



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA  
DISCIPLINA: DEMOGRAFIA I

Estrutura conciliada 2011-2020 e projeção populacional 2000-2030 do  
Rio de Janeiro

**Docente:**

Everlane Suane de Araújo da Silva

**Discente**

Paulo Ricardo Seganfredo Campana - 20210044220

João Pessoa - PB  
Setembro, 2023

## RESUMO

Neste relatório será apresentado uma análise em relação os índices demográficos e a população em geral do Estado do Rio de Janeiro, em específico sobre os índices de natalidade, mortalidade e Taxas de crescimento populacional do período 2011 a 2020 e projeção da população do Estado para até 2030, com base nas contagens dos censos de 2000 e 2010. Será explicado a metodologia e o passo a passo da obtenção dos índices e projeções com base nos conceitos vistos e discutidos em aula e os materiais de referência Paes (2018). Será abordado três métodos de projeção populacional: os modelos aritméticos, geométricos e logísticos, suas comparações com as previsões do IBGE para toda a população e separadamente para homens e mulheres. Os dados de população utilizados para esta análise foram obtidos da projeção de 2013 encontradas no site do IBGE, as informações sobre natalidade e mortalidade proveem do sistema TABNET do DATASUS, que organiza dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos e Sistema de Informações sobre Mortalidade. Por fim os resultados da pesquisa são apresentados por meio de gráficos e tabelas e discutimos sobre o que as tais estatísticas apresentadas no trabalho irão significar para o futuro da composição demográfica do Rio de Janeiro e seu impacto nas demais áreas.

Palavras-chave: Demografia, População, Projeção.

## INTRODUÇÃO

O estudo da população dos Estados e municípios Brasileiros é de fato importante para o planejamento público, visto que é garantido por lei a realização periódica do censo demográfico para fins de distribuição de verbas federais para os Estados e municípios, além de que as demais informações obtidas no censo ajudam na tomada de decisão de políticas públicas, como investimentos em educação, saúde e previdência social.

Este trabalho tem como objetivo apresentar resultados referentes ao crescimento populacional no Rio de Janeiro e seu comportamento, visando entender a composição demográfica atual e futura através da tabela de estrutura conciliada da população e diferentes métodos de projeção populacional, será apresentado a metodologia da elaboração de tais resultados, explicando conceitos e fórmulas para obtenção de demais indicadores e modelos utilizados.

Após isso, mostrarei os resultados da análise e interpretarei os principais fatos que me chamaram atenção, para que por fim haja uma conclusão sobre as informações obtidas no estudo e seus possíveis impactos no investimento de dinheiro público.

---

<sup>1</sup>Docente do Departamento de Estatística da Universidade Federal da Paraíba (UFPB); Pesquisadora do Laboratório de Estudos Demográficos (LED) do Departamento de Estatística da UFPB.

<sup>2</sup>Discente do curso de bacharelado em Estatística da UFPB.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A composição deste documento foi feita com uma mistura de Markdown e  $\text{\LaTeX}$ , as tabelas e gráficos foram criadas na linguagem de programação R e apresentadas pelo software livre de publicação científica “Quarto” de forma que todo conteúdo do relatório seja reproduzível.

Na a Tabela 1 de estrutura conciliada da população, temos as variáveis de população, nascimentos e óbitos, para a construção dos índices das taxas brutas de natalidade e mortalidade é importante a normalização das quantidades totais de população, nascimentos e óbitos do período estudado para população, nascimentos e óbitos médios durante um ano, dividindo as quantidades totais pelo período de tempo de 10 anos. Tais medidas são referentes ao período de 1º de julho dos anos de 2011 a 2020 e foram obtidas pelo sistema TABNET, DATASUS (1994), DATASUS (1996), com isso temos:

### Taxa Bruta de Natalidade e Taxa Bruta de Mortalidade

São dois indicadores altamente relacionados ao crescimento populacional, aqui representados na tabela em unidades por mil, é a razão entre a quantidade de nascimentos e óbitos e a quantidade total da população num período de um ano.

$$\text{TBN} = \frac{\text{Nascimentos médios}}{\text{População média}} \qquad \text{TBM} = \frac{\text{Óbitos médios}}{\text{População média}}$$

### Taxa de Crescimento Natural

Juntando as Taxas Brutas de Natalidade e Mortalidade temos a Taxa de Crescimento Natural, que expressa a mudança populacional decorrida por causas internas e não por migração, pode ser calculada de maneira mais simples subtraindo a TBM da TBN, porém aqui ela é medida em unidades por cem. Pode ser interpretada como a quantidade relativa de mudança da população, com valores negativos indicando decrescimento.

$$\text{TCN} = \frac{\text{Nascimentos médios} - \text{Óbitos médios}}{\text{População média}} = \text{TBN} - \text{TBM}$$

### Taxa de Crescimento Geométrico

Comparado com a Taxa de Crescimento Natural, esta não mais atua em relação aos nascimentos e óbitos, mas sim a diferença dos totais populacionais durante o período de tempo estudado, uma boa estimativa da quantidade populacional do ano seguinte é adicionar a população atual a ela vezes essa taxa, como usada no modelo de projeção geométrico.

$$\text{TCG} = \sqrt[10]{\frac{\text{População 2020}}{\text{População 2011}}} - 1$$

Para as projeções populacionais, usaremos os modelos aritmético, geométrico e logístico, que fazem diferentes suposições sobre o comportamento do crescimento populacional, para cada modelo, foi feito três projeções, para homens, mulheres e total populacional, utilizamos as quantidades populacionais dos censos de 2000 e 2010 para estimação dos parâmetros dos modelos, exceto o modelo logístico, no qual é necessário 3 observações, foi então incluído a projeção da população de 2005, as projeções foram feitas começando do ano de 2010. Tais medidas são referentes ao período de 1º de julho e foram obtidas no site do IBGE (2013).

### Método Aritimético

Supõe que o crescimento populacional é aditivo de ano em ano e constante, dado pelo parâmetro  $r$  estimado na Equação 1, pode-se então projetar a população para um dado momento com a Equação 2.

$$\hat{r} = \frac{P_1 - P_0}{t \cdot P_1} \quad (1)$$

$$P_t = P_1 + (P_1 \cdot r)t \quad (2)$$

### Método Geométrico

Supõe que o crescimento populacional é multiplicativo de ano em ano e constante, dado pelo parâmetro  $r$  estimado na Equação 3, pode-se então projetar a população para um dado momento com a Equação 4.

$$\hat{r} = \exp \left[ \frac{1}{t} \ln \left( \frac{P_1}{P_0} \right) \right] - 1 \quad (3)$$

$$P_t = P_1 \cdot (1 + r)^t \quad (4)$$

### Método Logístico

Não assume taxa de crescimento populacional constante, mas sim de que no futuro, a população atingirá um tamanho máximo  $P_S$  em que o crescimento será nulo. é necessário estimar 3 parâmetros:  $P_S$ ,  $c$  e  $k$ , ter a quantidade populacional em 3 períodos de tempo equidistantes  $P_0$ ,  $P_1$  e  $P_2$ , e satisfazer a desigualdade  $P_1^2 > P_0 \cdot P_2$ , que, usando as populações de 2000, 2005 e 2010, é verdadeira. Assim, a projeção é dada pela Equação 5 e as estimativas dos parâmetros pela Equação 6.

$$P_t = \frac{P_S}{1 + c \cdot e^{kt}} \quad (5)$$

$$\begin{aligned}\hat{P}_S &= \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2} \\ \hat{c} &= \frac{\hat{P}_S - P_0}{P_0} \\ \hat{k} &= \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \left( \frac{P_0(\hat{P}_S - P_1)}{P_1(\hat{P}_S - P_0)} \right)\end{aligned}\tag{6}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Estrutura conciliada da população, segundo os indicadores do crescimento demográfico no período 2011 - 2020, no Estado do Rio de Janeiro

População e indicadores de crescimento demográfico	Estrutura conciliatória
População 2011	16.175.495
População 2020	16.946.541
Incremento total	771.046
Óbitos entre 2011 e 2020	1.382.435
Nascimentos entre 2011 e 2020	2.208.002
Óbitos médios entre 2011 e 2020	138.244
Nascimentos médios entre 2011 e 2020	220.800
População média entre 2011 e 2020	16.580.408
Taxa Bruta de Natalidade (‰)	13,317
Taxa Bruta de Mortalidade (‰)	8,338
Taxa de Crescimento Natural (%)	0,498
Taxa de Crescimento Geométrico (%)	0,467

Fonte: IBGE/Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica

MS/SVS/DASIS - Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos - SINASC

MS/SVS/CGIAE - Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM

Com a Tabela 1, vemos que no período 2011-2020, houve um acréscimo de 771.046 habitantes no Estado, um aumento de cerca de 4,7% da população, o número de nascimentos foi um pouco menos que o dobro do número de óbitos: aproximadamente 2,2 milhões de nascimentos e 1,4 milhões de óbitos. As Taxas de Crescimento Natural e Geométrico são similares, pouco abaixo de 0,5%, indicando um crescimento bastante linear para esse período.

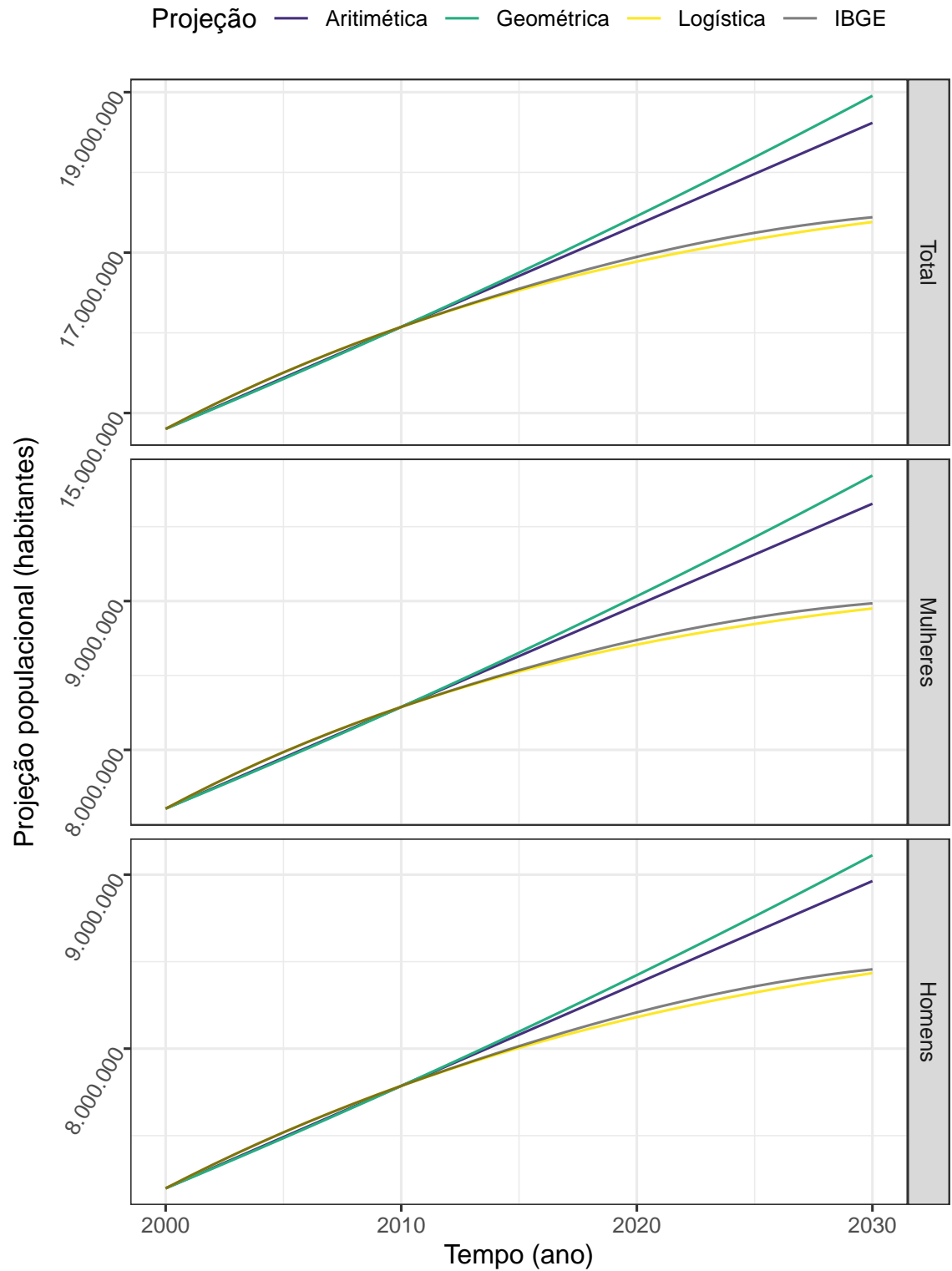
Tabela 2: Estimativa dos parâmetros dos modelos de projeção populacional no Estado do Rio de Janeiro.

Modelo	Parâmetro	Total	Mulheres	Homens
aritmético	$r$	0,00791	0,00824	0,00756
geométrico	$r$	0,00828	0,00864	0,00789
logístico	$P_s$	18.056.310	9.248.511	8.827.925
logístico	$c$	0,21983	0,21607	0,22659
logístico	$k$	-0,05780	-0,06232	-0,05264

Tabela 3: Projeção para população total e por sexo no Estado do Rio de Janeiro usando os modelos aritmético, geométrico e logístico, junto da projeção do IBGE.

Ano	Aritimética	Geométrica	Logística	IBGE
2000	14802363	14802363	14802363	14802363
2001	14929527	14924863	14953714	14954176
2002	15056692	15048377	15099432	15100157
2003	15183856	15172913	15239595	15240284
2004	15311020	15298480	15374294	15374696
2005	15438184	15425086	15503631	15503631
2006	15565349	15552739	15627716	15627358
2007	15692513	15681449	15746667	15746038
2008	15819677	15811225	15860611	15859866
2009	15946842	15942074	15969679	15969092
2010	16074006	16074006	16074006	16074006
2011	16201170	16207030	16173732	16175495
2012	16328335	16341155	16268998	16273984
2013	16455499	16476389	16359950	16369179
2014	16582663	16612743	16446731	16461173
2015	16709828	16750226	16529487	16550024
2016	16836992	16888846	16608362	16635996
2017	16964156	17028613	16683501	16718956
2018	17091320	17169537	16755047	16798421
2019	17218485	17311627	16823139	16874306
2020	17345649	17454893	16887917	16946541
2021	17472813	17599345	16949516	17014734
2022	17599978	17744992	17008069	17078778
2023	17727142	17891845	17063706	17138897
2024	17854306	18039913	17116553	17195010
2025	17981470	18189206	17166733	17247068
2026	18108635	18339735	17214365	17294738
2027	18235799	18491509	17259565	17337930
2028	18362963	18644540	17302445	17376801
2029	18490128	18798836	17343113	17411225
2030	18617292	18954410	17381672	17441020

Figura 1: Projeção para população total e por sexo no Estado do Rio de Janeiro usando os modelos aritmético, geométrico e logístico, junto da projeção do IBGE.



A partir da Figura 1, vemos que todas as projeções são iguais para os anos 2000 e 2010 pois foi usado as populações destes anos para estimar os modelos. As projeções aritmética e geométrica são similares, porém pela natureza multiplicativa, a previsão geométrica será mais elevada quanto mais distante do tempo inicial.

As projeções logística e do IBGE são muito parecidas, e comparadas com a aritmética e geométrica, começam a desacelerar no período de projeção, pois o modelo logístico assume um valor máximo para população que será atingido assintoticamente, valor esse de  $P_S = 18.056.311$  habitantes para o Rio de Janeiro segundo a Tabela 2.

## CONCLUSÃO

Com isso em mente, vemos que na década atual, a tendencia do crescimento populacional é desacelerar, enquanto que para 2030 em frente, um crescimento quase nulo, a população do Rio de Janeiro atingirá um planalto.

Muito provavelmente no futuro, a construção de novas escolas públicas, por exemplo, irá diminuir, pois com a população se mantendo constante, em específico a população infantil e adolescente, as instituições existentes irão saturar a demanda por educação, sendo assim verba pública destinada ao aprimoramento destas instituições, não a construção de novas escolas.

Por outro lado, deve haver um crescimento no investimento público destinado aos idosos, visto que com a desaceleração do crescimento populacional, a cada ano que passa a população do Estado vai ficando mais velha. Será necessário uma maior verba para a saúde e combate a doenças que atingem mais a velha idade como Cancer e Alzheimer.

## REFERÊNCIAS

- DATASUS. 1994. «Nascidos Vivos - desde 1994». Ministério da Saúde. 1994. <https://datasus.saude.gov.br/nascidos-vivos-desde-1994>.
- . 1996. «Mortalidade – desde 1996 pela CID-10». Ministério da Saúde. 1996. <https://datasus.saude.gov.br/mortalidade-desde-1996-pela-cid-10>.
- IBGE. 2013. «Projeções da População do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade». Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?edicao=9116>.
- Paes, Neir Antunes. 2018. *Demografia estatísticas dos eventos vitais*. Editado por EDITORIA DO CCTA.