

Introdução à análise exploratória de dados

Wagner H. Bonat
Elias T. Krainski
Fernando P. Mayer

Universidade Federal do Paraná
Departamento de Estatística
Laboratório de Estatística e Geoinformação



Sumário

- 1 Ideias gerais
- 2 Análise exploratória de dados
 - Organização dos dados.
 - Tabelas de frequência.
 - Representação gráfica.
- 3 Exercícios recomendados

O que é estatística?

- Estatística é um conjunto de técnicas para, sistematicamente:
 - Planejar a coleta de dados oriundos de estudos ou experimentos, realizados em qualquer área do conhecimento;
 - Descrever, analisar e interpretar dados;
 - Extrair informações para subsidiar decisões;
 - Avaliar evidências empíricas sob hipóteses de interesse.
- Exemplos de aplicações:
 - Opinião da população brasileira sobre o novo governo.
 - Avaliar a efetividade de uma nova droga para a cura do câncer.
 - Entender os hábitos de compra dos clientes de uma loja virtual.
 - Recomendação personalizada de produtos.
 - Comparar a produtividade da soja sob diferentes formas de cultivo, adubação, etc.

População e amostra

- Conceitos fundamentais
 - **População:** Conjunto de todos os elementos sob investigação.
 - **Amostra:** Subconjunto da população.
 - **Variável** de interesse: característica a ser observada em cada indivíduo da amostra.

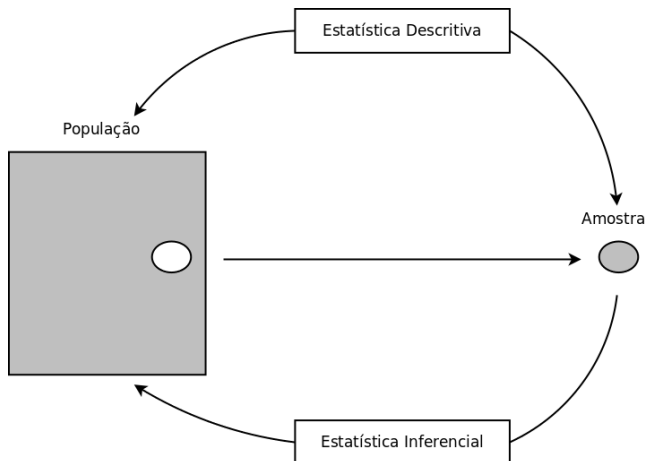
Exemplos em detalhes

- Opinião da população brasileira sobre o novo governo.
 - **População:** Todos os habitantes do Brasil? outras opções?
 - **Amostra:** Algum subconjunto da população. Qualquer um será? Como selecionar?
 - **Variável de interesse:** Opinião sobre o novo governo. Como medir isso? Gosta? sim ou não.
- Avaliar a efetividade de uma nova droga para a cura do câncer.
 - **População:** Todos os seres humanos? Apenas os já doentes? Como levar em conta questões de raça, culturas, etc ...
 - **Amostra:** E agora?
 - **Variável de interesse:** Curou ou não curou? Será que isso é possível?
- Entender os hábitos de compra dos clientes de uma loja virtual.
 - **População:** Todos os clientes da loja virtual.
 - **Amostra:** Preciso de amostra?
 - **Variável de interesse:** E agora? Como caracterizar hábito de compra?

Divisões básicas da estatística

- Divisões essenciais em Estatística e seus principais objetivos.
 - Estatística descritiva ou exploratória:
 - Consistência dos dados e interpretações iniciais.
 - Visualização dos dados e relações entre variáveis.
 - Probabilidade:
 - Fornece ferramentas para lidar/quantificar incerteza.
 - Inferência estatística:
 - Estimação de quantidades desconhecidas.
 - Formular e testar hipóteses.
 - Extrapolar para a população resultados obtidos na amostra.

Ideia final



Etapas da análise estatística

- Definir a **população de interesse**.
 - População **factível**.
- Estabelecer os objetivos (questões) de pesquisa.
 - Definir critérios objetivos sobre quais dados coletar.
 - Postular a análise estatística a ser utilizada.
- Definir o método para coletar as amostras.
 - Fonte de dados secundários (IBGE, IPEA, etc);
 - Banco de dados da empresa;
 - Pesquisas amostrais;
 - Experimentos em laboratórios, etc.
- Análise dos dados.
 - Análise descritiva e exploratória (o que aconteceu na amostra?).
 - Análise inferencial (o que acontece na população?).

Planejamento da coleta de dados

- Definição do experimento
 - Variáveis respostas/interesse.
 - Variáveis de controle (o que afeta a resposta?).
 - Desenho do experimento e randomização.

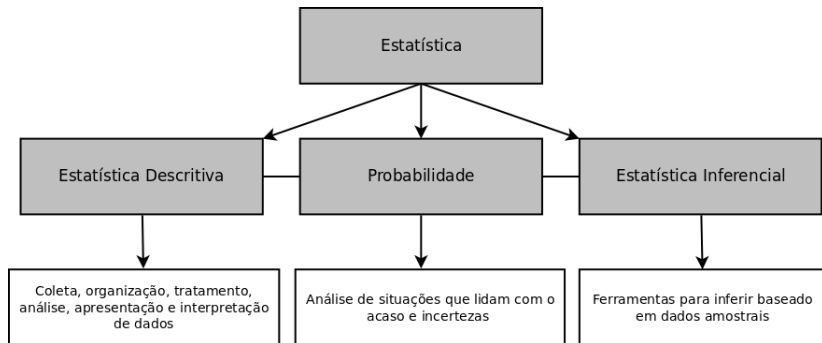
Planejamento da coleta de dados

- Definição do experimento
 - Variáveis respostas/interesse.
 - Variáveis de controle (o que afeta a resposta?).
 - Desenho do experimento e randomização.
- Coleta de dados por amostragem
 - Definição da população e característica de interesse.
 - Definição do plano amostral:
 - Aleatória simples (com ou sem reposição) ou sistemática;
 - Estratificada, por estratos da população (segundo uma característica);
 - Conglomerados, por grupos de indivíduos da população (subpopulações);
 - Amostragem complexa (combina anteriores).

Planejamento da coleta de dados

- Definição do experimento
 - Variáveis respostas/interesse.
 - Variáveis de controle (o que afeta a resposta?).
 - Desenho do experimento e randomização.
- Coleta de dados por amostragem
 - Definição da população e característica de interesse.
 - Definição do plano amostral:
 - Aleatória simples (com ou sem reposição) ou sistemática;
 - Estratificada, por estratos da população (segundo uma característica);
 - Conglomerados, por grupos de indivíduos da população (subpopulações);
 - Amostragem complexa (combina anteriores).
- Coleta de dados observacionais. Exemplos:
 - Presença de seres vivos num ambiente;
 - Fenômenos climáticos;
 - Fluxo de usuários em um website.

Resumo: Objetivos e etapas da análise estatística



**** A forma de coleta dos dados é um tópico em si. No entanto neste curso básico ela será discutida de forma superficial dentro do tópico de análise exploratória.****

Sumário

- 1 Ideias gerais
- 2 **Análise exploratória de dados**
 - Organização dos dados.
 - Tabelas de frequência.
 - Representação gráfica.
- 3 Exercícios recomendados

Exemplo

Pesquisa foi realizada com alunos. Variáveis:

- **Id**: identificação do aluno; **Turma**: A ou B;
- **Sexo**: feminino (F) ou masculino (M);
- **Idade**: em anos; **Alt**: altura em metros;
- **Peso**: em quilogramas; **Filhos**: n^o de filhos na família;
- **Fuma**: hábito de fumar: sim (S) ou não (N);
- **Toler**: tolerância ao cigarro: (I) indiferente; (P) incomoda pouco; (M) incomoda muito;
- **Exerc.**: horas de atividade física, por semana;
- **Cine**: n^o. de vezes que vai ao cinema por semana;
- **OpCine**: opinião a respeito das salas de cinema na cidade: (B) regular a boa; (M) muito boa;
- **TV**: horas gastas assistindo TV, por semana;
- **OpTV**: opinião a respeito da qualidade da programação na TV: (R) ruim; (M) média; (B) boa; (N) não sabe.

Organização dos dados

- A partir de um conjunto de dados coletado, a questão é:
 - Como extrair informações a respeito de uma ou mais características de interesse?
- Basicamente temos duas opções:
 - Tabelas de frequência;
 - Gráficos.
- O importante é levar em consideração a **natureza dos dados**.

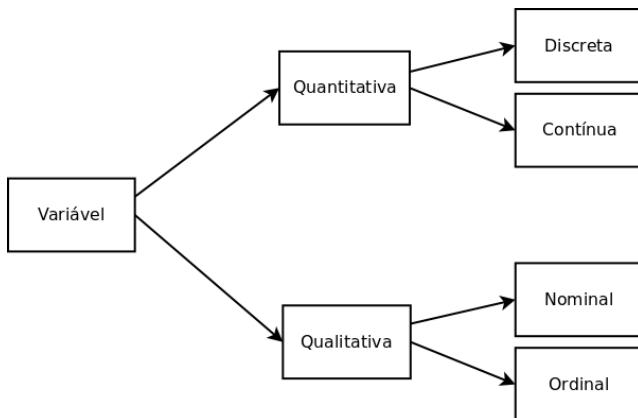
Organização de Dados

- Uma típica **tabela de dados brutos** contém:
 - Variáveis (características, medições, etc) nas colunas.
 - Sujeito (indivíduo, objetos, etc) nas linhas.

Id	Turma	Sexo	Idade	Alt	Peso	Filhos	Fuma	Toler	Exerc	Cine	OpCine	TV	OpTV
1	A	F	17	1.60	60.5	2	NAO	P	0	1	B	16	R
2	A	F	18	1.69	55.0	1	NAO	M	0	1	B	7	R
3	A	M	18	1.85	72.8	2	NAO	P	5	2	M	15	R
4	A	M	25	1.85	80.9	2	NAO	P	5	2	B	20	R
5	A	F	19	1.58	55.0	1	NAO	M	2	2	B	5	R
6	A	M	19	1.76	60.0	3	NAO	M	2	1	B	2	R

- Tipos de variáveis:
 - Qualitativa nominal: Turma, Sexo, Fuma.
 - Qualitativa ordinal: Toler, OpCine, OpTV.
 - Quantitativa discreta: Idade, Filhos, Exerc, Cine, TV.
 - Quantitativa contínua: Alt, Peso.

Tipos de variáveis



Tabelas de frequência

- A tabela de dados brutos pode ser muito longa, portanto será difícil extrair alguma informação.
- As **tabelas de frequência** ajudam a resumir a informação da variável de interesse.
- Vamos usar 3 tipos de frequência:
 - Frequência **absoluta**: contagem de cada valor observado. Representado por n_i o número de indivíduos com a característica i .
 - Frequência **relativa**: número de indivíduos com a característica i dividido pelo total de indivíduos n , ou seja $f_i = \frac{n_i}{n}$.
 - Frequência **acumulada**: frequência (absoluta ou relativa) acumulada até um certo valor, obtida pela soma das frequências de todos os valores da variável, menores ou iguais ao valor considerado.

Tabela de frequência - qualitativa nominal

- Considerando a variável Sexo

	n_i	f_i
F	37	0.74
M	13	0.26
Sum	50	1.00

- Neste caso não faz sentido usar frequência acumulada.

Tabela de frequência - qualitativa ordinal

- Considerando a variável OpTV

	n_i	f_i	f_{ac}
R	39	0.78	0.78
M	1	0.02	0.80
B	3	0.06	0.86
N	7	0.14	1.00
Sum	50	1.00	

Tabela de frequência - quantitativa discreta

- Considerando a variável Idade

	n_i	f_i	f_{ac}
17	9	0.18	0.18
18	22	0.44	0.62
19	7	0.14	0.76
20	4	0.08	0.84
21	3	0.06	0.90
22	0	0.00	0.90
23	2	0.04	0.94
24	1	0.02	0.96
25	2	0.04	1.00
Sum	50	1.00	

Tabela de frequência - quantitativa contínua

- No caso de quantitativas contínuas não faz sentido contar cada valor pois podem existir muitos (potencialmente infinito).
- A solução é criar **classes** ou **faixas de valores**, e contar o número de ocorrências dentro destas classes.
- Para definir as classes:
 - Defina a amplitude da classe, de maneira que se obtenham de 5 a 8 classes (de mesma amplitude).
 - Identifique os valores máximo e mínimo da variável e construa as classes de maneira que inclua todos os valores.
- As classes de valores podem seguir um dos formatos:

Classe	Notação	Denominação	Resultado
$[a, b)$	$a \vdash b$	Fechado em a, aberto em b	Inclui a, não inclui b
$(a, b]$	$a \dashv b$	Aberto em a, fechado em b	Não inclui a, inclui b

Tabela de frequência - quantitativa contínua

- Considerando a variável Peso
 - Foram construídas 6 classes de amplitude 10.
 - As classes são do tipo $[a, b)$ ou $a \vdash b$.

	n_i	f_i	f_{ac}
[40, 50)	8	0.16	0.16
[50, 60)	22	0.44	0.60
[60, 70)	8	0.16	0.76
[70, 80)	6	0.12	0.88
[80, 90)	5	0.10	0.98
[90, 100)	1	0.02	1.00
<i>Sum</i>	50	1.00	

Tabela de frequência - quantitativa discreta (muitos valores)

- Considerando a variável TV.
- Apesar de ser discreta, o número de valores únicos é muito grande e não seria útil contar as frequências de cada valor.
- Neste caso, utiliza-se o mesmo procedimento usado para quantitativas contínuas
 - Foram construídas 6 classes de amplitude 6¹.

	n_i	f_i	f_{ac}
[0, 6)	14	0.28	0.28
[6, 12)	17	0.34	0.62
[12, 18)	11	0.22	0.84
[18, 24)	4	0.08	0.92
[24, 30)	3	0.06	0.98
[30, 36)	1	0.02	1.00
Sum	50	1.00	

¹Obs.: no livro a tabela tem 5 classes, pois a última tem comprimento 12

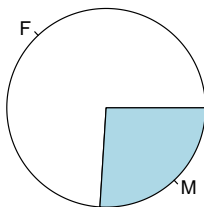
Representação gráfica

- Podemos visualizar as tabelas através de gráficos.
- Existe um tipo de gráfico adequado para cada tipo de variável.
- Cuidado deve ser tomado com representações visuais pois um gráfico desproporcional pode gerar interpretações distorcidas.
- As principais representações gráficas são:
 - Diagrama circular (setores ou “pizza”);
 - Gráfico de barras;
 - Histogramas;
 - Boxplots.

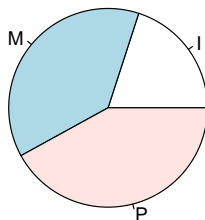
Diagrama circular

- Adequado para variáveis qualitativas nominal e ordinal.

Sexo



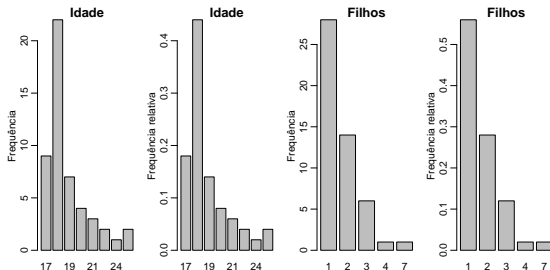
Toler



- O uso deste tipo de gráfico deve ser evitado, pois pode ser de difícil interpretação.

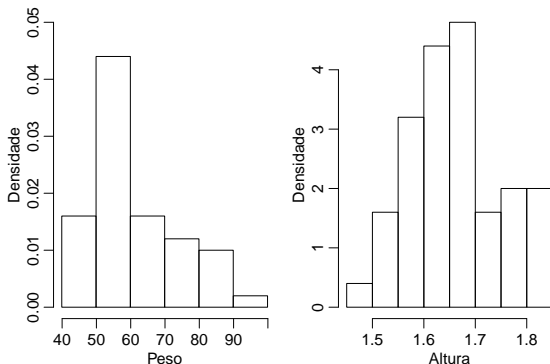
Gráfico de barras

- Adequado para variáveis qualitativas nominal/ordinal e quantitativa discreta (poucos valores distintos).
- Podem ser usadas as frequências absolutas ou relativas.



Histograma

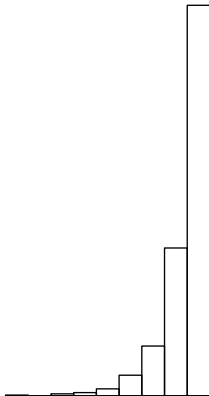
- Adequado para quantitativa contínua.



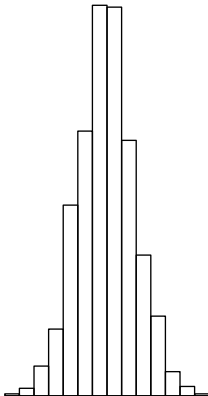
- Altura de cada retângulo é a densidade definida pelo quociente da área pela amplitude da faixa, $h = \frac{f_i}{AMP}$.

Tipos de assimetria

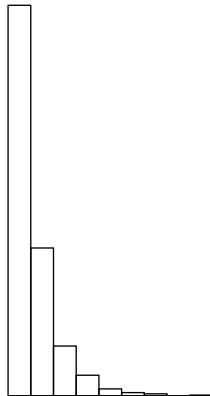
Assimétrico à esquerda



Simétrico



Assimétrico à direita

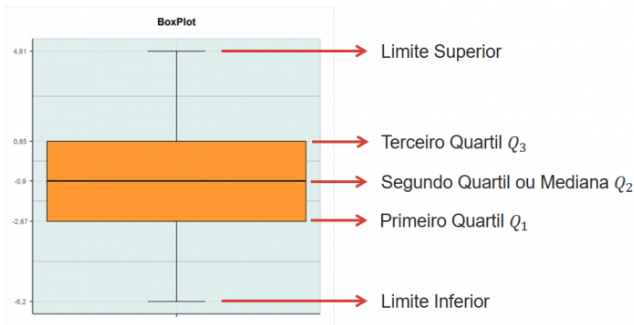


Mediana e quartis

- **Mediana:** valor da variável que divide o conjunto de dados ordenado em dois subgrupos de mesmo tamanho.
- **Quartis:** valores da variável que divide o conjunto de dados ordenados em quatro subgrupos de mesmo tamanho.
- **Posição** dos quartis:
 - $Q_1 = 0.25 \cdot (N + 1)$ e arredonde.
 - $Q_2 =$ média dos valores nas posições $(N/2)$ e $(N/2) + 1$ se N par e $Q_2 = (N + 1)/2$ se N ímpar.
 - $Q_3 = 0.75 \cdot (N + 1)$ e arredonde.
- Exemplo: Considere o conjunto de dados: 8.43(1), 8.65(2), 9.96(3), 10.91(4), 10.46(5) e 10.83(6).
 - $Q_1 = 0.25 \cdot 7 = 1.75 \approx 2$, ou seja 8.65.
 - $Q_2 =$ média dos valores nas posições 3 e 4, ou seja, $(9.96 + 10.91)/2 = 10.43$.
 - $Q_3 = 0.75 \cdot 7 = 5.25 \approx 5$, ou seja, 10.46.

Boxplot

- Adequado para quantitativa contínua.
- Pode ser usado também para quantitativa discreta com muitos valores.



Boxplots

- Excelente para explorar relações entre qualitativas e contínuas.

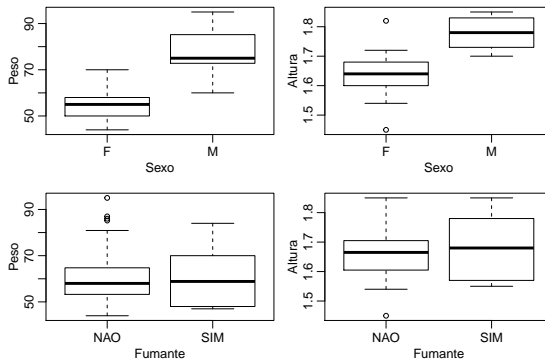


Diagrama de dispersão

- Adequado para explorar a relação entre variáveis quantitativas.

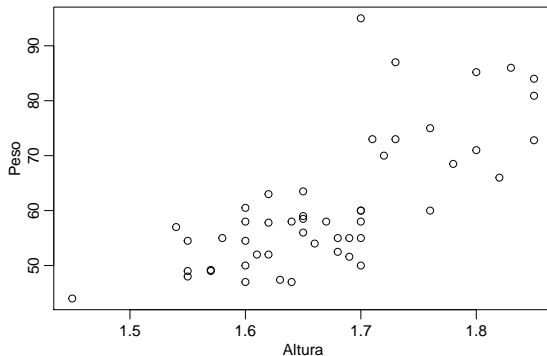
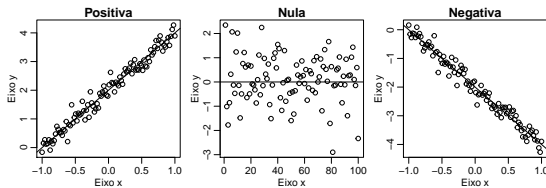


Diagrama de dispersão

- Exemplos de comportamentos do diagrama de dispersão.



- Formas não lineares.

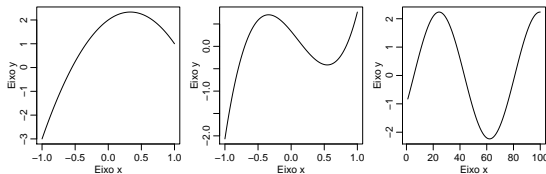
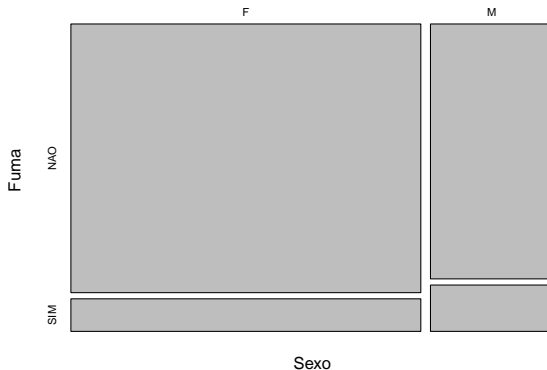


Gráfico de mosaico

- Adequado para explorar a relação entre variáveis qualitativas (nominais ou ordinais).



Resumo

- Qualitativa nominal ou ordinal
 - Gráfico de setores.
 - Gráfico de barras.
- Quantitativa discreta
 - Gráfico de barras (poucos valores).
 - Histograma ou boxplot (muitos valores).
- Quantitativas contínuas
 - Histograma ou boxplot.
- Explorando relações:
 - Quantitativa vs Quantitativa: Diagrama de dispersão.
 - Qualitativa vs Quantitativa: Boxplots.
 - Qualitativa vs Qualitativa: Gráfico de mosaico.

Sumário

- 1 Ideias gerais
- 2 Análise exploratória de dados
 - Organização dos dados.
 - Tabelas de frequência.
 - Representação gráfica.
- 3 Exercícios recomendados

Exercícios recomendados

- Seção 1.1: Ex. 1, 2 e 3.
- Seção 1.2: Ex. 1 e 4.
- Seção 1.4: Ex. 1, 3, 5 (troque diagrama circular por gráficos de barras), 8, 9, 12, 18 e 20.