

# ME180

## Tópico 1: Estatística Descritiva

# Tipos de Variáveis

## Problema Motivador:

Um pesquisador está interessado em fazer um levantamento sobre aspectos sócio-econômicos dos empregados da seção de orçamentos de uma companhia (vide tabela).

Algumas variáveis como sexo, escolaridade e estado civil, têm como possíveis respostas uma descrição ou qualidade do indivíduo, e portanto são chamadas de **variáveis qualitativas**. Já variáveis como número de filhos e salário têm como possíveis respostas um número, um valor, uma quantidade, e portanto são chamadas de **variáveis quantitativas**.

# Variáveis

## Qualitativa

- Nominal

Não existe ordenação nas possíveis respostas (ex: sexo, estado civil)

- Ordinal

Existe uma certa ordem nas possíveis respostas (ex: escolaridade)

# Tipos de Variáveis

## Quantitativa

- Discreta

Os possíveis valores formam um conjunto finito ou enumerável de números, são variáveis de contagem (ex: número de filhos)

- Contínua

Os possíveis valores estão dentro de um intervalo, aberto ou fechado, dos números reais (ex: peso de um indivíduo)

# Distribuição de Frequências

- Objeto de estudo: variável (ex: peso)
- Elemento para montar o estudo: realizações (valores observados) da variável
- Objetivo conhecer a distribuição dessa variável aleatória

# Distribuição de Frequências

- Exemplo: Grau de escolaridade (variável qualitativa ordinal)

# total de empregados = 36

# empregados com Ensino Fundamental = 12

# empregados com Ensino Médio = 18

# empregados com Ensino Superior = 6

# Distribuição de Frequências

Grau de Instrução	Frequência ( $n_i$ )	Proporção ( $f_i$ )	% ( $100 \times f_i$ )
Ensino Fundamental	12	0.3333	33.33
Ensino Médio	18	0.5000	50.00
Ensino Superior	6	0.1667	16.67
Total	36	1.0000	100.00

$$f_i = \frac{n_i}{36}$$

# Distribuição de Frequências

- Exemplo: Salário (variável quantitativa contínua)

Agrupar os dados por faixas de valores

# total de empregados = 36

# empregados com salário na faixa [4.00, 8.00) = 10

# empregados com salário na faixa [8.00,12.00) = 12

# empregados com salário na faixa [12.00,16.00) = 8

# empregados com salário na faixa [16.00, 20.00) = 5

# empregados com salário na faixa [20.00, 24.00] = 1



# Distribuição de Frequências

Faixa salarial	Frequência ( $n_i$ )	Proporção ( $f_i$ )	% ( $100 \times f_i$ )
[4.00, 8.00)	10	0.2778	27.78
[8.00, 12.00)	12	0.3333	33.33
[12.00, 16.00)	8	0.2222	22.22
[16.00, 20.00)	5	0.1389	13.89
[20.00, 24.00]	1	0.0278	2.78
Total	36	1.0000	100.00

$$f_i = \frac{n_i}{36}$$

# Distribuição de Frequências

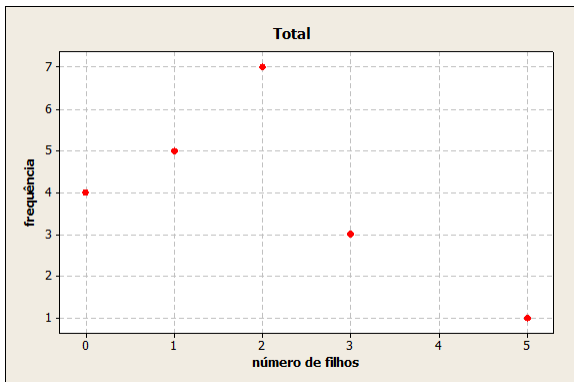
- Escolha dos intervalos: arbitrária seguindo os indicadores
  - um número pequeno de classes → perda de informação
  - um número grande de classes → perda da visão geral dos dados como um conjunto
  - sugestão: 5 a 15 classes com a mesma amplitude

## Representação Gráfica das Variáveis Quantitativas

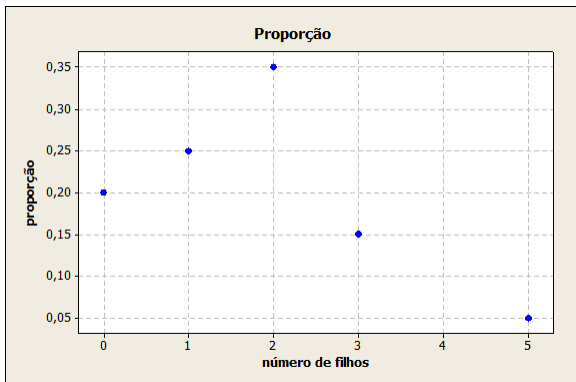
- Objetivo: estudar a distribuição de frequências de uma variável
- Exemplo: número de filhos dos empregados casados

Número de filhos ( $x_i$ )	Frequência ( $n_i$ )	Proporção ( $f_i$ )	% ( $100 \times f_i$ )
0	4	0.20	20
1	5	0.25	25
2	7	0.35	35
3	3	0.15	15
5	1	0.05	5
Total	20	1.0000	100.00

# Representação Gráfica de Variáveis Quantitativas



# Representação Gráfica de Variáveis Quantitativas

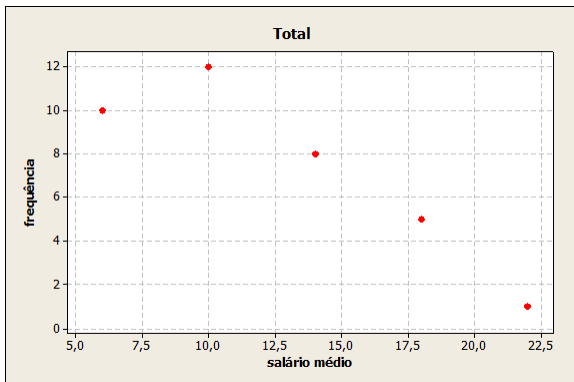


## Representação Gráfica de Variáveis Contínuas

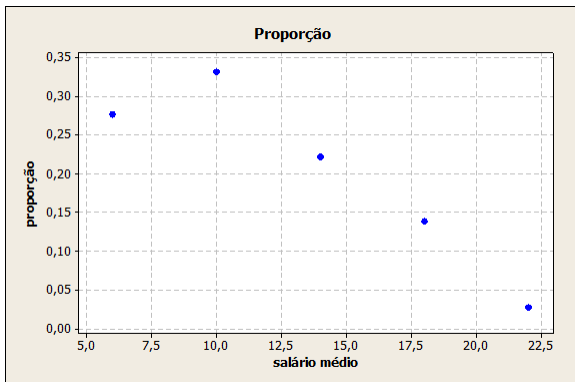
- Dados de salário: são utilizados os pontos médios das faixas salariais

Salário médio	Frequência ( $n_i$ )	Proporção ( $f_i$ )	% ( $100 \times f_i$ )
6.00	10	0.2778	27.78
10.00	12	0.3333	33.33
14.00	8	0.2222	22.22
18.00	5	0.1389	13.89
22.00	1	0.0278	2.78
Total	36	1.0000	100.00

# Representação Gráfica de Variáveis Contínuas



# Representação Gráfica de Variáveis Contínuas





# Representação Gráfica de Variáveis Contínuas

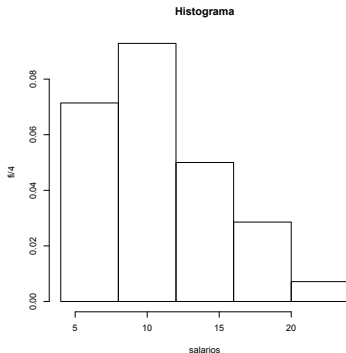


gráfico de barras contíguas, onde as bases são proporcionais aos intervalos de classe, e as alturas são dadas pela frequência relativa. Se um certo intervalo

# Representação Gráfica de Variáveis Contínuas

- Ramo e Folhas
- Objetivo: obter informação da distribuição dos dados
- Característica: Não perde informação sobre os dados
- Cada informação é dividida em duas partes: a primeira (ramo) é colocada à esquerda da linha vertical, e a segunda (folhas) à direita

# Representação Gráfica de Variáveis Contínuas

Tabela: Variável Salário

4	00	56			
5	25	73			
6	26	66	86		
7	39	44	59		
8	12	46	74	95	
9	13	35	77	80	
10	53	76			
11	06	59			
12	00	79			
13	23	60	85		
14	69	71			
15	99				
16	22		61		
17	26				
18	75				
19	40				
20					
21					
22					

# Medidas de Posição

- Propósito: resumir os dados, através de valores que representam o conjunto
- Medidas de posição central
  - Média aritmética ( $Me$ )
  - Mediana ( $Md$ )
  - Moda ( $Mo$ )

# Medidas de Posição

## Moda

- Resultado mais frequente, obtido em um conjunto de dados observados
- No exemplo do número de filhos,  $Mo = 2$
- É interessante notar que qualquer conjunto de dados pode apresentar mais de uma moda, sendo então denominado bimodal, trimodal, etc.

# Medidas de Posição

## Mediana

- Resultado que ocupa a posição central em um conjunto de dados ordenados de forma crescente
- Número ímpar de observações: utiliza-se a observação central
  - ex: 3, 4, 7, 8, 8
  - $Md = 7$
- Número par de observações: utiliza-se a média aritmética das duas observações centrais
  - ex: 3, 4, 7, 8, 8, 9
  - $Md = \frac{7+8}{2} = 7.5$

# Medidas de Posição

## Média

- Soma dos valores observados dividida pelo número total de observações
- ex: 3, 4, 7, 8, 8  $\rightarrow Me = \frac{3+4+7+8+8}{5} = \frac{30}{5} = 6$
- No exemplo do número de filhos  $Me = 1.65$
- Expressão geral

$$Me(X) = \frac{x_1 + \dots + x_k}{k} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i$$

$x_1, \dots, x_k$  são os valores observados para uma variável de estudo  $X$

# Medidas de Posição

- Caso particular:

$n_1$  observações são iguais a  $x_1$

$n_2$  observações são iguais a  $x_2$

⋮

$n_k$  observações são iguais a  $x_k$

tal que:  $n_1 + n_2 + \dots + n_k = \sum_{i=1}^k n_i = n$

$$Me(X) = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_k x_k}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i x_i = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} x_i = \sum_{i=1}^k f_i x_i$$



# Medidas de Posição

- No exemplo do número de filhos

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = 4, \quad x_1 = 0 \\ n_2 = 5, \quad x_2 = 1 \\ n_3 = 7, \quad x_3 = 2 \\ n_4 = 3, \quad x_4 = 3 \\ n_5 = 1, \quad x_5 = 5 \end{array} \right\} n_1 + n_2 + \dots + n_k = \sum_{i=1}^k n_i = n$$

então,

$$Me(X) = \frac{4 \times 0 + 5 \times 1 + 7 \times 2 + 3 \times 3 + 1 \times 5}{20} = 1.65$$

# Medidas de Posição, qual devemos utilizar ?

## Situação 1

- Conjunto de dados  $D_1 = \{2, 2.5, 3, 4.3, 2.9\}$
- Ordenando de forma crescente  $D'_1 = \{2, 2.5, 2.9, 3, 4.3\}$
- $Md = 2.9$
- $Me = \frac{2+2.5+2.9+3+4.3}{5} = 2.94$

# Medidas de Posição

## Situação 2

- Conjunto de dados  $D_2 = \{2, 7, 3, 4.3, 2.9\}$
- Ordenando de forma crescente  $D'_2 = \{2, 2.9, 3, 4.3, 7\}$
- $Md = 3$
- $Me = \frac{2+2.9+3+4.3+7}{5} = 3.84$

# Medidas de Posição

## Situação 3

- Conjunto de dados  $D_3 = \{2, 2.5, 3, 4.3, 2.9, 7\}$
- Ordenando de forma crescente  $D'_3 = \{2, 2.5, 2.9, 3, 4.3, 7\}$
- $Md = \frac{2.9+3}{2} = 2.95$
- $Me = \frac{2+2.5+2.9+3+4.3+7}{6} = 3.62$

# Medidas de Posição

## Comparação entre as 3 situações

Dados	Md	Me
$D_1$	2.9	2.94
$D_2$	3	3.84
$D_3$	2.95	3.62

# Medidas de Posição

## Observação

- As medianas tem valores próximos (2.9, 3 e 2.95), no entanto, a média tem uma diferença de quase 1 unidade (2.94 e 3,84) quando comparamos as situações 1 e 2.
- A mediana é uma medida mais robusta que a média, quando submetida a mudanças nos valores observados, ou a incorporação de mais observações no conjunto de dados original, como exemplificado.
- Se acha que houve erro de digitação, de unidade, etc no seu banco de dados, prefira a mediana.

# Medidas de Dispersão

- Propósito: obter uma medida que quantifique a variabilidade, uma vez que conjuntos de dados diferentes podem apresentar uma mesma medida de posição.
- Por exemplo,  $A = \{3, 4, 5, 6, 7\}$  e  $B = \{5, 5, 5, 5, 5\}$  têm a mesma média:  $Me = 5$

# Medidas de Dispersão

- Desvio: afastamento de uma observação de uma determinada medida de posição

- ex:  $A = \{3, 4, 5, 6, 7\}$

$$Me = 5$$

$$Desvios = \{3 - 5, 4 - 5, 5 - 5, 6 - 5, 7 - 5\} = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$$

- ex:  $B = \{5, 5, 5, 5, 5\}$

$$Me = 5$$

$$Desvios = \{5 - 5, 5 - 5, 5 - 5, 5 - 5, 5 - 5\} = \{0, 0, 0, 0, 0\}$$



# Medidas de Dispersão

- Medidas "globais" de desvio na amostra de dados:

- $\sum_{i=1}^5 |x_i - \bar{x}|$
- $\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2$

- Ambas as medidas evitam que desvios iguais em módulo, mas com sinais opostos se anulem

- Desvio Médio

$$DM(X) = \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - \bar{x}|}{n}$$

- Variância

$$Var(X) = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

# Medidas de Dispersão

- ex:  $A = \{3, 4, 5, 6, 7\}$

$$DM(A) = \frac{|-2|+|-1|+|0|+|1|+|2|}{5} = \frac{6}{5} = 1.2$$

$$Var(A) = \frac{(-2)^2+(-1)^2+0^2+1^2+2^2}{5} = \frac{10}{5} = 2$$

- ex:  $B = \{5, 5, 5, 5, 5\}$

$$DM(A) = \frac{|0|+|0|+|0|+|0|+|0|}{5} = \frac{0}{5} = 0$$

$$Var(A) = \frac{0^2+0^2+0^2+0^2+0^2}{5} = \frac{0}{5} = 0$$

# Medidas de Dispersão

- Desvio Padrão

$$DP(X) = \sqrt{\text{Var}(X)}$$

- ex:  $DP(A) = \sqrt{2} = 1.41$

- ex:  $DP(B) = \sqrt{0} = 0$

# Medidas Complementares para Análise de Dados

- Extremos

O menor e o maior valor do conjunto de dados

- Quartis ( $Q$ ) ou Juntas ( $J$ )

- 1º Quartil: deixa um quarto dos valores abaixo, e três quartos acima dele
- 2º Quartil = Mediana: deixa metade dos valores abaixo, e metade acima dele
- 3º Quartil: deixa três quartos dos valores abaixo, e um quarto acima dele

# Medidas Complementares para Análise de Dados

- Exemplo: Variável Salário: 4.00 4.56 5.25 5.73 6.26 6.66 6.86 7.39  
**7.44 7.59** 8.12 8.46 8.74 8.95 9.13 9.35 9.77 **9.80 10.53** 10.76  
11.06 11.59 12.00 12.79 13.23 13.60 **13.85 14.69** 14.71 15.99 16.22  
17.26 18.75 19.40 23.30
  - $Md = \frac{9.8+10.53}{2} = 10.17$
  - $Q_1 = J_1 = \frac{7.44+7.59}{2} = 7.52$
  - $Q_3 = J_3 = \frac{13.85+14.69}{2} = 14.27$
  - $E_i = 4.00$  (menor valor)
  - $E_s = 23.30$  (maior valor)

# Medidas Complementares para Análise de Dados

## Esquema dos Cinco Números

	36	
Md	10.17	
J	7.52	14.27
E	4.00	23.30

Cada uma das componentes do esquema dos cinco números é uma medida robusta de dados, e é também uma estatística de ordem.

# Medidas Complementares para Análise de Dados

- Intervalo Interquartil: A medida de dispersão "intervalo interquartil" pode ser considerada uma medida robusta de dispersão.

$$d_J = J_3 - J_1 = Q_3 - Q_1$$

- No exemplo do salário:  $d_J = 14.27 - 7.52 = 6.75$
- Dispersão Inferior:  $J_2 - E_i$
- Dispersão Superior:  $E_s - J_2$

# Inferência

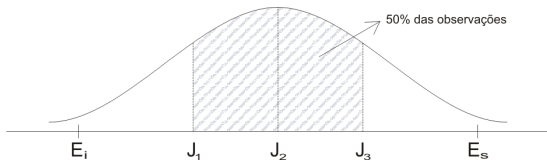
Se a distribuição dos dados que estudamos é simétrica, esperamos que:

- a dispersão inferior seja aproximadamente igual à superior

$$J_2 - E_i \approx E_s - J_2$$

- $J_2 - J_1 \approx J_3 - J_2$

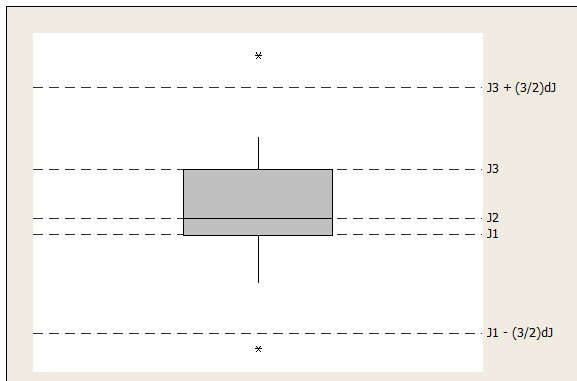
- $J_1 - E_i \approx E_s - J_3$





# Inferência

## Box Plot



# Inferência

- Os valores que estão muito distantes do intervalo  $[J_1, J_3]$  são chamados *outliers* (observações discrepantes)
  - observações menores que  $J_1 - \frac{3}{2}d_J$
  - observações maiores que  $J_3 + \frac{3}{2}d_J$
- A partir do retângulo, para cima e para baixo, seguem linhas até o ponto de observação mais remoto, que não seja outlier

# Inferência

- O desenho dá uma idéia de:
  - posição:  $J_2$
  - dispersão:  $d_J$
  - assimetria:  $J_3 - J_2$ ;  $J_2 - J_1$
  - caudas: comprimento das linhas que seguem desde o retângulo
  - dados discrepantes: (\*)

# Inferência

- Exemplo

$$J_1 = 7.52$$

$$E_i = 4.00$$

$$J_2 = 10.17$$

$$E_s = 23.30$$

$$J_3 = 14.27$$

$$d_J = 6.75$$

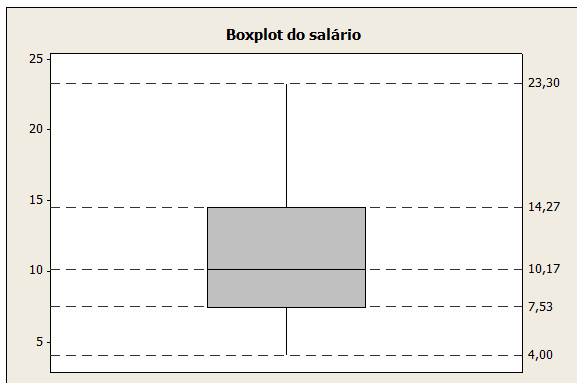
$$J_2 - J_1 = 2.65$$

$$J_3 - J_2 = 4.1$$

$$J_1 - \frac{3}{2}d_J = -2.605$$

$$J_3 + \frac{3}{2}d_J = 24.395$$

# Inferência



A variável salário não apresenta observações discrepantes e mostra assimetria concentrando valores nas faixas inferiores de salário. ▶ ◀ ≡ ≡ ≡ ≡