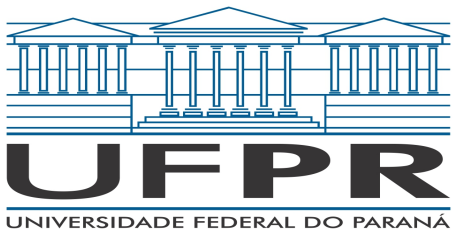
Introdução à análise exploratória de dados

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

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

23/02/2018



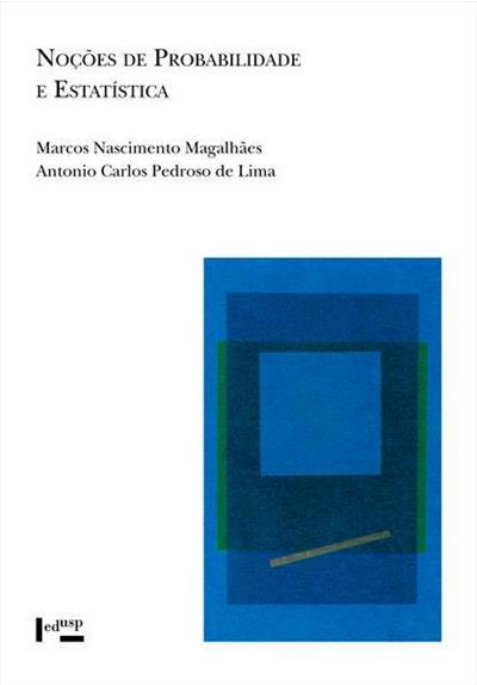
Sumário

1. Informações gerais
   - O que é estatística?
2. Análise exploratória de dados
   - Organização de Dados
   - Tabelas de frequência
   - Representação gráfica
3. Exercícios recomendados

Referência bibliográfica

Livro-texto:

- Marcos Nascimento Magalhães e Antonio Carlos Pedroso de Lima. **Noções de Probabilidade e Estatística**. Editora: EDUSP.



Tópicos do curso

1. Análise exploratória de dados.
2. Probabilidades.
3. Variáveis aleatórias discretas.
4. Medidas resumo.
5. Variáveis bidimensionais.
6. Variáveis aleatórias contínuas.
7. Inferência estatística - Estimação.
8. Inferência estatística - Testes de hipóteses.
9. Tópicos especiais.

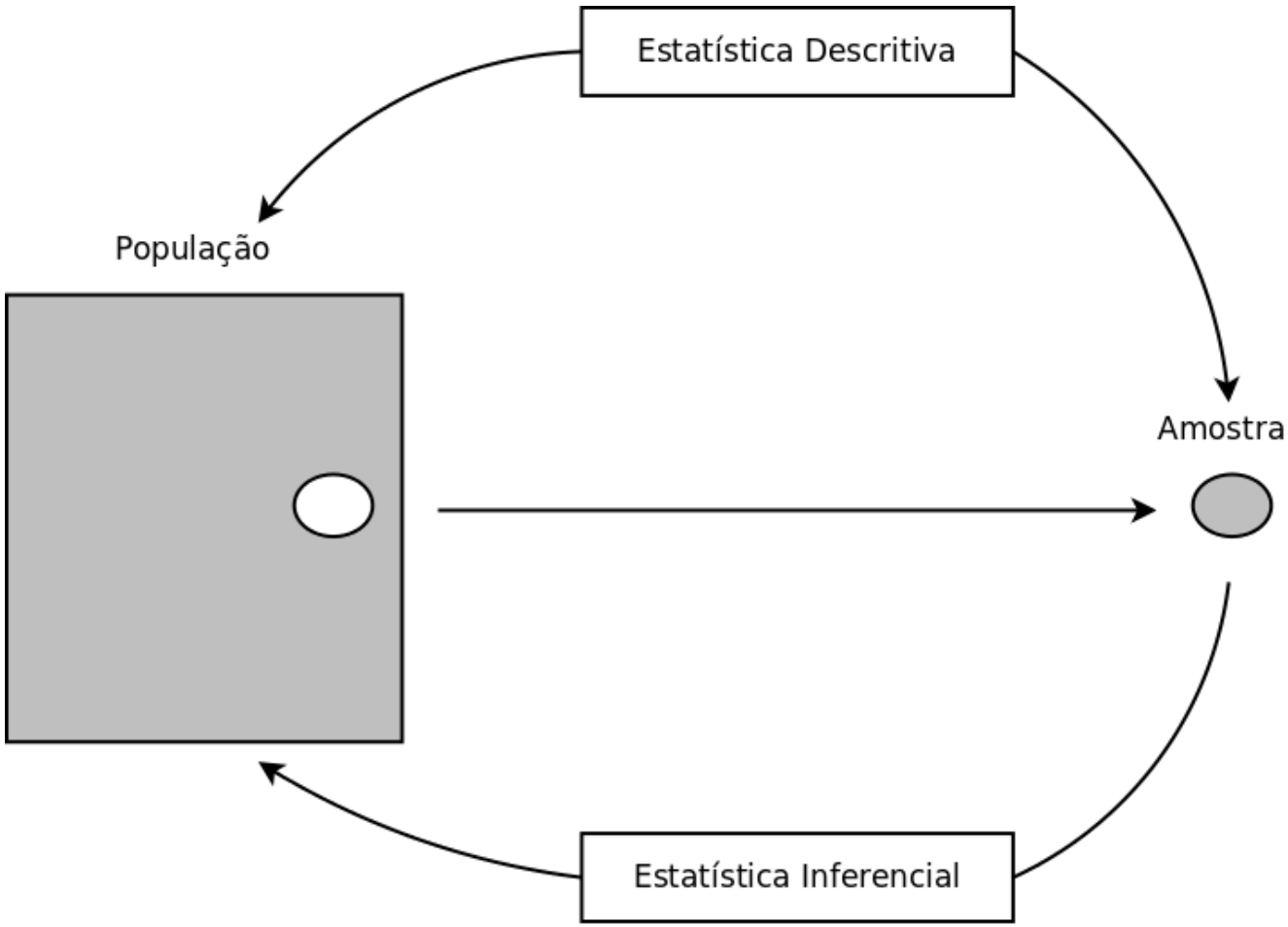
O que é estatística?

- 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 ou conclusões

Tópicos de estatística básica

- Conceitos essenciais em Estatística:
  - Estatística descritiva.
  - Probabilidade.
  - Inferência estatística.
- 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

População e amostra



Etapas da análise estatística

- Definição do método de coleta de dados
  - estabelecer os objetivos (questões) de pesquisa
  - definir critérios objetivos de como e quais dados coletar
  - postular a análise estatística a ser utilizada

Etapas da análise estatística

- Definição do método de coleta de dados
  - estabelecer os objetivos (questões) de pesquisa
  - definir critérios objetivos de como e quais dados coletar
  - postular a análise estatística a ser utilizada

- Estatística Descritiva
  - depende do tipo de dado coletado
  - deve ser racionalizada
  - relacionada com os objetivos da pesquisa

Etapas da análise estatística

- Definição do método de coleta de dados
  - estabelecer os objetivos (questões) de pesquisa
  - definir critérios objetivos de como e quais dados coletar
  - postular a análise estatística a ser utilizada
- Estatística Descritiva
  - depende do tipo de dado coletado
  - deve ser racionalizada
  - relacionada com os objetivos da pesquisa
- Inferência estatística
  - depende do objetivo da pesquisa

Planejamento da coleta de dados

- definição do experimento
  - variáveis respostas
  - variáveis de controle
  - desenho do experimento e randomização

Planejamento da coleta de dados

- definição do experimento
  - variáveis respostas
  - variáveis de controle
  - 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)

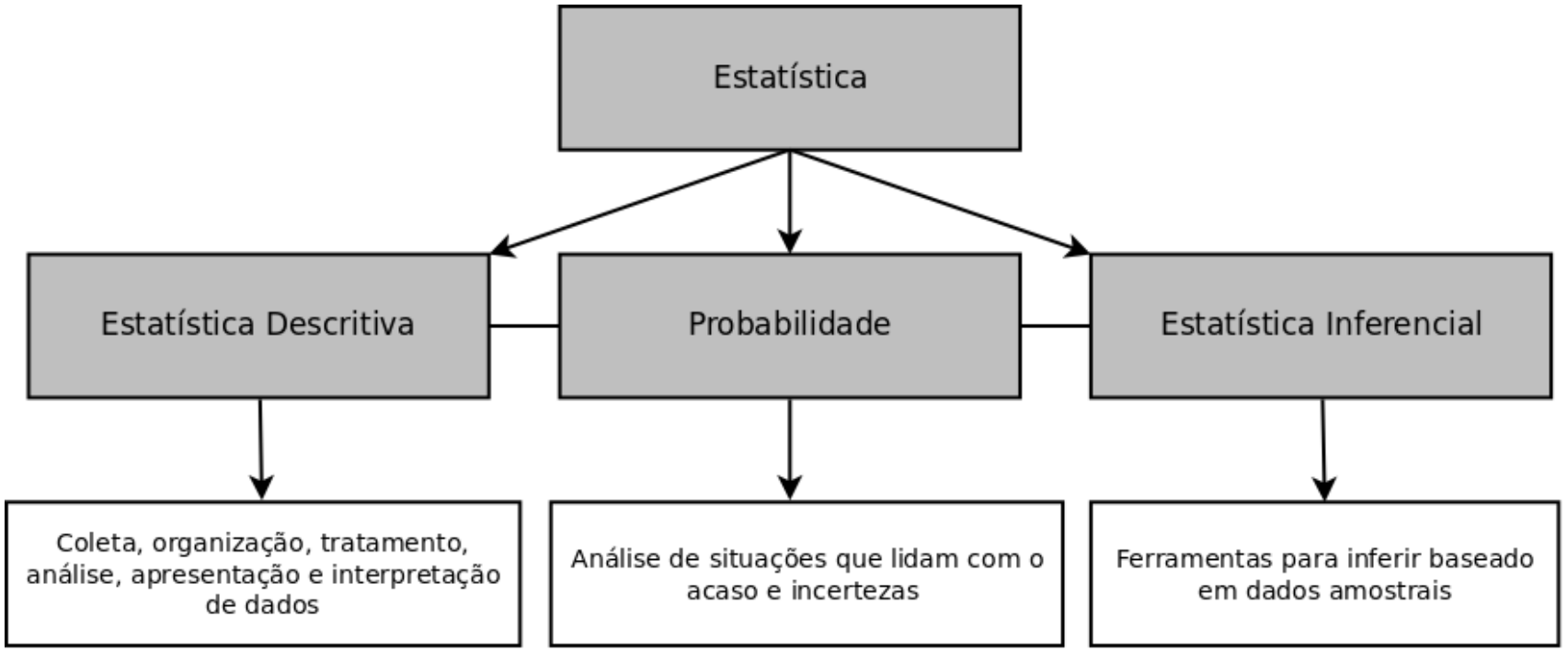
Planejamento da coleta de dados

- definição do experimento
  - variáveis respostas
  - variáveis de controle
  - 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:
  - população de plantas
  - presença de seres vivos num ambiente
  - fenômenos climáticos

Análise estatística

- Estatística Descritiva
  - consistência e interpretações iniciais
  - visualização dos dados e relações entre variáveis
- Inferência estatística
  - estimação de quantidades desconhecidas
  - formulação e teste de hipóteses
  - extrapolar para a população, se os dados são de uma amostra.

Etapas da análise estatística



Sumário

1 Informações gerais
- O que é estatística?

2 Análise exploratória de dados
- Organização de 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**: nº 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**: nº. de vezes que vai ao cinema por semana
- **Op Cine**: opinião a respeito das salas de cinema na cidade: (B) regular a boa; (M) muito boa
- **TV**: horas gastas assistindo TV, por semana
- **Op TV**: opinião a respeito da qualidade da programação na TV: (R) ruim; (M) média; (B) boa; (N) não sabe.

Organização de 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**.

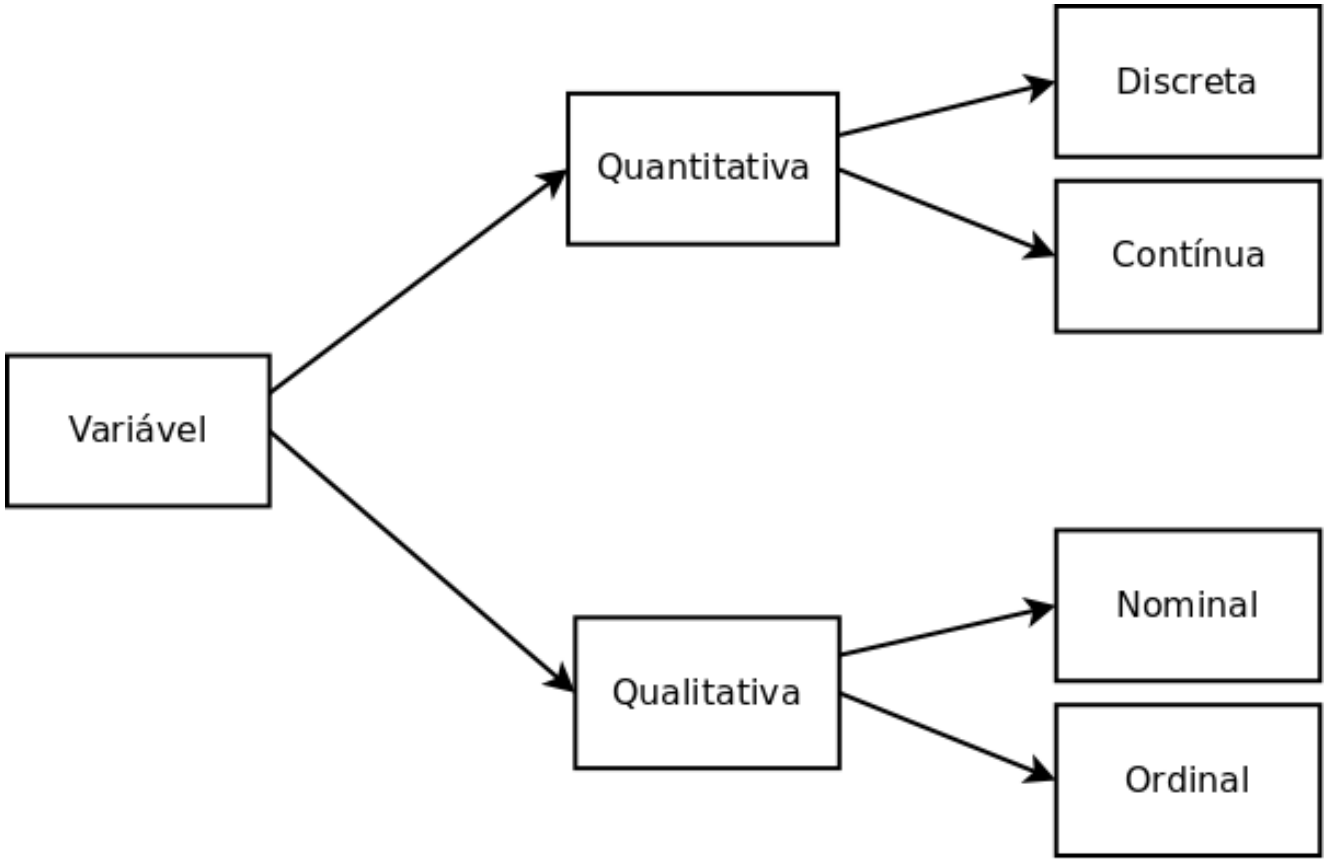
Organização de Dados

- 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, Filh, Exer, 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 valores i, e n o número total
  - Frequência **relativa**: número de valores i dividido pelo total 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

- Não faz sentido usar frequência acumulada

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 - 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 contínua

- No caso de quantitativas contínuas não faz sentido contar cada valor pois podem existir muitos
- A solução é criar **classes** ou **faixas de valores**, e contar o número de ocorrências dentro destas classes.
- Para definir as classes:
  1. Defina a amplitude da classe, de maneira que se obtenham de 5 a 8 classes (de mesma amplitude)
  2. 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
Sum	50	1.00	

Tabela de frequência - quantitativa discreta (muitos valores)

- Considerando a variável TV
- Apesar de ser discreta, a amplitude de valores é muito grande e não seria viável contar as frequências de cada valor
- Nesse caso, utiliza-se o mesmo procedimento para quantitativas contínuas
  - Foram construídas 6 classes de amplitude 6[1]
  - As classes são do tipo $[a, b)$ ou $a \vdash b$

	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	

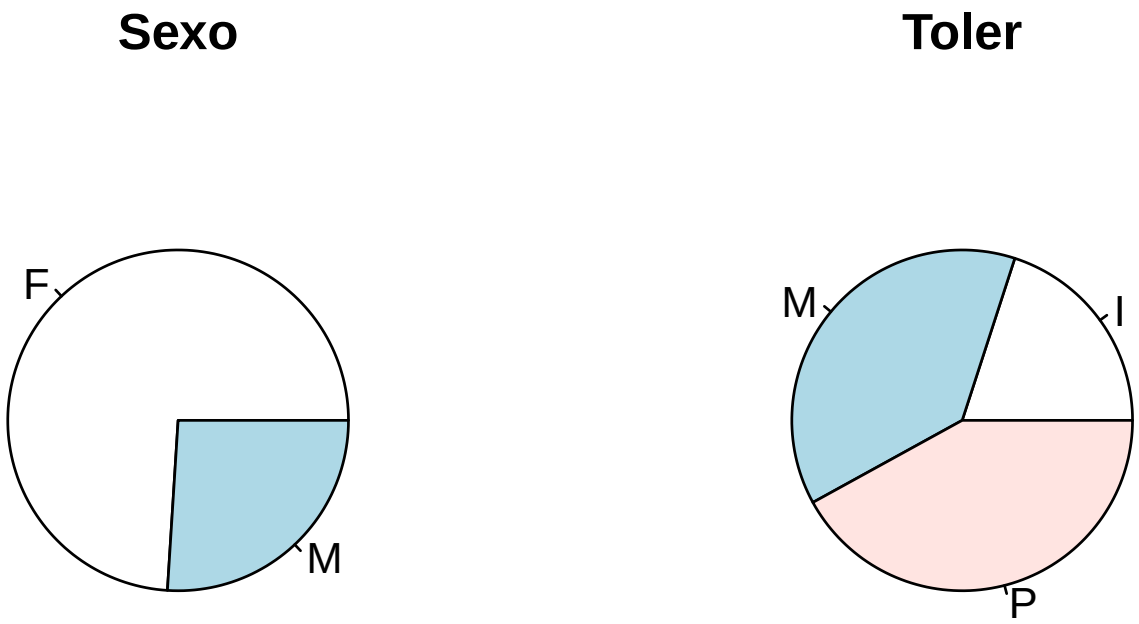
[1] **Obs.**: no livro a tabela tem 5 classes, pois a última tem comprimento 12.

Representação gráfica

- As informações contidas nas tabelas podem ser visualizadas através de gráficos
- Assim como nas tabelas, existe um tipo de gráfico adequado para cada tipo de variável
- Cuidado deve ser tomado com representações visuais pois um gráfico desproporcional pode gerar interŕetações distorcidas
- Os principais são:
  - Diagrama circular (setores ou "pizza")
  - Gráfico de barras
  - Histograma
  - Boxplot

Diagrama circular

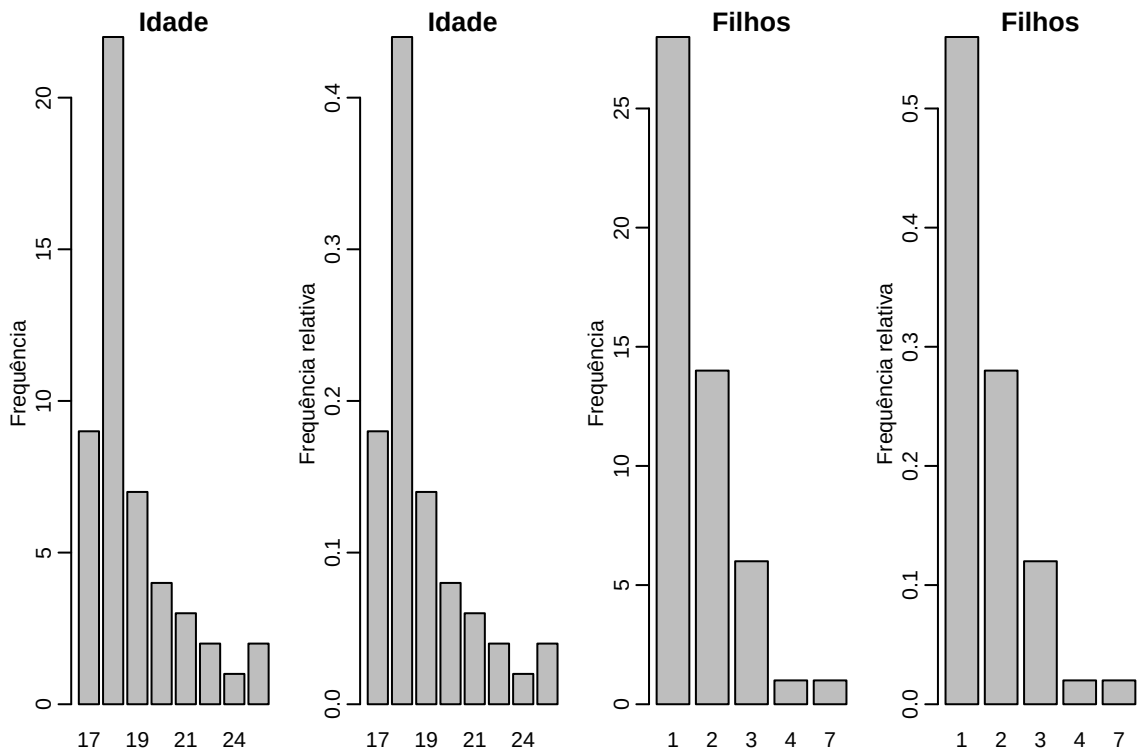
- Adequado para variáveis qualitativas nominal e ordinal.



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

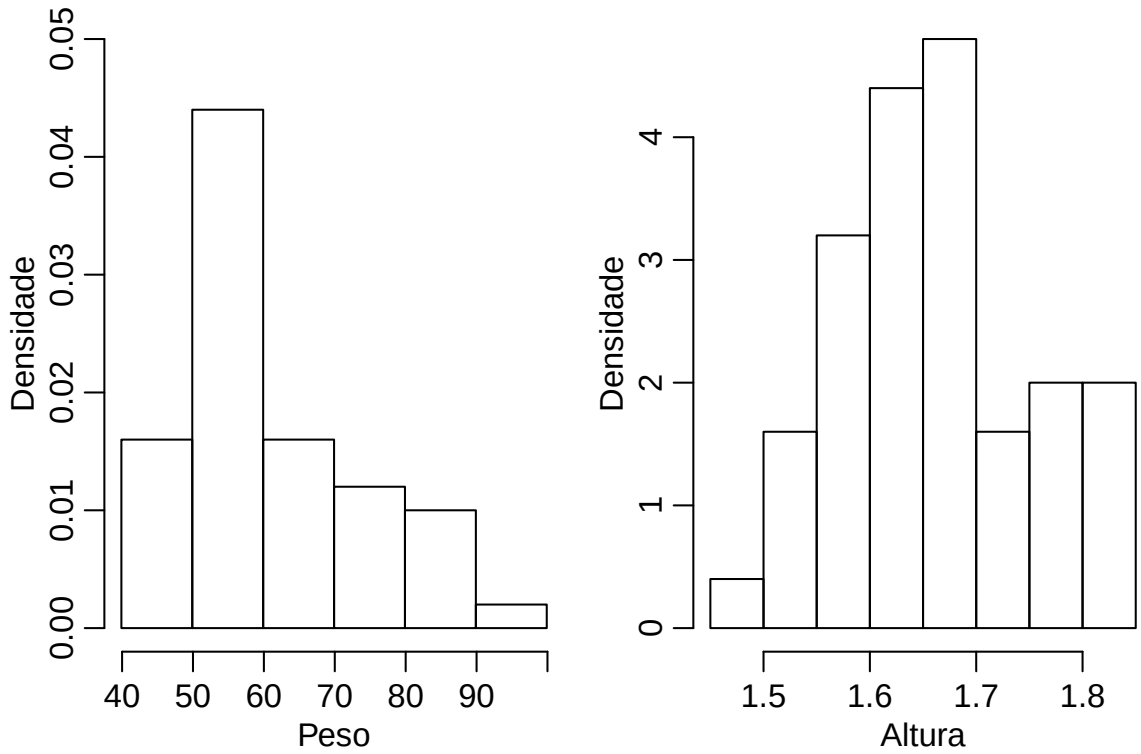
Gráfico de barras

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



Histograma

- Adequado para quantitativa contínua.



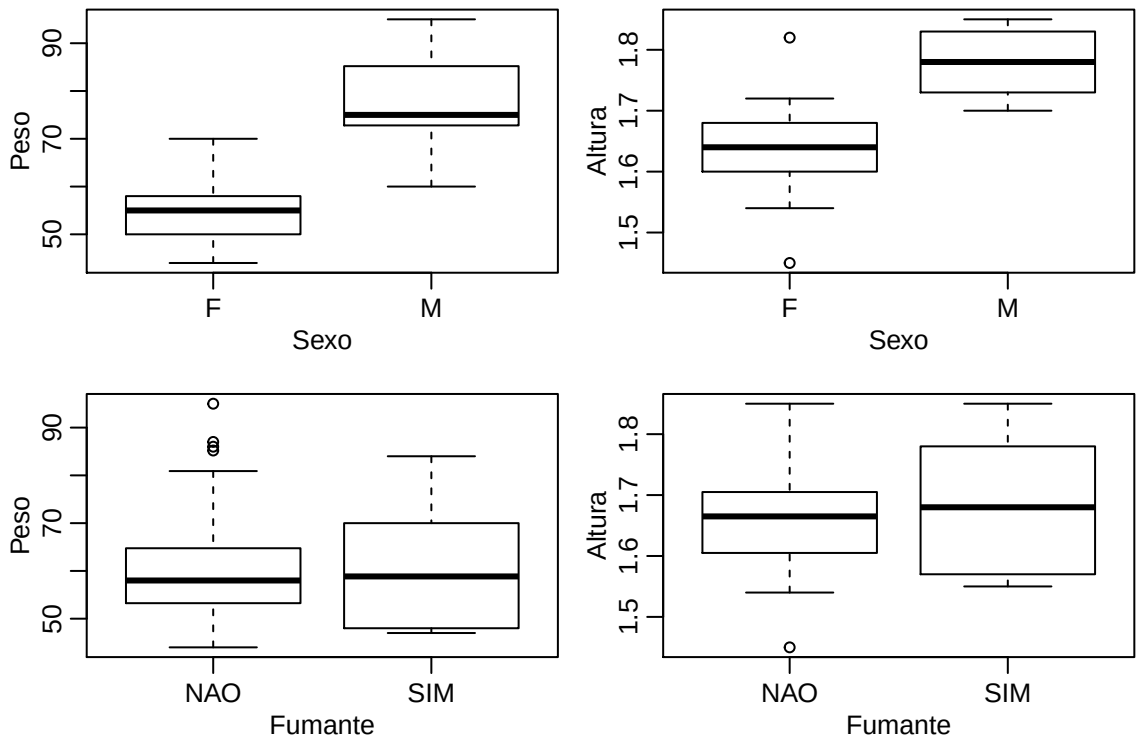
- Altura de cada retângulo é a densidade definida pelo quociente da área pela amplitude da faixa, $h = \frac{f_i}{AMP}$.

Mediana e quartis

- **Mediana**: valor da variável que divide o conjunto de dados ordenados 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: Conside 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.

Boxplots

- Adequado para quantitativa contínua.



- Excelente para explorar relações entre variáveis quantitativas e qualitativas.

Tipos de simetria

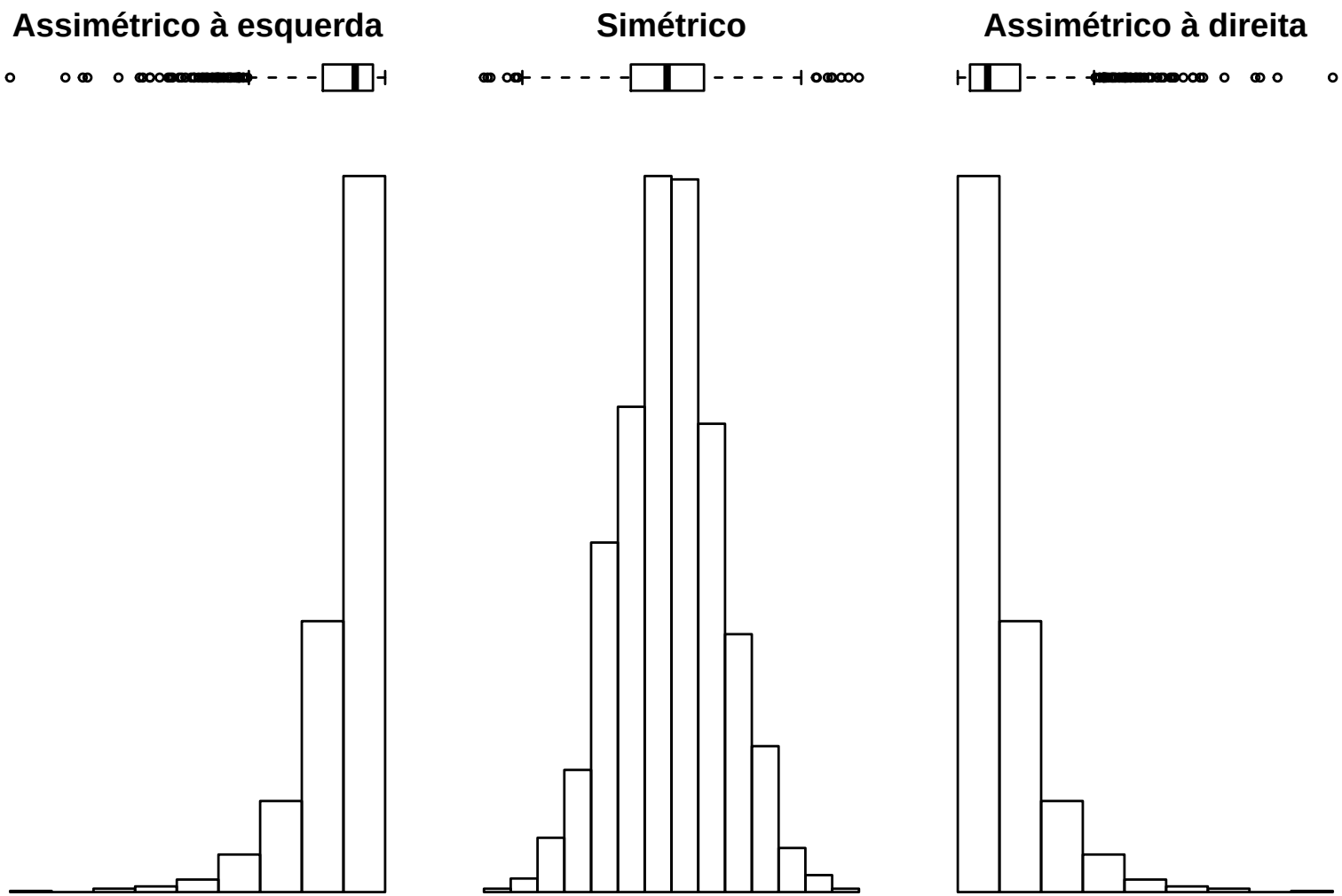


Diagrama de dispersão

- Adequado para verificar relação entre variáveis quantitativas.

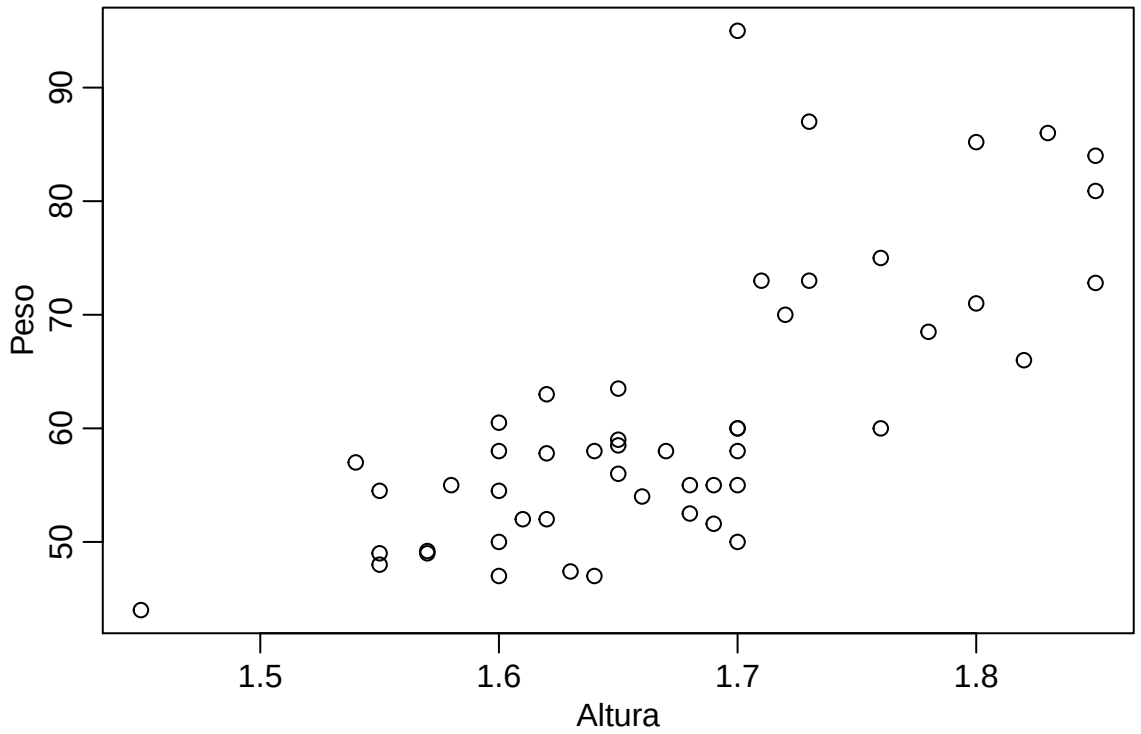
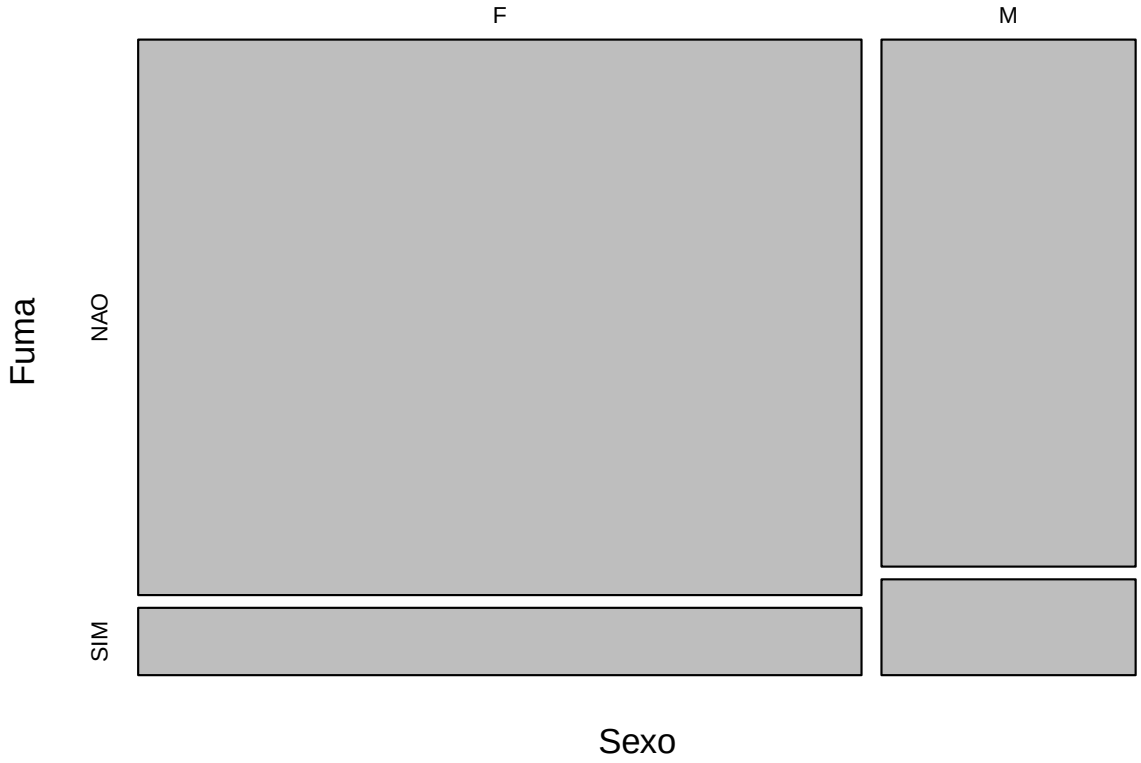


Gráfico de mosaico

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



Sumário

1 Informações gerais
- O que é estatística?

2 Análise exploratória de dados
- Organização de 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 pro gráfico de barras), 8, 9, 12, 18 e 20.