



UnB - IE  
Departamento de  
Estatística

UnB - Universidade de Brasília  
IE - Departamento de Estatística

---

# Projeções Populacionais



# INTRODUÇÃO

- As projeções populacionais são:
  - essenciais para a orientação de políticas públicas;
  - instrumentos valiosos para todas as esferas de planejamento, tanto na administração pública quanto na privada.



# INTRODUÇÃO

- As informações provenientes de projeções viabilizam estudos prospectivos da demanda por serviços públicos – tais como o fornecimento de água ou a quantidade de vagas necessárias na rede de ensino;
- São também fundamentais para pesquisadores e estudo de determinados segmentos populacionais para os quais são formuladas políticas específicas (idosos, crianças, mulheres).



# INTRODUÇÃO

- Projeções populacionais podem ser ainda utilizadas no cálculo de vários indicadores econômicos e sociais:
  - PIB per capita, taxa de participação no mercado de trabalho e leitos por mil habitantes;
- Ajuda também a monitorar o grau de desenvolvimento de uma região geográfica e os esforços do governo para atender às demandas da sociedade.



# TIPOS

- População total
- População por idade e sexo
- Unidades da Federação
- Pequenas áreas
- Urbano-rural
- Características socioeconômicas
- Domicílios e famílias



# MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA PROJETAR POPULAÇÃO

- Utilizados para se obter estimativas intercensitárias e pós-censitárias;
- Em outras palavras: metodologias muito utilizadas para estimar a população em um tempo  $t$  qualquer com base na taxa média de crescimento ( $r$ ) da população entre dois pontos conhecidos;



# MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA PROJETAR POPULAÇÃO

(1) Linear:  $P_t = P_0 + bt$

(2) Geométrico:  $P_t = P_0 (1+r)^t$

(3) Exponencial:  $P_t = P_0 e^{(rt)}$

(4) Logístico

(5) **Curvas polinomiais** (para o caso de existirem dados de três ou mais pontos no tempo são as interpolações polinomiais de dois ou mais graus)



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS

- Uma alternativa tentadora é usar métodos matemáticos (também conhecidos como metodologias de interpolação de dados) para extrapolar uma população;
- Entretanto, essa alternativa não é aconselhável salvo no caso de horizontes de tempo muito curtos;
- **Projetar uma população não é apenas extrapolar uma série de dados!**



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS

- Maneira comum para projetar uma população: *Método das Componentes Demográficas* ou *Método das Componentes por Coorte*
- Em suma, este procedimento consiste:
  - projetar a população de um determinado grupo de idade para o final do quinquênio seguinte, e a partir deste ano, para o final do próximo quinquênio, e assim sucessivamente até o final do período da projeção;



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS

- Importante:
  - os componentes da dinâmica demográfica (mortalidade, fecundidade e migração) são os principais ingredientes do método;
  - o resultado da projeção está ligado diretamente às hipóteses de comportamento futuro do nível e da estrutura das componentes demográficas.



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS

- A projeção populacional é feita em duas etapas:
  - a primeira considera a população fechada à migração, ou seja, considera apenas os nascimentos e as mortes ('população fechada');
  - posteriormente, incorpora-se a esta os efeitos diretos e indiretos da migração ('população aberta').



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS: detalhes...

- O modelo de projeção utilizado pode ser resumido pela seguinte equação (*'Balancing Equation'*), onde a variação do tamanho de uma população entre os instantes  $t$  e  $t+n$  é explicado pelas variáveis fecundidade, mortalidade e migração:



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS: detalhes...

$$P^{t+n} = P^t + B^{t,t+n} - D^{t,t+n} + SM^{t,t+n}, \text{ onde:}$$

$P^{t+n}$  = população no ano  $t+n$ ;

$P^t$  = população no ano  $t$ ;

$B^{t,t+n}$  = nascimentos ocorridos no período  $t,t+n$ ;

$D^{t,t+n}$  = óbitos ocorridos no período  $t,t+n$ ;

$SM^{t,t+n}$  = Saldo migratório no período  $t, t+n$  ( $SM^{t,t+n} = I^{t,t+n} - E^{t,t+n}$ );

$I^{t,t+n}$  = imigrantes no período  $t,t+n$ ;

$E^{t,t+n}$  = emigrantes no período  $t,t+n$ ;

$t$  = momento inicial da projeção e

$n$  = intervalo projetado.



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS: detalhes...

- Para cada período de projeção, são estimados os sobreviventes de cada coorte, assim como, o saldo migratório;
- e o grupo etário de 0 a 4 anos é obtido a partir dos nascimentos ocorridos no período.



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS: detalhes...

A população no ano  $t+n$  reduzida do número de óbitos ocorridos no período  $t$  a  $t+n$  pode ser representada por  ${}_n P_{x+n}^{t+n,s}$ , que significa o número de pessoas sobreviventes naquele período.  ${}_n P_{x+n}^{t+n,s}$  é calculado com base na fórmula abaixo:

$${}_n P_{x+n}^{t+n,s} = \frac{{}_n L_{x+n}}{{}_n L_x} \times {}_n P_x^{t,s} + {}_n SM_x^{t,t+n}, \text{ onde:}$$

${}_n P_x^{t,s}$  : população no ano  $t$  com idade específica do sexo  $s$ ;

${}_x S_n = \frac{{}_n L_{x+n}}{{}_n L_x}$  : razão de sobrevivência;

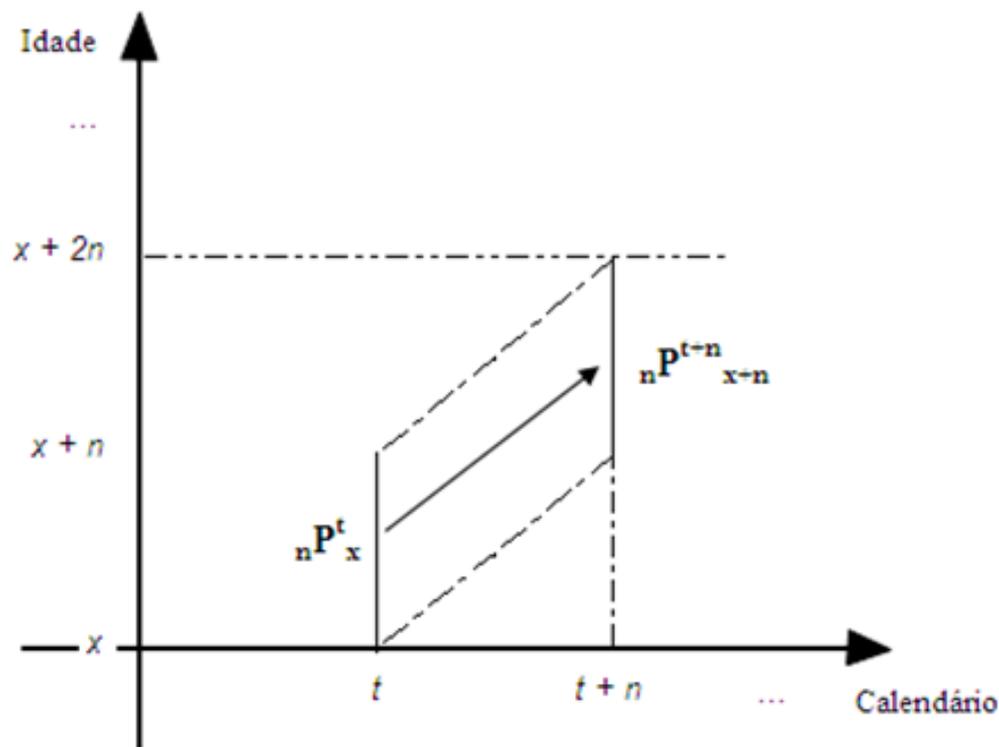
${}_x L_n$  : função de uma tábua de vida que representa o tempo vivido entre as idades  $x$  e  $x+n$ ;

${}_n SM_x^{t,t+n}$  : saldo migratório entre os instantes  $t$  e  $t+n$ .



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS: detalhes...

Diagrama de Lexis da projeção por coorte da população  
com idades maiores ou iguais a cinco anos.





# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS: detalhes...

Para estimar os nascimentos a cada quinquênio, considerou-se o número médio de nascimentos anuais gerados pela população feminina à metade do quinquênio e sua experiência de fecundidade no período:

$$B^{t,t+5} = 5 \cdot \bar{B}, \text{ onde:}$$

$B^{t,t+5}$  : número total de nascimentos no quinquênio (t, t+5);

$\bar{B}$  : número médio de nascimentos anuais, sendo:

$$\bar{B} = \sum_{i=1}^7 \bar{P}_i^F \times f_i^{t,t+5}$$

$\bar{P}_i^F$  : população feminina média no período para cada um dos  $i$  grupos de idade no período reprodutivo (15-19, 20-24, ..., 45-49);

$f_i^{t,t+5}$  : taxas específicas de fecundidade vigentes entre t e t+5.



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS: detalhes...

A população entre 0 e 4 anos para cada sexo será obtida segundo a seguinte expressão:

$${}_5P_0^{t+5,s} = \frac{{}_5L_0}{5 * l_0} \times B^{t,t+5,s} + {}_5SM_0^{t,t+5}, \text{ onde:}$$

$\frac{{}_5L_0}{5 * l_0}$  : probabilidade prospectiva do nascimento ao grupo 0 a 4 anos de idade;

$B^{t,t+5,s}$  : nascimentos entre t e t+5 do sexo s;

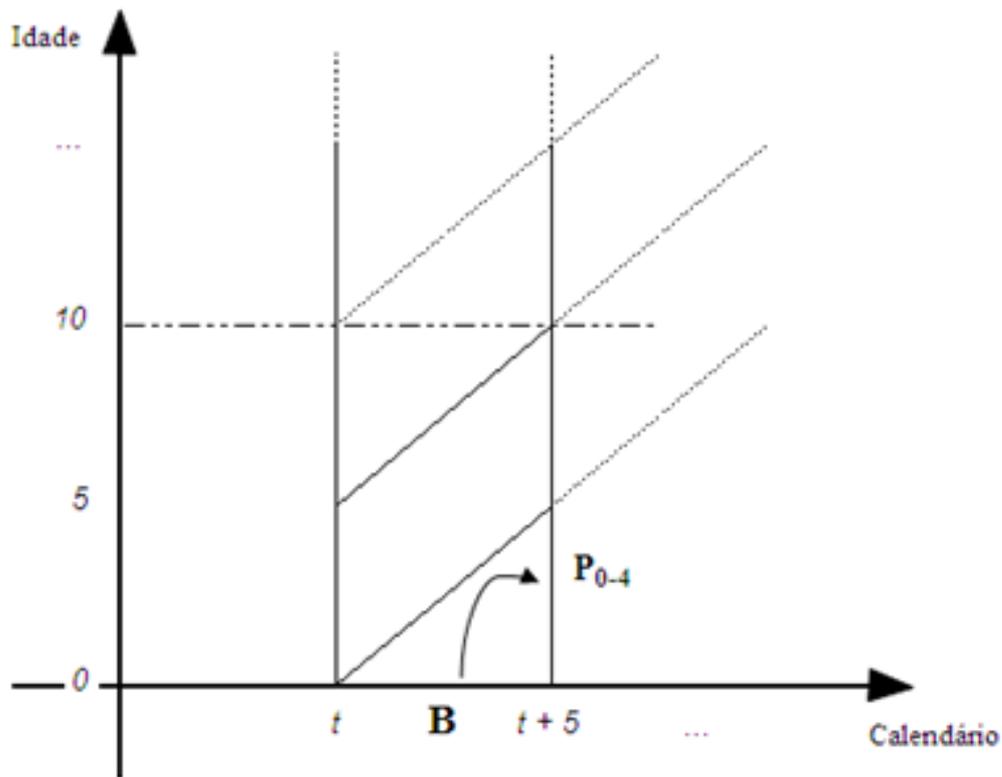
${}_5SM_0^{t,t+5}$  : saldo migratório entre os instantes t e t+5, calculado a partir da

equação:  ${}_5SM_0^{t,t+5} = RCM \times {}_{30}SM_{15,f}^{t,t+5}$ .



# MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS: detalhes...

**Diagrama de Lexis da projeção da população por coorte  
com idades entre 0 e 4 anos no instante  $t + 5$ .**





# PROJEÇÃO DA MORTALIDADE

- Construir Tábuas de Vida representativas dos níveis e padrões de mortalidade no período da projeção.
- Utiliza-se:
  - Tábuas de Vida Modelo: Nações Unidas/ Coale-Demeny / Brasil / Sistema logito de Brass
  - Indicadores: TMI,  $e_0$ ,  $e_5$ , TEM por sexo e idade.



# PROJEÇÃO DA FECUNDIDADE

- Modelos:
  - Função logística: para a projeção do nível da fecundidade (TFT);
  - Modelo relacional de Gompertz: para o ajuste da estrutura da fecundidade (TEF) → utiliza uma estrutura como padrão para o cálculo dos parâmetros;
  - Modelo de Coale-Trussel: projeta as TEF com base na função de nupcialidade e na fecundidade experimentada pelas mulheres casadas.



# PROJEÇÃO DA MIGRAÇÃO

- (1) Estimar a migração no período anterior ao início da projeção;
  - (2) Formular hipóteses sobre o comportamento futuro da migração.
- Medidas: saldo migratório e taxa líquida de migração por sexo e idade.



# PROJEÇÃO DA MIGRAÇÃO

- Métodos para estimar a migração:
  - informações censitárias (métodos diretos);
  - métodos indiretos como Relações Intercensitárias de Sobrevivência (RIS).



# HIPÓTESES

- Duas questões básicas devem nortear as hipóteses:
  - (1) Qual deverá ser o nível e a estrutura de cada uma das componentes demográficas, a partir dos quais as mudanças devem ocorrer?
  - (2) Terá este limite sido alcançado antes do final do período da projeção? Após? Quão após?



# HIPÓTESES

- Podemos utilizar:
  - modelos matemáticos baseados em evidências históricas;
  - ou podemos contrapor as condições atuais e futuras ao conhecimento acumulado do que seria uma tendência plausível.