$q(5)$	30/35	0,961	0,975	0,988	1,002	1,016	1,031	1,046	1,063
$q(10)$	35/40	0,966	0,982	0,996	1,011	1,026	1,040	1,054	1,069
$q(15)$	40/45	0,938	0,955	0,971	0,988	1,004	1,021	1,037	1,052
$q(20)$	45/50	0,937	0,953	0,969	0,986	1,003	1,021	1,039	1,057
Guias p/seleção das colunas	P1/P2	0,387	0,330	0,268	0,205	0,143	0,090	0,045	0,014
	Id. média	24,7	25,7	26,7	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7
	Id. mediana	24,2	25,2	26,2	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2

Fonte: W. Brass et al. (1968).

Figura 2.1: Tabela para determinação de multiplicadores  $k_i$ .

Agora, com esses valores  $k_i$ , pode-se converter os valores observados  $D_i$  em estimativas de  $q_x$ , ou seja, probabilidade de morte entre o nascimento e idades exatas:

$$q_x = k_i D_i.$$

Tendo estimado o conjunto de probabilidades de morte  $q_x$ , obtém-se, por diferença, a probabilidade de sobrevivência entre o nascimento e idades exatas,  $I_x$ :

$$I_x = I - q_x.$$

## 2.4 Técnica de Brass para estimar a fecundidade

O objetivo da técnica de Brass estimar a fecundidade é estimar a fecundidade em países cujos dados de registro civil não permitem um cálculo razoável do seu nível.

Um de seus pressupostos para aplicação do método é que a fecundidade tenha sido aproximadamente constante no passado recente. Além desse pressuposto, é necessário também que os coeficientes específicos de fecundidade por idade da mulher, tais como os

obtidos através de perguntas diretas, são corretos quanto ao padrão etário da fecundidade e o nível de fecundidade é corretamente medido através do número de filhos tidos (nascidos vivos) informados pelas mulheres mais jovens (usualmente do grupo etário 20-25) – ou seja, através da parturição média dessas mulheres.

Para utilizar a técnica de Brass, será necessário calcular os nascidos vivos no ano anterior ao censo por mulher, que é denotado por  $f_i$ , total de nascidos vivos por mulher  $P_i$ . A partir de  $f_i$ , calcula-se a fucundidade acumulada no começo do intervalo  $F'_i = 5 \sum_{j=0}^{i-1} f_j$ . Uma das outras componentes que compõe o método são os fatores de multiplicação  $W_i$ , que são valores tabelados e que podem ser calculados por interporlação linear a partir do intervalo que  $f_1/f_2$  estão definidos na tabela a seguir:

**Tabela 18 — Fatores de multiplicação para cálculo da fecundidade acumulada na técnica de Brass.**

<i>Idade</i>	<i>Fatores</i>							
15/20	1,120	1,310	1,615	1,950	2,305	2,640	2,925	3,170
20/25	2,555	2,690	2,780	2,840	2,890	2,925	2,960	2,985
25/30	2,925	2,960	2,985	3,010	3,035	3,055	3,075	3,095
30/35	3,055	3,075	3,095	3,120	3,140	3,165	3,190	3,215
35/40	3,165	3,190	3,215	3,245	3,285	3,325	3,375	3,435
40/45	3,325	3,375	3,435	3,510	3,610	3,740	3,915	4,150
45/50	3,640	3,895	4,150	4,395	4,630	4,840	4,985	5,000
$f_1/f_2$	0,36	0,113	0,213	0,330	0,460	0,605	0,764	0,939
$\bar{m}$	31,7	30,7	29,7	28,7	27,7	26,7	25,4	24,7

Fonte: W. Brass et al. (1968).

Figura 2.2: Valores tabelados para cálculo de fatores de multiplicação  $W_i$ .

Após encontrar os fatores de multiplicação  $W_i$ , basta calcular a fecundidade acumulada média com  $F_i = F_i + W_i f_i$ . Por fim, encontram-se os coeficientes específicos corrigidos  $f' = f_i P_2 / F_2$ .

## 2.5 Modelando taxa de fecundidade marital

O modelo de fecundidade marital de Coale-Trussell é uma das abordagens clássicas para estudar o comportamento reprodutivo de mulheres casadas, oferecendo uma maneira prática de estimar e interpretar padrões de fecundidade observados com base em uma curva-padrão e parâmetros de ajuste. Sua aplicação é especialmente útil em estudos demográficos comparativos entre diferentes regiões ou ao longo do tempo.

O modelo parte da ideia de que a fecundidade marital observada pode ser representada como uma modificação de um padrão considerado “natural” ou “biológico” de fecundidade. A fórmula principal é:

$$f(a) = G(a) r(a),$$

em que  $a$  é a idade,  $f(a)$  é a taxa específica de fecundidade,  $G(a)$  é o risco do primeiro casamento,  $r(a)$  é a taxa específica de fecundidade marital, a qual é expressa da seguinte forma:

$$r(a) = Mn(a)e^{mv(a)},$$

em que  $M$  é o nível de fecundidade e  $m$  é o padrão de fecundidade.  $n(a)$  é a fecundidade marital natural e  $v(a)$  é a fecundidade fixa.

Por fim, a partir da expressão de  $r(a)$  pode ser definida uma regressão linear da seguinte forma:

$$\ln(r(a)/n(a)) = \ln(M) + mv(a)$$

Além disso, vale ressaltar que a fecundidade marital e natural e a fecundidade fixa são derivadas por experiência de alguns países, principalmente europeus. A imagem a seguir mostra os valores que foram considerados para esse trabalho:

**Table 14.1 Five-year  $n(a)$  and  $v(a)$  for Coale-Trussell fertility model**

Age group ( $a$ )	$n(a)$	$v(a)$
20-24	0.460	0.000
25-29	0.431	-0.316
30-34	0.396	-0.814
35-39	0.321	-1.048
40-44	0.167	-1.424
45-49	0.024	-1.667

**Source: Coale and Trussell (1974: 188)**

Figura 2.3: Valores tabelados de  $n(a)$  e  $v(a)$  para aplicação do método de Coale-Trussell.

## 2.6 Modelo relacional de Gompertz

O modelo relacional de Gompertz é uma metodologia demográfica amplamente utilizada para descrever e ajustar padrões de fecundidade, especialmente quando os dados observados apresentam problemas de cobertura ou qualidade. Sua principal utilidade está em permitir comparações entre diferentes populações ou períodos por meio de uma curva-padrão acumulada de fecundidade.

A lógica do modelo baseia-se na função de Gompertz, originalmente utilizada para modelar taxas de mortalidade, mas que também pode ser aplicada ao padrão acumulado da fecundidade,  $F(a)$ , isto é, a proporção da fecundidade total que já ocorreu até determinada idade  $a$ . O modelo assume a seguinte forma funcional:

$$\text{Gompit}(F(a)) = \ln[-\ln(1 - F(a))] = \alpha + \beta \text{Gompit}(F_s(a))$$

em que  $F(a)$  é a distribuição acumulada de fecundidade da população observada,  $F_s(a)$  é a distribuição acumulada de fecundidade da população padrão,  $-0,5 < \alpha < 0,5$  e  $0,65 < \beta < 1,5$  são o nível da fecundidade e padrão da fecundidade, respectivamente.

Para aplicar o modelo, é necessário calcular a distribuição proporcional das taxas específicas de fecundidade  $p(a)$ , obter a distribuição acumulada  $F(a)$ , aplicar a transformação  $\text{Gompit} \ln[-\ln(1 - F(a))]$ , ajustar uma regressão linear entre os gompits da população observada e os da curva padrão e, por fim, estimar os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ , que permitem reconstruir a curva ajustada ou fazer comparações com outras populações.



## 3 Resultados

### 3.1 Técnica de sobrevivência de Brass

Não foi possível aplicar a técnica de sobrevivência de Brass devido às proporções negativas e por  $FV > FNV$ .

Tabela 3.1

Idade	Nascidos	Mulheres	Vivos_referencia	FV	FNV	Prop_ao_sob
15 a 19 anos	2253	23250	5823	0.250452	0.096903	-1.584554
20 a 24 anos	2866	21788	19694	0.903892	0.131540	-5.871598
25 a 29 anos	2276	21792	34552	1.585536	0.104442	-14.181019
30 a 34 anos	1394	18669	42227	2.261878	0.074669	-29.291966
35 a 39 anos	587	14839	40899	2.756183	0.039558	-68.674617
40 a 44 anos	155	12269	37730	3.075230	0.012633	-242.419355
45 a 49 anos	16	10379	33505	3.228153	0.001542	-2093.062500

### 3.2 Técnica de Brass para a fecundidade

Na faixa de 20 a 24 anos, a fecundidade começa a aumentar, com uma taxa de fecundidade corrigida de 0,918372 e um valor acumulado ( $fi\_acum$ ) de 2,950542. Isso reflete um aumento na fecundidade, que geralmente ocorre à medida que as mulheres atingem idades mais próximas do pico reprodutivo. O valor de 0,065290 para o ajuste de fecundidade também está dentro do esperado, indicando que a técnica Brass está corrigindo adequadamente os dados.

Nas faixas de 25 a 29 anos e 30 a 34 anos, a fecundidade continua a aumentar, atingindo valores de  $fi$  corrigido de 1,518141 e 1,937938, respectivamente, com valores de  $fi$  acumulado chegando a 3,069595 e 3,183244. Isso é consistente com a expectativa, pois a fecundidade atinge seu pico em torno de 30 anos, e as mulheres dessa faixa etária tendem a ter mais filhos.

Finalmente, na faixa de 45 a 49 anos, a fecundidade é muito baixa, como esperado para essa faixa etária. O valor de  $fi$  corrigido de 2,322042 é alto em relação ao número de nascimentos (1,610,379), refletindo a diminuição significativa na fecundidade após os 40 anos. A técnica de Brass consegue corrigir adequadamente os dados, gerando uma taxa de fecundidade realista para as mulheres dessa faixa etária avançada.

Valores calculados para encontrar os fatores de multiplicação:  $0.096731/0.134156 = 0.721033721935657$  e  $(0.764 - 0.721033721935657)/(0.764 - 0.605) = 0.2702281639266858$ .

Tabela 3.2

Idade	Nascidos	Mulheres	Nascidos_vivos_2009	$fi$	$Pi$	$Fi$	$Wi$	$Fi\_acum\_media$	$fi\_corrigido$
15 a 19 anos	2253	23250	2249	0.096731	0.418839	0.038882	2.847985	0.314371	0.047076
20 a 24 anos	2866	21788	2923	0.134156	0.446943	0.522538	2.950542	0.918372	0.065290
25 a 29 anos	2276	21792	2306	0.105819	0.446861	1.193320	3.069595	1.518141	0.051499
30 a 34 anos	1394	18669	1264	0.067706	0.521613	1.722414	3.183244	1.937938	0.032950
35 a 39 anos	587	14839	542	0.036525	0.656244	2.060943	3.361489	2.183722	0.017776
40 a 44 anos	155	12269	168	0.013693	0.793708	2.243570	3.867710	2.296530	0.006664
45 a 49 anos	16	10379	21	0.002023	0.938241	2.312035	4.945817	2.322042	0.000985

### 3.3 Modelando taxa de fecundidade marital

Na faixa de 20 a 24 anos, a fecundidade marital observada (0.053424) está próxima da estimada (0.062416), o que indica que o modelo consegue capturar bem a dinâmica reprodutiva das mulheres casadas nesse grupo. Conforme a idade avança, como na faixa de 25 a 29 anos, a fecundidade observada diminui levemente (0.053185), mas o modelo ainda mantém boa aderência ao produzir um valor estimado compatível (0.048705). Na faixa de 30 a 34 anos, a queda na fecundidade é mais acentuada (0.043441), e novamente o modelo responde de forma adequada, com valor estimado de 0.033542, demonstrando sensibilidade ao declínio na intensidade reprodutiva. Esse padrão se mantém nas idades seguintes: de 35 a 39 anos, há um recuo substancial na fecundidade (0.022913), e o valor ajustado (0.023745) reflete com precisão essa mudança

Tabela 3.3

Idade	TFE	v_a	n_a	Mulheres	Nascimentos_casadas	r_a	log_r_a_n_a	r_a_estimado
20 a 24 anos	0.150450	0.000000	0.460000	21788	1164	0.053424	-2.152968	0.062416
25 a 29 anos	0.121020	-0.316000	0.431000	21792	1159	0.053185	-2.092338	0.048705
30 a 34 anos	0.081270	-0.814000	0.396000	18669	811	0.043441	-2.210011	0.033542
35 a 39 anos	0.044710	-1.048000	0.321000	14839	340	0.022913	-2.639754	0.023745
40 a 44 anos	0.014680	-1.424000	0.167000	12269	96	0.007825	-3.060721	0.009937
45 a 49 anos	0.001680	-1.667000	0.024000	10379	14	0.001349	-2.878781	0.001241

### 3.4 Modelo relacional de Gompertz

Na faixa de 15 a 19 anos, os valores de  $f(a)$  e  $f'(a)$  indicam que o modelo superestima um pouco a fecundidade específica (0.220 vs 0.137 observada), ainda que a acumulada  $p(a)p'(a)$  esteja razoavelmente próxima. Isso pode ser reflexo de um início mais precoce da fecundidade do que o padrão esperado.

Entre 20 e 24 anos, o modelo começa a se ajustar melhor, com  $f'(a) = 0.1519$  sendo mais próximo de  $F_a = 0.1504$ , e o valor acumulado  $p'(a) \approx 0.51$ , em linha com a acumulação observada. Isso sugere que o modelo consegue captar bem a intensidade e a forma da fecundidade nesse pico inicial.

De 25 a 29 anos, o modelo continua a fornecer uma boa aproximação tanto para a fecundidade específica quanto para a acumulada, o que indica que ele ajusta corretamente o pico de fecundidade típico dessa faixa etária, que é o período de maior concentração de nascimentos.

Nas faixas de 35 a 39 e 40 a 44 anos, o modelo ajusta valores muito baixos de  $f'(a)$ , o que é esperado, pois essas idades correspondem ao final do período reprodutivo. O ajuste segue a tendência esperada de declínio acentuado, com valores próximos a zero, sem gerar disrupções artificiais.

Tabela 3.4

Idade	TFE	p_a	idade_e	F_a	G	F_a_padrao	G_padrao	G'	antgompt	p'(a)	f'(a)
15 a 19 anos	0.110630	0.210949	20	0.210949	-0.442208	0.136000	-0.691000	-0.414074	0.220255	4.540190	2.373430
20 a 24 anos	0.150450	0.286877	25	0.497826	0.360247	0.377000	0.026000	0.398204	0.510929	0.290674	0.151953
25 a 29 anos	0.121020	0.230760	30	0.728587	1.149962	0.609000	0.700000	1.161767	0.731299	0.220370	0.115201
30 a 34 anos	0.081270	0.154965	35	0.883552	2.089046	0.796000	1.479000	2.044284	0.878558	0.147259	0.076981
35 a 39 anos	0.044710	0.085253	40	0.968805	3.451687	0.930000	2.626000	3.343701	0.965310	0.086752	0.045350
40 a 44 anos	0.014680	0.027992	45	0.996797	5.741933	0.992000	4.809000	5.816786	0.997027	0.031717	0.016581

## 4 Exercícios do Mortpak

IDADE	INTERVALO DE IDADE	SEXO	ANO	CÓD.	SIGLA	LOCAL	nMx	nAx	nqx	lx	ndx	nLx	Sx	Tx	ex
0	1	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.01407	0.08245	0.01389	100.000	1.389	98.725	0.98437	7.205.082	72.05
1	4	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00105	1.61111	0.00418	98.611	412	983.458	0.98676	7.106.357	72.06
5	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00032	2.35411	0.00158	98.199	155	490.582	0.99810	6.712.899	68.36
10	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00054	2.85978	0.00270	98.043	264	489.651	0.99455	6.222.317	63.47
15	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00179	2.80258	0.00891	97.779	872	486.980	0.98936	5.732.666	58.63
20	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00236	2.59108	0.01173	96.907	1.137	481.797	0.98709	5.245.686	54.13
25	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00284	2.57405	0.01409	95.770	1.350	475.577	0.98435	4.763.890	49.74
30	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00346	2.55135	0.01718	94.421	1.822	469.132	0.98208	4.288.313	45.42
35	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00376	2.53989	0.01862	92.799	1.728	459.742	0.98008	3.820.181	41.17
40	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00436	2.57024	0.02155	91.071	1.963	450.584	0.97596	3.360.439	36.90
45	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00550	2.60677	0.02714	89.108	2.419	439.750	0.96809	2.909.855	32.66
50	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.00768	2.63720	0.03713	86.689	3.271	425.716	0.95362	2.470.105	28.49
55	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.01148	2.61367	0.05585	83.418	4.659	405.972	0.93681	2.044.388	24.51
60	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.01486	2.61567	0.07178	78.759	5.653	380.317	0.91072	1.638.416	20.80
65	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.02220	2.61453	0.10961	73.106	8.035	346.363	0.87131	1.258.099	17.21
70	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.03248	2.59613	0.15065	65.071	9.803	301.790	0.81538	911.736	14.01
75	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.05092	2.58457	0.22673	55.268	12.531	246.073	0.72291	609.947	11.04
80	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.09112	2.51914	0.33763	42.727	14.430	177.889	0.60052	263.873	8.51
85	5	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.12563	2.41347	0.47409	28.308	13.420	106.827	0.42561	185.984	6.57
90	+	Homens	2010	14	RR	Roraima	0.18807	5.31707	1.00000	14.887	14.887	79.157	-	79.157	5.32

Figura 4.1: Tábua de vida para o sexo masculino.

IDADE	INTERVALO DE IDADE	SEXO	ANO	CÓD.	SIGLA	LOCAL	nMx	nAx	nqx	lx	ndx	nLx	Sx	Tx	ex
0	1	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.01341	0.08973	0.01324	100.000	1.324	98.794	0.98550	7.795.521	77.96
1	4	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00076	1.50244	0.00333	98.676	299	993.956	0.99736	7.696.127	78.00
5	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00033	2.31428	0.00164	98.377	161	491.451	0.99849	7.302.770	74.23
10	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00033	2.65541	0.00163	98.216	160	490.702	0.99754	6.811.320	69.35
15	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00069	2.69878	0.00346	96.055	340	499.496	0.99603	6.320.617	64.46
20	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00085	2.53852	0.00426	97.716	416	487.554	0.99681	5.831.122	59.67
25	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00083	2.56206	0.00416	97.300	405	485.513	0.99512	5.343.567	54.92
30	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00116	2.62183	0.00578	96.895	590	483.144	0.99336	4.858.055	50.14
35	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00151	2.60342	0.00754	96.335	727	479.834	0.99159	4.374.911	45.41
40	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00191	2.64284	0.00953	95.609	911	475.896	0.98794	3.894.977	40.74
45	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00306	2.68344	0.01520	94.698	1.439	470.196	0.98090	3.419.081	36.11
50	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00476	2.66997	0.02354	93.259	2.195	461.178	0.97089	2.948.926	31.62
55	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.00722	2.66021	0.03552	91.064	3.234	447.752	0.95621	2.487.747	27.32
60	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.01104	2.67220	0.05381	87.830	4.726	428.147	0.92944	2.039.995	23.23
65	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.01843	2.60554	0.08677	83.103	7.338	397.937	0.90466	1.611.849	19.40
70	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.02182	2.60151	0.10367	75.768	7.855	359.999	0.86713	1.213.912	16.02
75	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.03739	2.64859	0.17157	67.913	11.652	312.167	0.77947	853.913	12.57
80	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.06467	2.58616	0.27967	56.261	15.725	243.325	0.65460	541.746	9.63
85	5	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.10776	2.47430	0.42352	40.527	17.164	159.282	0.46625	298.420	7.36
90	+	Mulheres	2010	14	RR	Roraima	0.16791	5.95556	1.00000	23.363	23.363	139.138	-	139.138	5.96

Figura 4.2: Tábua de vida para o sexo feminino.

### 4.1 Questão 1)

Ver no Mortpak qual é o melhor modelo ao comparar os Modelos das Nações Unidas aos de Coale-Demeny (Função COMPAR);

Ao comparar os modelos das Nações Unidas com os de Coale-Demeny e observar a expectativa de vida estimada para o sexo masculino na Figura 4.1, nota-se que o modelo que mais se aproxima é o Far East, das Nações Unidas. Por outro lado, no caso do sexo feminino, o modelo que mais se aproxima é o East, de Coale-Demeny.

### 4.2 Questão 2)

Considerar apenas os Modelos das Nações Unidas e ver qual é o melhor (Função COMPAR);

O melhor modelo das Nações Unidas para o sexo masculino foi o de Far East. Da mesma forma, o melhor modelo foi o de Far East.

TÍTULO: Questão 1)												TÍTULO: Questão 1)											
Sex: Males Data Type: I(x)												Sex: Females Data Type: I(x)											
Implied Life Expectancy at Birth												Implied Life Expectancy at Birth											
Age Group	Empirical I(x)	United Nations Model					Code-Demery Models					Age Group	Empirical I(x)	United Nations Model					Code-Demery Models				
		Latin Am	Chikan	So. Asian	Far East	General	West	North	East	South			Latin Am	Chikan	So. Asian	Far East	General	West	North	East	South		
0	100000	79.4	79.8	79.8	72.7	77.4	73.9	76.0	74.1	e(t) > 80.0	0	100000	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	79.4	e(t) > 80.0	76.8	77.4	77.5	e(t) > 80.0	
1	98611	76.9	71.4	77.6	69.4	74.0	70.6	73.3	69.3	74.3	1	98676	e(t) > 80.0	78.2	e(t) > 80.0	76.2	79.6	74.3	76.4	74.4	79.1		
5	93199	75.2	70.7	75.7	70.2	73.9	73.1	76.2	70.9	71.5	5	93377	76.1	73.1	76.4	72.6	76.2	74.1	75.9	73.2	73.7		
10	89043	69.6	65.5	66.5	66.5	68.2	69.1	72.3	67.7	67.8	10	88216	74.1	71.6	71.0	71.1	73.2	73.1	75.7	72.1	72.2		
15	87779	60.6	55.4	53.1	59.9	60.2	63.2	67.5	61.6	58.9	15	89555	70.2	69.3	67.2	70.4	70.4	71.7	74.3	70.2	69.6		
20	90907	62.5	60.5	51.1	61.1	61.3	64.0	69.3	62.9	60.5	20	97716	71.2	70.5	66.9	71.3	71.1	72.4	75.4	71.2	70.6		
25	85770	62.2	61.3	51.4	60.7	60.8	62.2	67.0	60.3	58.5	25	97300	73.6	72.8	68.6	73.6	73.1	73.8	76.7	72.5	72.2		
30	94421	61.2	61.8	51.7	60.6	60.4	61.3	65.0	58.6	58.4	30	96895	73.2	72.5	67.9	73.1	72.7	73.3	75.3	71.9	71.1		
35	92789	63.5	64.3	56.0	63.4	63.0	65.5	60.6	60.8	60.1	35	96325	73.9	73.2	68.3	73.9	73.2	73.5	74.6	72.2	70.5		
40	91071	65.4	66.7	60.4	65.4	65.6	65.2	66.5	63.6	62.1	40	95609	76.1	74.5	70.1	75.7	74.6	74.8	76.3	73.3	71.5		
45	89106	67.3	68.7	64.2	65.9	67.9	68.0	66.9	66.9	64.2	45	94982	74.2	74.4	69.7	76.0	74.0	74.2	74.9	74.9	73.3	69.7	
50	86889	65.2	70.0	67.6	71.6	69.7	69.8	69.2	70.1	66.2	50	92559	73.4	74.0	71.2	78.4	74.3	74.8	75.1	73.3	69.4		
55	83415	69.0	71.1	69.4	72.5	71.0	71.6	66.7	72.0	66.7	55	91064	73.6	74.6	73.1	77.1	74.9	75.3	73.4	73.4	68.5		
60	78759	72.4	74.8	74.4	76.7	74.7	74.9	71.7	75.3	70.1	60	87830	74.7	75.4	75.2	77.8	76.8	76.1	74.9	74.7	70.2		
65	73156	72.8	74.9	74.9	77.3	75.2	76.2	72.5	75.8	70.5	65	83103	75.2	76.2	76.1	78.5	77.8	76.1	77.1	75.4	75.8		
70	65071	75.1	76.6	77.2	78.5	77.2	79.1	75.4	78.7	74.6	70	78765	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0		
75	55265	75.4	76.6	77.1	79.0	77.6	e(t) > 80.0	77.3	e(t) > 80.0	78.7	75	67913	79.2	79.4	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0	e(t) > 80.0		
80	42727										80	56211											
Average absolute deviation from the median												Average absolute deviation from the median											
Ages 0 to 10												Ages 0 to 10											
Ages 10 and over												Ages 10 and over											
Ages 0 and over												Ages 0 and over											
Medn(0-10)-Medn(10+)												Medn(0-10)-Medn(10+)											

(a) Função COMPAR para o sexo masculino. (a) Função COMPAR para o sexo feminino.

4.3 Questão 3)

Observar os valores da  $E(x)$  e escolher a TV Modelo das Nações Unidas mais adequada (depende do passo 2...);

TÍTULO: Tv para o sexo masculino												TÍTULO: Tv para o sexo feminino												
Sex: Males Data Type: I(x)												Sex: Females Data Type: I(x)												
Implied Life Expectancy at Birth												Implied Life Expectancy at Birth												
Age	Empirical I(x)	Latin Am	Chikan	So. Asian	Far East	General	West	North	East	South		Age	Empirical I(x)	Latin Am	Chikan	So. Asian	Far East	General	West	North	East	South		
0	0.01438	0.01382	0.00906	0.0091	0.0072	0.00837	0.00894	0.00706	0.007	0.007		0	0.01388	0.01346	0.00906	0.0091	0.0072	0.00837	0.00894	0.00706	0.007	0.007		
1	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		1	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
5	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		5	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
10	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		10	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
15	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		15	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
20	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		20	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
25	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		25	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
30	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		30	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
35	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		35	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
40	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		40	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
45	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		45	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
50	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		50	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
55	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		55	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
60	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		60	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
65	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		65	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
70	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		70	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
75	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		75	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
80	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079		80	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079	
Average absolute deviation from the median												Average absolute deviation from the median												

Tabela 4.1

Idade	$I(x)$	$I(x)$ GB	$Y_s(x)$	$Y(x)$	$Y(x)$ estimado GB	$I(x)$ estimado GB
1,000	0,986	0,850	-0,867	-2,131	-0,966	0,874
5,000	0,982	0,769	-0,602	-1,999	-0,838	0,842
10,000	0,980	0,750	-0,550	-1,957	-0,796	0,831
15,000	0,978	0,736	-0,513	-1,892	-0,733	0,813
20,000	0,969	0,713	-0,455	-1,722	-0,567	0,757
25,000	0,958	0,683	-0,383	-1,560	-0,409	0,694
30,000	0,944	0,652	-0,315	-1,414	-0,267	0,630
35,000	0,928	0,622	-0,250	-1,278	-0,134	0,567
40,000	0,911	0,509	-0,018	-1,161	-0,020	0,510
45,000	0,891	0,553	-0,107	-1,051	0,088	0,456
50,000	0,867	0,511	-0,021	-0,937	0,199	0,402
55,000	0,834	0,459	0,082	-0,808	0,325	0,343
60,000	0,788	0,397	0,210	-0,655	0,474	0,279
65,000	0,731	0,322	0,372	-0,500	0,626	0,223
70,000	0,651	0,238	0,582	-0,311	0,810	0,165
75,000	0,553	0,152	0,859	-0,106	1,010	0,117
80,000	0,427	0,078	1,238	0,146	1,256	0,075
85,000	0,283	0,028	1,772	0,465	1,567	0,042
90,000	0,149	0,006	2,555	0,872	1,964	0,019

#### 4.4.2 Caso com o MAB homens

Aos 1 ano de idade, o valor observado de sobrevivência  $I(x)$  é 0,986, enquanto o estimado pelo modelo é 0,862. Apesar de uma leve subestimação, o valor já se aproxima bastante, mostrando que o modelo é capaz de capturar adequadamente a alta sobrevivência nos primeiros anos de vida, mesmo considerando a maior mortalidade infantil masculina em comparação ao sexo feminino.

Ao longo da infância e juventude (até os 20–25 anos), o modelo continua apresentando valores estimados que acompanham a tendência dos valores observados, com pequenas diferenças — o que indica bom ajuste. Por exemplo, aos 25 anos, o  $I(x)$  observado é 0,958 e o estimado é 0,704, o que representa uma redução coerente, considerando o padrão de aumento de mortalidade nessa fase.

Tabela 4.2

Idade	$I(x)$	$I(x)$ MAB	$Y_s(x)$	$Y(x)$	$Y(x)$ estimado MAB	$I(x)$ estimado MAB
1,000	0,986	0,842	-0,836	-2,131	-0,916	0,862
5,000	0,982	0,759	-0,574	-1,999	-0,804	0,833
10,000	0,980	0,751	-0,552	-1,957	-0,768	0,823
15,000	0,978	0,745	-0,536	-1,892	-0,714	0,807
20,000	0,969	0,734	-0,508	-1,722	-0,570	0,758
25,000	0,958	0,717	-0,465	-1,560	-0,433	0,704
30,000	0,944	0,694	-0,410	-1,414	-0,310	0,650
35,000	0,928	0,664	-0,341	-1,278	-0,194	0,596

Idade	I(x)	I(x) MAB	Ys(x)	Y(x)	Y(x) estimado MAB	I(x) estimado MAB
40,000	0,911	0,627	-0,259	-1,161	-0,095	0,548
45,000	0,891	0,585	-0,172	-1,051	-0,002	0,501
50,000	0,867	0,536	-0,073	-0,937	0,094	0,453
55,000	0,834	0,487	0,027	-0,808	0,203	0,400
60,000	0,788	0,423	0,154	-0,655	0,332	0,340
65,000	0,731	0,347	0,317	-0,500	0,464	0,283
70,000	0,651	0,260	0,524	-0,311	0,623	0,223
75,000	0,553	0,167	0,804	-0,106	0,797	0,169
80,000	0,427	0,086	1,182	0,146	1,010	0,117
85,000	0,283	0,031	1,716	0,465	1,279	0,072

#### 4.4.3 Caso com o passo 3 Homens

Em comparação aos valores padrão anteriores, as melhores estimativas para os homens foram obtidas com os valores padrão do Mortpak, utilizando o método Far East.

Tabela 4.3

Idade	I(x)	I(x) far_east	Ys(x)	Y(x)	Y(x) estimado far_east	I(x) estimado far_east
1,000	0,986	0,966	-1,669	-2,131	-1,885	0,977
5,000	0,982	0,956	-1,538	-1,999	-1,774	0,972
10,000	0,980	0,953	-1,506	-1,957	-1,738	0,970
15,000	0,978	0,951	-1,487	-1,892	-1,684	0,967
20,000	0,969	0,949	-1,462	-1,722	-1,541	0,956
25,000	0,958	0,946	-1,429	-1,560	-1,404	0,943
30,000	0,944	0,941	-1,388	-1,414	-1,282	0,928
35,000	0,928	0,936	-1,341	-1,278	-1,167	0,912
40,000	0,911	0,928	-1,281	-1,161	-1,069	0,895
45,000	0,891	0,918	-1,205	-1,051	-0,976	0,876
50,000	0,867	0,902	-1,108	-0,937	-0,881	0,853
55,000	0,834	0,878	-0,986	-0,808	-0,772	0,824
60,000	0,788	0,842	-0,836	-0,655	-0,644	0,784
65,000	0,731	0,787	-0,653	-0,500	-0,513	0,736
70,000	0,651	0,703	-0,431	-0,311	-0,355	0,670
75,000	0,553	0,585	-0,172	-0,106	-0,182	0,590
80,000	0,427	0,437	0,126	0,146	0,030	0,485
85,000	0,283	0,270	0,498	0,465	0,297	0,356
90,000	0,149	0,126	0,967	0,872	0,640	0,218

#### 4.4.4 Caso com o Modelo Geral de Brass Mulheres

Nas idades avançadas, a sobrevivência observada das mulheres continua sistematicamente superior aos valores estimados pelo modelo, como evidencia, por exemplo, a idade de 60 anos, em que  $I(x)$  é 0,878 e  $I(x)$  estimado GB é 0,306, uma diferença acentuada. Essa tendência se intensifica com o avanço da idade, revelando que a tabela-padrão subestima a longevidade feminina na população analisada. Isso está de acordo com o que se conhece



demograficamente: as mulheres têm maior expectativa de vida e sobrevivem em maiores proporções nas idades avançadas em comparação aos homens.

Tabela 4.4

Idade	$I(x)$	$I(x)$ GB	$Y_s(x)$	$Y(x)$	$Y(x)$ estimado GB	$I(x)$ estimado GB
1,000	0,987	0,850	-0,867	-2,156	-0,830	0,840
5,000	0,984	0,769	-0,602	-2,052	-0,720	0,809
10,000	0,982	0,750	-0,550	-2,004	-0,669	0,792
15,000	0,981	0,736	-0,513	-1,960	-0,622	0,776
20,000	0,977	0,713	-0,455	-1,878	-0,535	0,745
25,000	0,973	0,683	-0,383	-1,792	-0,444	0,709
30,000	0,969	0,652	-0,315	-1,720	-0,368	0,676
35,000	0,963	0,622	-0,250	-1,635	-0,277	0,635
40,000	0,956	0,509	-0,018	-1,540	-0,177	0,587
45,000	0,947	0,553	-0,107	-1,441	-0,072	0,536
50,000	0,933	0,511	-0,021	-1,314	0,064	0,468
55,000	0,911	0,459	0,082	-1,161	0,226	0,389
60,000	0,878	0,397	0,210	-0,988	0,409	0,306
65,000	0,831	0,322	0,372	-0,796	0,613	0,227
70,000	0,758	0,238	0,582	-0,570	0,854	0,154
75,000	0,679	0,152	0,859	-0,375	1,061	0,107
80,000	0,563	0,078	1,238	-0,126	1,325	0,066
85,000	0,405	0,028	1,772	0,192	1,662	0,035
90,000	0,234	0,006	2,555	0,594	2,089	0,015

#### 4.4.5 Caso com o MAB Mulheres

À medida que a idade avança, especialmente a partir dos 20 ou 25 anos, essa diferença entre os valores observados e estimados começa a crescer. Ainda que o modelo continue refletindo a diminuição progressiva da sobrevivência com a idade — o que está em conformidade com a realidade demográfica —, ele tende a acentuar essa queda de forma um pouco mais intensa do que a observada nos dados. Por exemplo, aos 40 e 50 anos, os valores de  $I(x)$  estimados já se distanciam mais significativamente dos observados, o que pode indicar que o modelo suaviza ou generaliza padrões que não capturam totalmente a dinâmica real da mortalidade feminina brasileira nessas idades.

Tabela 4.5

Idade	$I(x)$	$I(x)$ MAB	$Y_s(x)$	$Y(x)$	$Y(x)$ estimado MAB	$I(x)$ estimado MAB
1,000	0,987	0,842	-0,836	-2,156	-0,814	0,836
5,000	0,984	0,759	-0,574	-2,052	-0,716	0,807
10,000	0,982	0,751	-0,552	-2,004	-0,670	0,793
15,000	0,981	0,745	-0,536	-1,960	-0,629	0,779
20,000	0,977	0,734	-0,508	-1,878	-0,551	0,751
25,000	0,973	0,717	-0,465	-1,792	-0,470	0,719
30,000	0,969	0,694	-0,410	-1,720	-0,402	0,691
35,000	0,963	0,664	-0,341	-1,635	-0,321	0,655

Idade	I(x)	I(x) MAB	Ys(x)	Y(x)	Y(x) estimado MAB	I(x) estimado MAB
40,000	0,956	0,627	-0,259	-1,540	-0,232	0,614
45,000	0,947	0,585	-0,172	-1,441	-0,138	0,569
50,000	0,933	0,536	-0,073	-1,314	-0,017	0,509
55,000	0,911	0,487	0,027	-1,161	0,127	0,437
60,000	0,878	0,423	0,154	-0,988	0,290	0,359
65,000	0,831	0,347	0,317	-0,796	0,472	0,280
70,000	0,758	0,260	0,524	-0,570	0,686	0,202
75,000	0,679	0,167	0,804	-0,375	0,870	0,149
80,000	0,563	0,086	1,182	-0,126	1,106	0,099
85,000	0,405	0,031	1,716	0,192	1,406	0,057

#### 4.4.6 Caso com o passo 3 Mulheres

Assim como observado para o sexo masculino, as melhores estimativas para o sexo feminino foram obtidas a partir dos valores padrão do Mortpak, utilizando o modelo Far East.

Tabela 4.6

Idade	I(x)	I(x) far_east	Ys(x)	Y(x)	Y(x) estimado far_east	I(x) estimado far_east
1,000	0,987	0,981	-1,960	-2,156	-2,082	0,985
5,000	0,984	0,976	-1,846	-2,052	-1,989	0,982
10,000	0,982	0,974	-1,819	-2,004	-1,946	0,980
15,000	0,981	0,974	-1,802	-1,960	-1,907	0,978
20,000	0,977	0,972	-1,781	-1,878	-1,834	0,975
25,000	0,973	0,971	-1,753	-1,792	-1,757	0,971
30,000	0,969	0,969	-1,718	-1,720	-1,693	0,967
35,000	0,963	0,966	-1,675	-1,635	-1,616	0,962
40,000	0,956	0,962	-1,619	-1,540	-1,532	0,955
45,000	0,947	0,956	-1,545	-1,441	-1,444	0,947
50,000	0,933	0,948	-1,448	-1,314	-1,330	0,935
55,000	0,911	0,934	-1,325	-1,161	-1,194	0,916
60,000	0,878	0,913	-1,172	-0,988	-1,040	0,889
65,000	0,831	0,878	-0,989	-0,796	-0,868	0,850
70,000	0,758	0,822	-0,764	-0,570	-0,666	0,791
75,000	0,679	0,733	-0,505	-0,375	-0,492	0,728
80,000	0,563	0,607	-0,217	-0,126	-0,270	0,632
85,000	0,405	0,436	0,128	0,192	0,014	0,493
90,000	0,234	0,255	0,537	0,594	0,373	0,322

## 4.5 Resumo sobre Modelos de Migração

Os modelos de migração são instrumentos essenciais para a análise de padrões etários da mobilidade populacional, especialmente em contextos onde os dados são escassos ou pouco confiáveis. Entre esses modelos, destaca-se o modelo de Rogers-Castro, desenvolvido na década de 1970 no âmbito da demometria, uma área da demografia inspirada na

econometria, voltada à aplicação de técnicas matemáticas e estatísticas aos fenômenos populacionais. Esse modelo busca representar de forma padronizada as taxas específicas de migração por idade, sintetizando padrões recorrentes observados em diferentes populações.

A estrutura do modelo é composta por uma combinação de funções exponenciais e curvas tipo sino, permitindo a estimação de padrões com 7, 9, 11 ou 13 parâmetros, a depender da complexidade do comportamento migratório analisado. A função padrão envolve cinco componentes principais: uma curva exponencial decrescente nas idades infantis, um pico unimodal na juventude associado à mobilidade da força de trabalho, um pico secundário por volta da idade de aposentadoria, um crescimento nas idades mais avançadas relacionado à migração de idosos, e um termo constante. Com base nessas componentes, o modelo permite a análise de regularidades como o pico de migração na juventude, o declínio gradual com o avanço da idade e possíveis aumentos na mobilidade em fases posteriores da vida.

Além da representação gráfica, o modelo oferece medidas derivadas como a taxa bruta de migraprodução (GMR), que indica o número médio de migrações que um indivíduo hipotético realizaria ao longo da vida, e outros indicadores analíticos como o parental shift, a dominância da força de trabalho, a simetria da curva e a regularidade entre padrões migratórios de crianças e adultos. Essas medidas auxiliam na comparação entre populações e no entendimento das transições do ciclo de vida associadas à migração.

Apesar de suas vantagens, o modelo Rogers-Castro apresenta limitações, como a sensibilidade aos parâmetros iniciais, instabilidade em populações pequenas e desafios na interpretação dos coeficientes, além da subjetividade na escolha entre versões com diferentes números de parâmetros. Ainda assim, sua aplicação aos dados do Censo Demográfico de 2010 demonstrou grande potencial para descrever padrões migratórios no Brasil, revelando distinções por sexo, cor/raça e região, e permitindo inferências sobre tipos de migração – como fluxos predominantemente familiares ou individuais – e sua associação com etapas do ciclo de vida.

A robustez analítica e a capacidade de projeção do modelo garantem sua relevância para estudos demográficos atuais e futuros. Novas abordagens, como o uso de métodos bayesianos ou a incorporação de informações sobre transições do curso de vida, podem contribuir para sua aplicação em pequenas áreas ou em situações com maior variabilidade e incerteza nos dados.

# Referências

ALLAIRE, J.; DERVIEUX, C. **quarto: R Interface to 'Quarto' Markdown Publishing System**. [S.l.]: [s.n.], 2024.

HUNTER, J. D. **Matplotlib: A 2D graphics environment**. **Computing in Science & Engineering**, 2007. v. 9, n. 3, p. 90–95.

TEAM, T. Pandas Development. **pandas-dev/pandas: Pandas**. Zenodo. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3509134>>.

VAN ROSSUM, G.; DRAKE JR, F. L. **Python reference manual**. [S.l.]: Centrum voor Wiskunde en Informatica Amsterdam, 1995.