



Oficina de Estimativas e Projeções Populacionais

**Brasília
Março 2018**



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

- Uso das projeções populacionais:
 - estudos prospectivos da demanda por serviços públicos:
 - fornecimento de água
 - vagas necessárias na rede de ensino;
 - estudo de determinados segmentos populacionais objetos de políticas específicas (idosos, crianças, jovens, mulheres).



INTRODUÇÃO

- 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 PROJEÇÕES



- População total (volume populacional)
 - População por idade e sexo (estrutura)
- Distribuição territorial
 - Urbano-rural
 - Regiões e Unidades da Federação
 - Municípios e intra-urbana (distritos, bairros) - Pequenas áreas
- Características socioeconômicas (renda, raça/cor, etnia, ocupação)
- Domicílios e famílias



MÉTODOS

- **Métodos matemáticos**
 - funções matemáticas
- **Método demográfico**
 - considera as variáveis demográficas ou componentes: mortalidade, fecundidade/natalidade, migração



MÉTODOS MATEMÁTICOS

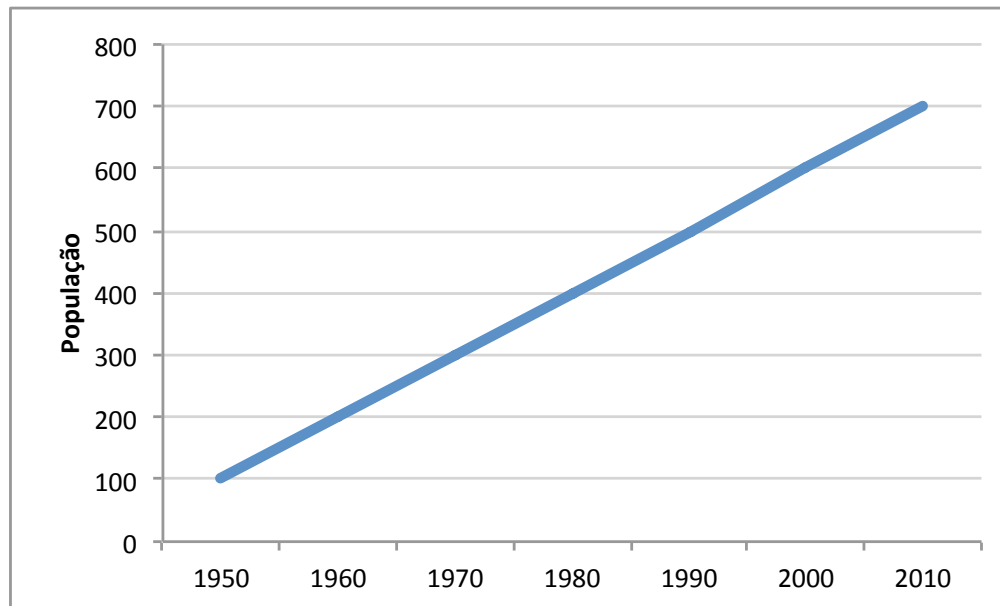
- Mais utilizados para estimativas populacionais:
 - estimativas intercensitárias e pós-censitárias;
 - estimação da população em um tempo t qualquer com base na taxa média de crescimento (r) da população entre dois pontos conhecidos;

MÉTODOS MATEMÁTICOS



Crescimento linear

$$\text{Linear: } P_t = P_0 + rt$$

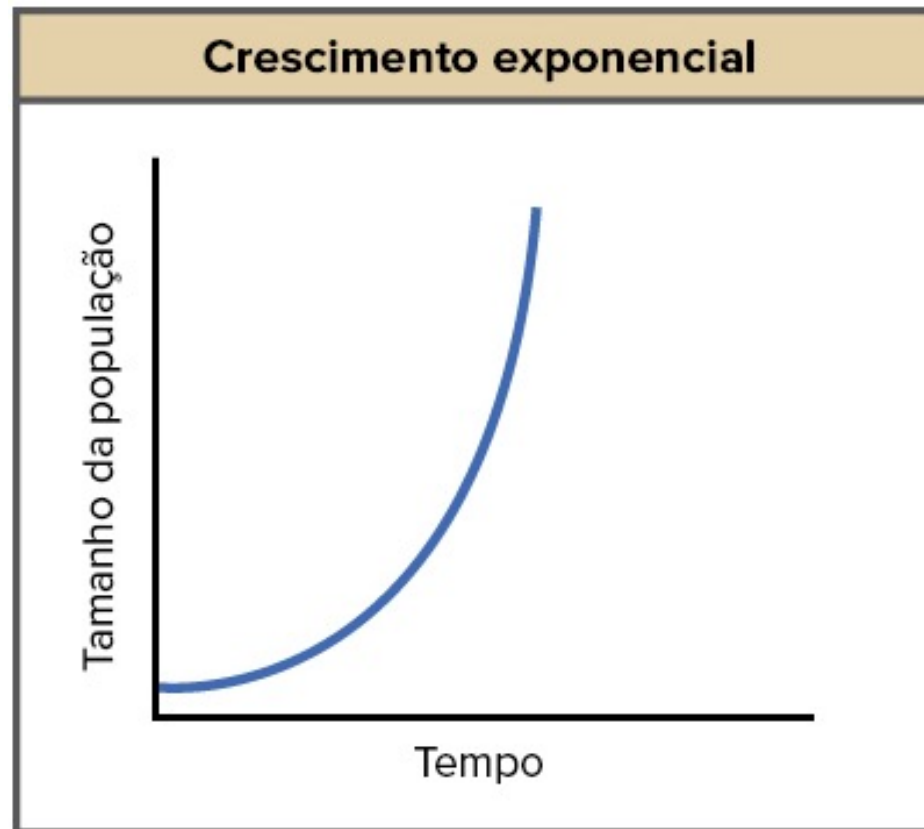




Crescimento geométrico e exponencial

Geométrico: $P_t = P_0 (1+r)^t$

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

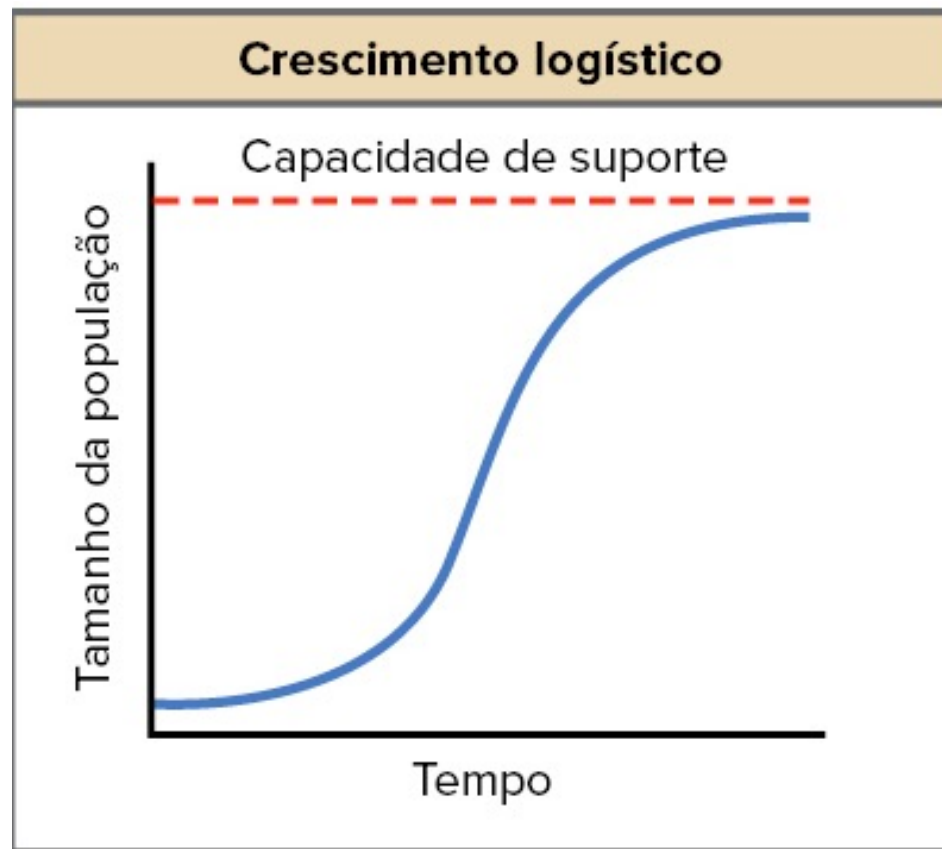




Crescimento logístico

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

P_s : Capacidade de suporte
 c e K_1 : parâmetros





MÉTODOS MATEMÁTICOS

Curvas polinomiais:

- para o caso de existirem dados de três ou mais pontos no tempo são as interpolações polinomiais de dois ou mais graus

MÉTODOS MATEMÁTICOS



- Tendo-se estimado a taxa de crescimento média em um período, pode-se utilizar os métodos matemáticos para extrapolar o tamanho de uma população (r constante ou variável)
- 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!**



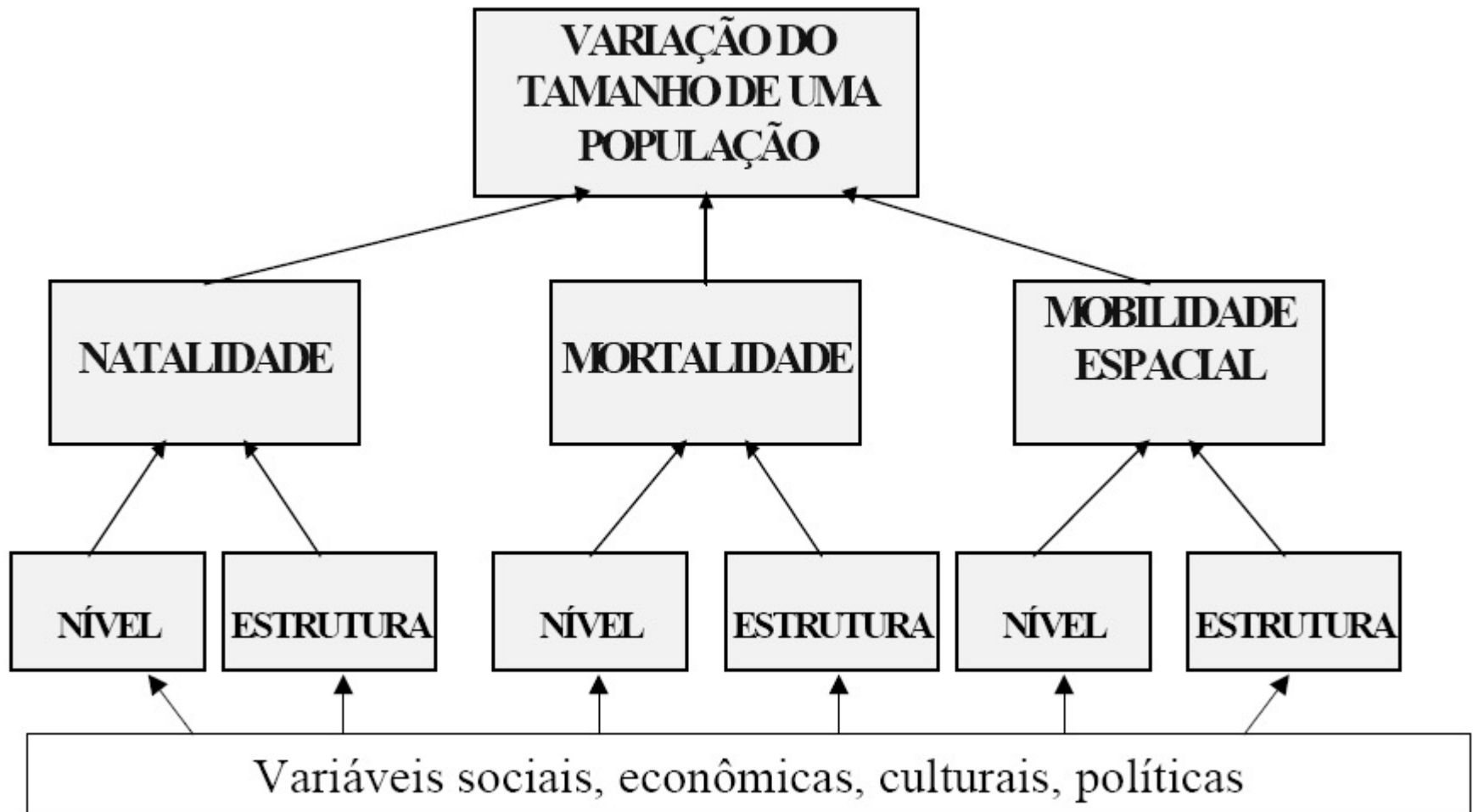
MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS

*Método das Componentes Demográficas ou
Método das Componentes por Coorte*

- Considera a dinâmica demográfica e seus componentes:
 - Mortalidade
 - Natalidade/Fecundidade
 - Migração



VARIÁVEIS DEMOGRÁFICAS





EQUAÇÃO BALANCEADORA

$$P_n = P_0 + B_t - D_t + I_t - E_t, \text{ onde:}$$

P_n : população num instante n ;

P_0 : população inicial, instante 0;

B_t : nascimentos no período t ($t = n - 0$);

D_t : óbitos no período t ($t = n - 0$);

I_t : imigrantes no período t ;

E_t : emigrantes no período t ;

MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS



*Método das Componentes Demográficas ou
Método das Componentes por Coorte*

- Basicamente consiste em dividir a população em diferentes subconjuntos expostos ao risco de mortalidade, fecundidade e migração, e calcular as variações no tempo para cada grupo.
- A menor divisão é por grupo de idade e sexo.



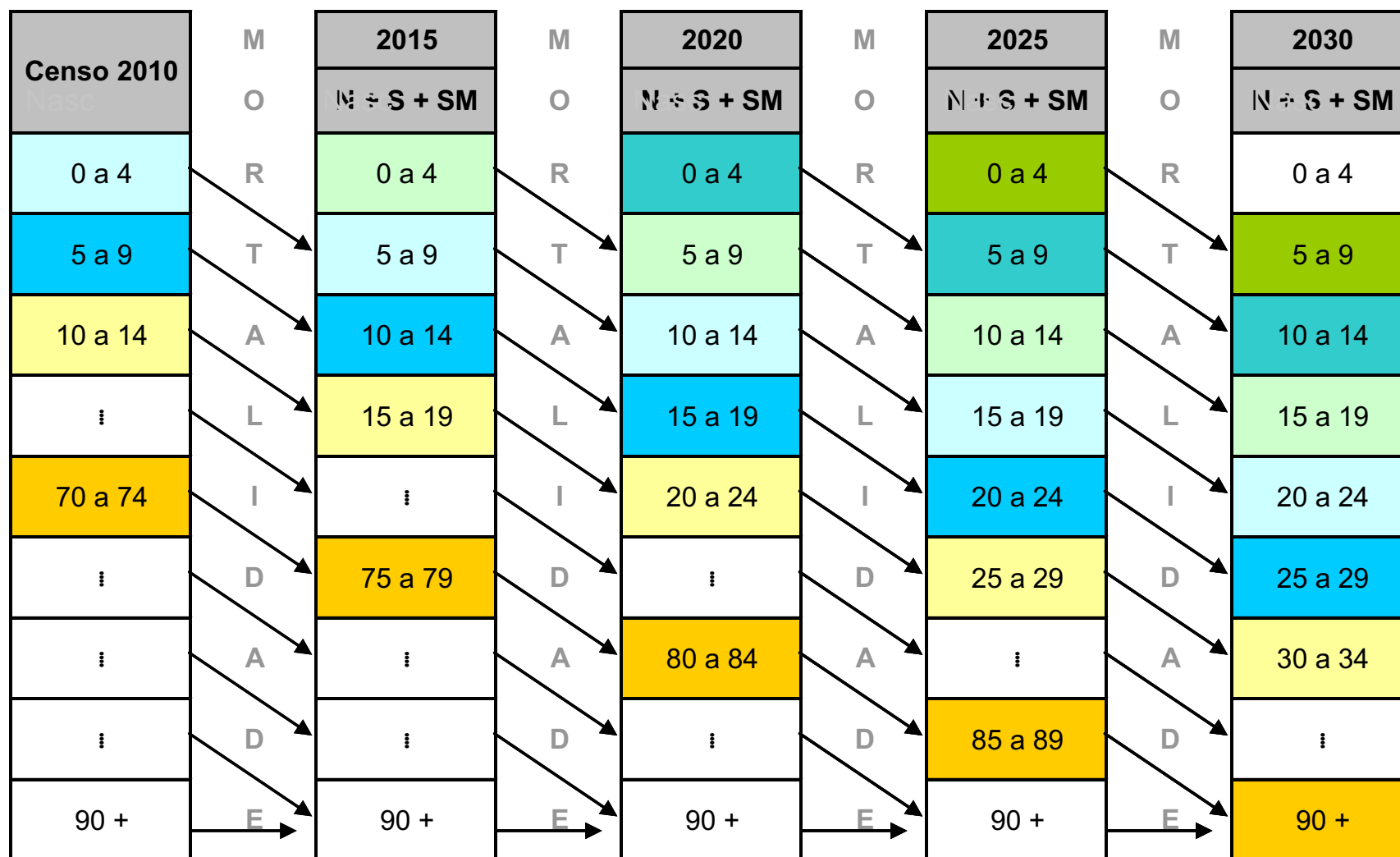
MÉTODO DAS COMPONENTES DEMOGRÁFICAS

Característica do método:

- É discreto (passo a passo por idade)
- O período de projeção está dividido em intervalos iguais ao intervalo de idade (em geral grupos quinquenais)
- A projeção é realizada para cada intervalo de tempo por vez.
- Projeta-se a população de um determinado grupo de idade para o final do quinquênio seguinte, e a partir desse ano, para o final do próximo quinquênio, e assim sucessivamente até o final do período da projeção;



Método das Componentes por Coorte



Nota: N (nascimentos), S (sobreviventes) e SM (saldo migratório)



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.



População Base

- Avaliação da qualidade dos dados:
 - Cobertura diferencial por grupo etário e sexo
 - Menores de 5 anos (subenumeração)
 - Jovens adultos (subenumeração)
 - Idosos (sobreenenumeração - imputação)
 - Mulheres (subenumeração)
 - Declaração de idade
 - Preferência de dígitos
 - Erro na declaração da idade (data de nascimento)
- Escolha do Ano Base



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, incorporam-se 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 $t, t+n$ 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;

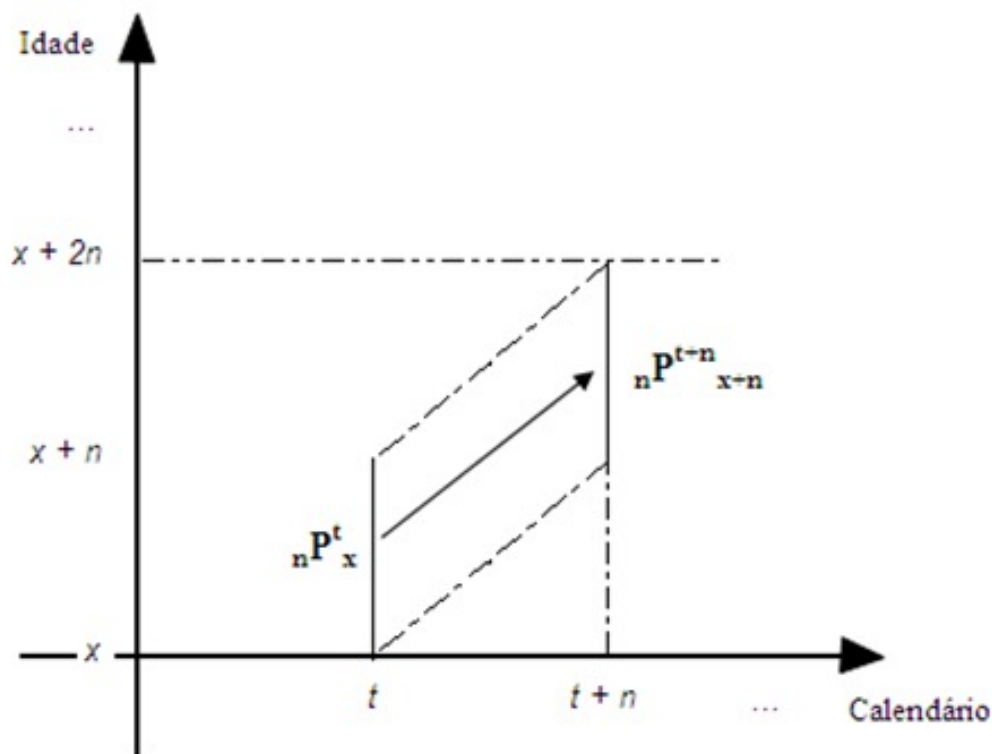
${}_x L_n$: função de uma tábua de vida que representa o tempo vivido entre as idades x e $x+n$;

${}_n SM_x^{t,t+n}$: 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;

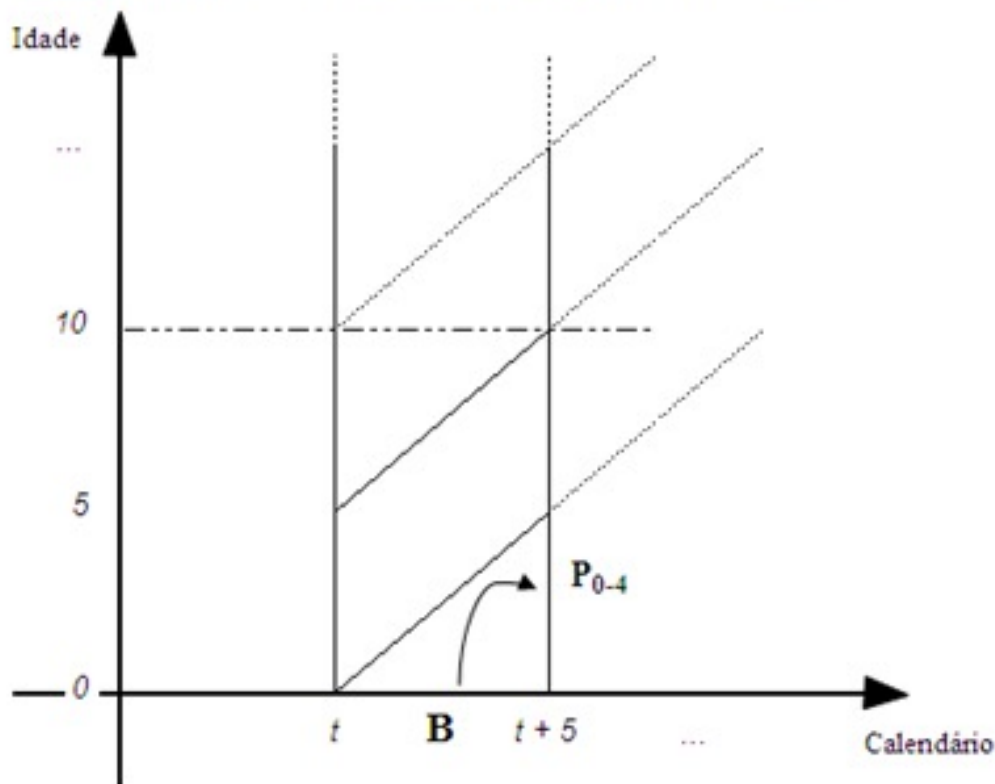
${}_5SM_0^{t,t+5}$: saldo migratório entre os instantes t e t+5, calculado a partir da

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.