Introdução à análise exploratória de dados

Luan D. Fiorentin

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

06/08/2019

Sumário

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.

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.

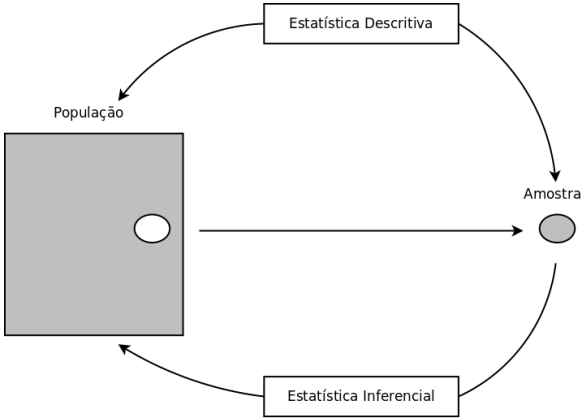
População e amostra

- 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?

Ideia final


Estatística Descritiva
População
Amostra
Estatística Inferencial

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

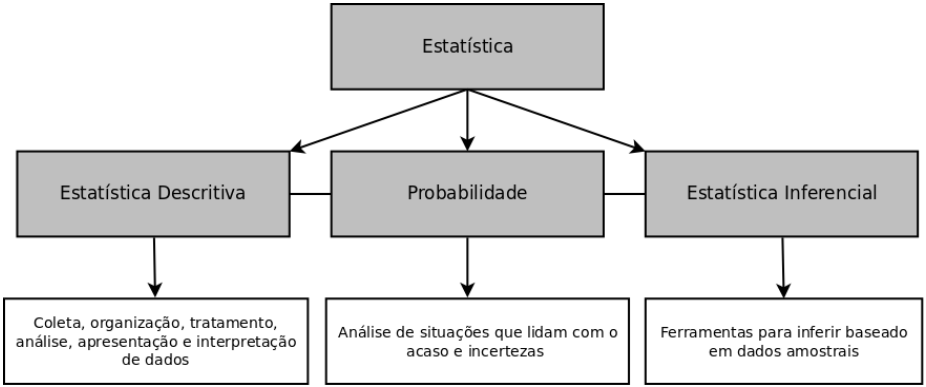
- Definição do experimento.
  - Variáveis respostas/interesse.
  - Variáveis de controle (o que afeta a resposta?).
  - Desenho do experimento e randomização.

- 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

Definições de amostragem

- Quando fazemos uma pesquisa, ou utilizamos algum mecanismo para obter informações, um dos objetivos principais é **coletar dados de uma pequena parte** de um grande grupo e aprender então alguma coisa sobre esse grupo maior.

Definições de amostragem

- Quando fazemos uma pesquisa, ou utilizamos algum mecanismo para obter informações, um dos objetivos principais é **coletar dados de uma pequena parte** de um grande grupo e aprender então alguma coisa sobre esse grupo maior.

- **População**: conjunto de indivíduos, objetos ou produtos que contém a característica que temos interesse. Exemplo:
  - Característica: altura dos estudantes da UFPR;
  - População: todos os estudantes da UFPR.
- **Amostra**: subconjunto da população, em geral com dimensão bem menor, que também possui a característica de interesse. Exemplo:
  - Característica: altura dos estudantes da UFPR;
  - Amostra: 100 estudantes selecionados ao acaso.

Definições de amostragem

- **População** $\rightarrow$ **Censo** $\rightarrow$ **Parâmetro**:
  - Uma medida numérica que descreve alguma característica da população, usualmente representada por letras gregas: θ, μ, σ, ...
- **População** $\rightarrow$ **Amostra** $\rightarrow$ **Estatística**:
  - Uma medida numérica que descreve alguma característica da amostra, usualmente denotada pela letra grega do respectivo parâmetro com um acento circunflexo: $\hat{\theta}$, $\hat{\mu}$, $\hat{\sigma}$ ou por letras do alfabeto comum: $\bar{x}$, s, ...
- Exemplo:
  - Média Populacional: μ.
  - Média Amostral: $\bar{x}$.

Exemplo

- **População**: Todos os alunos de uma única tuma.
- **Característica** de interese: idade dos alunos em anos.
- **Censo**: 22 21 24 23 20 22 21 25 24 24 23 19 25 24 23 23 20 21 23 20 23 22 23 23 25
  - Média Populacional: $\mu = 22,5 \rightarrow$ Parâmetro
- **Amostra**: 25 24 23 23 25
  - Média Amostral: $\mu = 24,0 \rightarrow$ Estimativa

Por que fazer amostragem?

- Parâmetros populacionais desconhecidos.
- Impossibilidade de realização de um censo.
- Mais barato, mais rápido.
- Importante: **Não existe nenhuma técnica estatística capaz de salvar uma amostra mal coletada!**

Por que fazer amostragem?

- Parâmetros populacionais desconhecidos.
- Impossibilidade de realização de um censo.
- Mais barato, mais rápido.
- Importante: **Não existe nenhuma técnica estatística capaz de salvar uma amostra mal coletada!**

- Em geral, uma amostra deve ser um subconjunto representativo da população aleatória (de alguma forma).
- Existem diversas maneiras para se retirar uma amostra de uma população $\rightarrow$ Teoria da Amostragem.

Levantamentos amostrais:

- A amostra é obtida a partir de uma população bem definida, bem meio de processos bem definidos pelo pesquisador.
  - **Probabilísticos**: Cada elemento da população possui a mesma probabilidade se ser selecionado para compor a amostra $\rightarrow$ mecanismos aleatórios de seleção.
  - **Não Probabilísticos**: A seleção da amostra depende do julgamento do pesquisador. Há uma escolha deliberada dos elementos para compor a amostra $\rightarrow$ mecanismos não aleatórios de seleção

Planejamento de experimentos:

- Aplica um tratamento, e passa a observar seu efeito entre o objeto de estudo.
- Portanto, reque a **interferência do pesquisador sobre a população**, bem como o controle de fatores externos, com o intuito de medir o efeito desejado.
- Exemplos: Estudo do efeito de um novo medicamento, experimentos agronômicos...

Levantamentos observacionais:

- Observa e mede características, mas não modifica o objeto de estudo.
- Os dados são coletados **sem que o pesquisador tenha controle** sobre as informações obtidas.
- Exemplo: Verificar o valor das vendas de uma empresa em um certo período (não há como "selecionar" as vendas), ...

Métodos não probabilísticos:

- **Amostragem por conveniência**: elementos selecionados por serem imediatamente disponíveis.
  - Exemplo: Uma repórter entrevistando pessoas na rua.
- **Amostragem por julgamento**: uma pessoa experiente no assunto escolhe intencionalmente os elementos a serem amostrados.
  - Exemplo: Novo produto "testado" entre funcionários.
- **IMPORTANTE**: Na amostragem não probabilística, os elementos da população não tem a mesma probabilidade de serem selecionados, portanto não há garantias da representatividade da população!

Métodos probabilísticos:

1. Amostragem Aleatória Simples (AAS).
2. Amostragem Sistemática.
3. Amostragem Estratificada.
4. Amostragem por Conglomerado.

Métodos probabilísticos:

1. **Amostragem Aleatória Simples** (AAS):

- **Todas as possíveis amostras de tamanho n tem a mesma chance de serem escolhidas** (de uma população com N elementos).
  - Exemplos:
    - Selecionar 10 estudantes de uma sala por sorteio e perguntar a idade.
    - Gerar uma amostra aleatória de 1000 números de matrícula de estudantes da UFPR (no computador!) e perguntar a idade.

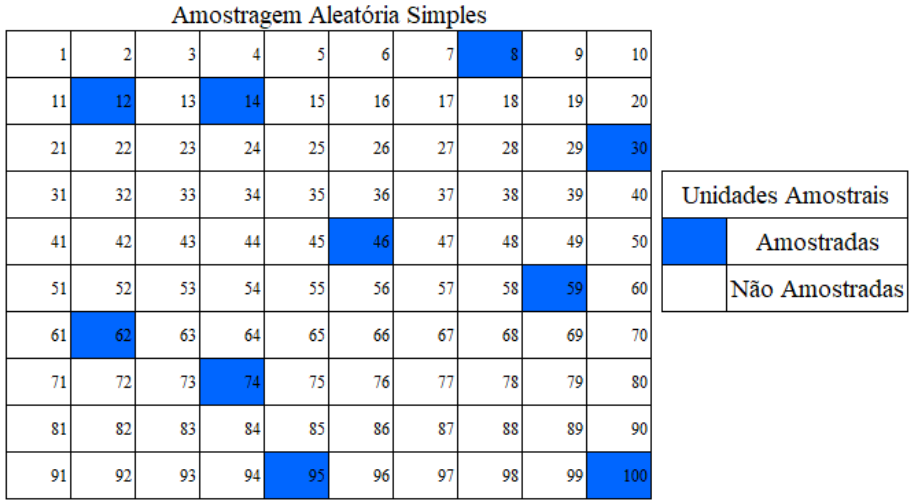
Métodos probabilísticos:

1. **Amostragem Aleatória Simples** (AAS):

- **Todas as possíveis amostras de tamanho n tem a mesma chance de serem escolhidas** (de uma população com N elementos).
  - Exemplos:
    - Selecionar 10 estudantes de uma sala por sorteio e perguntar a idade.
    - Gerar uma amostra aleatória de 1000 números de matrícula de estudantes da UFPR (no computador!) e perguntar a idade.

- É o método mais simples para selecionarmos uma amostra probabilística de uma população.
- Serve de base para outros procedimentos amostrais, planejamento de experimentos e estudos observacionais.
- Utilizando-se um procedimento aleatório, sorteia-se um elemento da população. Repete-se o processo até que sejam sorteadas as n unidades na amostra.

Métodos probabilísticos:



Métodos probabilísticos:

1. **Amostragem Aleatória Simples** (AAS):

- **Com reposição**: o mesmo elemento da população pode ser amostrado mais de uma vez. A probabilidade de seleção não se altera.
- **Sem reposição**: cada elemento da população é amostrado uma única vez. A probabilidade de seleção se altera.
- Atenção!
  - Na prática, em populações infinitas (muito grandes), a reposição ou não é irrelevante.

Métodos probabilísticos:

1. **Amostragem Aleatória Simples** (AAS):

- Do ponto de vista da quantidade de informação contida na amostra, a amostragem sem reposição é mais adequada.
- No entanto, a **amostragem com reposição conduz a um tratamento teórico mais simples**, pois ele implica que tenhamos **independência entre as unidades** selecionadas.
- Portanto, na maioria dos casos quando nos referenciarmos a uma AAS, estamos nos referenciando a uma amostragem aleatória simples com reposição.

Métodos probabilísticos

2. **Amostragem Sistemática**:

- Utilizada quando os elementos estão dispostos de maneira organizada (ex.: fila, lista) e aleatória.
- Escolhe um ponto de partida e seleciona-se cada k-ésimo elemento da população (ex.: o 50° elemento).
- Exemplo: Em uma fábrica de lâmpadas, a cada 100 peças produzidas, uma é retirada para teste.

Métodos probabilísticos:

Amostragem Sistemática

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Unidades Amostrais	
	Amostradas
	Não Amostradas

Métodos probabilísticos:

3. **Amostragem Estratificada**:

- Indicada quando a população está dividida em grupos distintos, denominados estratos.
- Dentro de cada estrato é realizada uma amostragem aleatória simples.
- O tamanho da amostra pode ou não ser proporcional ao tamanho do estrato.
- Exemplo: Uma comunidade universitária com 8000 indivíduos está estratificada da seguinte forma:

Estrato	População	Amostra
Professores	800	80
Funcionários	1200	120
Estudantes	6000	600

Métodos probabilísticos:

Amostragem Estratificada

Estrato 1	1	2	3	4	5	6	7	**8**	9	10
	11	12	13	**14**	15	16	17	18	19	20
Estrato 2	**21**	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	**36**	37	38	39	40
Estrato 3	41	42	43	44	45	46	47	48	49	**50**
Estrato 4	51	52	53	54	**55**	56	57	58	59	60
Estrato 5	61	62	63	64	65	66	67	68	**69**	70
	71	72	**73**	74	75	76	77	78	79	80
Estrato 6	81	82	83	84	85	86	**87**	88	89	90
Estrato 7	91	92	93	**94**	95	96	97	98	99	100

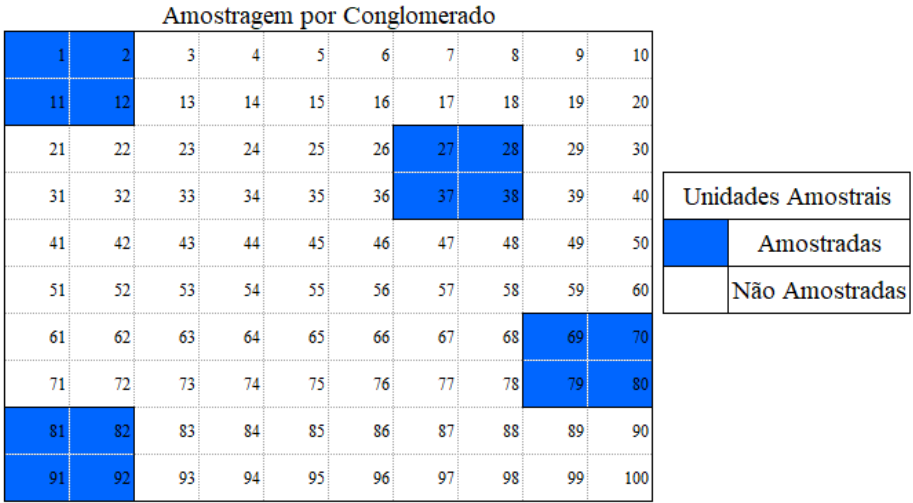
Unidades Amostrais	
	Amostradas
	Não Amostradas

Métodos probabilísticos:

4. **Amostragem por Conglomerado**:

- A área da população é dividida em seções (ou conglomerados, ex.: bairros, quarteirões).
- Os conglomerados são selecionados aleatoriamente.
- Dentro de um conglomerado, todos os elementos são amostrados.

Métodos probabilísticos:



Erros amostrais *versus* Erros não amostrais

- **Erros amostrais** é diferença entre o resultado da amostra e o verdadeiro valor da população.
  - Ocorre pois as amostras são **aleatórias**!
  - Não importa quão bem a amostra seja coletada, os erros amostrais sempre irão ocorrer.
  - Cada vez que uma amostra aleatória for retirada de uma população, um resultado diferente será observado.

Erros amostrais *versus* Erros não amostrais

- **Erros amostrais** é diferença entre o resultado da amostra e o verdadeiro valor da população.
  - Ocorre pois as amostras são **aleatórias**!
  - Não importa quão bem a amostra seja coletada, os erros amostrais sempre irão ocorrer.
  - Cada vez que uma amostra aleatória for retirada de uma população, um resultado diferente será observado.

- **Erros não amostrais** ocorre quando os dados amostrais são coletados incorretamente, devido a uma amostra tendenciosa, instrumento de medida defeituoso, anotações erradas, entre outras, ...
  - Atenção: Os erros não amostrais não devem existir, ou devem ser minimizados.

Exemplo de erros amostrais

- Selecione uma amostra de tamanho $n = 5$ das idades dos estudantes de uma sala:
  22 21 24 23 20 22 21 25 24 24 23 19 25 24 23 23 20 21 23 20 23 22 23 23 25
- Repita 5 vezes (tente ser o mais aleatório possível!), calcule a média de cada amostra, e compare com a média populacional $\mu = 22,5$.

Amostra	$\bar{x}$	$\epsilon = \bar{x} - \mu$
23 23 23 24 23	23.2	+0.7
24 22 20 20 20	21.2	-1.3
21 20 19 22 25	21.4	-1.1
22 23 25 20 22	22.4	-0.1
21 20 22 24 20	21.4	-1.1

- O que isso nos diz a respeito das médias amostrais? E da variabilidade das médias amostrais?
- E se fizemos uma "média das médias" de todas as amostras? Voltaremos aqui mais tarde!

Sumário

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;
- **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**.

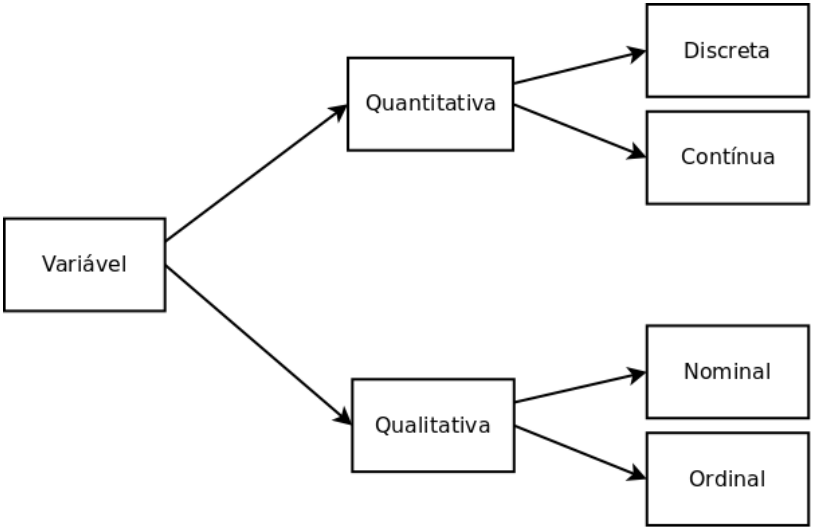
Organização de Dados

- 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
Sum	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 6[1].

	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	

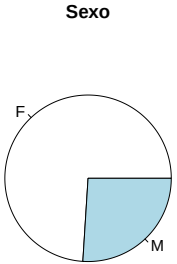
[1] **Obs.**: no livro a tabela tem 5 classes, pois a última tem comprimento 12

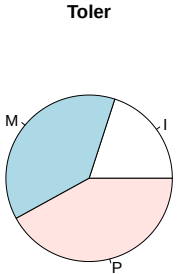
Representação gráfica

- 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.

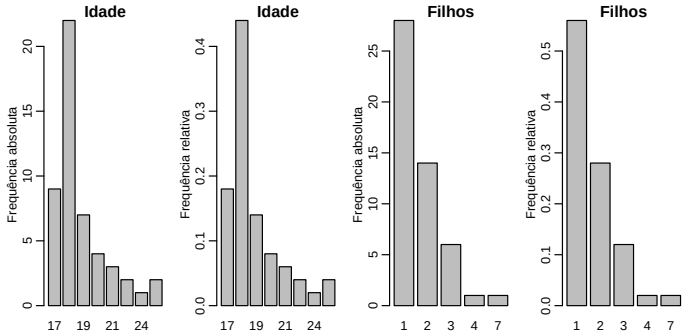




- O uso deste tipo de gráfico deve ser evitado, pois pode ser de difícil interpretação.

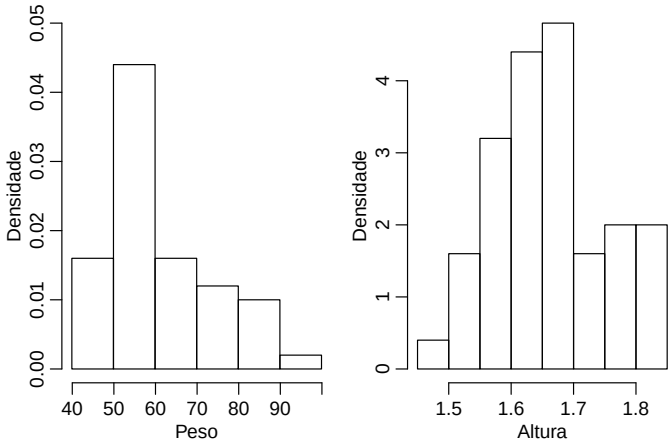
Gráfico de barras

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

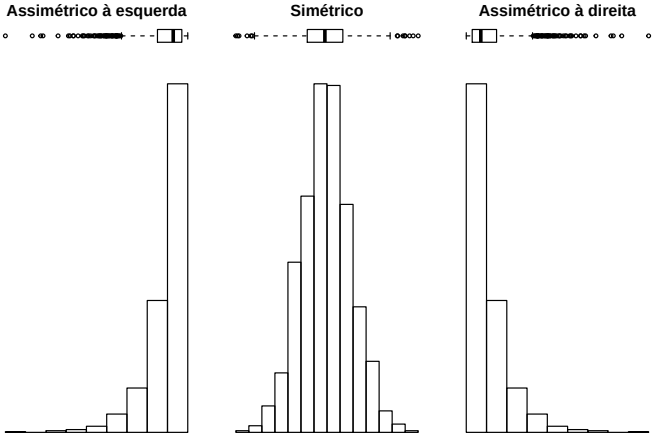


Histograma

- Adequado para quantitativa contínua.



Tipos de assimetria

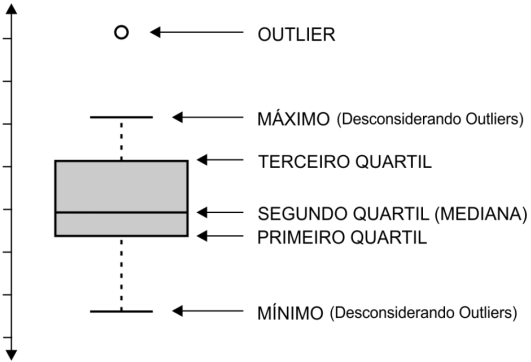


Mediana e quartis

- **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: Conside o conjunto de dados: 8.43(1), 8.65(2), 9.96(3), 10.91(6), 10.46(4) e 10.83(5).
  - $Q_1 = 0.25 \cdot 7 = 1.75 \approx 2$, ou seja 8.65.
  - $Q_2 =$ média dos valores nas posições 3 e 4, ou seja, $(9.96 + 10.46)/2 = 10.21$.
  - $Q_3 = 0.75 \cdot 7 = 5.25 \approx 5$, ou seja, 10.83.

Boxplot

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



Boxplots

- Excelente para explorar relações entre qualitativas e contínuas.

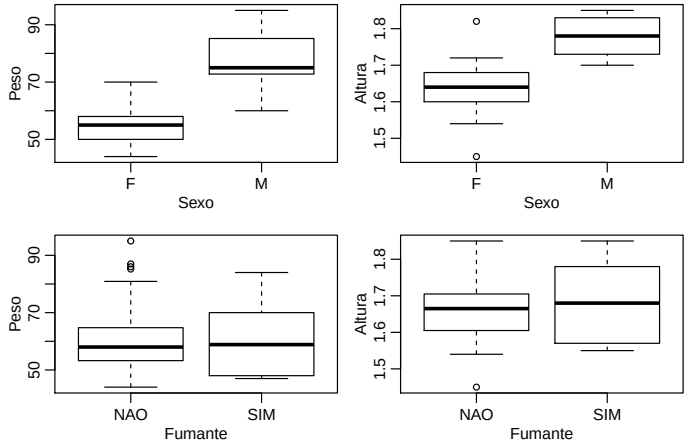


Diagrama de dispersão

- Adequado para explorar a relação entre variáveis quantitativas.

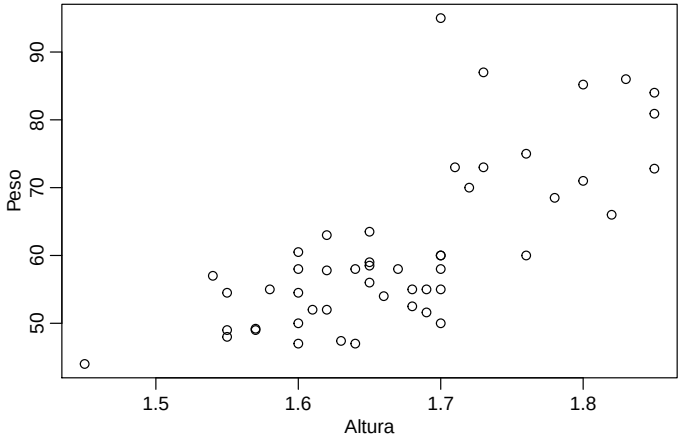


Diagrama de dispersão

- Exemplos de comportamentos do diagrama de dispersão.

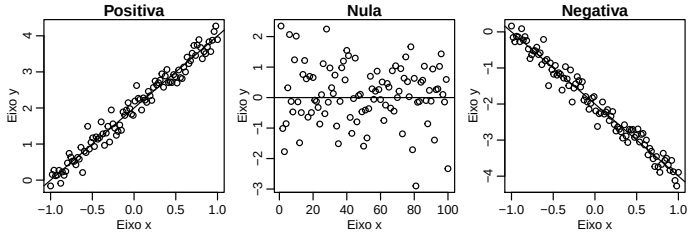


Diagrama de dispersão

- Formas não lineares.

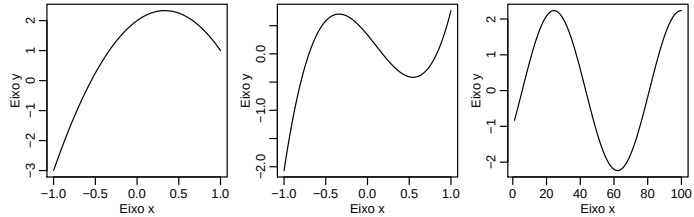
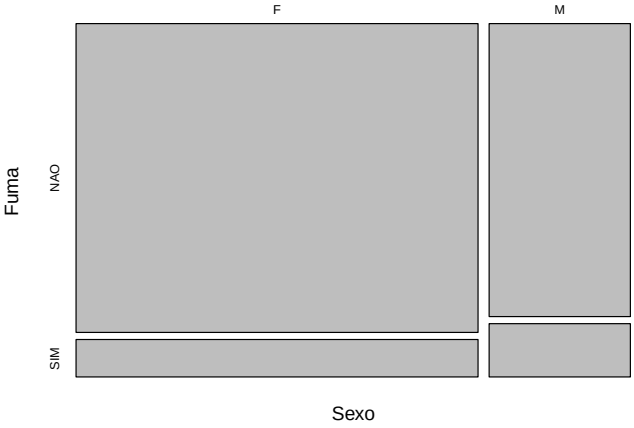


Gráfico de mosaico

- 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:
  - Quantivativa vs Quantitativa: Diagrama de dispersão.
  - Qualitativa vs Quantitativa: Boxplots.
  - Qualitativa vs Qualitativa: Gráfico de mosaico.

Sumário

Exercícios recomendados

- Seção 1.1: Ex. 1, 2 e 3.
- Seção 1.2: Ex. 1, 2, 3 e 4.
- Seção 1.4: Ex. 1, 2, 3, 5 (troque diagrama circular por gráficos de barras), 8, 9, 12, 17 e 22.