

MAT02262 - Estatística Demográfica I

Tábuas de vida

Rodrigo Citton P. dos Reis
citton.padilha@ufrgs.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

Porto Alegre, 2024

Considerações gerais

Considerações gerais

A vida extra-uterina apresenta uma **sequência cronológica esperada**:

- ▶ inicia-se com o nascimento e, através da infância, adolescência e maturidade, chega à velhice, em estágios razoavelmente definidos.
- ▶ Entretanto, **algumas vidas são truncadas** repentinamente, por acidentes ou episódios mórbidos, não prosseguindo na trajetória esperada.

Considerações gerais

- ▶ A vida humana apresenta um **limite biológico**.
- ▶ Há necessidade, então, de se distinguirem dois conceitos fundamentais:
 - ▶ **Duração da vida e Vida média.**

Considerações gerais

Relembrando

Coorte

é um conjunto de indivíduos tendo um fator temporal comum, por exemplo, a coorte de indivíduos nascidos em 1980, no Município de São Paulo. A análise por coorte objetiva o estudo dos eventos que ocorram nesse grupo, com o transcorrer do tempo.

Considerações gerais

Relembrando (coorte)

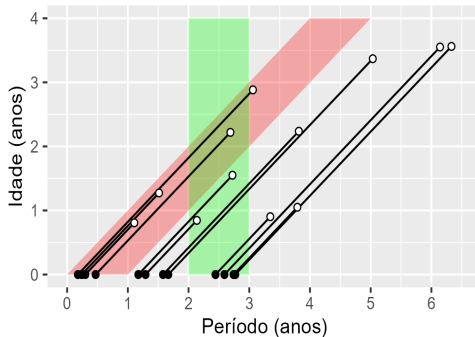


Figura 1: Diagrama de Lexis.

Considerações gerais

Duração da vida

O conceito tenta estabelecer o limite extremo de idade do ser humano; para alguns autores, este seria a idade ultrapassada por menos de 0,1% de uma coorte original.

Considerações gerais

- ▶ Há exemplos de longevos que atingiram 146 anos, 130 anos.
- ▶ Ainda que haja interesse sobre a **duração individual de vida**, é forçoso reconhecer que, para a Demografia, a Estatística Populacional e a Saúde Pública, a manifestação média de vida de um subgrupo populacional de uma cidade, estado ou país é mais importante.

Considerações gerais

Vida média

ou **esperança de vida (expectativa de vida)** representa o número esperado de anos a serem vividos, em média, por uma coorte.

- ▶ A forma mais usual de calculá-la é por meio de uma metodologia chamada **tábua de vida** ou **tábua de sobrevivência**.

Considerações gerais

Em análise temporal, é importante ressaltar que, em termos de anos ganhos, há diferenças entre a **duração individual da vida** e a **vida média de populações**.

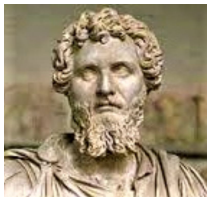
- ▶ Não há evidências de que, no decorrer dos séculos, tenha havido extensão da longevidade.
- ▶ Mas, em contraste, a vida média não somente aumentou bastante, no tempo, mas também variou largamente entre diferentes grupos populacionais vivendo na mesma época.

Breve histórico do método

A humanidade sempre se preocupou com a medida da duração de vida.

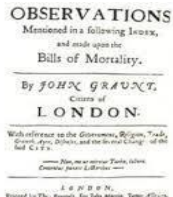
- ▶ Mesmo antes das modernas **teorias de probabilidades** e **estatística**, procurou usar métodos quantitativos para estimá-la, surgindo a ideia de **tábuas de sobrevivência**, que são um instrumento pelo qual se calculam as **probabilidades de vida e morte de uma geração**.

Breve histórico do método



- ▶ **Ulpiano**, no século III, construiu a primeira tábua de mortalidade.

Breve histórico do método



- ▶ **John Graunt**, porém, em 1662, foi o precursor dos métodos modernos.
- ▶ No seu livro ***Natural and Political Observations Made upon the Bills of Mortality***, **Graunt** apresentou o cálculo de uma coorte inicial de 100 pessoas, de que 64 chegaram à idade de 6 anos, 40 à idade de 16 e apenas 25 à idade de 26 anos exatos.

Breve histórico do método



- ▶ Na Inglaterra, a primeira tábua de vida oficial apareceu com **William Farr**, em 1843, que a chamou de **biômetro da população**.

Breve histórico do método



- ▶ No Brasil, **Bulhões de Carvalho** utilizou os dados do **Censo Demográfico de 1920** e os óbitos registrados desse ano para construir a primeira tábua de vida para o Distrito Federal e treze capitais brasileiras.

Breve histórico do método

- ▶ Avanços em **Estatística teórica** e **processos estocásticos** fizeram com que, sob enfoque probabilístico, as tábuas de vida se tornassem instrumento analítico valioso e essencial para medir mortalidade.

Tipos de tábuas de vida

Tipos de tábuas de vida

As tábuas de sobrevivência permitem responder às seguintes indagações:

- ▶ da totalidade de nascidos vivos, num determinado local e ano, quantos viverão o primeiro ano de vida?
- ▶ Quantos chegarão ao décimo ou enésimo aniversário?
- ▶ Quando o último desses indivíduos tiver morrido, isto é, quando a coorte se extinguir, qual terá sido a vida média desse grupo analisado?

Tábua de Vida de uma Geração

- ▶ A tábua que permite respostas a essas indagações é a **Tábua de Vida de uma Geração**.
- ▶ Ela mostra a verdadeira experiência de morte da coorte, do nascimento até o desaparecimento do seu último membro.
- ▶ Entretanto, sua elaboração para a população humana, dada a necessidade de existirem, em cem anos, estatísticas vitais fidedignas e registros adequados dos movimentos migratórios, é muito difícil.

Tábua de Vida de uma Geração

- ▶ Outro ponto a ser considerado é que, nesse longo período, os padrões de mortalidade dessa população podem sofrer mudanças radicais.
- ▶ É muito utilizada em Zoologia, em espécies de vida muito curta.

Tábua de Vida de Coorte Sintética

- ▶ Outro tipo é a **Tábua de Vida de Coorte Sintética**.
- ▶ É construída relacionando-se geralmente a média dos óbitos ocorridos, num período calendário (anos pré-censitário, censitário e pós-censitário), aos dados da população recenseada de uma área específica.
- ▶ Obtidos esses dados, são calculadas as probabilidades de morte em cada idade.

Tábua de Vida de Coorte Sintética

Esta tábua considera a experiência de mortalidade de uma dada população, num período curto de tempo (ano), e projeta a duração de vida, de cada indivíduo, baseada nas probabilidades reais de morte, numa **coorte hipotética** de nascidos vivos.

- ▶ Há, então, um padrão fictício de condições de mortalidade, dado que nenhuma coorte realmente experimentou ou experimentará este modelo particular de mortalidade.

Tábua de Vida de Coorte Sintética

- ▶ Este tipo de tábua responde também às indagações mencionadas anteriormente, levando-se em conta as seguintes pressuposições:
 - ▶ a **mortalidade**, em cada idade, mantém-se **constante** e igual à do ano-calendário, no qual a tábua é baseada;
 - ▶ a **população** exposta é **estacionária**, isto é, o número anual de nascidos vivos é igual ao número de mortes; o saldo migratório é nulo, ano após ano.

Formas de apresentação

Quanto à apresentação, pode-se ter **tábua de vida completa** ou **tábua de vida abreviada**.

- ▶ A diferença está no tamanho dos grupos etários considerados.
 - ▶ Na **tábua completa**, os grupos etários representam **um ano**, enquanto nas **abreviadas** ter-se-ão grupos de **cinco ou dez anos** de idade.

Formas de apresentação

TABELA 5: Tábuas Completas de Mortalidade para ambos os sexos 2022, Brasil

Idades Exatas (X)	Probabilidades de Morte entre Duas Idades Exatas Q (X, N) (Por Mil)	Óbitos D (X, N)	I (X)	L (X, N)	T(X)	Expectativa d Vida à Idade) E(X)
0	12,840	1284	100000	98874	7545300	75,5
1	0,896	88	98716	98672	7446427	75,4
2	0,676	67	98628	98594	7347755	74,5
3	0,514	51	98561	98536	7249161	73,6
4	0,397	39	98510	98491	7150625	72,6
5	0,315	31	98471	98456	7052134	71,6
6	0,259	25	98440	98427	6953679	70,6
7	0,224	22	98415	98404	6855251	69,7
8	0,204	20	98393	98383	6756847	68,7
9	0,199	20	98373	98363	6658465	67,7

Figura 2: Exemplo de tábua de vida completa.

Formas de apresentação

Idade	Homens					
	K_1	a	b	$q_{x(MSD)}$	$q_{x(HT)}$	${}_nq_x$
< 1	0,0059	-0,3194	0,4198	0,0082	0,0241	0,1480
1 - 4	0,0009	1,4655	0,3675	0,0135	0,0030	0,0680
5 - 9	0,0006	1,3865	0,4014	0,0035	0,0010	0,0150
10 - 14	0,0004	1,2144	0,2817	0,0029	0,0011	0,0110
15 - 19	0,0008	1,5616	0,1819	0,0041	0,0022	0,0200
20 - 24	0,0015	1,7596	0,2241	0,0063	0,0031	0,0340
25 - 29	0,0023	1,5283	0,2138	0,0092	0,0048	0,0410
30 - 34	0,0037	1,2285	0,2177	0,0142	0,0076	0,0500
35 - 39	0,0063	0,9358	0,2093	0,0217	0,0125	0,0610
40 - 44	0,0102	0,7611	0,1721	0,0318	0,0209	0,0780
45 - 49	0,0170	0,4771	0,1874	0,0480	0,0321	0,0980
50 - 54	0,0285	0,3361	0,1681	0,0687	0,0503	0,1250
55 - 59	0,0456	0,1510	0,1612	0,1013	0,0777	0,1660
60 - 64	0,0704	0,0102	0,1700	0,1458	0,1137	0,2220
65 - 69	0,1061	-0,2829	0,1682	0,2104	0,1703	0,2890
70 - 74	0,2144	-0,6260	0,3641	0,3321	0,2526	0,3950
75 - 79	0,3506	-1,0500	1,3503	0,4909	0,3510	0,5400
80 +	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Figura 3: Exemplo de tábua de vida abreviada.

Análise de sobrevivência - conceitos básicos

Análise de sobrevivência - conceitos básicos

- ▶ A variável aleatória não negativa T , que representa o tempo de falha, é usualmente especificada em análise de sobrevivência pela sua **função de sobrevivência** ou pela **função de taxa de falha (ou risco)**.

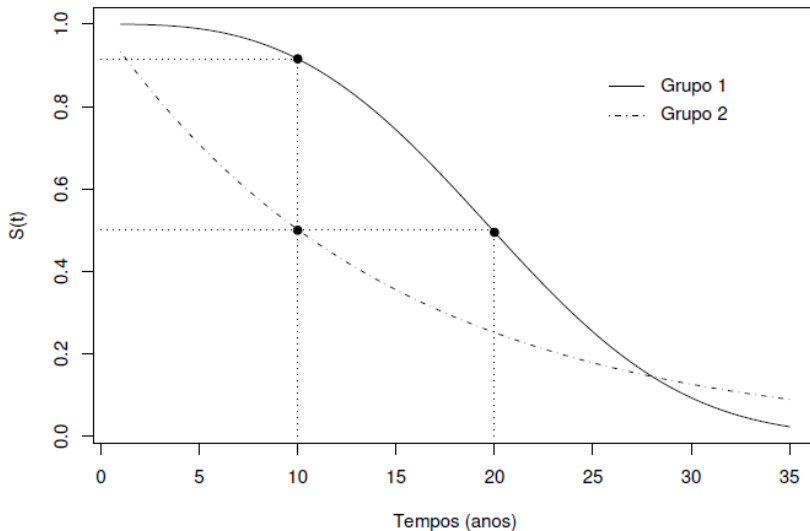
Função de sobrevivência

- ▶ A **função de sobrevivência** é definida como a **probabilidade de uma observação não falhar até um certo tempo t** , ou seja, a **probabilidade de uma observação sobreviver ao tempo t** .
- ▶ Em termos probabilísticos, isto é escrito como

$$S(t) = \Pr(T > t).$$

- ▶ Logo, a função de distribuição de probabilidade pode ser expressa como $F(t) = 1 - S(t)$ (probabilidade de uma observação não sobreviver ao tempo t).

Função de sobrevivência



Função de sobrevivência

- ▶ A probabilidade da falha ocorrer em um intervalo de tempo $[t_1, t_2)$ pode ser expressa em termos da função de sobrevivência como

$$\Pr[T \in [t_1, t_2)) = \Pr(t_1 \leq T < t_2) = S(t_1) - S(t_2).$$

Função de sobrevivência

- A probabilidade da falha ocorrer em um intervalo de tempo $[t_1, t_2)$ dado que a falha não ocorreu até o tempo t_1 também pode ser expressa em termos da função de sobrevivência:

$$\Pr(t_1 \leq T < t_2 | T > t_1) = \frac{\Pr(t_1 \leq T < t_2)}{\Pr(T > t_1)} = \frac{S(t_1) - S(t_2)}{S(t_1)}.$$

Função de sobrevivência

- ▶ Para a construção das tábuas de vida, geralmente, a escala de tempo utilizada é a idade.
- ▶ Discutiremos como estimar $S(t)$ e as demais probabilidades de interesse.

Próxima aula

- ▶ Tábuas de vida (continuação).

Para casa

- ▶ Ler o capítulo 9 do livro “Métodos Demográficos Uma Visão Desde os Países de Língua Portuguesa”¹.

¹FOZ, Grupo de. *Métodos Demográficos Uma Visão Desde os Países de Língua Portuguesa*. São Paulo: Blucher, 2021. https://www.blucher.com.br/metodos-demograficos-uma-visao-desde-os-paises-de-lingua-portuguesa_9786555500837

Por hoje é só!

Bons estudos!

