

Estudos Populacionais



TIM I
Sonaly Rezende
Marcos von Sperling

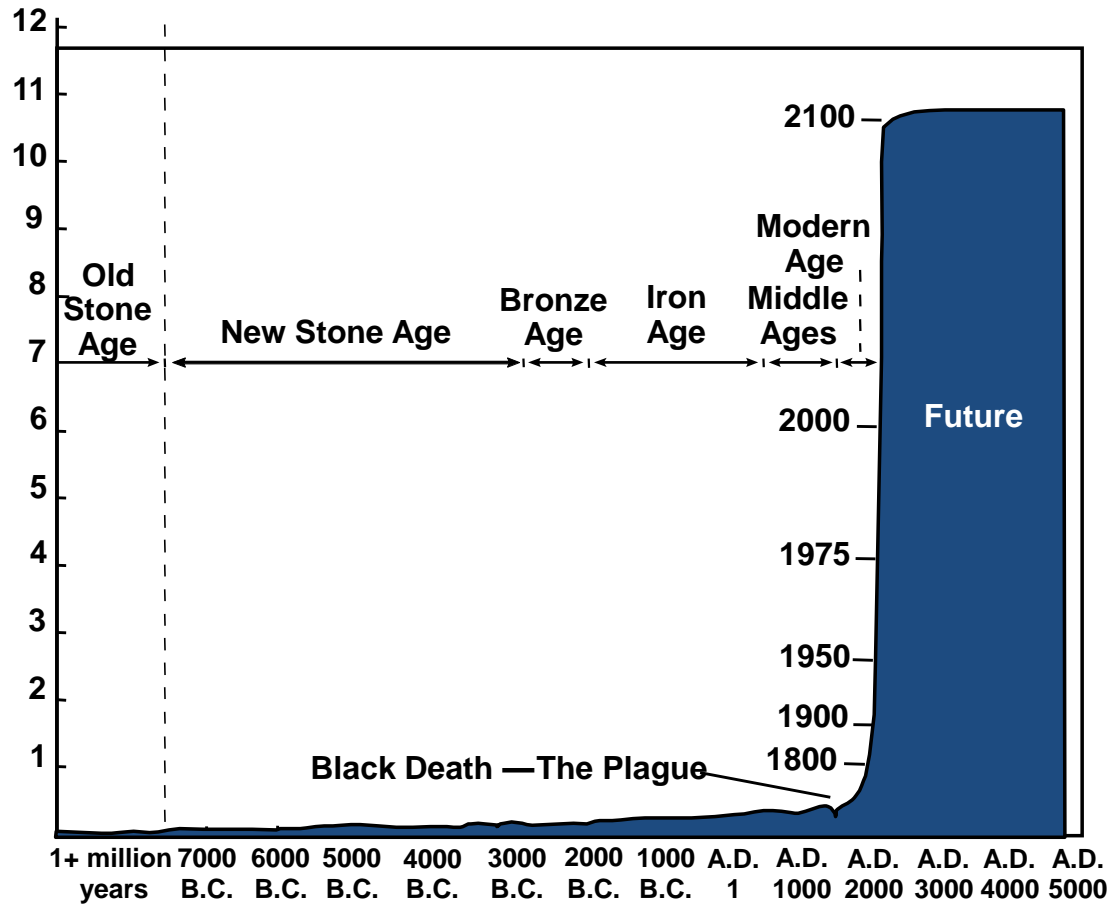
Estudos Populacionais

É importante que as **projeções populacionais** sejam elaboradas de forma consciente. Isto quer dizer que o projetista precisa conhecer todos os **aspectos que influenciam o crescimento demográfico em um dado lugar em um determinado tempo.**



História do crescimento populacional mundial

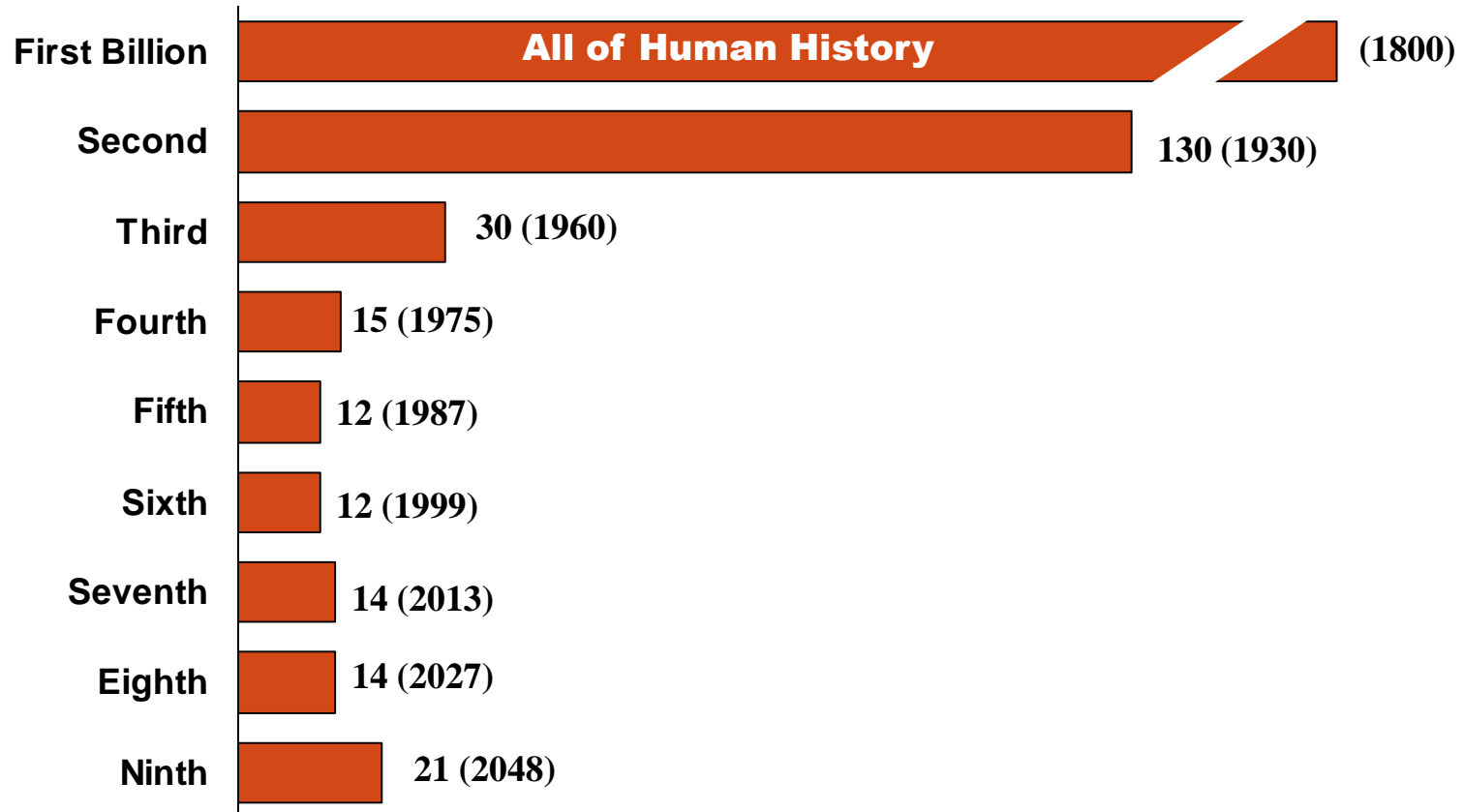
Billions



Source: Population Reference Bureau; and United Nations, *World Population Projections to 2100* (1998).

História do crescimento populacional mundial

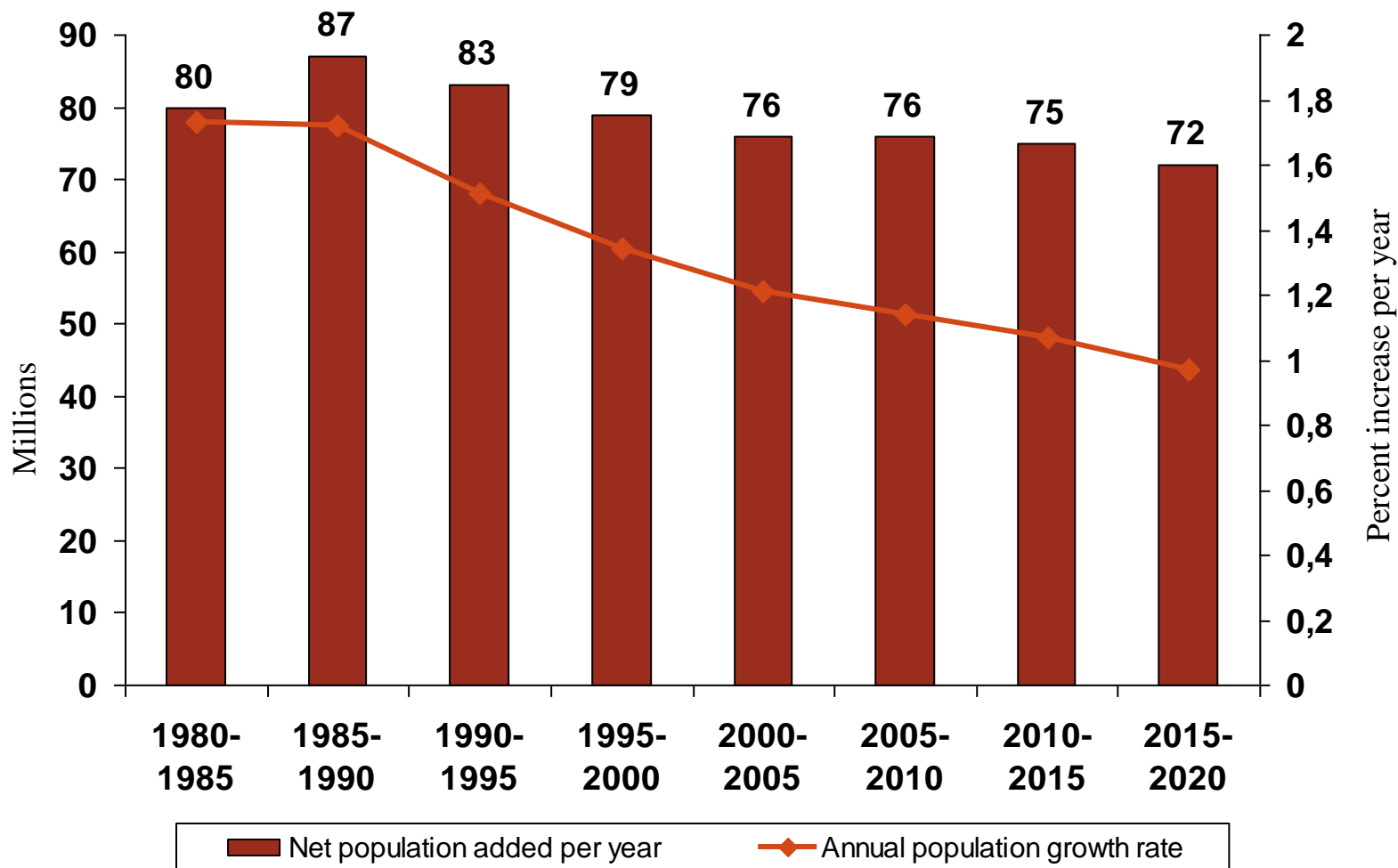
Número de anos para acrescentar cada bilhão (ano)



Sources: First and second billion: Population Reference Bureau. Third through ninth billion: United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (medium scenario), 2005.

História do crescimento populacional mundial

Crescimento da população e taxa de crescimento



Source: United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (medium scenario), 2005.

Países mais populosos (*bilhões de hab*)

Most Populous Countries (Millions)

2018	2018	CHINA 1,394	INDIA 1,371	UNITED STATES 328	INDONESIA 265	BRAZIL 209	PAKISTAN 201	NIGERIA 196	BANGLADESH 166	RUSSIA 147	MEXICO 131
2050	2050	INDIA 1,680	CHINA 1,344	NIGERIA 411	UNITED STATES 390	INDONESIA 320	PAKISTAN 307	BRAZIL 231	CONGO, DEM. REP. 216	BANGLADESH 202	ETHIOPIA 191

O crescimento populacional

$$P_{x+n} = P_x + N - O + I - E$$

P_{x+n} → população no ano $x + n$

P_x → população no ano x

N → Nascimentos

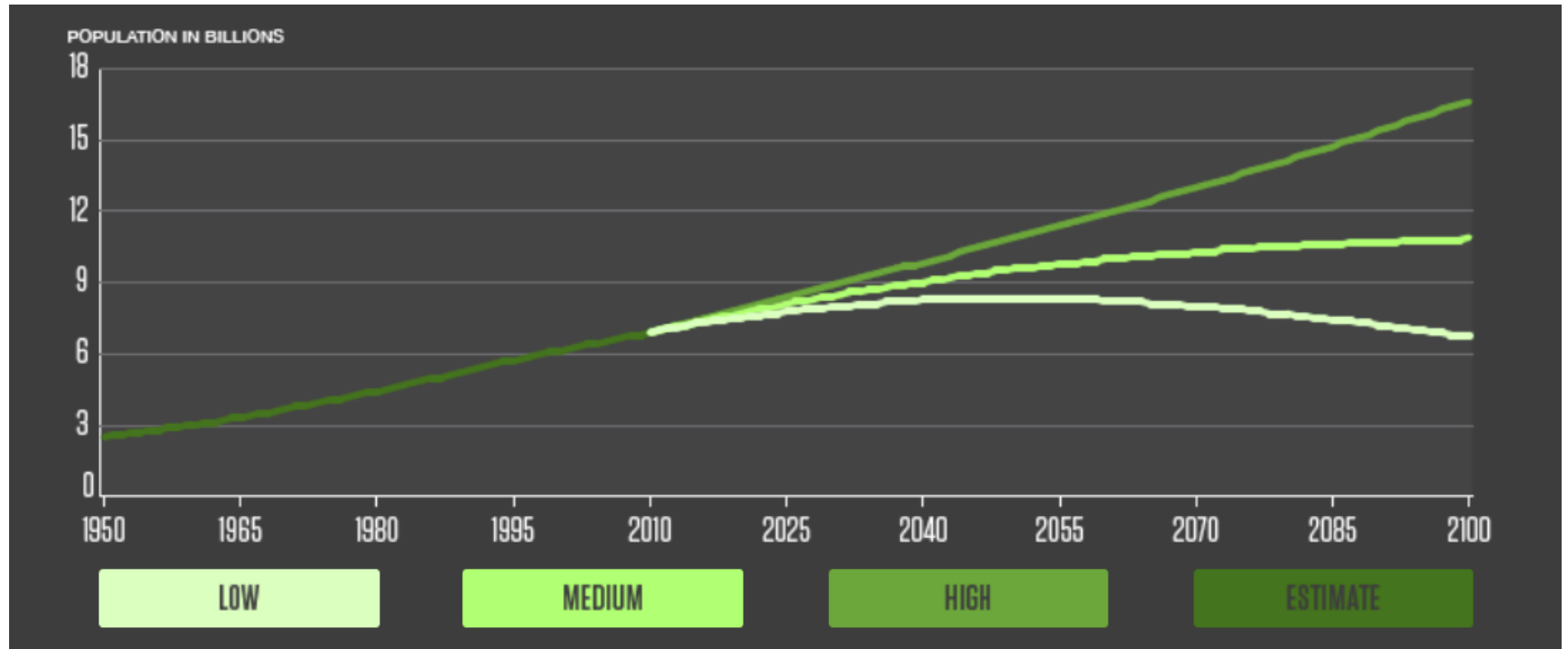
O → Óbitos

I → Imigrantes

E → Emigrantes

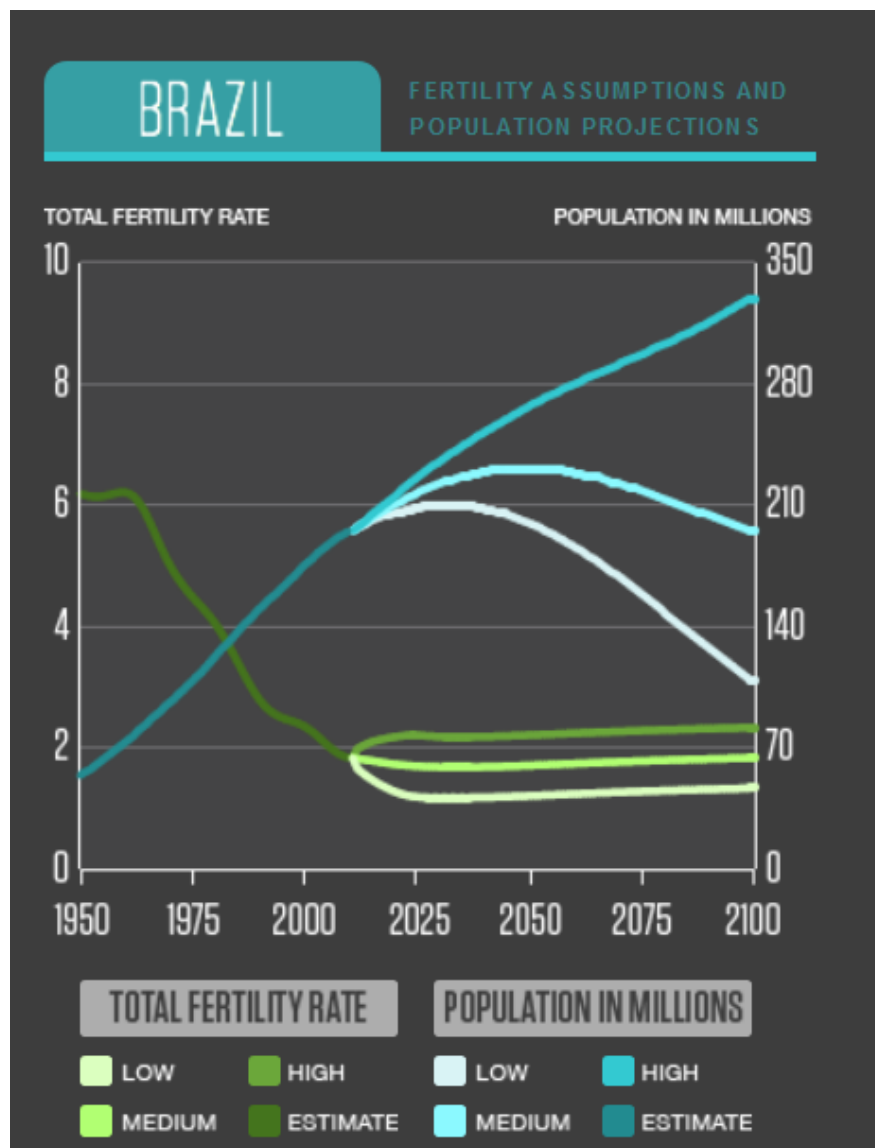


Crescimento da população mundial (*entendendo projeções populacionais*)



Fonte: Population Reference Bureau, 2018

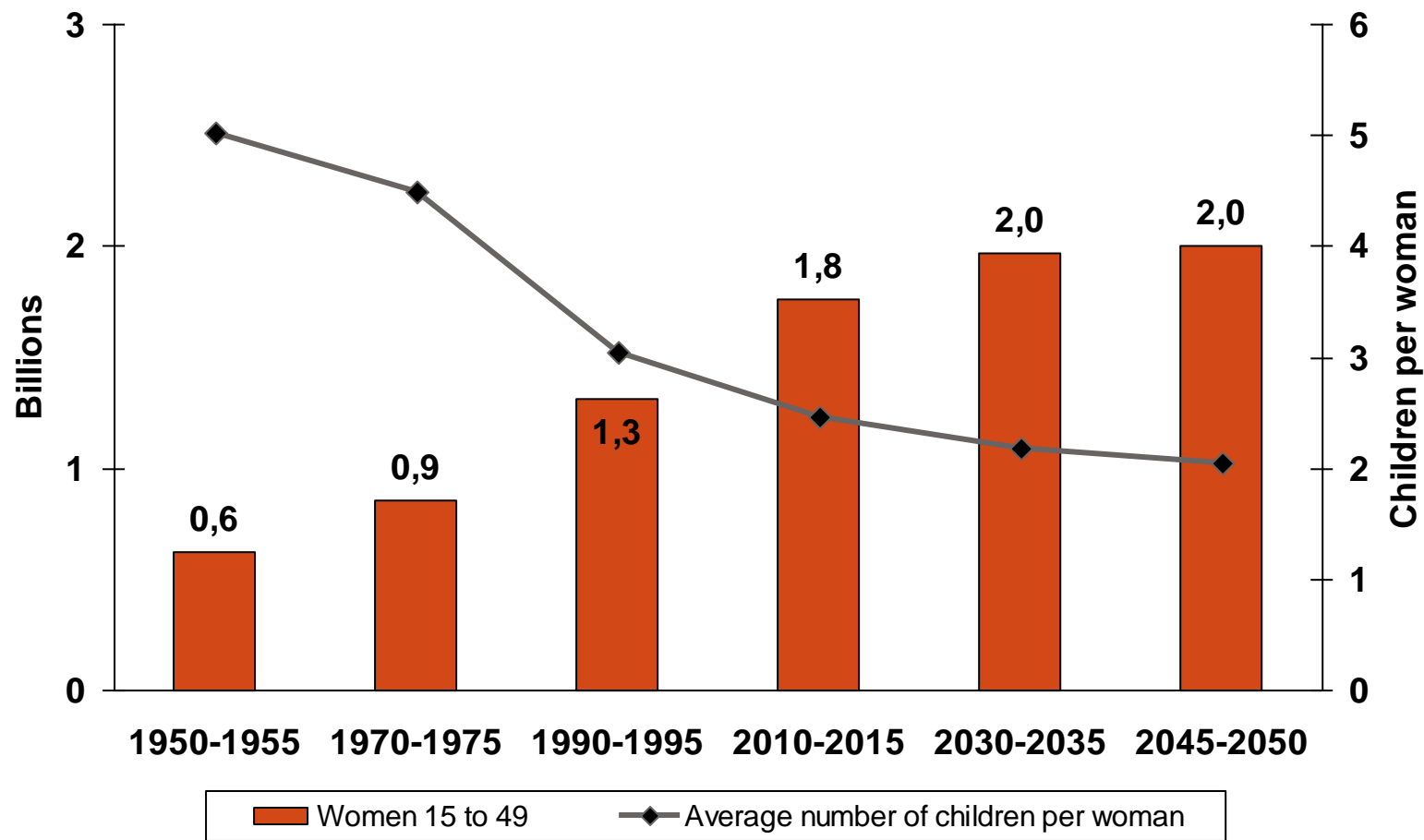
Taxa de Fecundidade e População no Brasil



Fonte: Population Reference Bureau, 2018

Mulheres em idade de reprodução e fecundidade

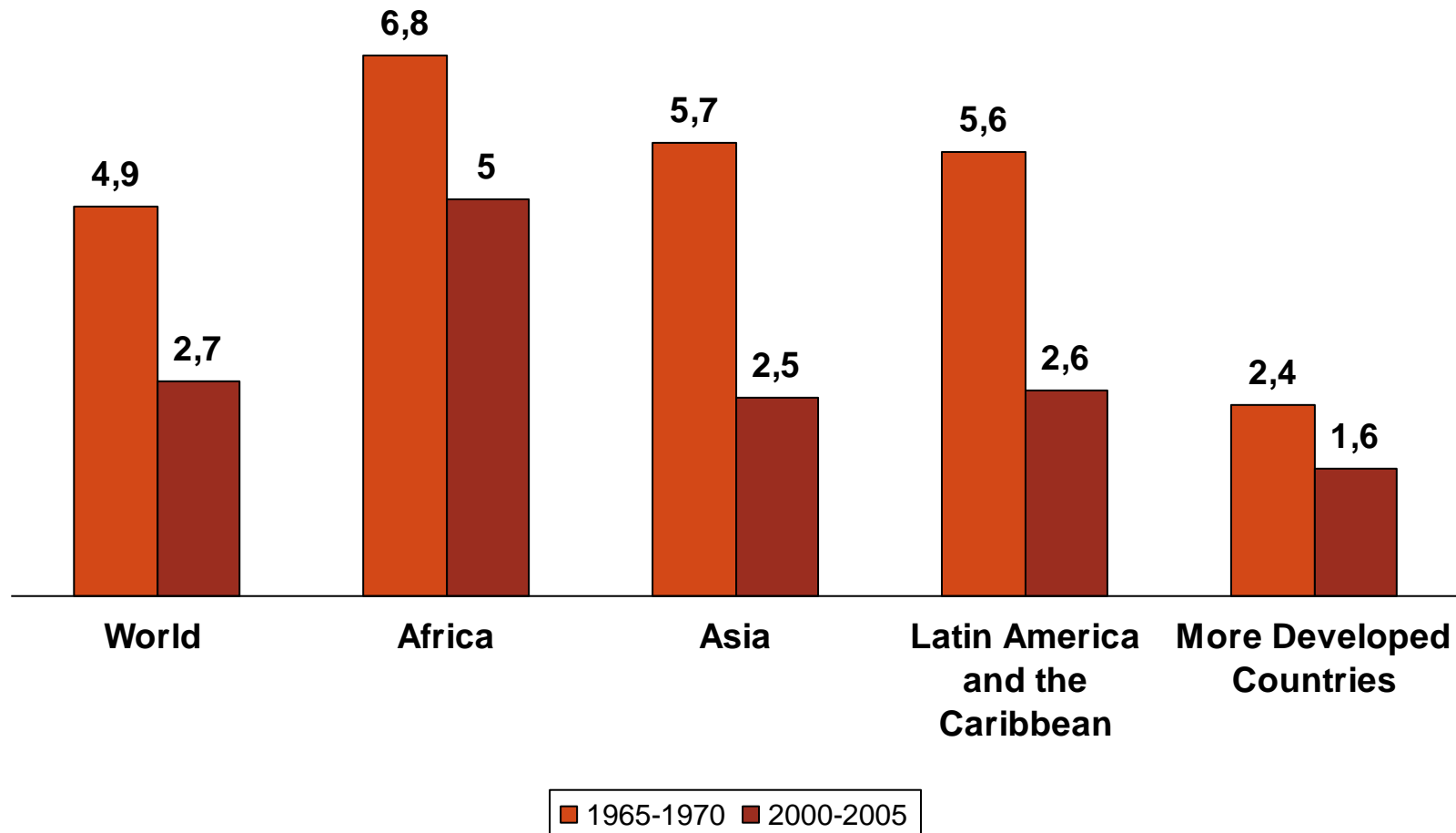
Dados mundiais



Source: United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (medium scenario), 2005.

Tendências da Fecundidade por região

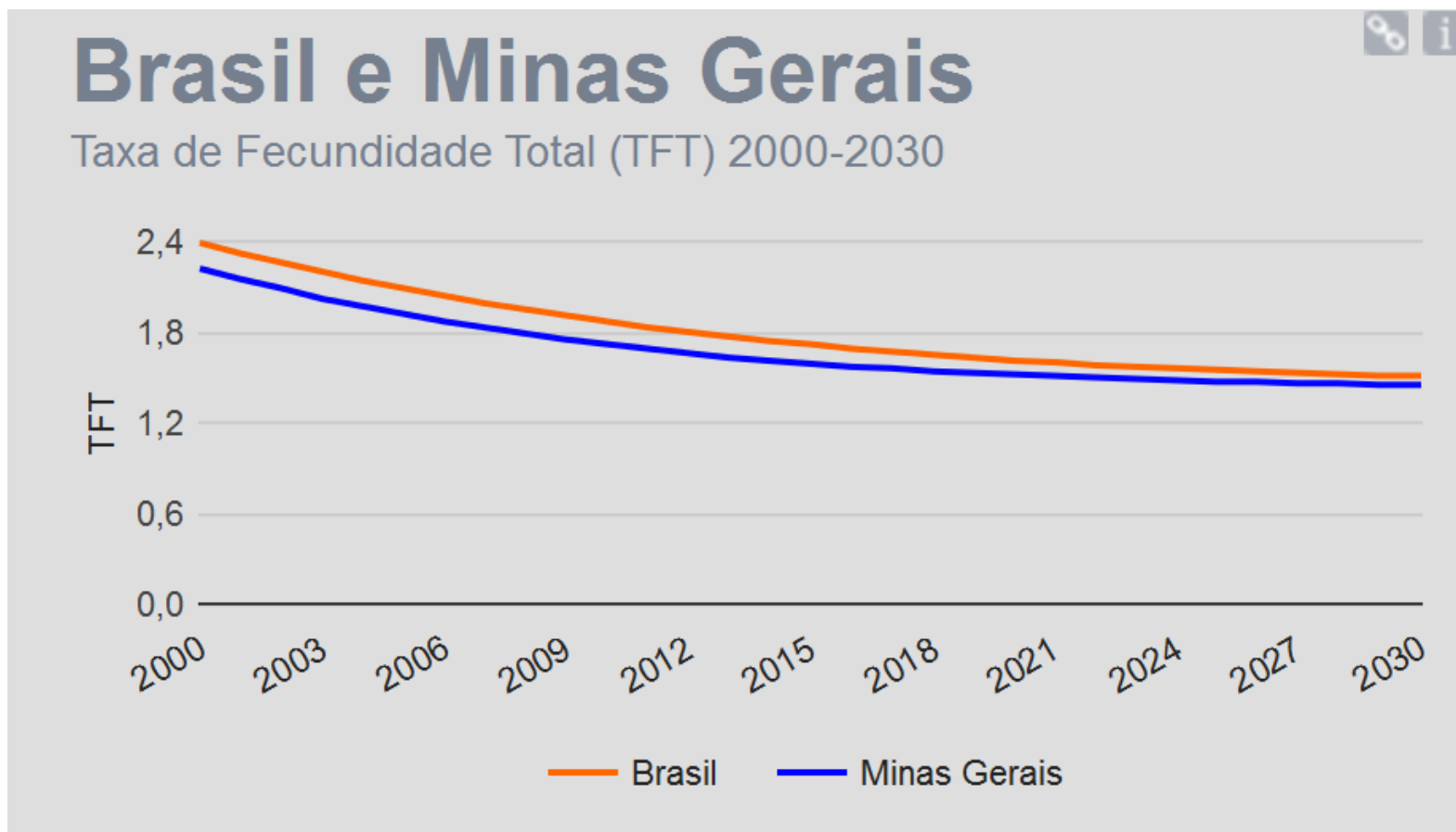
Número médio de filhos tidos por mulher durante o período reprodutivo



Source: United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision*, 2005.

Taxa de Fecundidade Total no Brasil e em MG

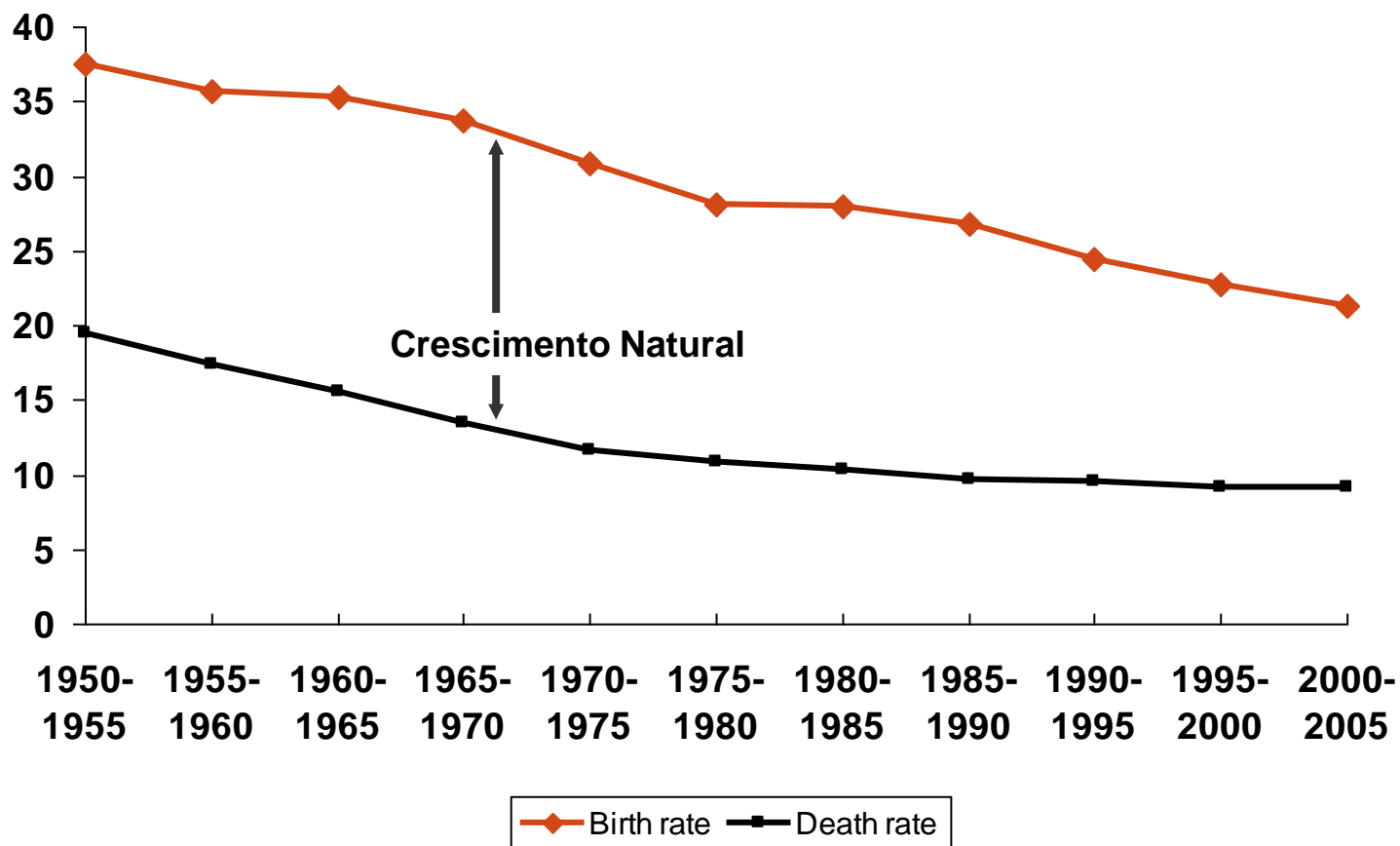
Fonte: IBGE (2015)



Taxa de Fecundidade Total (TFT): Número médio de filhos nascidos vivos, tidos por uma mulher ao final do seu período reprodutivo, na população residente em determinado espaço geográfico, no ano considerado. A taxa de fecundidade total é obtida pelo somatório das taxas específicas de fecundidade para as mulheres residentes de 15 a 49 anos de idade.

Taxas de Natalidade e Mortalidade global

por 1,000 habitantes

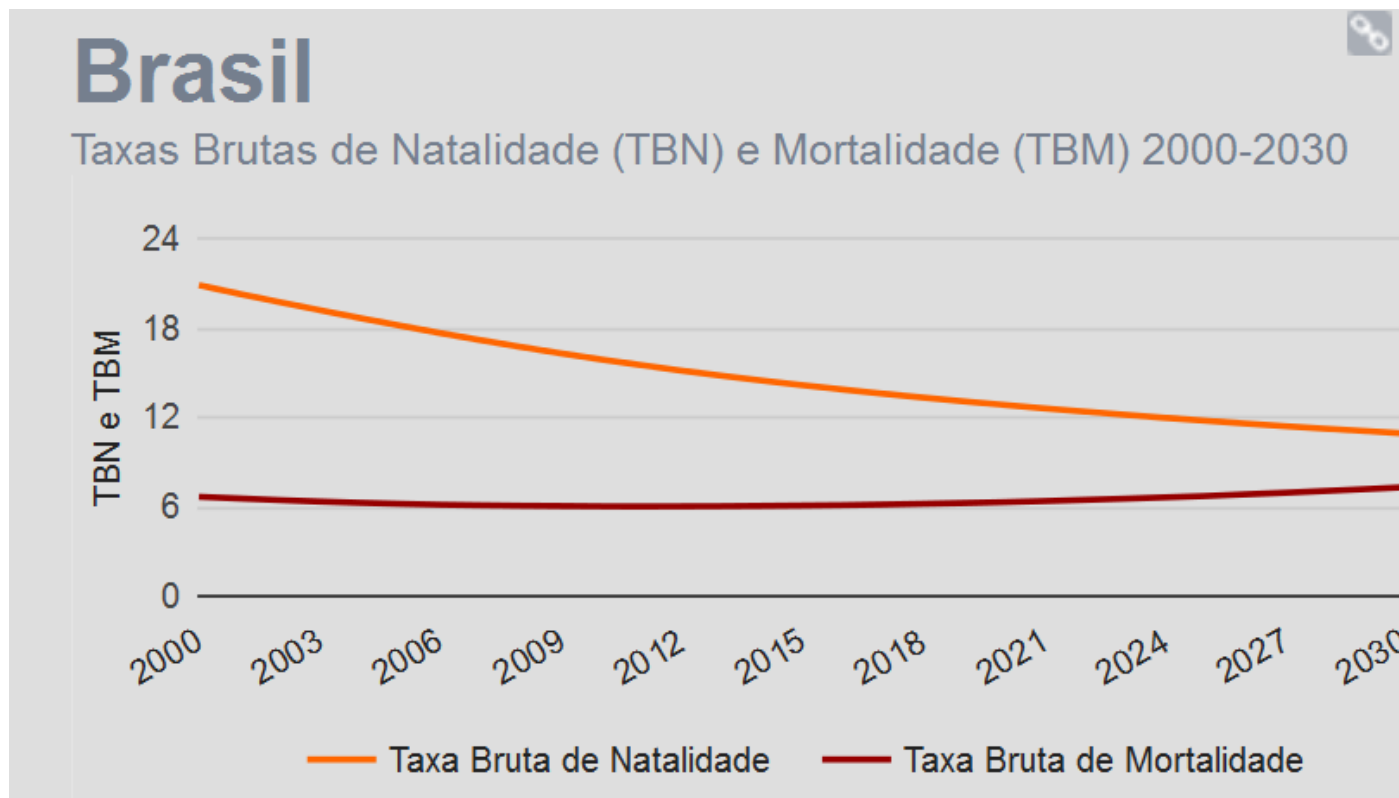


Source: United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision*, 2005.

Taxas de Natalidade e Mortalidade no Brasil

por 1,000 habitantes

Fonte: IBGE (2015)

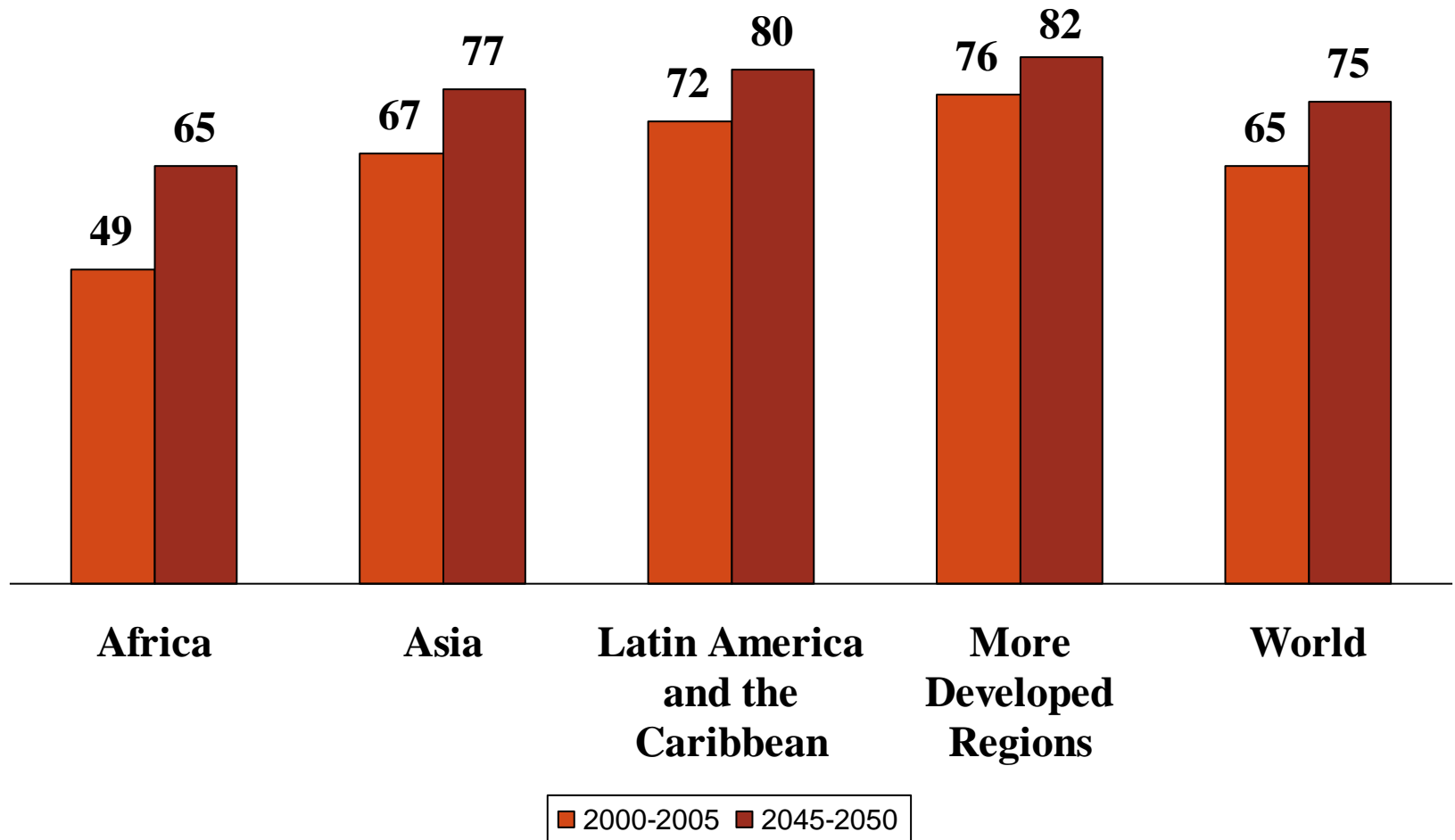


Taxa Bruta de Natalidade (TBN): Número de nascidos vivos, por mil habitantes, na população residente em determinado espaço geográfico, no ano considerado. Razão entre o número total de nascidos vivos residentes e a população residente

Taxa Bruta de Mortalidade (TBM): Número total de óbitos, por mil habitantes, na população residente em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

Tendências na expectativa de vida, por região

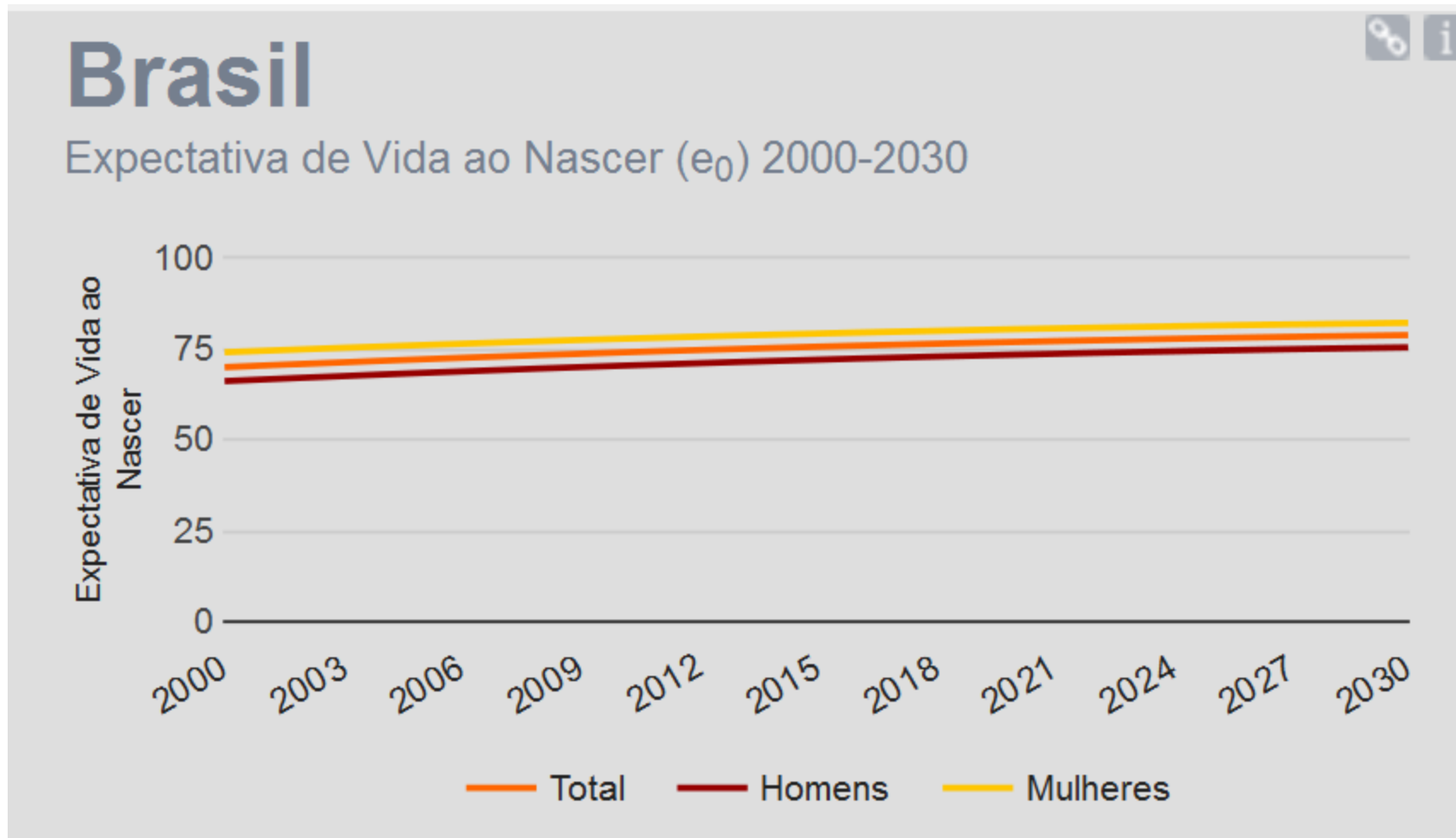
Esperança de vida ao nascer, em anos



Source: United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (medium scenario), 2005.

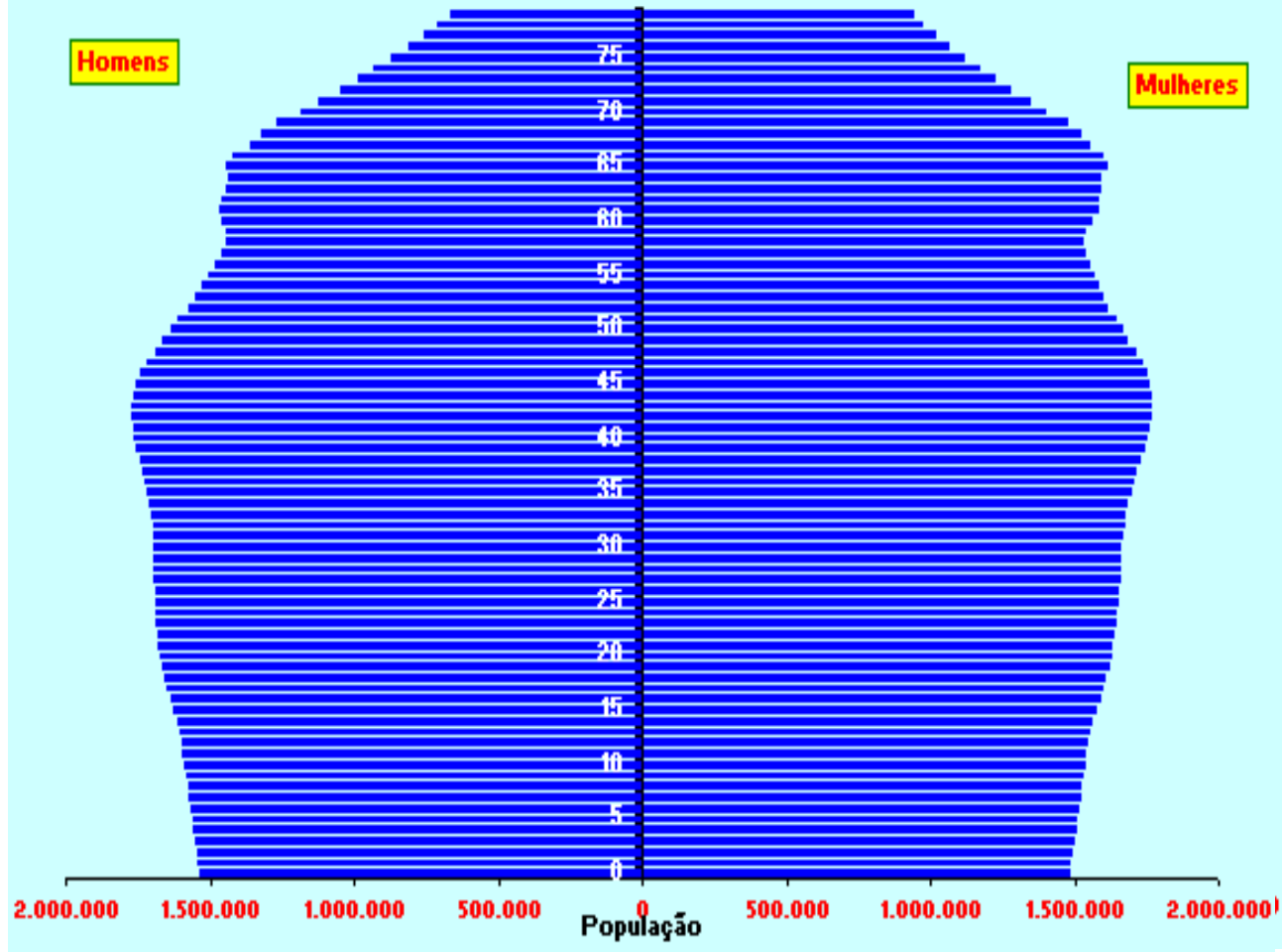
Expectativa de vida ao nascer no Brasil

Fonte: IBGE (2015)



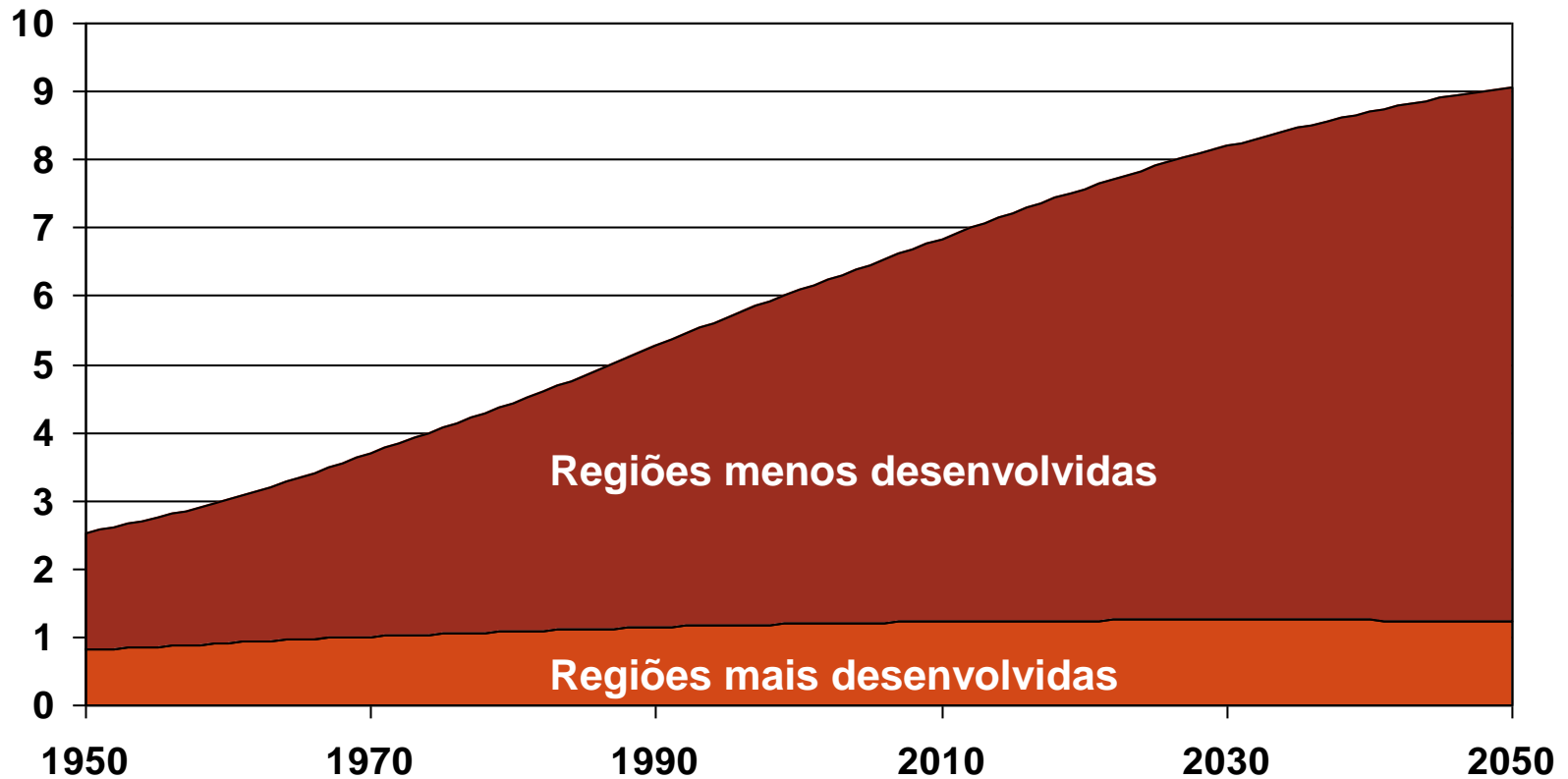
Expectativa de Vida ao Nascer (e_0): Número médio de anos de vida esperados para um recém-nascido, mantido o padrão de mortalidade existente na população residente, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

BRASIL: Pirâmide etária absoluta
Brasil - 2050



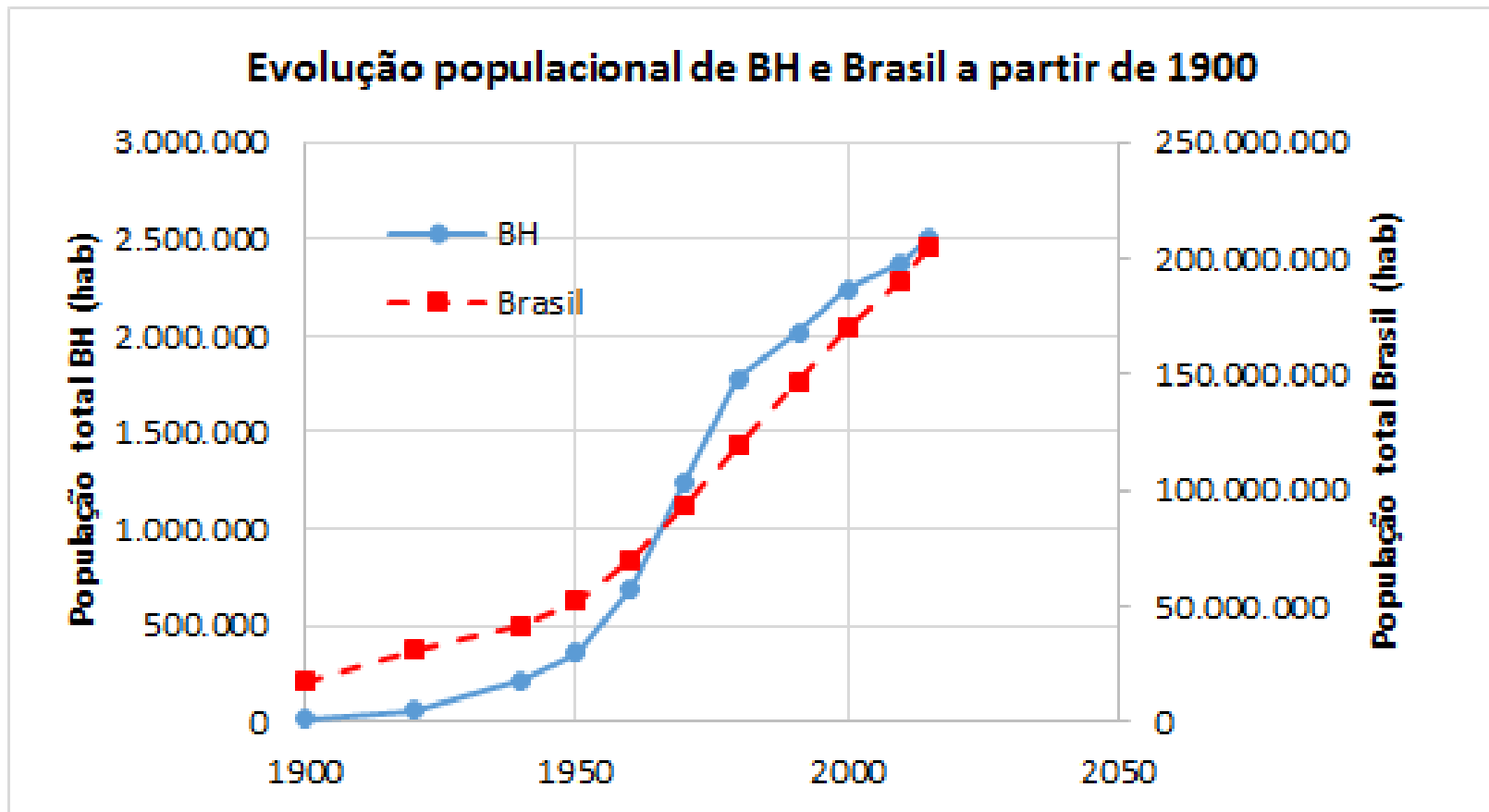
Crescimento populacional em países mais e menos desenvolvidos

Bilhões



Source: United Nations, *World Population Prospects: The 2004 Revision* (medium scenario), 2005.

Crescimento populacional em BH e no Brasil a partir de 1900

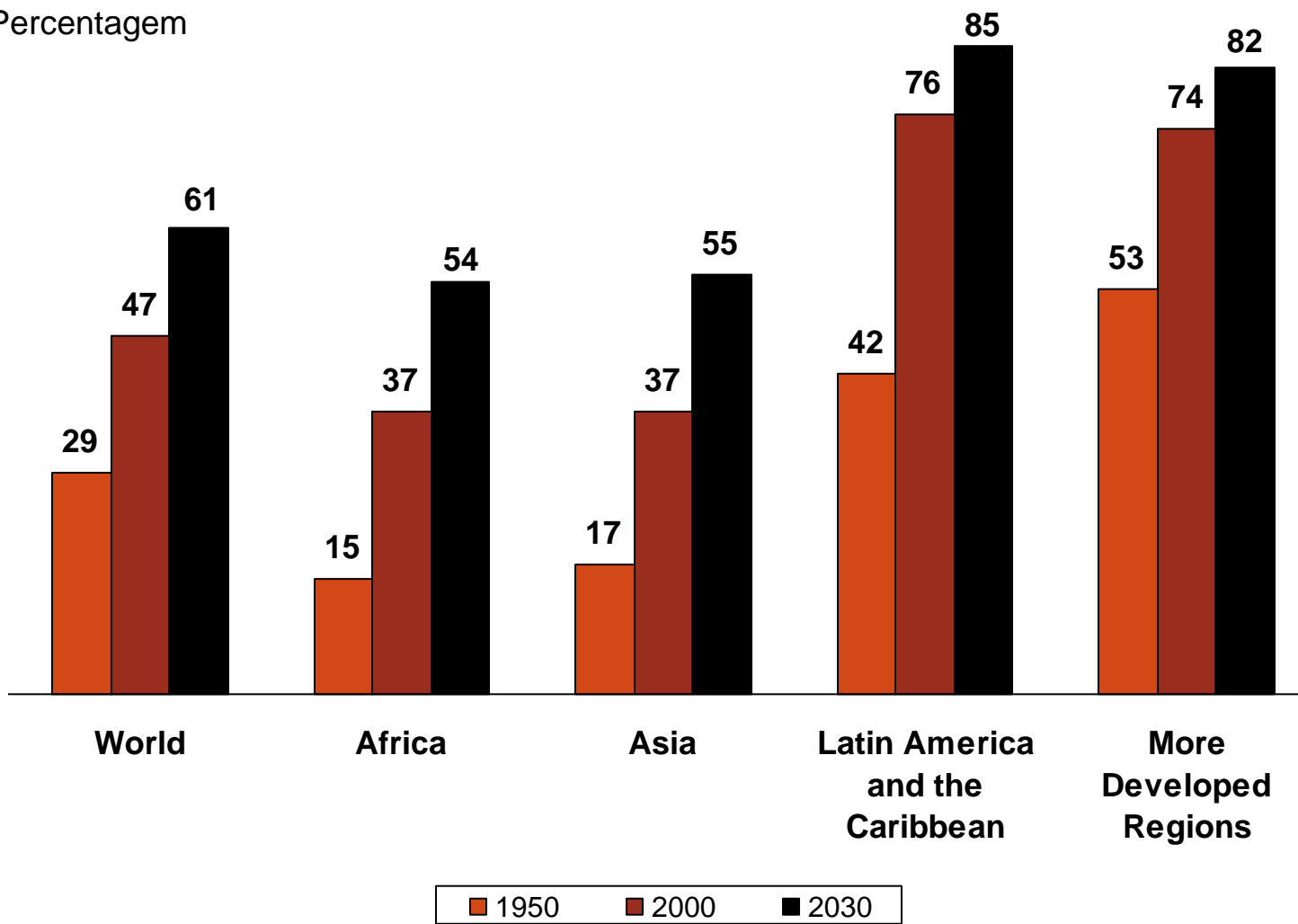


Fonte: dados do site do TIM-1 e do IBGE

Tendências na urbanização, por região

População urbana

Porcentagem



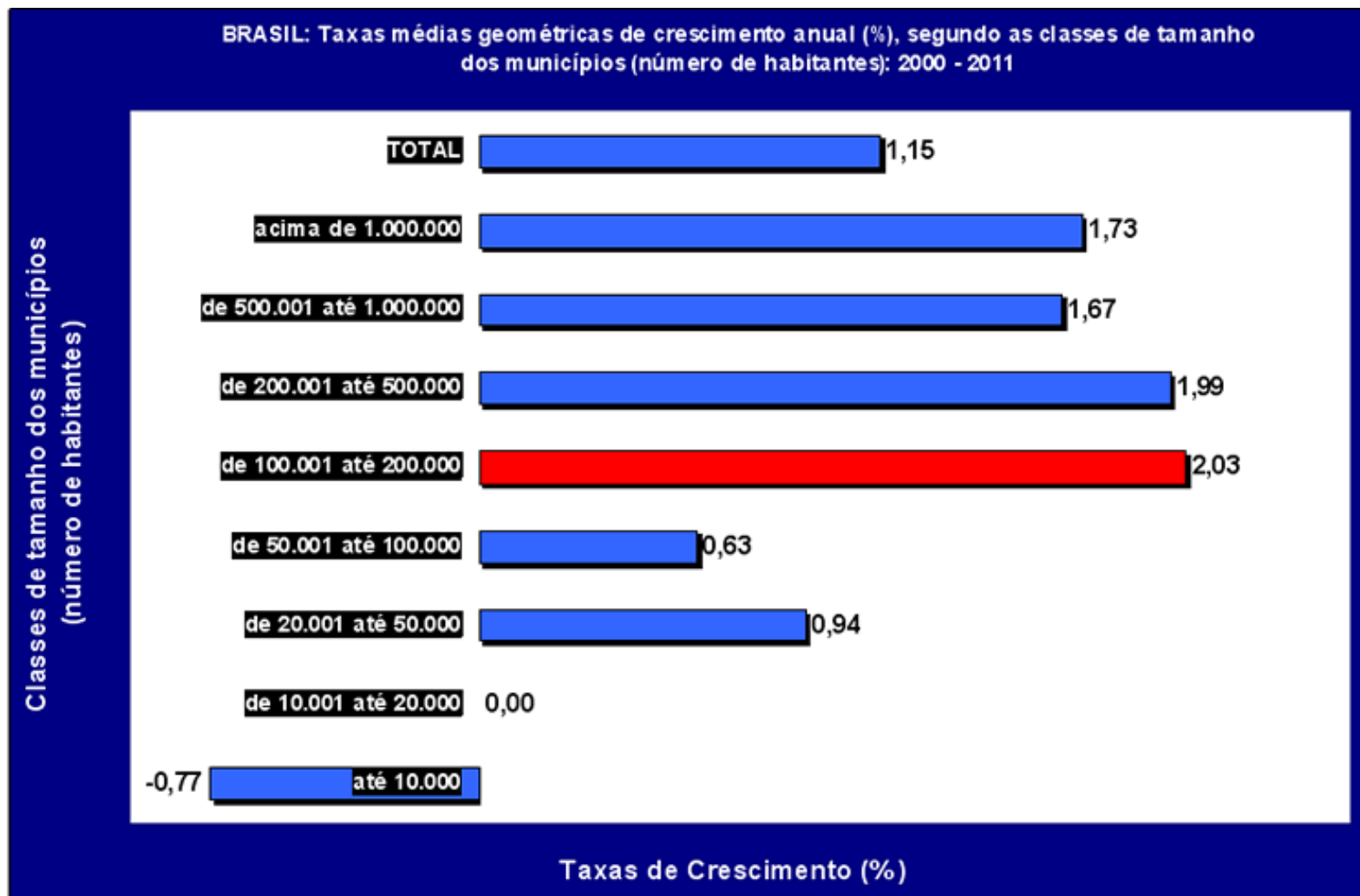
Source: United Nations, *World Urbanization Prospects: The 2003 Revision* (medium scenario), 2004.

10 CIDADES MAIS POPULOSAS DO BRASIL

Posição	Município	Unidade federativa	População ^[1]
1	 São Paulo	 São Paulo	12 106 920
2	 Rio de Janeiro	 Rio de Janeiro	6 520 266
3	 Brasília	 Distrito Federal	3 039 444
4	 Salvador	 Bahia	2 953 986
5	 Fortaleza	 Ceará	2 627 482
6	 Belo Horizonte	 Minas Gerais	2 523 794
7	 Manaus	 Amazonas	2 130 264
8	 Curitiba	 Paraná	1 908 359
9	 Recife	 Pernambuco	1 633 697
10	 Porto Alegre	 Rio Grande do Sul	1 484 941

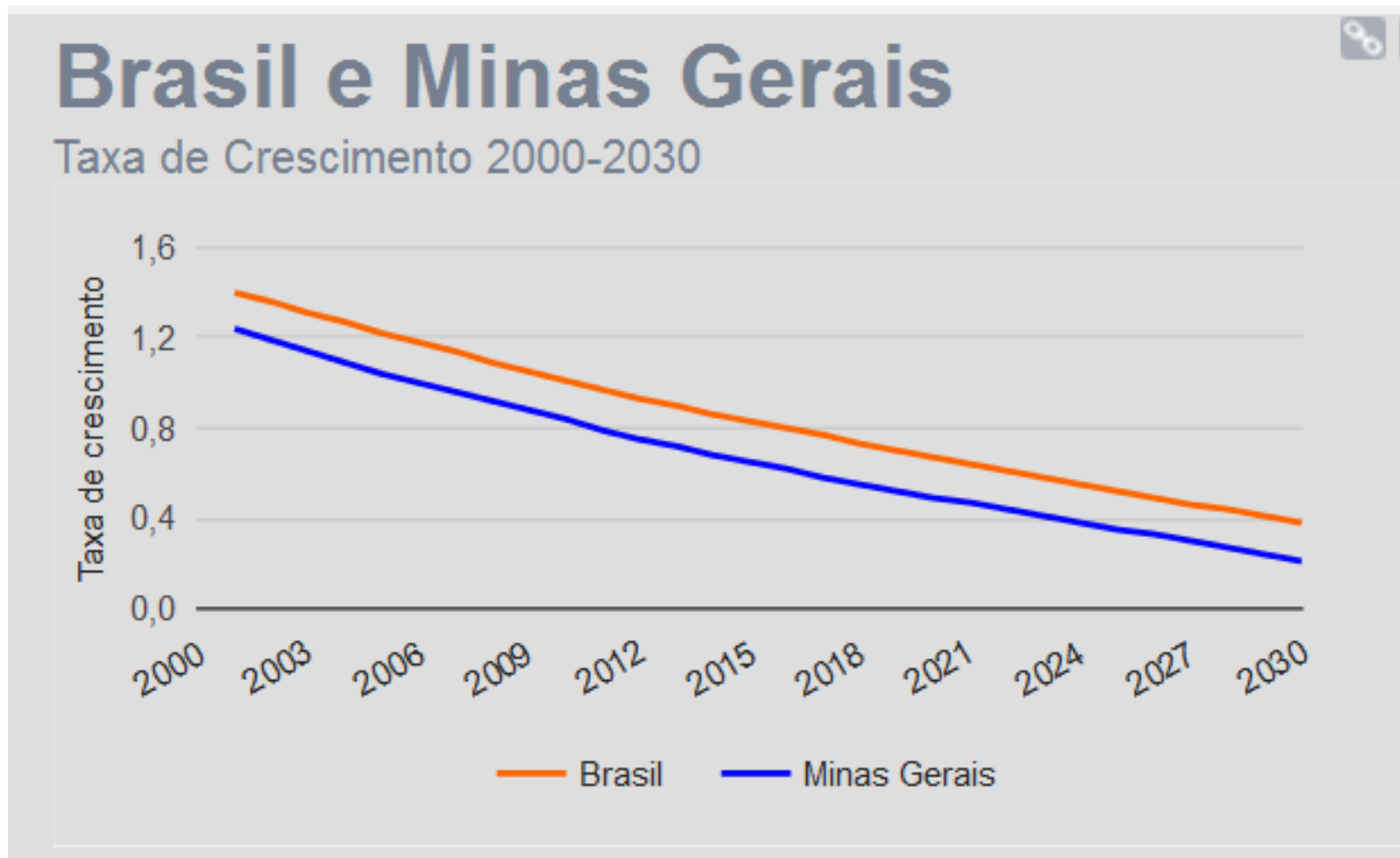
Fonte: estimativa do IBGE para 01/07/2017 - Wikipedia

Taxas médias de crescimento anual (%), entre 2000 e 2011 (5565 municípios do Brasil)



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas - DPE, Coordenação de População e Indicadores Sociais - COPIS.

Taxas de crescimento anual (%) projetadas até 2030



TIM-1

Projeção populacional em pequenas áreas

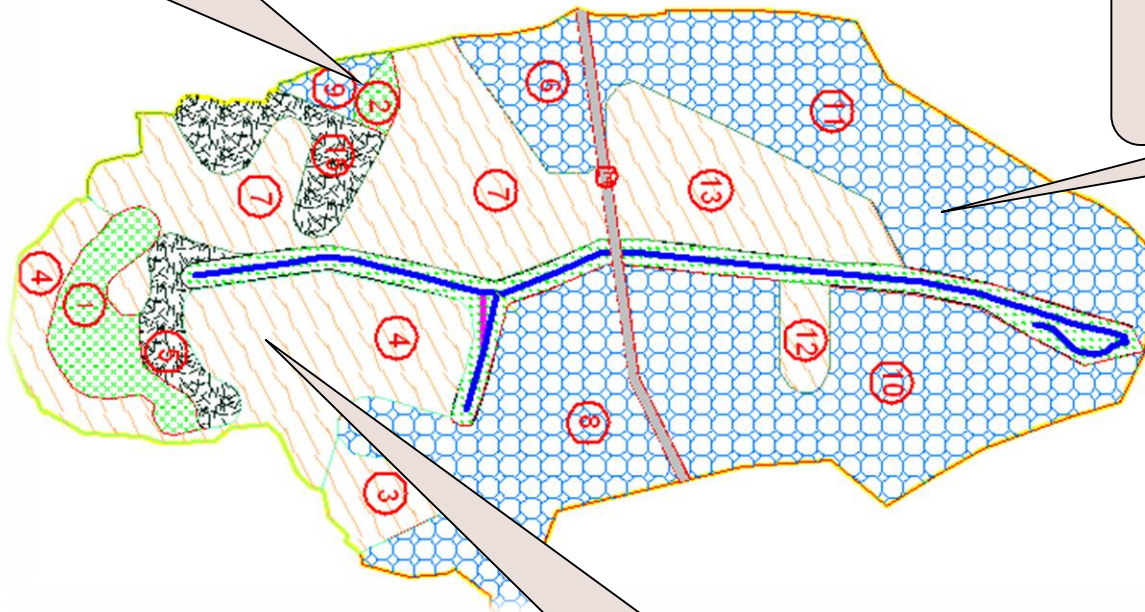
- *proposição e escolha dos cenários de projeção*
- *densidade demográfica de saturação*
- *maior influência da imigração*

TIM-1

- Pressuposto inicial: a Bacia não tem ocupação, mas a área do entorno sim.
- O cenário de crescimento deve estar assentado no desenvolvimento esperado para a região: definição das zonas de ocupação (residencial horizontal ou vertical, comercial, serviços, área de preservação);
- A população de saturação deverá ser calculada a partir das densidades de saturação para cada área específica;
- O tempo que a população levará para atingir a saturação deverá ser pré-estabelecido;
- A curva de crescimento populacional será ajustada de acordo com a população de saturação por meio de modelo matemático. O ritmo do crescimento populacional será determinado pelo cenário de crescimento.

População de saturação

Área = ... ha
Densidade = ... hab/ha
Pop = Área x Densidade



Área = ... ha
Densidade = ... hab/ha
Pop = Área x Densidade

Área = ... ha
Densidade = ... hab/ha
Pop = Área x Densidade

Densidade Demográfica por Região Administrativa

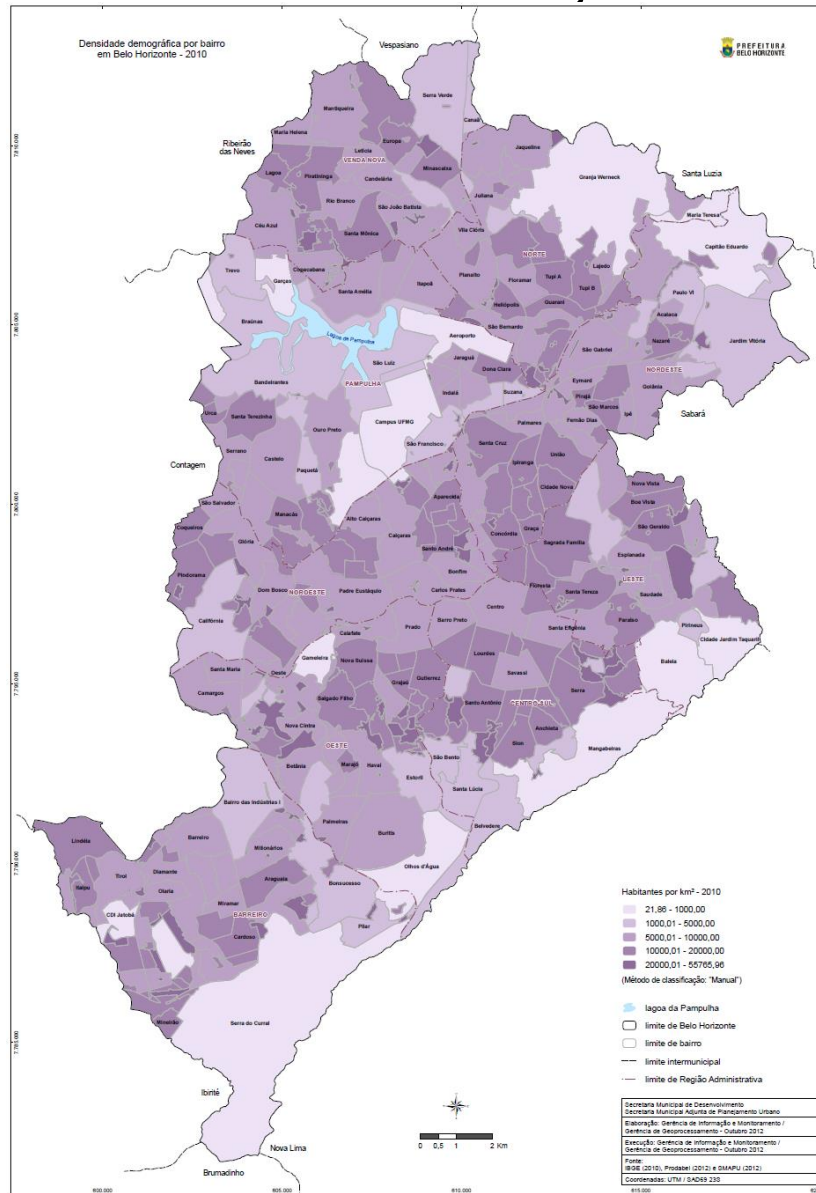
Belo Horizonte, 2010

Região Administrativa	Pessoas residentes (hab)	Soma de Área (km ²)	Densidade (hab/km ²)
BARREIRO	282.552	53,233	5.308
CENTRO-SUL	272.285	31,035	8.773
LESTE	249.273	28,864	8.636
NORDESTE	291.110	39,206	7.425
NOROESTE	331.362	36,952	8.967
NORTE	212.953	33,343	6.387
OESTE	286.118	32,331	8.850
PAMPULHA	187.315	38,549	4.859
VENDA NOVA	262.183	28,309	9.261
Total geral	2.375.151	321,823	7.380

Fonte: IBGE, 2010

Disponível em <http://bairrosdebelohorizonte.webnode.com.br>

Densidade Demográfica em Belo Horizonte, 2010



Habitantes por km² - 2010

- 21,86 - 1000,00
- 1000,01 - 5000,00
- 5000,01 - 10000,00
- 10000,01 - 20000,00
- 20000,01 - 55765,96

(Método de classificação: "Manual")

Fonte: PBH, 2010

População de saturação

Uso do solo	Densidade populacional	
	(hab/ha)	(hab/km ²)
Áreas residenciais		
Residências unifamiliares; lotes grandes	12 – 36	1.200 – 3.600
Residências unifamiliares; lotes pequenos	36 – 90	3.600 – 9.000
Residências multifamiliares; lotes pequenos	90 – 250	9.000 – 25.000
Apartamentos	250 – 2.500	25.000 – 250.000
Áreas comerciais sem predominância de prédios	36 – 75	3.600 – 7.500
Áreas industriais	12 – 36	1.200 – 3.600
Total (excluindo-se parques e outros equipamentos de grande porte)	25 – 125	2.500 – 12.500

Nota: referência estrangeira, em que o padrão de ocupação pode ser diferente do brasileiro

Fonte: adaptado de Fair, Geyer e Okun (1973) e Qasim (1985) (valores arredondados)

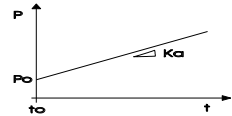
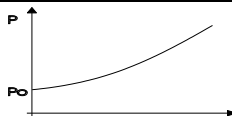
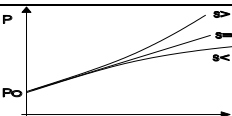
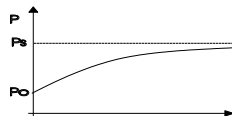
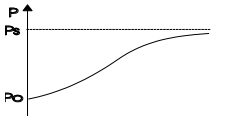
Obs: $\text{hab/km}^2 = 100 \text{ ha/km}^2 \times \text{hab/ha}$

População de saturação

Uso do solo	Densidade populacional de saturação (hab/ha)
Bairros residenciais de luxo, com lote padrão de 800 m ²	100
Bairros residenciais médios, com lote padrão de 450 m ²	120
Bairros residenciais populares, com lote padrão de 250 m ²	150
Bairros mistos residencial-comercial da zona central, com predominância de prédios de 3 e 4 pavimentos	300
Bairros residenciais da zona central, com predominância de edifícios de apartamentos com 10 e 12 pavimentos	450
Bairros mistos residencial-comercial –industrial da zona urbana, com predominância de comércio e indústrias artesanais e leves	600
Bairros comerciais da zona central com predominância de edifícios de escritórios	1000

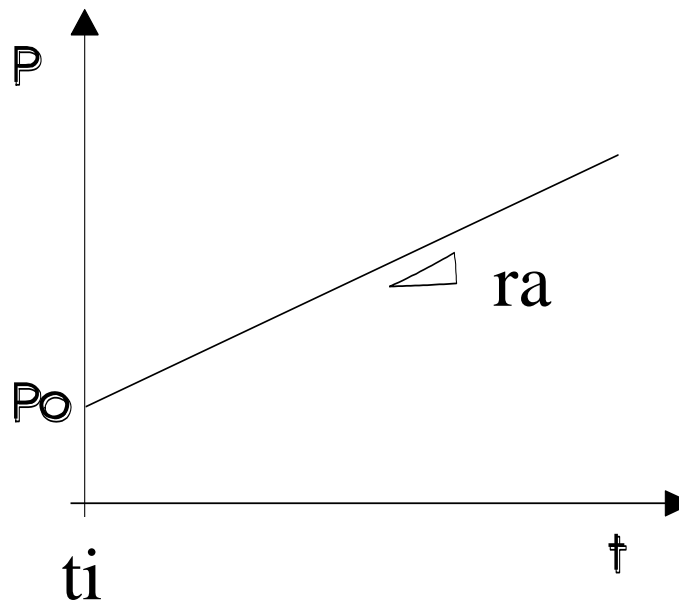
Dados médios da Região Metropolitana de São Paulo; Fonte: Alem Sobrinho e Tsutiya (1999)

Obs: $\text{hab/km}^2 = 100 \text{ ha/km}^2 \times \text{hab/ha}$

Método	Descrição	Forma da curva	Taxa de crescimento	Fórmula da projeção	Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão)
<i>Projeção aritmética</i>	Crescimento populacional segundo uma taxa constante. Método utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.		$\frac{dP}{dt} = K_a$	$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0)$	$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$
<i>Projeção geométrica</i>	Crescimento populacional função da população existente a cada instante. Utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.		$\frac{dP}{dt} = K_g \cdot P$	$P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t - t_0)}$ ou $P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t - t_0)}$	$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}$ ou $i = e^{K_g} - 1$
<i>Regressão multiplicativa</i>	Ajuste da progressão populacional por regressão linear (transformação logarítmica da equação) ou regressão não linear.		-	$P_t = P_0 + r \cdot (t - t_0)^s$	r, s - análise da regressão ou transformação logarítmica
<i>Taxa decrescente de crescimento</i>	Premissa de que, à medida em que a cidade cresce, a taxa de crescimento torna-se menor. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear.		$\frac{dP}{dt} = K_d \cdot (P_s - P)$	$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-K_d \cdot (t - t_0)}]$	$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_0)]}{t_2 - t_0}$
<i>Crescimento logístico</i>	O crescimento populacional segue uma relação matemática, que estabelece uma curva em forma de S. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear. Condições necessárias: $P_0 < P_1 < P_2$ e $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$. O ponto de inflexão na curva ocorre no tempo $[t_0 - \ln(c)/K_1]$ e com $P_t = P_s/2$.		$\frac{dP}{dt} = K_1 \cdot P \cdot \frac{(P_s - P)}{P}$	$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{-K_1 \cdot (t - t_0)}}$	$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $c = (P_s - P_0)/P_0$ $K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln\left[\frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)}\right]$

Projeção aritmética:

- Crescimento populacional segundo uma taxa constante;
- Método utilizado para estimativas de menor prazo;
- O ajuste da curva pode ser feito por análise da regressão.



- **Fórmula da projeção**

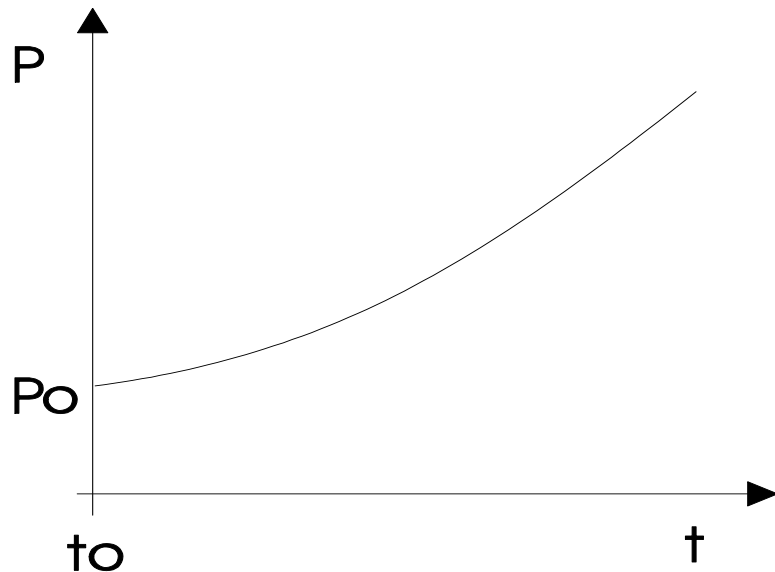
$$P_n = P_0 + (n-0).ra$$

- **Taxa de crescimento = razão**

$$ra = \frac{P_n - P_0}{t_n - t_i}$$

Projeção geométrica:

- o crescimento é função da população existente a cada instante;
- utilizada para estimativas de menor prazo;
- o ajuste da curva pode ser feito por análise da regressão.



- **Fórmula da projeção**

$$P_n = rg^{(n-o)} \cdot P_o$$

- **Coefficiente (razão)**

$$rg = (P_n/P_o)^{1/(n-o)}$$

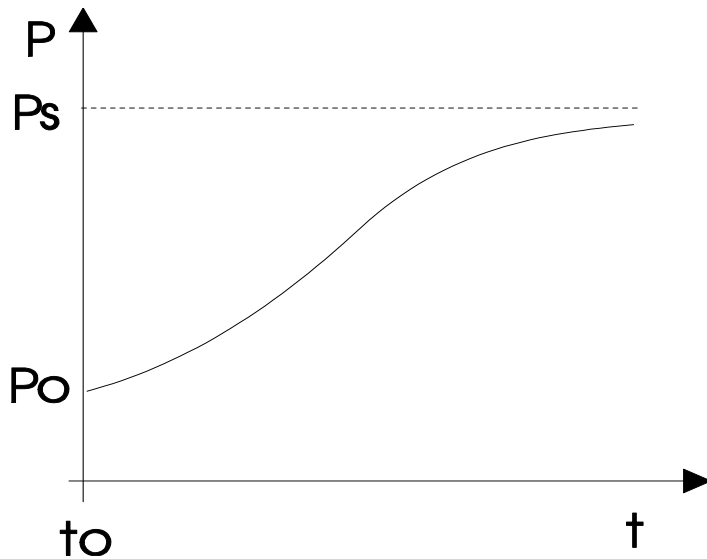
- **Taxa de crescimento**

$$Tg (\%) = (rg - 1) \times 100$$

Crescimento logístico

- segue uma relação matemática, que estabelece uma curva em forma de S (a população tende assintoticamente a um valor de saturação);
- os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear;
- condições necessárias: $P_0 < P_1 < P_2$ e $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$;

Crescimento logístico



- **Taxa de crescimento**

$$\frac{dP}{dt} = K_1 \cdot P \cdot \frac{(P_s - P)}{P}$$

- **Fórmula da projeção**

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

- **Coefficientes**

$$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K_1 \cdot (t - t_0)}}$$

$$c = (P_s - P_0) / P_0$$

$$K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[\frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)} \right]$$

Crescimento logístico

Ver planilha Excel ProjPop-Solver