

MAT02262 - Estatística Demográfica I

Características, eventos, proporções, taxas e probabilidades: o
diagrama de Lexis

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, 2023

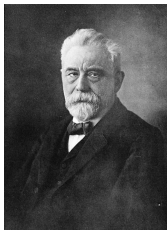
Introdução

Relembrando

Uma coorte

é um grupo de pessoas que passaram por um mesmo evento demográfico durante o mesmo período.

Wilhelm Lexis



Wilhelm Lexis (Eschweiler, 17 de julho de 1837 – Göttingen, 25 de outubro de 1914) foi um **economista** e **estatístico** alemão. Desenvolveu o **diagrama de Lexis** e apresentou grandes contribuições à indústria do seguro, sendo considerado o fundador do estudo interdisciplinar do seguro.

Idade, período e coorte

A situação de um indivíduo ou de um grupo de indivíduos dentro da evolução demográfica de um país ou região pode ser caracterizada em termos de três características:

1. Tempo ou ano, mês e dia do calendário;
2. Idade exata ou intervalo de idade;
3. Coorte ou data de nascimento.

→ Estas características são dependentes entre elas: *sabendo duas delas pode-se calcular a terceira.*

Idade, período e coorte

- ▶ Por exemplo, as pessoas que compõem a coorte de nascimentos de 1995-1999 (3) no 1º de janeiro de 2008 (1) tinham 13-17 anos completos de idade (2).
- ▶ A situação se complica um pouco se ambas as características determinantes são dadas em termos de intervalos e não de números exatos.
 - ▶ Por exemplo, durante o período de 2010-2014 (1), a coorte nascida em 1985-1989 (3) tinha entre 20 e 30 anos de idade (2).
- ▶ Mas não todas as pessoas que em algum momento deste período tiveram entre 20 e 30 anos de idade pertenciam à coorte de nascimentos de 1985-1989.
 - ▶ Por exemplo, uma pessoa que no 1º de janeiro de 2011 tinha 28 anos nasceu em 1982 e, portanto, pertencia a uma coorte de nascimentos diferente.

O diagrama de Lexis

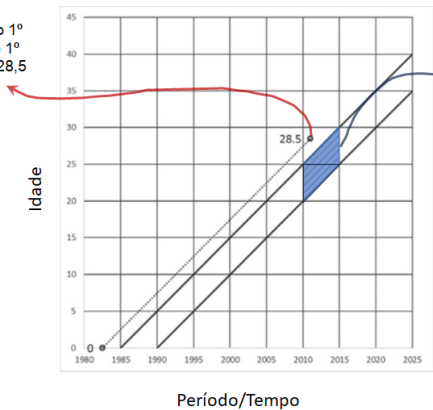
O diagrama de Lexis

Para visualizar melhor as diferentes **relações entre tempo, idade e coorte** no que toca a características e fluxos de população usa-se na demografia um recurso chamado o **diagrama de Lexis**.

- ▶ O **eixo horizontal** do diagrama **representa o tempo**.
- ▶ O **eixo vertical representa a idade**.
- ▶ Cada vez que passa um ano calendário no tempo, uma pessoa fica um ano mais velha.
 - ▶ Portanto, a **trajetória da vida** ou **linha vital** de cada pessoa é uma **linha diagonal ascendente**.
 - ▶ A **representação de uma coorte** é um **conjunto de linhas vitais** que formam **uma banda diagonal** no diagrama.

O diagrama de Lexis

Um indivíduo nascido no 1º de julho de 1982 que no 1º de janeiro de 2011 tem 28,5 anos de idade



O diagrama de Lexis

- ▶ O problema básico da análise demográfica consiste na circunstância de que é extremamente difícil monitorar os três processos básicos **(nascimentos, óbitos e migrações)** de mudança simultaneamente em tempo contínuo.
- ▶ Embora seja perfeitamente legítimo representar a evolução de uma população desta maneira, não é a forma como o diagrama de Lexis normalmente é usado.
- ▶ Na prática, a maioria das fontes de dados não permite conhecer e desenhar todas as linhas vitais individualmente.

O diagrama de Lexis

→ Publicar a informação num formato que permitisse isso traria *problemas de confidencialidade*, além de gerar uma quantidade de detalhe que para a grande maioria dos usuários das estatísticas seria pouco funcional.

- ▶ Mesmo os Registros Civis mais sofisticados não publicam dados diários sobre todos os eventos, mas os agregam em intervalos de 1 ano calendário e intervalos etários de 1 ou 5 anos.

O diagrama de Lexis

- ▶ Por outro lado, as características da população geralmente não são dadas num intervalo de tempo como o período 2010-2014 no gráfico anterior, mas como uma **sequência de momentos discretos**, por exemplo o 1º de janeiro de 2000, de 2005, de 2010 e de 2015.
- ▶ Nos espaços entre as linhas verticais (**momentos no tempo**) ou horizontais (**idades exatas**) são colocadas as quantidades de fluxo que levam às mudanças das características retratadas nas linhas.
 - ▶ Neste contexto, é suficiente saber **quantas linhas começam ou terminam numa determinada área e quantas cruzam determinadas barreiras** como o limite entre dois anos (linha vertical) ou entre duas idades (linha horizontal).

O diagrama de Lexis

- ▶ O gráfico a seguir mostra um exemplo deste tipo de uso do diagrama, ilustrado com dados da Guiné-Bissau no período de 1980 a 2015.



O diagrama de Lexis

→ É importante assinalar que se trata de *estimativas e interpolações* baseadas em diferentes fontes e não em números diretamente observados nos censos.

- ▶ Aqui as linhas são verticais, indicando o 1º de janeiro do primeiro ano de cada quinquênio e os **números de eventos** se referem aos paralelogramos (losangos) entre quinquênios sucessivos da mesma coorte.

O diagrama de Lexis

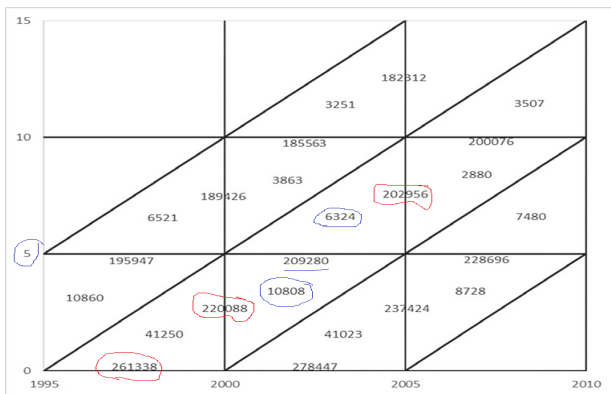
- ▶ As quantidades de fluxo retratadas aqui são simplesmente mudanças nos efetivos de população, sem distinção entre óbitos e migrações.
 - ▶ Por exemplo, havia 196.569 pessoas com idades entre 10 e 14 anos no 1º de janeiro de 2010, das quais sobraram 193.003 no 1º de janeiro de 2015 quando tiveram entre 15 e 19 anos de idade.
 - ▶ As demais 3.566 morreram ou migraram entre a primeira data e a segunda.
- ▶ Na parte inferior do diagrama, na idade exata 0, aparecem os nascimentos ocorridos nos períodos de 1980-84 (213.202), 1985-89 (231.208), 1990-94 (248.492), 1995-99 (261.338) e 2000-04 (278.447).

O diagrama de Lexis

- ▶ Seria possível construir um diagrama semelhante com linhas horizontais, indicando **idades exatas** e **números de eventos** em paralelogramos entre as idades exatas.
- ▶ Ou ainda seria possível (se os dados existem) fazer as duas coisas simultaneamente, com:
 - ▶ linhas horizontais para indicar idades exatas,
 - ▶ linhas verticais para indicar datas exatas
 - ▶ e triângulos para indicar o número de eventos entre uma idade exata e uma data exata.

O diagrama de Lexis

- O gráfico a seguir mostra uma parte do gráfico anterior com dados hipotéticos para sugerir qual poderia ser a configuração de um diagrama deste tipo.



O diagrama de Lexis

- ▶ Como o gráfico anterior, o diagrama mostra que **261.338 pessoas nasceram entre 1995 e 1999** e que destes **220.088** ainda estavam presentes no **1º de janeiro de 2000** e **202.956** no **1º de janeiro de 2005**.
- ▶ Mas além disso, este último gráfico mostra que **10.808 pessoas desta coorte morreram ou migraram antes do seu quinto aniversário**, de modo que se celebraram 209.280 quintos aniversários.
 - ▶ Os demais **6.324 morreram ou migraram antes do 1º de janeiro de 2005**, mas já tendo mais de 5 anos.

O diagrama de Lexis

- ▶ Para construir um diagrama como este último gráfico, em princípio é preciso dispor de um **sistema de dupla classificação** das pessoas em que os indivíduos são identificados tanto pela sua idade como pelo seu ano de nascimento.
 - ▶ Poucos países publicam esta informação de forma sistemática e Guiné-Bissau não é um deles.
- ▶ Por isso, a construção das quantidades de fluxo nos triângulos geralmente passa pela aplicação de frações teóricas, para aproximar a divisão correta dos quadrados ou dos losangos em triângulos.
 - ▶ Foi assim que o último gráfico foi construído.

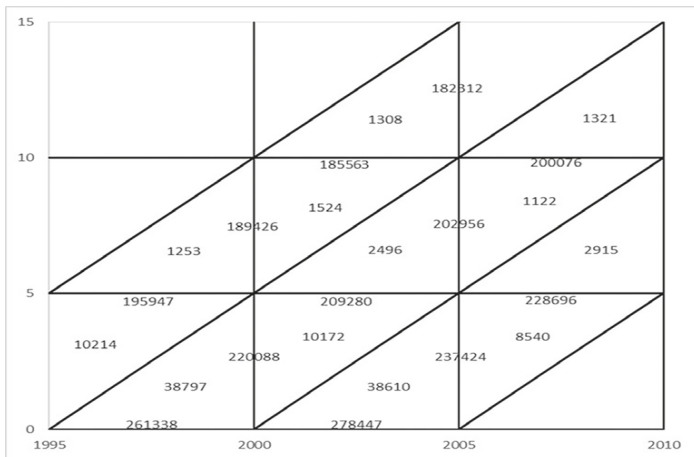
O diagrama de Lexis

→ O exemplo nos dois últimos gráficos é um pouco *atípico* no sentido de que a variável de fluxo retratada aqui nada mais é do que o aumento ou a diminuição da população das coortes entre duas datas ou duas idades exatas em função da mortalidade ou migração.

- ▶ Formulado desta maneira, o esquema cumpre com a **equação de consistência para coortes**.
- ▶ Mas normalmente este não é o caso porque a variável de fluxo geralmente é outra.
- ▶ Por exemplo, os números dentro dos triângulos poderiam referir-se só a óbitos e não a migrações.

O diagrama de Lexis

- Esta situação é mostrada no gráfico a seguir.



O diagrama de Lexis

→ Entretanto, os números nas linhas horizontais e verticais continuariam sendo influenciados pela migração de modo que a equação de consistência não se aplicaria mais.

- ▶ Os **eventos retratados dentro dos triângulos poderiam, inclusive, ser de um tipo que não afeta o tamanho da população da coorte, como o número de anos completos que as crianças passam na escola.**
- ▶ Uma criança que morre ou emigra sai da população e não consta mais dos efetivos de população na próxima data ou na próxima idade de referência.
 - ▶ Mas isso não acontece com anos de escolaridade completada.
- ▶ Uma criança que completa um ano continua formando parte da população e depois pode completar um outro ano.

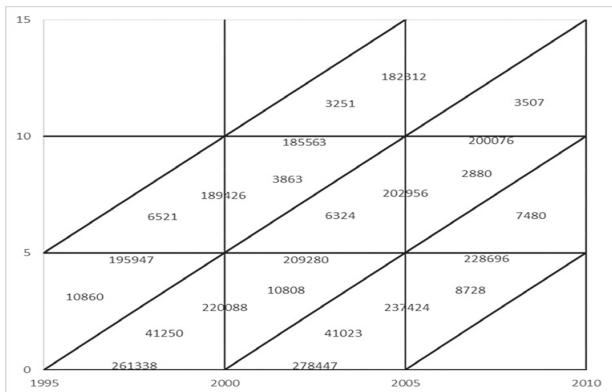
O diagrama de Lexis

- ▶ **Eventos** deste tipo chamam-se **renováveis** e, como se verá na próxima aula, a sua interpretação no cálculo de taxas é um pouco diferente do tratamento de **eventos não renováveis**, como óbitos.
- ▶ Em muitos casos é possível redefinir o processo de tal forma que se torne não renovável.
 - ▶ Por exemplo, ter um filho é um evento renovável na vida de uma coorte de mulheres já que elas podem ter vários filhos durante um determinado período e continuam formando parte da coorte.
 - ▶ Mas se o evento for definido como ter o primeiro filho e a coorte for de mulheres que ainda não passaram por esta experiência, o processo vira não renovável já que o nascimento do primeiro filho retira a mãe da coorte de mulheres nulíparas (que nunca tiveram filhos).

O diagrama de Lexis

→ Com a introdução do diagrama de Lexis dispõe-se agora dos elementos para quantificar a **intensidade dos processos demográficos**.

Olhando o seguinte gráfico



O diagrama de Lexis

é preciso reconhecer que o número de eventos demográficos – sejam eles renováveis ou não renováveis – que ocorrem num determinado período a pessoas de uma determinada idade pode ser caracterizado de três maneiras distintas:

1. É possível analisar um determinado período (2000-2004) e um determinado grupo etário (5-9 anos) e somar os eventos ($3863 + 6324$). Mas estes eventos pertencem a duas coortes diferentes, nascidas em 1990-1994 e 1995-1999, respectivamente.
2. É possível analisar um determinado período (2000-2004) e uma determinada coorte (os nascidos em 1995-1999) e somar os eventos assim ($10808 + 6324$). Mas estes eventos caracterizam dois grupos etários diferentes, de 0-4 e de 5-9 anos, respectivamente.
3. A terceira possibilidade é analisar um determinado grupo etário (5-9) e uma determinada coorte (nascidos em 1995-1999) e somar os $6324 + 2880$ eventos assim. Mas estes eventos se dividem entre dois períodos diferentes, de 2000-2004 e de 2005-2009, respectivamente.

Considerações finais

- ▶ Não há nenhuma maneira para analisar uma coorte única numa faixa etária única dentro de um período único.
- ▶ Entre as três alternativas possíveis, as mais usadas são a primeira, conhecida como **análise de período**, e a terceira, conhecida como **análise de coorte**.
 - ▶ A segunda é pouco usada, por misturar diferentes grupos etários.
- ▶ Análises que acompanham uma coorte também são chamadas **longitudinais**, especialmente quando fazem este acompanhamento durante vários períodos.
- ▶ Análises que misturam diferentes coortes são chamadas **transversais**, especialmente quando abrangem uma sequência de grupos etários.

Considerações finais

- ▶ Ao analisar a **evolução dos processos demográficos** faz todo o sentido distinguir entre efeitos:
 - ▶ de idade (*ao envelhecer, o risco de morte aumenta*),
 - ▶ de período (*certos períodos históricos foram caracterizados por uma mortalidade mais alta*)
 - ▶ e de coorte (*certas coortes são menos resistentes porque estiveram expostas a eventos traumáticos na infância*).

Considerações finais

→ Entretanto, essa análise em três componentes se confronta com o fato de que elas não são independentes, pois

$$\text{Período} - \text{Idade} = \text{Coorte (de Nascimento),}$$

o que impossibilita certos tipos de análise estatística como a regressão múltipla.

- ▶ O problema é conhecido como o *problema de identificação* e existem diferentes técnicas para lidar com ele.

Próxima aula

- ▶ Taxas e probabilidades.

Para casa

- ▶ Pequeno Trabalho 02: será postado no Moodle.
- ▶ Ler o capítulo 7 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!

