

Estimativa de Fecundidade pela Técnica de Frias e Oliveira

Guilherme Quaresma Gonçalves

Introdução



Objetivo

- Apresentar a técnica elaborada por Frias e Oliveira (1990, 1991) para a estimação de níveis e padrões de fecundidade corrente e explorações possíveis dos resultados.
 - Pressupostos
 - Limitações
 - A técnica
 - Atualizações (?)
- Calcular as taxas de fecundidade para Brasil e suas regiões.



Material

- O pré-processamento já foi realizado.
- Entretanto, a programação será apresentada para conhecimento.
- Os dados necessários foram disponibilizados pelo professor Gilvan e estará disponível em breve no GitHub.
 - <<https://github.com/gquaresma89/curso-frias-oliveira.git>>.
- No curso é utilizada a linguagem R.

Nome

📁 Dados

📁 Docs

📁 Grafs

📁 Progs

📁 Referencias

📁 Tabelas





Apresentação da

Técnica



Leitura Básica

- Frias, L. A. de M., & Oliveira, J. de C. (1991). Níveis, tendências e diferenciais de fecundidade no Brasil a partir da década de 30. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 8(1), 72–111.
- Horta, C. J., Carvalho, J. A. M., & Frias, L. A. de M. (2000). Recomposição da fecundidade por geração para Brasil e Regiões: atualização e revisão. In *Anais do XII Encontro Nacional de Estudos Populacionais* (pp. 1–22). Caxambu (MG) - Brasil: Associação Brasileira de Estudos Populacionais (ABEP).
- Quaresma, G., Carvalho, J. A. M. de, Wong, L. L. R., & Turra, C. M. (2019). A transição da fecundidade no Brasil ao longo do século XX – uma perspectiva regional. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 36, 1–34.



Leitura Complementar

- Frias, L. A. de M.; Oliveira, J. de C. Um modelo para estimar o nível e o padrão da fecundidade por idade com base em parturições observadas: Textos para Discussão. Rio de Janeiro / RJ, 1990.
- Frias, L. A. de M., & Carvalho, J. A. M. de. (1992). Uma avaliação de fecundidade no Brasil, ao início do século. Revista Brasileira de Estudos de População, 9(2), 193–199.
- Frias, L. A. de M.; Carvalho, J. A. M. de. Fecundidade nas regiões brasileiras a partir de 1903: uma tentativa de reconstrução do passado através de gerações. Anais do IX Encontro de Estudos Populacionais. Anais...Caxambu (MG) - Brasil: Associação Brasileira de Estudos Populacionais (ABEP), 1994.
- Quaresma, G. (2019). Tendências regionais da transição da fecundidade brasileira corrente e de coorte ao longo do século XX. Tese de Doutorado em Demografia. Belo Horizonte: Cedeplar, UFMG, p. 316.



Motivação dos Autores

- Podemos citar duas motivações centrais:
 1. Falta de informação sobre a fecundidade retrospectiva nos Censos Demográficos de 1950 e 1960.
 - O quesito sobre filhos tidos englobava tanto os nascidos vivos quanto os nascidos mortos.
 - 1940: eram coletadas as informações separadamente.
 - 1950 e 1960: filhos tidos (nascidos vivos + nascidos mortos)
 - Mas por que mudou em 1950?
 - Informação não era de qualidade. Seria mais seguro considerar um percentual de 5% de filhos tidos nascidos mortos.



Motivação dos Autores

- Podemos citar duas motivações centrais:
 1. Falta de informação sobre a fecundidade retrospectiva nos Censos Demográficos de 1950 e 1960.
 2. A forma como a fecundidade retrospectiva era estimada por Mortara.
 - Em 1956, Mortara desenvolveu uma técnica para a estimação da TFT a partir dos dados de parturição. Eram necessárias uma análise gráfica e a fixação dos níveis de fecundidade, o que introduzia forte subjetividade às estimativas.
 - Para corrigir tal ponto, Frias e Oliveira (1990, 1991) adotaram a mesma concepção, mas a partir de uma modelagem matemática.



A Técnica

- Os autores propuseram estimar as taxas específicas de fecundidade e a taxa de fecundidade total a partir das estimativas de parturição, obtidas, indiretamente, nesses censos demográficos, após desagregar a informação de filhos tidos em nascidos vivos e nascidos mortos.
- Com a primeira, segundo eles, seria possível obter, finalmente, os níveis de fecundidade e a sua estrutura, para períodos próximos aos censos demográficos (FRIAS; OLIVEIRA, 1990).
- A técnica é simples e parte de uma modelagem matemática.
- A essência da técnica estabelece uma relação funcional entre a fecundidade acumulada até o fim do grupo etário e a parturição.
- Se a fecundidade é relativamente estável, ter-se-iam relações em diferentes idades de uma mesma coorte hipotética (FRIAS; OLIVEIRA, 1990):



A Técnica

$$F(a) = G(P(x))$$

onde:

$F(a)$ = fecundidade corrente acumulada até a idade a , sendo a igual a 20, ..., 50.

$P(x)$ = parturição média, sendo x igual a 17,5, ..., 47,5.



A Técnica

- As equações teriam um caráter universal, podendo ser aplicadas, portanto, para uma série de países ou subgrupos populacionais, desde que se conheçam as parturições médias de cada grupo etário em diversos pontos regulares no tempo (FRIAS; OLIVEIRA, 1990).
- Dada a universalidade, é possível comparar diferentes séries, já que os pressupostos e os parâmetros utilizados são os mesmos (FRIAS; OLIVEIRA, 1990).
- Além disso, uma característica importante apontada pelos autores é que o modelo é aditivo. Ao se estimar os filhos nascidos mortos por Unidade da Federação e somá-los, chega-se a valores bem próximos de quando se estima o total para o Brasil (FRIAS; OLIVEIRA, 1991).
- Dado o intervalo regular entre os censos brasileiros, é possível reconstituir as taxas de dez em dez anos. A exceção seria em 1991.
- Ao se interpolar linearmente as TEFs entre dois censos, ter-se-iam as TEFs e TFTs de 5 em 5 anos (FRIAS; CARVALHO, 1992, 1994; FRIAS; OLIVEIRA, 1991).



Pressupostos

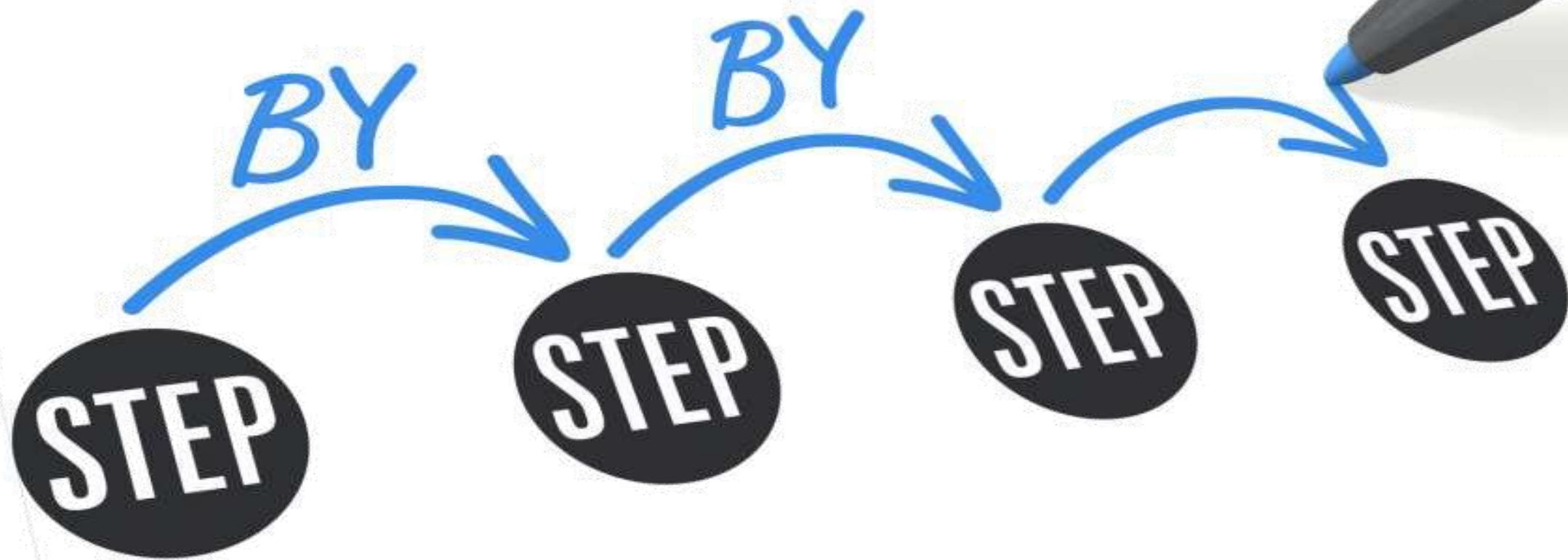
- Aderência das equações para os variados cenários e regiões (ver Frias e Oliveira, 1990).
- A fecundidade é relativamente estável nos últimos 20 anos.
- O período de referência é algo em torno de 7 anos anteriores à data de referência do censo demográfico (segundo quinquênio anterior à data da pesquisa).
- **As taxas variaram linearmente entre os decênios.**



Limitações

- Uma primeira limitação para a aplicação da técnica de Frias e Oliveira foi, portanto, a falta da informação acerca do número de filhos tidos nascidos vivos até a data de referência da pesquisa, nos casos dos Censos Demográficos de 1950 e 1960.
- Frias e Oliveira (1991) propuseram uma forma de se recuperar, separadamente, os filhos tidos nascidos vivos e mortos.
- Como resolver?





Passo a Passo

- Passo a passo para a aplicação da técnica

1. Cálculo do número de filhos tidos nascidos vivos estimado.

- Considerou-se que a função acumulada do número médio de filhos nascidos mortos, por idade da mãe, poderia ser descrita em função do acúmulo do número médio de filhos mortos, por idade da mulher.
- Podemos utilizar esse modelo de recuperação dos filhos tidos nascidos vivos, mesmo quando os censos tenham as duas informações completas (filhos tidos nascidos vivos e filhos tidos nascidos mortos).
- Dessa forma, padronizam-se as estimativas, eliminando possível seletividade do erro de declaração da informação entre os censos.



Filhos Tidos Nascidos Mortos

$$s_j = \frac{FT_j - FS_j}{M_j}$$

$$S_i = \sum_{j=1}^i s_j$$

$$FNM_i = M_i * (A_i * S_i^k - A_{i-1} * S_{i-1}^k)$$

onde:

FT_j = filhos tidos por mães do grupo etário j , sendo j igual a 1, 2, ..., 7.

FS_j = filhos sobreviventes de mães do grupo etário j .

M_j = mulheres do grupo etário j .

s_j = número médio de filhos mortos de mulheres do grupo etário j .

S_i = número médio acumulado de filhos mortos de mulheres do grupo etário j .

FNM_i = filhos tidos nascidos mortos de mães do grupo etário i , sendo i igual a 1, 2, ..., 7.

A_i, k = coeficientes A_i e parâmetro k das equações para se estimar os filhos tidos nascidos mortos por grupos quinquenais de idade das mulheres.



Coeficientes A_i , k

Tabela A1 - Coeficientes A_i e parâmetros k das equações para se estimar os filhos tidos nascidos mortos por grupos quinquenais de idade das mulheres

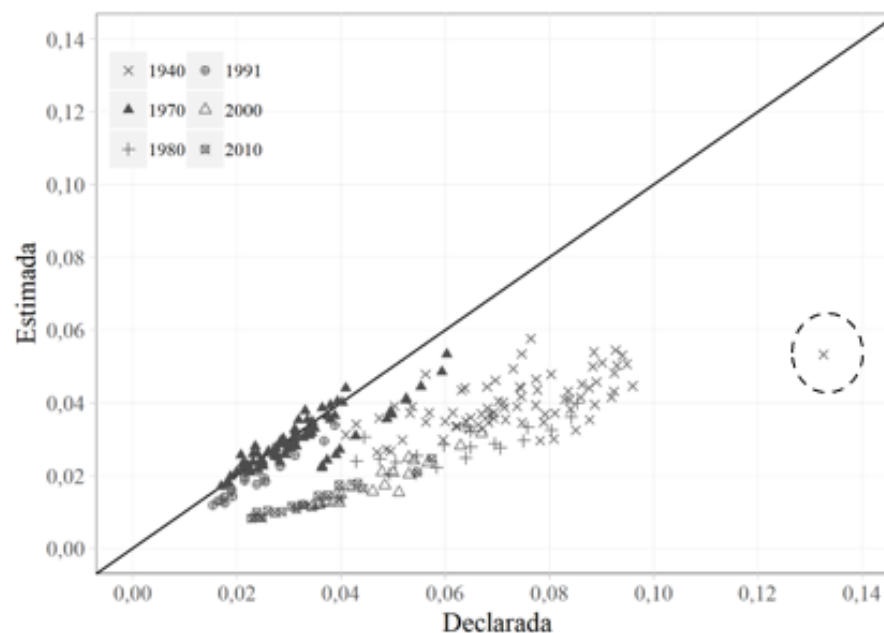
| i | A_i |
|----------|-------------------------|
| 1 | 0,1219156510 |
| 2 | 0,1370351947 |
| 3 | 0,1507705101 |
| 4 | 0,1634522358 |
| 5 | 0,1752967022 |
| 6 | 0,1864547046 |
| 7 | 0,1970363731 |
| k | 0,86668444 |

Fonte: Frias e Oliveira (1990).



S_j

Figura 2.3 – Proporção de filhos tidos nascidos mortos declarada e estimada, Brasil e suas 10 regiões, 1940 e 1970 a 2010



Fonte: Estimado a partir dos dados dos Censos Demográficos do Brasil, 1940 e de 1970 a 2010.

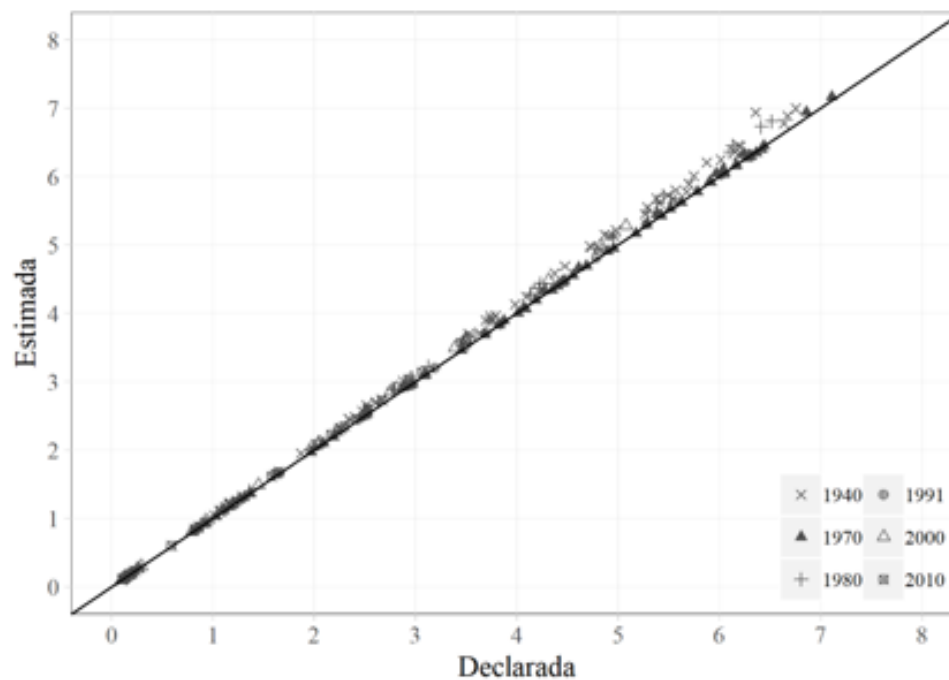
Nota: Estimativas obtidas segundo a aplicação da função de Frias e Oliveira (1991).

A figura foi retirada de Quaresma (2019). O texto está nas referências suplementares do curso.



P_j

Figura 2.4 – Parturição declarada e estimada, Brasil e suas 10 regiões, 1940 e 1970 a 2010



Fonte: Estimado a partir dos dados dos Censos Demográficos do Brasil, 1940 e de 1970 a 2010.

Nota: Estimativas obtidas segundo a aplicação da função de Frias e Oliveira (1991).

|

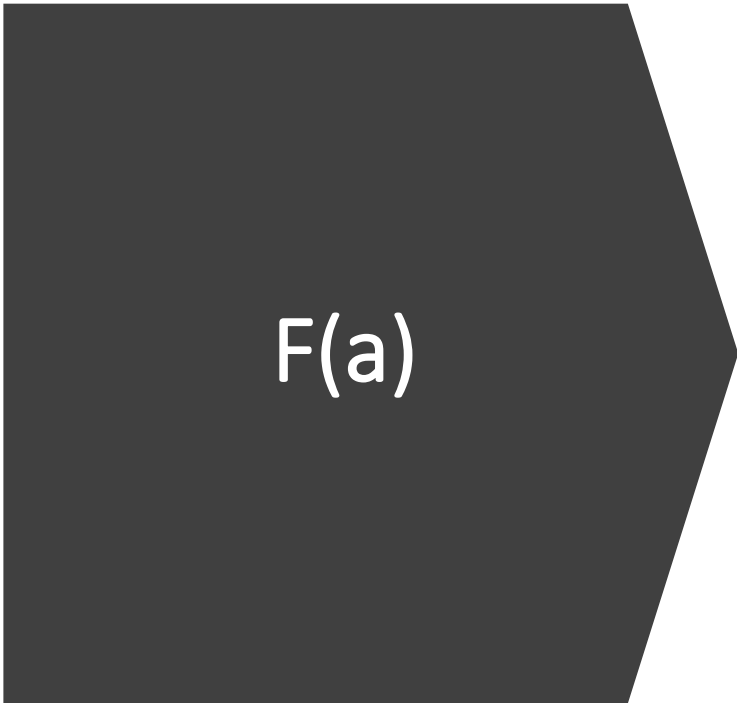
A figura foi retirada de Quaresma (2019). O texto está nas referências suplementares do curso.



Passo a Passo

- Passo a passo para a aplicação da técnica
1. Cálculo do número de filhos tidos nascidos vivos estimado.
 2. Cálculo dos valores de $F(a)$ – fecundidade acumulada até o final do grupo etário.
 - Problema inicial: temos somente as parturições. O que isso implica?
 - Vamos às equações para a estimação de $F(a)$.





$F(a)$

$$F(20) = A_0 * P(17,5)^{A_1} * P(22,5)^{A_2} * P(27,5)^{A_3} * P(32,5)^{A_4} \quad (A1 - 1.1)$$

$$F(25) = B_0 * P(22,5)^{B_1} * P(27,5)^{B_2} * P(32,5)^{B_3} \quad (A1 - 1.2)$$

$$F(30) = C_0 * P(22,5)^{C_1} * P(27,5)^{C_2} * P(32,5)^{C_3} \quad (A1 - 1.3)$$

$$F(35) = D_0 * P(22,5)^{D_1} * P(27,5)^{D_2} * P(32,5)^{D_3} \quad (A1 - 1.4)$$

$$F(40) = E_0 * P(17,5)^{E_1} * P(27,5)^{E_2} * P(32,5)^{E_3} \quad (A1 - 1.5)$$

$$F(45) = G_0 * F(30)^{G_1} * F(35)^{G_2} * F(40)^{G_3} \quad (A1 - 1.6)$$

$$F(50) = H_0 * F(40)^{H_1} * F(45)^{H_2} \quad (A1 - 1.7),$$

onde:

$A_i, B_i, C_i, D_i, E_i, G_i, H_i$ = Parâmetros das equações modelos de fecundidade acumulada.

As equações A1 – 1.6 e A1 – 1.7 não partem da parturição, mas da fecundidade acumulada estimada para os demais grupos etários. Isso garante que não se pressuponha uma fecundidade relativamente estável para os últimos 45 anos, mas, sim, para os últimos 20.



Coeficientes

$A_i - H_i$

Tabela A1 - Valores dos parâmetros das equações modelos de fecundidade acumulada

| i | F(20) Ai | F(25) Bi | F(30) Ci | F(35) Di | F(40) Ei | F(45) Gi | F(50) Hi |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0 | 1,200118 | 0,895876 | 1,012988 | 0,984019 | 0,868603 | 0,998407 | 0,994680 |
| 1 | 0,301590 | 0,144403 | -0,018386 | 0,028261 | -0,025018 | 0,140871 | -0,204015 |
| 2 | 1,250309 | 1,256802 | 0,494253 | -0,428986 | -0,710893 | -0,762433 | 1,211073 |
| 3 | -0,800978 | -0,356139 | 0,517650 | 1,410370 | 1,800768 | 1,631598 | - |
| 4 | 0,220274 | - | - | - | - | - | - |

Fonte: Frias e Oliveira (1990).



Passo a Passo

- Passo a passo para a aplicação da técnica
1. Cálculo do número de filhos tidos nascidos vivos estimado.
 2. Cálculo dos valores de $F(a)$ – fecundidade acumulada até o final do grupo etário.
 3. Desacumular os valores de $F(a)$.



$f(15-19)$ a
 $f(45-49)$

$$f(15 - 19) = F(20) * [a_0 + a_1 * F(50)] \quad (A1 - 2.1)$$

$$f(20 - 24) = F(25) * [b_0 + b_1 * F(50)] + F(20) * [b_2 * F(50) + b_3] \quad (A1 - 2.2)$$

$$f(25 - 29) = F(30) * [c_0 + c_1 * F(50)] + F(25) * [c_2 * F(50) + c_3] \quad (A1 - 2.3)$$

$$f(30 - 34) = \frac{F(35) * [d_0 + d_1 * F(50)] + F(30) * [d_2 * F(50) + d_3]}{1 + d_4 * F(35) + d_5 * F(30)} \quad (A1 - 2.4)$$

$$f(35 - 39) = \frac{F(40) * [e_0 + e_1 * F(50)] + F(35) * [e_2 * F(50) + e_3]}{1 + e_4 * F(40) + e_5 * F(35)} \quad (A1 - 2.5)$$

$$f(40 - 44) = \frac{F(45) * [g_0 + g_1 * F(50)] + F(40) * [g_2 * F(50) + g_3]}{1 + g_4 * F(45) + g_5 * F(40)} \quad (A1 - 2.6)$$

$$f(45 - 49) = \frac{F(50) * [h_0 + h_1 * F(50)] + F(45) * [h_2 * F(50) + h_3]}{1 + h_4 * F(50) + h_5 * F(45)} \quad (A1 - 2.7),$$

onde:

$f(15 - 19)$ a $f(45 - 49)$ = taxas específicas de fecundidade;

$a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, g_i, h_i$ = Coeficientes das equações para se estimar as Taxas Específicas de Fecundidade por grupos de idade.



Coeficientes $a_i - h_i$

Tabela A3 - Valores dos coeficientes das equações para se estimar as Taxas Específicas de Fecundidade por grupos de idade

| i | f(17,5) ai | f(22,5) bi | f(27,5) ci | f(32,5) di | f(37,5) ei | f(42,5) gi | f(47,5) hi |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0 | 0,204207 | 0,259045 | 0,207653 | 0,167995 | 0,166491 | 0,182392 | 0,199712 |
| 1 | -0,006589 | -0,009918 | -0,000780 | -0,000333 | -0,000894 | -0,002541 | -0,008107 |
| 2 | - | 0,007858 | 0,000739 | 0,000340 | 0,000892 | 0,002548 | 0,008128 |
| 3 | - | -0,205244 | -0,196565 | -0,171871 | -0,166074 | -0,182851 | -0,200213 |
| 4 | - | - | - | -0,158297 | -0,155667 | -0,259493 | -1,525749 |
| 5 | - | - | - | 0,161950 | 0,155277 | 0,260145 | 1,529572 |

Fonte: Frias e Oliveira (1990).



Passo a Passo

- Passo a passo para a aplicação da técnica
1. Cálculo do número de filhos tidos nascidos vivos estimado.
 2. Cálculo dos valores de $F(a)$ – fecundidade acumulada até o final do grupo etário.
 3. Desacumular os valores de $F(a)$.
 4. Interpolação linear das taxas específicas de fecundidade por idade para se obter intervalos quinquenais.



RECONSTITUIÇÃO DA TRANSIÇÃO DA FECUNDIDADE DE PERÍODO NO BRASIL: 1930-2005





Pergunta de Pesquisa

**Quando e onde começou a
transição da fecundidade no
Brasil?**





Hipóteses

H1:

A queda da fecundidade iniciou-se nas zonas urbanas da região Sudeste, pelo menos, a partir do primeiro quinquênio da década de 1930;

H2:

O controle do número de filhos tidos se deu, especialmente, nas ordens de parturição mais altas de mulheres que residiam na região Sudeste, que se acredita serem as pioneiras na transição da fecundidade;

H3:

As regiões pioneiras teriam menor proporção de mulheres casadas em idade reprodutiva; maior idade média ao casamento, grau de urbanização, incidência de pessoas alfabetizadas, além de indicadores de controle da fecundidade;

H4:

A mortalidade infantil e infanto-juvenil já estavam declinando no início dos anos 1930 nas regiões pioneiras na transição da fecundidade.





Hipóteses

H1:

A queda da fecundidade iniciou-se nas zonas urbanas da região Sudeste, pelo menos, a partir do primeiro quinquênio da década de 1930;

H2:

O controle do número de filhos tidos se deu, especialmente, nas ordens de parturição mais altas de mulheres que residiam na região Sudeste, que se acredita serem as pioneiras na transição da fecundidade;

H3:

As regiões pioneiras teriam menor proporção de mulheres casadas em idade reprodutiva; maior idade média ao casamento, grau de urbanização, incidência de pessoas alfabetizadas, além de indicadores de controle da fecundidade;

H4:

A mortalidade infantil e infanto-juvenil já estavam declinando no início dos anos 1930 nas regiões pioneiras na transição da fecundidade.



Fontes de dados

- Fontes
 - Tomos de 1940 a 1960
 - Censos Demográficos do Brasil de 1970 a 2010 (microdados)



Regionalização

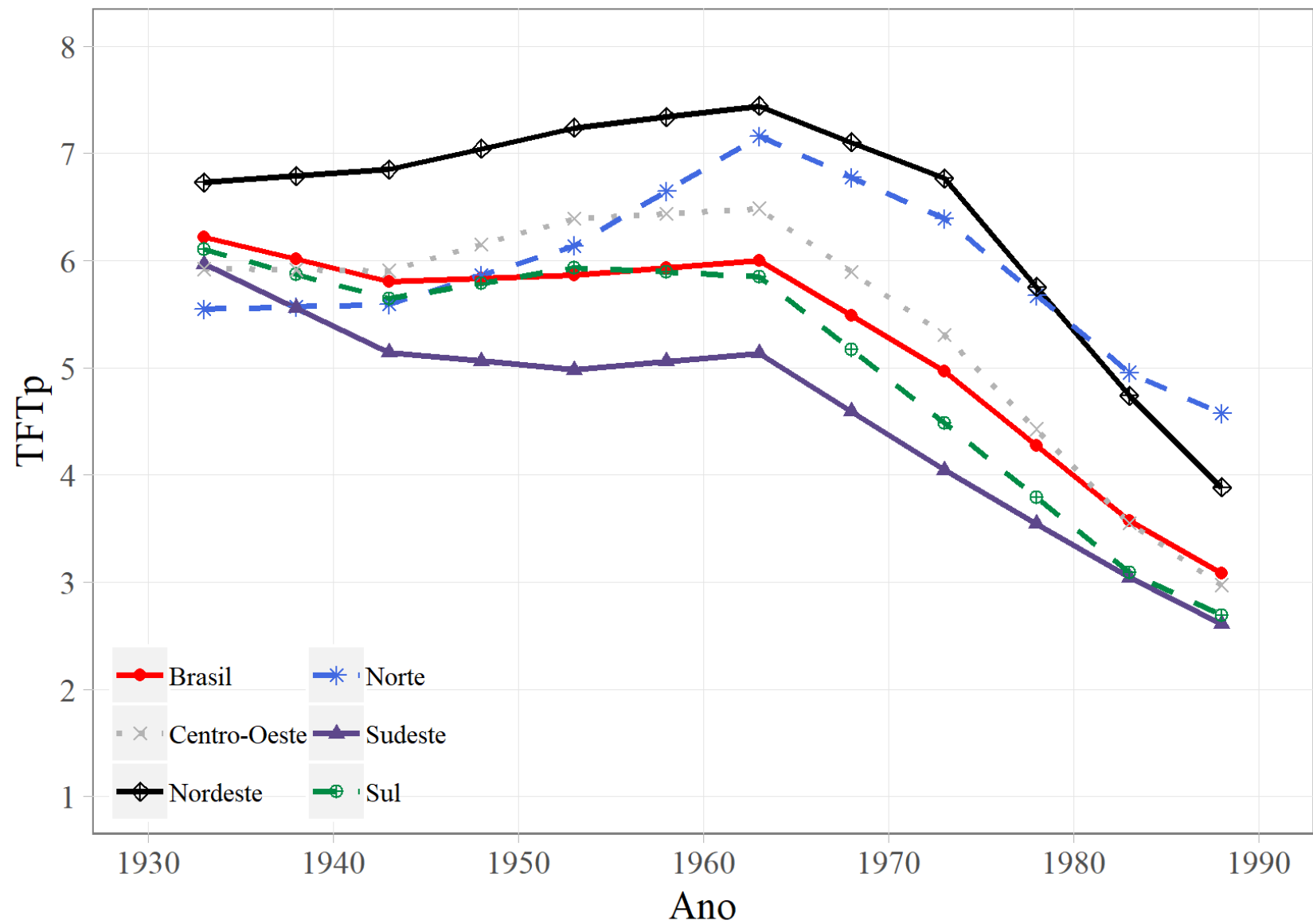


1 - Amazônia
2 - Nordeste setentrional
3 - Nordeste Central
4 - Nordeste Meridional
5 - Leste

6 - Rio de Janeiro
7 - São Paulo
8 - Paraná
9 - Sul
10 - Centro-Oeste



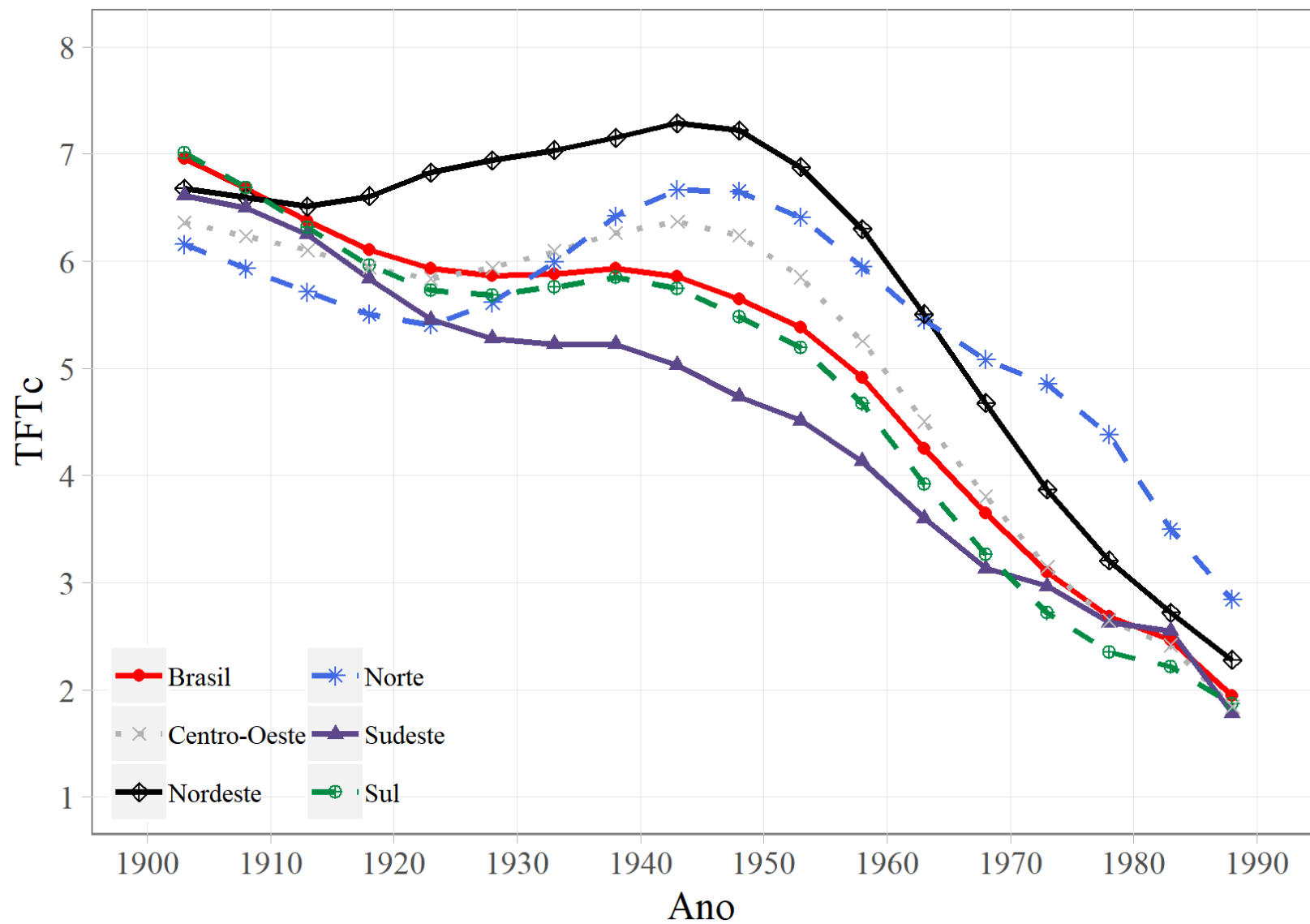
Figura 1 – Taxa de Fecundidade Total Corrente, Brasil e regiões, 1930-1990



Fonte: Frias e Oliveira (1991).



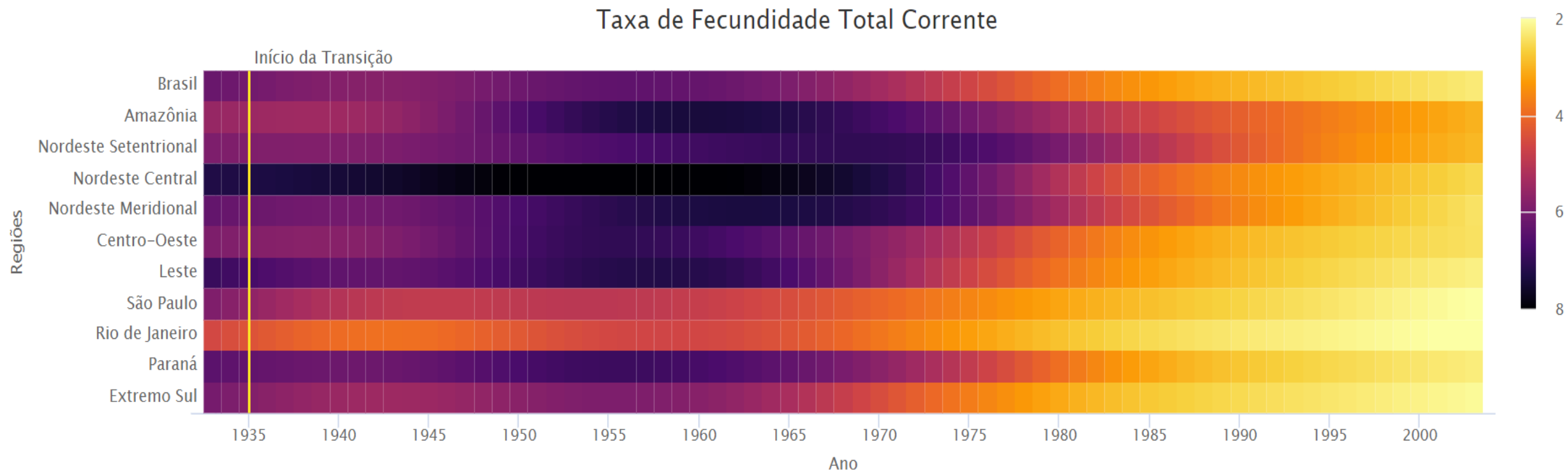
Figura 2 – Taxa de Fecundidade Total de Coorte, Brasil e regiões, 1900-1990



Fonte: Frias e Carvalho (1992).



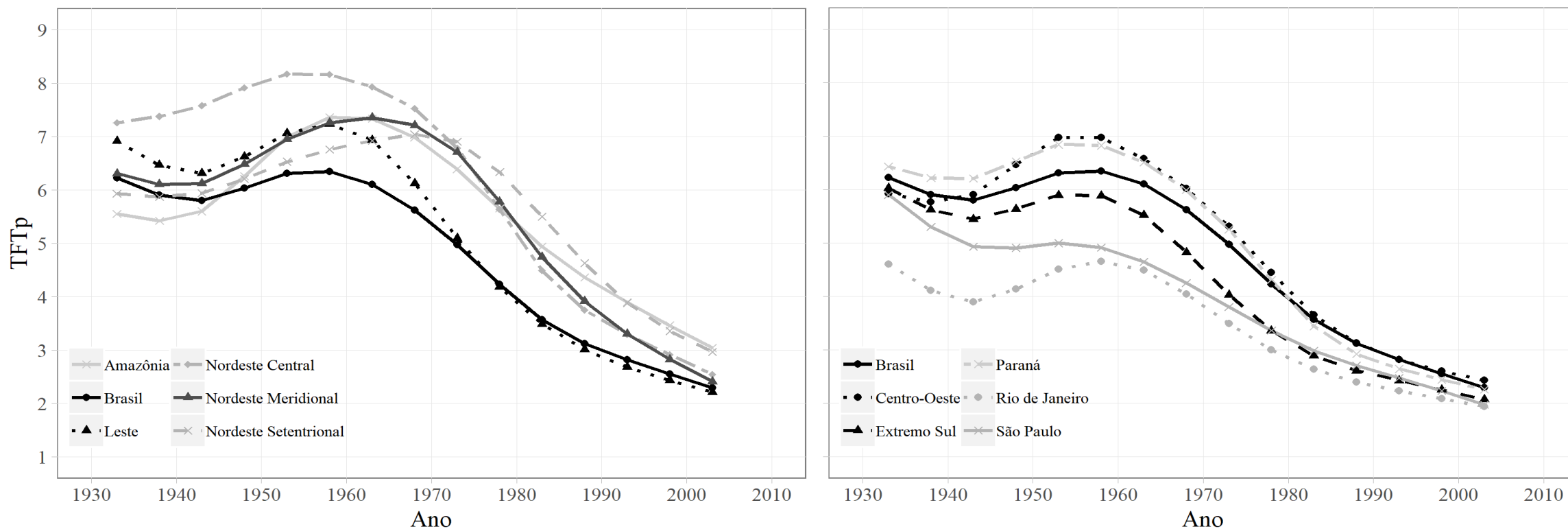
Figura 3 – Taxa de Fecundidade Total corrente, Brasil e suas 10 regiões, 1930-2005



Fonte: Estimativas próprias a partir do Censo Demográfico Brasileiro de 1940 a 2010.



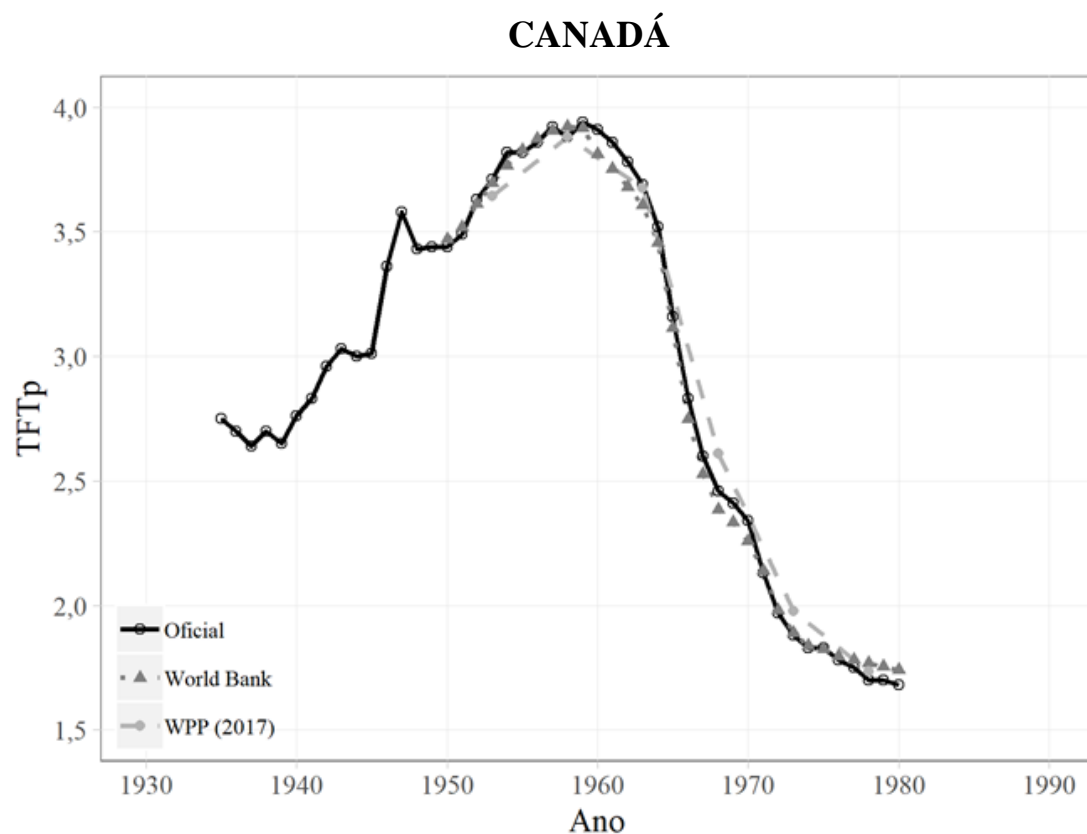
Figura 4 – Taxa de Fecundidade Total corrente, Brasil e suas 10 regiões, 1930-2005



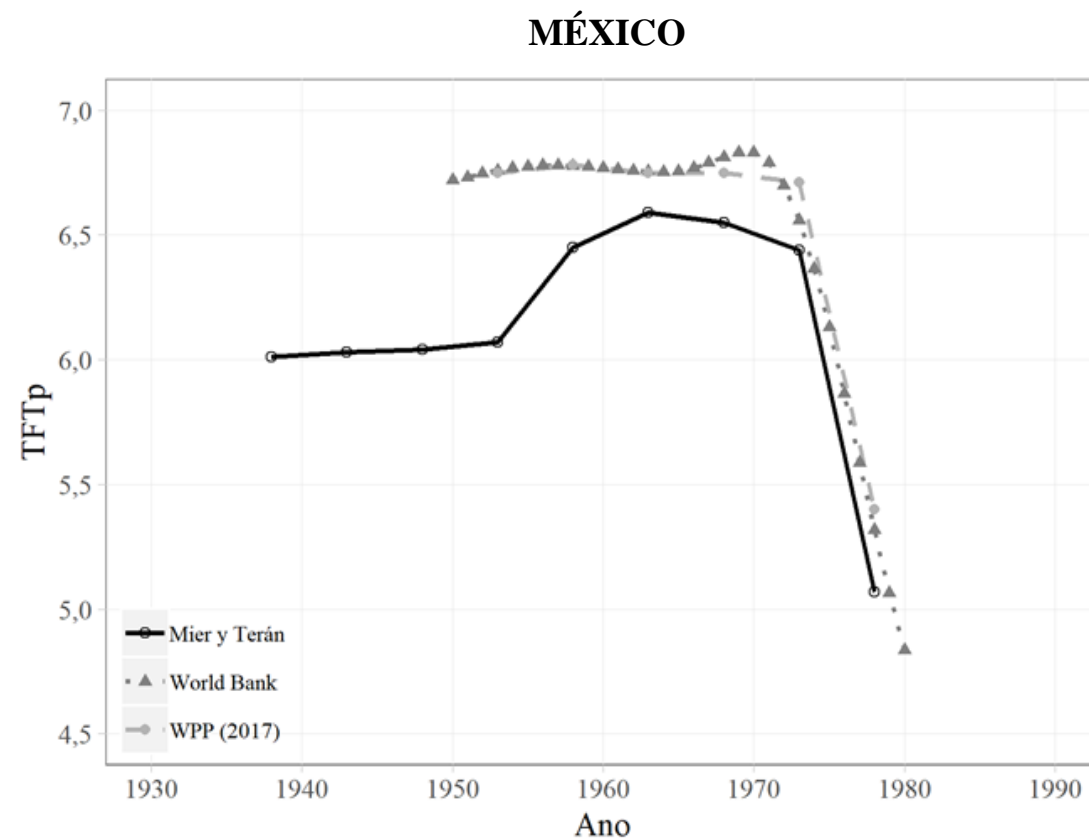
Fonte: Estimativas próprias a partir do Censo Demográfico Brasileiro de 1940 a 2010.



Figura 5 – Taxa de Fecundidade Total, Canadá (1935-1973) e México (1943-1978)



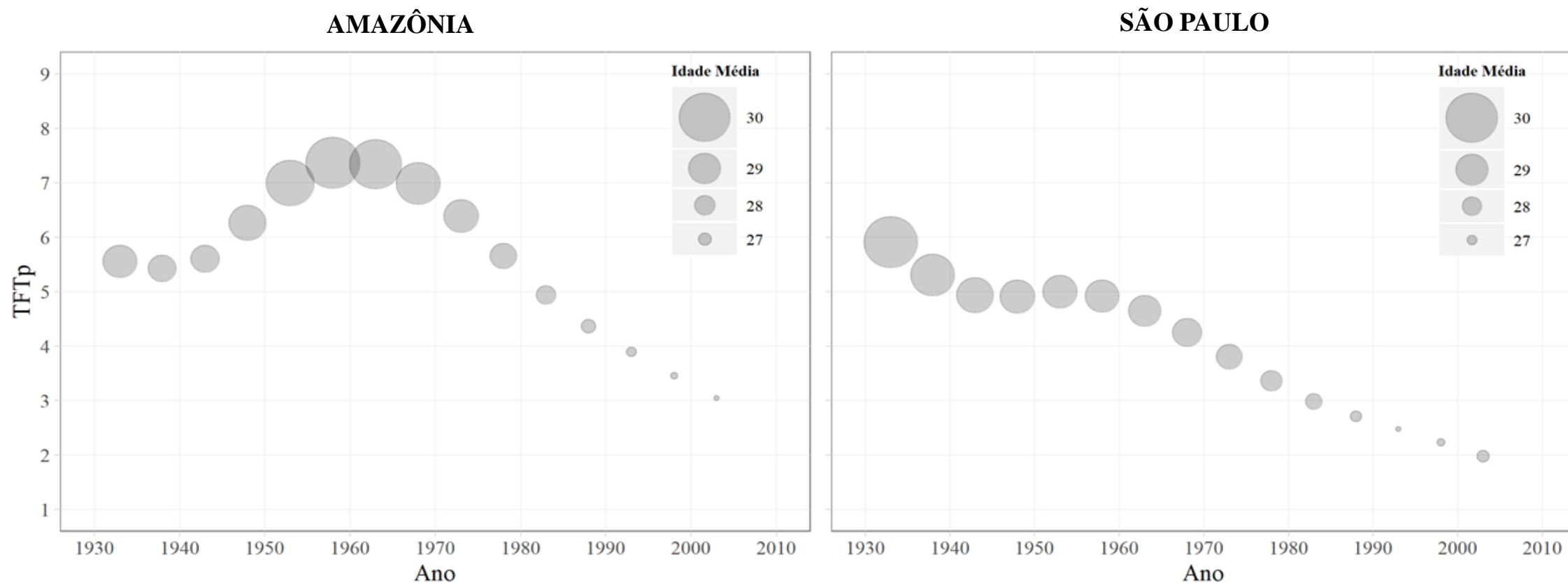
Fonte: Statistics Canada, 2017; United Nations - Department Of Economic And Social Affairs - Population Division, 2017; World Bank, 2017.



Fonte: Terán, 1990; United Nations - Department Of Economic And Social Affairs - Population Division, 2017; World Bank, 2017.



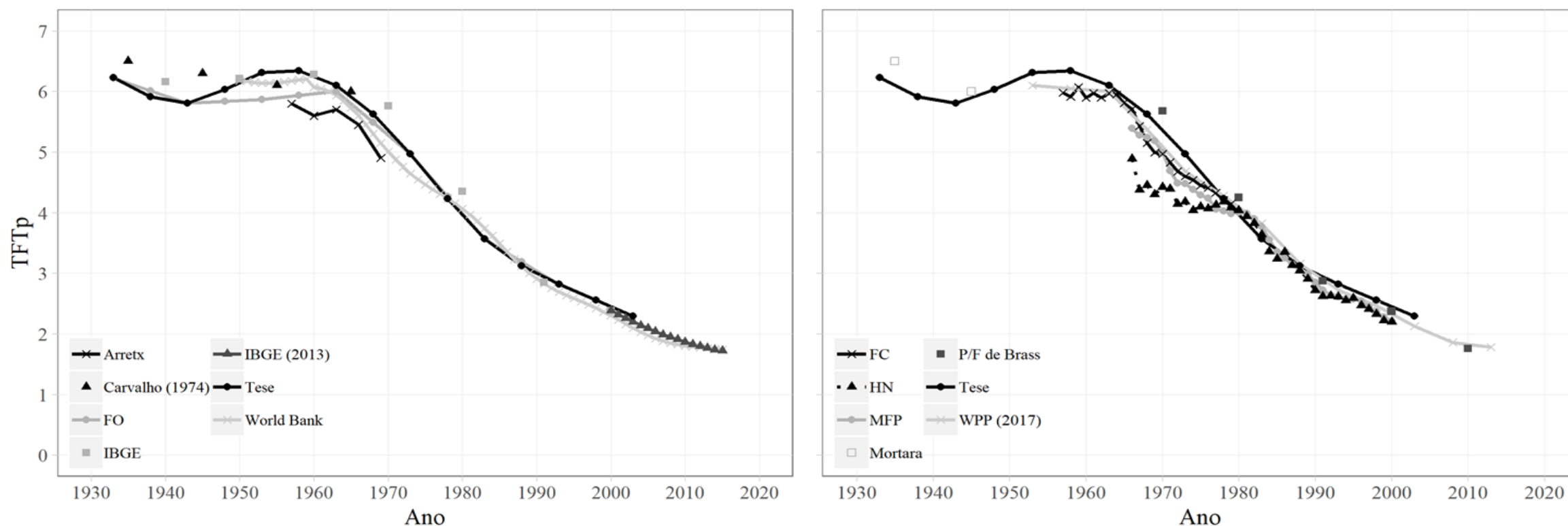
Figura 6 – Taxa de Fecundidade Total corrente e Idade Média da Função de Fecundidade corrente, 1930-2005



Fonte: Estimativas próprias a partir do Censo Demográfico Brasileiro de 1940 a 2010.



Figura 7 – Taxa de Fecundidade Total corrente, vários autores selecionados, Brasil, 1930-2015



Fonte: Arretx – Arretx (1983); Carvalho (1974); FO – Frias e Oliveira (1990, 1991); IBGE – IBGE (1985; 2000); IBGE (2013); World Bank – World Bank (2017); FC – Fernandez e Carvalho (1986); HN e MFP – Miranda-Ribeiro (2007); Mortara - Mortara (1954; 1961); P/F de Brass – Carvalho, Gonçalves e Silva (2018); WPP (2017) – United Nations - Department of Economic and Social Affairs - Population Division (2017).



Tabela 1 – Datação do início da transição da fecundidade corrente, usando como critério a evolução das TFTp, Brasil e suas 10 regiões, 1930-2005

| Região | Datação |
|-----------------------|----------------|
| Brasil | 1960/1970 |
| Amazônia | 1960/1970 |
| Nordeste Central | 1960/1970 |
| Nordeste Meridional | 1970/1980 |
| Nordeste Setentrional | 1970/1980 |
| Leste | 1960/1970 |
| Rio de Janeiro | 1930/1940 |
| São Paulo | 1930/1940 |
| Paraná | 1960/1970 |
| Extremo Sul | 1930/1940 |
| Centro-Oeste | 1960/1970 |

Fonte: Estimativas próprias a partir do Censo Demográfico Brasileiro de 1940 a 2010.



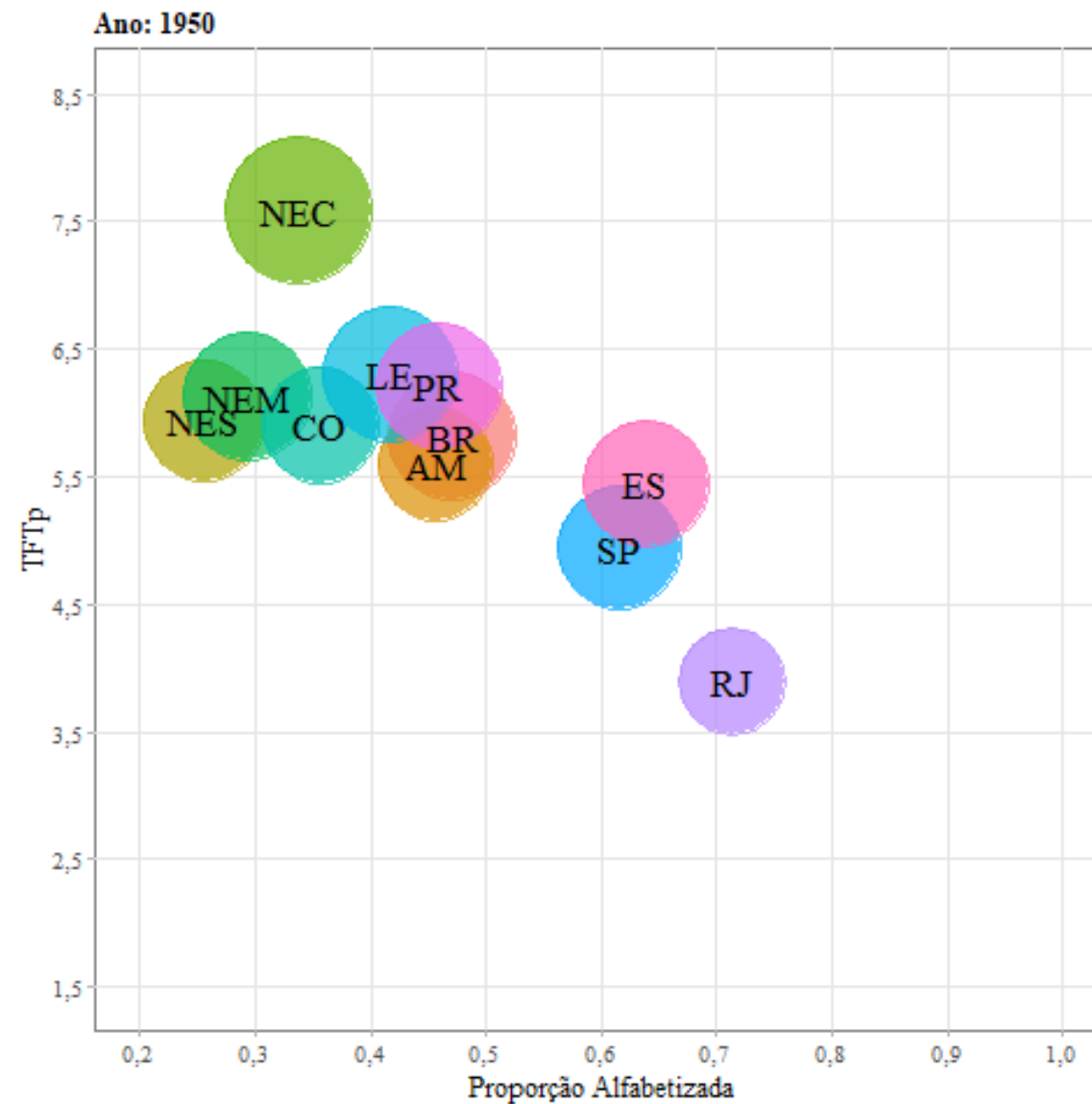
VARIÁVEIS INTRÍNSECAS À FECUNDIDADE



Educação



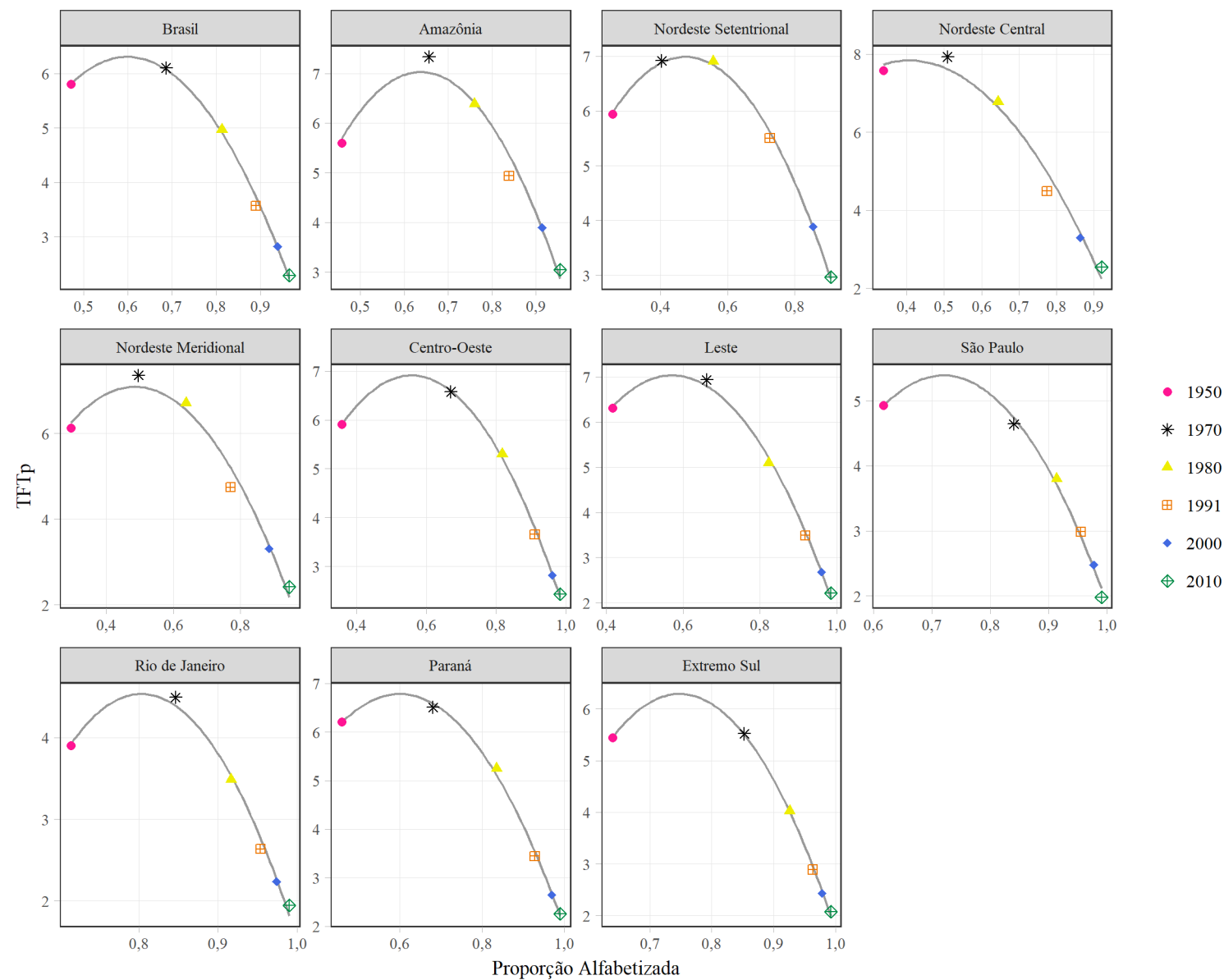
Figura 18 – TFTp e alfabetização de mulheres de 25-29 anos, Brasil e suas 10 regiões, 1950-2010



Fonte: Estimativas próprias a partir do Censo Demográfico Brasileiro de 1940 a 2010.



Figura 19 – TFTp e alfabetização de mulheres de 25-29 anos, Brasil e suas 10 regiões, 1950-2010



Fonte: Estimativas próprias a partir do Censo Demográfico Brasileiro de 1940 a 2010.

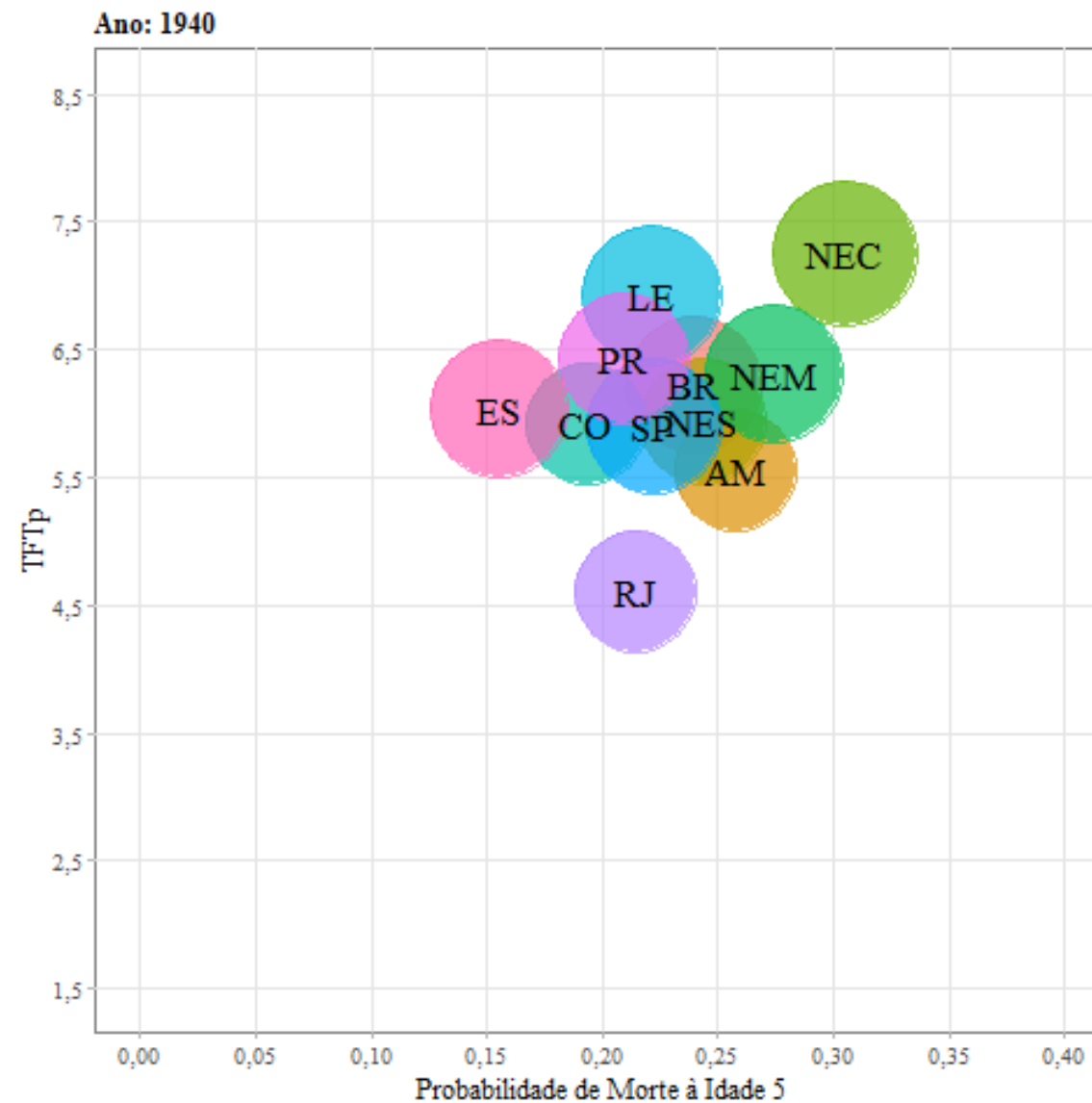


Educação

Mortalidade



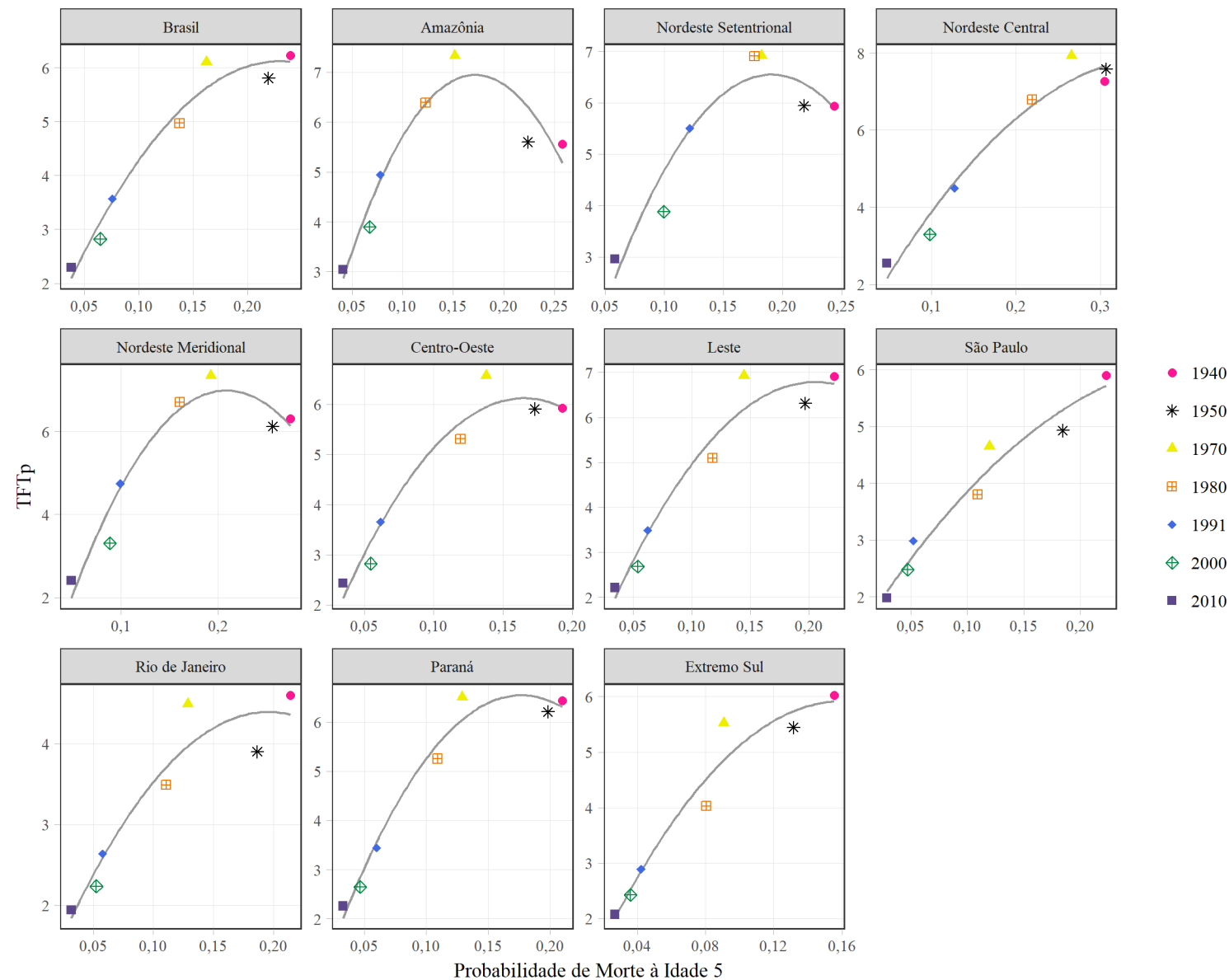
Figura 22 – TFTp e q5, Brasil e suas 10 regiões, 1940-2010



Fonte: Estimativas próprias a partir do Censo Demográfico Brasileiro de 1940 a 2010.



Figura 23 – TFTp e q5, Brasil e suas 10 regiões, 1940-2010



Fonte: Estimativas próprias a partir do Censo Demográfico Brasileiro de 1940 a 2010.





**MUITO
OBRIGADO!**