

Estatística descritiva

Profa. Dra. Rúbia Gomes Morato

Tipos de dados de acordo com a medição (Rogerson, 2012) ou tipos de escalas estatísticas

- **Qualitativos**
 - Nominal: atributo sem ordenamento (tipo de solo, vegetação)
 - Ordinal: observações hierarquizadas (tamanhos de cidades)
- **Quantitativos**
 - Intervalar: não possui zero natural (temperatura em graus Celsius ou Fahrenheit)
 - Razão: apresenta a ideia do zero (temperatura em Kelvin)

Medidas de tendência central

- Média aritmética
- Média Geométrica
- Moda
- Mediana
- Valor máximo e mínimo
- Amplitude

Medidas de dispersão

- Desvio em relação à média
- Variância da amostra
- Desvio padrão
- Erro padrão
- Coeficiente de variação
- Assimetria
- Curtose

- Correlação
- Regressão

Medidas de tendência central

Média aritmética

- Somatório de todos os elementos da série divididos pelo número de elementos.
- Exemplo: 5, 3, 6, 8, 4, 5, 7, 5, 9
- $M_A = (5 + 3 + 6 + 8 + 4 + 5 + 7 + 5 + 9) / 9$
- $M_A = 52/9$
- **A média aritmética é 5,77**

Média geométrica

- A média geométrica é definida, para números positivos, como a raiz n -ésima do produto de n elementos de um conjunto de dados.

$$M_G = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n}$$

- Exemplo: 5, 3, 6, 8, 4, 5, 7, 5, 9
- $M_G = \sqrt[9]{5 * 3 * 6 * 8 * 4 * 5 * 7 * 5 * 9}$
- $M_G = \sqrt[9]{4536000} = 5,49$

Média geométrica

- No Excel: = 4536000^(1/9)
- =num^(1/n)
- "num" é o número cuja raiz se busca encontrar e "n" é a raiz (no exemplo, a nona).
- A média geométrica é usada em alguns casos, como em aplicações financeiras, por exemplo. Entretanto, em certas situações, a geométrica não faz sentido, como por exemplo, quando algum dos valores for zero.

Moda

- A moda é o valor que ocorre mais vezes ou com maior frequência.
- Exemplo: **5**, 3, 6, 8, 4, **5**, 7, **5**, 9
- O valor mais frequente é **5** (ocorre três vezes), portanto a moda é **5**.

Mediana

- A mediana é determinada ordenando-se os dados de forma crescente ou decrescente e determinando o valor central da série.
- Exemplo: 3, 4, 5, 5, **5**, 6, 7, 8, 9
- Ou: 9, 8, 7, 6, **5**, 5, 5, 4, 3
- **A mediana é 5**
- Metade dos dados estão à esquerda da mediana e a outra metade à direita da mediana.
- Quando os dados são muito discrepantes, a mediana pode ser afetada por dados extremos, e a moda pode ser mais representativa.

Valor mínimo e máximo

- O menor e o maior valor da série
- Exemplo: 5, 3, 6, 8, 4, 5, 7, 5, 9
- Ordenando: 3, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8, 9
- **O valor mínimo é 3**
- **O valor máximo é 9**

Amplitude

- Diferença entre o valor máximo e mínimo
- Exemplo: **3**, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8, **9**
- Amplitude = $9 - 3$
- **A amplitude é 6**

Separatrizes/Quantis

- Qualquer separatriz que divide o intervalo de frequência de uma população, ou de uma amostra, em partes iguais:
 - Tercil: cada parte tem 33,3% dos dados
 - Quartil: cada parte tem 25% dos dados
 - Quintil: cada parte tem 20% dos dados
 - Decil: cada parte tem 10% dos dados
 - Duodecil: cada parte tem 8,33% dos dados
 - Percentil: cada parte tem 1% dos dados

Quartil

- O primeiro quartil corresponde aos primeiros 25% dos dados (começa no menor valor até o primeiro quarto dos dados)
- O segundo quartil corresponde ao intervalo entre 25 e 50% (a mediana)
- O terceiro quartil corresponde ao intervalo entre 50 e 75%
- O quarto quartil corresponde ao intervalos entre 75 e 100% (ou o valor máximo)

Quartis de uma amostra

- Exemplo: 5, 3, 6, 8, 4, 5, 7, 5, 9
- Ordenando: 3, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8, 9
- **O valor mínimo é 3, o máximo é 9 e a mediana 5**
- A identificação do quartil é determinado por:
***Número de observações (ordem do quantil/
quantil)***

Cálculo de quartis

- **Cálculo:**

Número de observações (ordem do quantil/quantil)

Para quartis (1/4 ou 0,25 ou 25%):

*Primeiro quartil: número de observações * 1/4 (ou 0,25)*

*Segundo quartil: número de observações * 2/4 (ou 0,5)*

*Terceiro quartil: número de observações * 3/4 (ou 0,75)*

*Quarto quartil: número de observações * 4/4 (máx)*

Amostra ordenada: 3, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8, 9

- O primeiro quartil é determinado por:
- $9 \cdot (1/4) = 2,25$ (que pode ser arredondado para 2), correspondendo ao segundo valor, que é 4.

- O segundo quartil é determinado por:
- $9 \cdot (2/4) = 4,5$ (que pode ser arredondado para 5), correspondendo ao quinto valor, que é 5.

- O terceiro quartil é determinado por:
- $9 \cdot (3/4) = 6,75$ (que pode ser arredondado para 7), correspondendo ao sétimo valor, que é 7.

Amostra ordenada: 3, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8, 9

- Assim, temos:
- Primeiro quartil: 3 e 4
- Segundo quartil: 5, 5 e 5
- Terceiro quartil: 6 e 7
- Quarto quartil: 8 e 9

Amplitude interquartílica

intervalo interquartil

- O intervalo interquartil é utilizado para avaliar o grau de espalhamento de dados (dispersão) em torno da medida de centralidade (mediana).
- Corresponde a diferença entre o primeiro e o terceiro quartil e concentra os 50% dos dados.

Amostra ordenada: 3, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8, 9

- No exemplo, temos:
- Primeiro quartil: 3 e 4
- ***Segundo quartil: 5, 5 e 5***
- ***Terceiro quartil: 6 e 7***
- Quarto quartil: 8 e 9

- O intervalo interquartil corresponde aos valores entre 5 e 7, que concentram 50% dos dados centralizados na mediana.

Quartil

- O primeiro quartil corresponde aos primeiros 20% dos dados (começa no menor valor até o primeiro quinto dos dados)
- O segundo quartil corresponde ao intervalo entre 20 (segundo decil) e 40% (ou quarto decil)
- O terceiro quartil corresponde ao intervalo entre 40 (quarto decil) e 60% (ou sexto decil)
- O quarto quartil corresponde ao intervalos entre 60 (sexto decil) e 80% (ou oitavo decil)
- O quinto e último quartil corresponde ao intervalos entre 80 (oitavo decil) e 100% dos dados

Cálculo de quintis

- **Cálculo:**

***Número de observações (ordem do quantil/
quantil)***

Para quintis (1/5 ou 0,2 ou 20%):

Primeiro quintil : número de observações * 1/5

Segundo quintil : número de observações * 2/5

Terceiro quintil : número de observações * 3/5

Quarto quintil : número de observações * 4/5

Quinto quintil: número de observações * 5/5(máx)

Vantagens/desvantagens dos quantis

- Definição dos intervalos para mapa coropléticos de modo equilibrado (cada classe tem aproximadamente a mesma quantidade de unidades)
- Desvantagens: pode separar unidades semelhantes e resultar em classes heterogêneas, agrupando unidades diferentes e separando unidades semelhantes

Medidas de dispersão

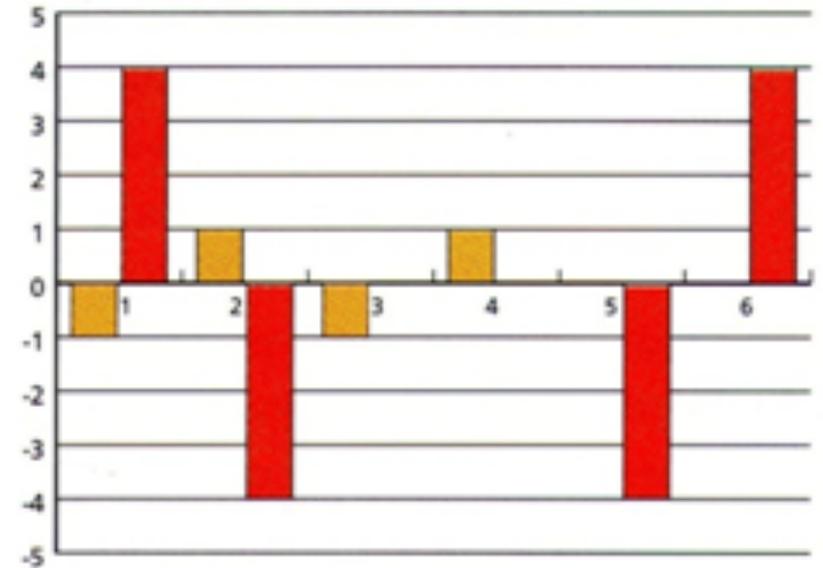
Desvio em relação à média

- Diferença entre o valor observado e a média
- Fornece uma ideia da variabilidade dos dados em torno da média.

$$DM = x_i - \bar{x}$$

Desvio em relação à média (Galvani, 2011)

A	B	DM "A"	DM "B"
4	9	-1	4
6	1	1	-4
4	5	-1	0
6	5	1	0
5	1	0	-4
5	9	0	4
$\bar{x}=5$	$\bar{x}=5$	$\Sigma=0$	$\Sigma=0$



Mesma média
Desvios diferentes!

Variância da amostra

- Somatória do quadrado do desvio em relação à média, dividida pela quantidade de elementos da série menos 1.

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Variância da amostra (Galvani, 2011)

x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
4	-1	1
6	1	1
4	-1	1
6	1	1
5	0	0
5	0	0
$\bar{x} = 5$		$\sum(x - \bar{x})^2 = 4$

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$S^2 = \frac{4}{6-1}$$

$$S^2 = 0,8$$

Encontrar a variância da amostra

- **Amostra: 5, 10, 15, 5, 25**
- Média (\bar{x}): $60/5 = 12$
- $n = 5$

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- **Variância:**
- $[(-7)^2 + (-2)^2 + (3)^2 + (-7)^2 + (13)^2] / (5-1)$
- $[49 + 4 + 9 + 49 + 169] / 4$
- $280 / 4 = 70$

Desvio padrão

- Raiz da variância

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

- Medida do grau de dispersão em relação à média.

Cálculo do desvio-padrão

<i>Série</i>	<i>Desvio da média</i>	<i>Quadrado do desvio da média</i>
9	4	16
1	-4	16
1	-4	16
2	-3	9
8	3	9
9	4	16
<i>Média</i>	$(9+1+1+2+8+9)/6 \Rightarrow$	$30/6 = 5$
<i>Soma do quadrado dos desvios (16+16+16+9+9+16)</i>		82
<i>Variância (Soma do quadrado dos desvios/n-1) = 82/5</i>		16,4
<i>Desvio-padrão (Raiz da variância)</i>		4,049691

Erro padrão

- O erro padrão é uma medida de variação de uma média amostral em relação à média da população.
- A aplicada para verificar a confiabilidade da média amostral calculada.
- É obtida pela divisão do desvio padrão pela raiz quadrada do tamanho amostral.
- Quanto menor o erro padrão, menor a dispersão e mais provável que qualquer média de amostra esteja próxima à média da população.

Erro padrão

- S_x : é o erro padrão
- s : é o desvio padrão
- n : é o tamanho da amostra

$$S_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

- Exemplo: 9, 1, 1, 2, 8, 9
- Média: 5
- Desvio padrão: 4,049691
- $N = 6$

- $S_x = 4,049691 / \sqrt{6}$
- $S_x = 4,049691 / 2,4494$
- $S_x = \mathbf{1,6533}$

Coeficiente de variação

- Expresso em porcentagem, permite comparar variáveis diferentes.

$$CV = \frac{100 \cdot S}{\bar{x}}$$

- Multiplica-se o desvio padrão por 100 e divide-se pela média.

Coeficiente de variação (Galvani, 2011)

A	B	C
4	9	9
6	1	1
4	5	1
6	5	2
5	1	8
5	9	9

$$CV = \frac{100 \cdot S}{\bar{x}}$$

Desvio-padrão de A = 0,9

Desvio-padrão de B = 3,6

Desvio-padrão de C = 4,0

Série C

Média = 5

Desvio-padrão = 4,0

$$CV = (100 * 4) / 5$$

$$CV = 400/5 = \mathbf{80\%}$$

$$CV_A = 18,0\%$$

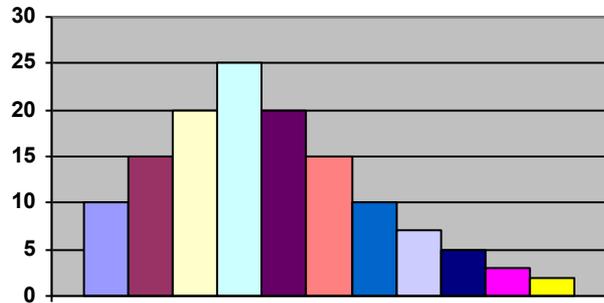
$$CV_B = 72,0\%$$

$$CV_C = 80,0\%$$

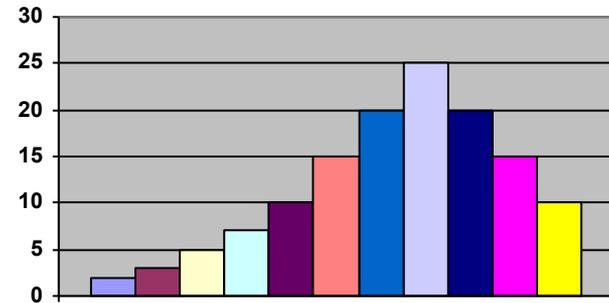
Assimetria

- Mede o grau de assimetria exibido pelos dados e pelo histograma.
- Quando há mais observações abaixo da média a assimetria é positiva.
- Quando há mais observações acima da média a assimetria é negativa.

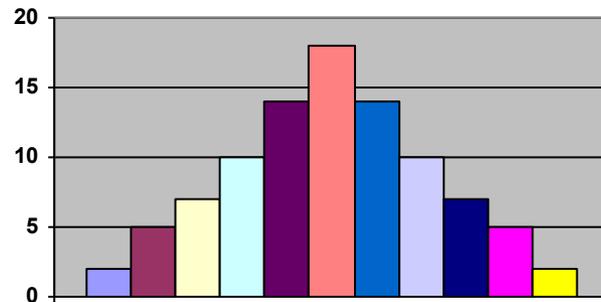
Assimetria (GUIMARÃES, 1997)



assimetria positiva



assimetria negativa



Distribuição simétrica

Assimetria

- A assimetria é calculada primeiro somando os cubos dos desvios da média, e então, dividindo desvio padrão.

$$\frac{1}{n} \sum \left[\frac{X_i - \bar{X}}{s} \right]^3$$

Curtose

- Mede o alongamento/achatamento do histograma. A fórmula é semelhante à da assimetria, com a ressalva de que a quarta potência é usada em vez da terceira:

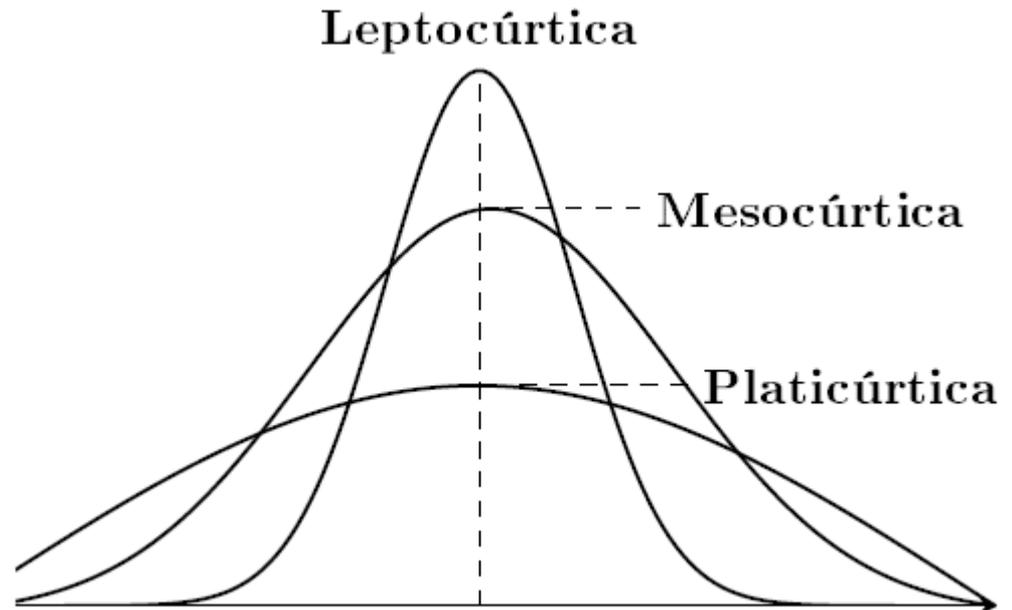
$$\frac{1}{n} \sum \left[\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right]^4$$

- Soma-se as quartas potências dos desvios da média, e então, divide-se pelo desvio padrão.

Curtose (Previdelli, 2018)

- De acordo com esta medida temos a seguinte classificação:

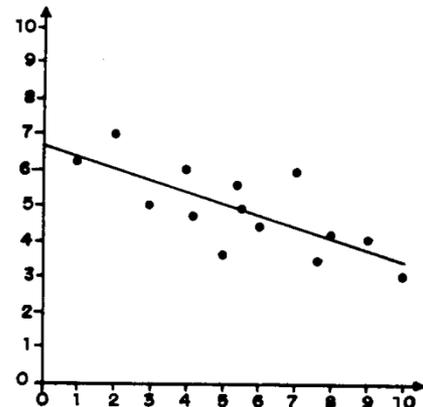
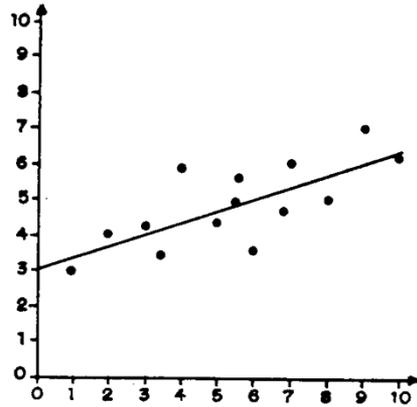
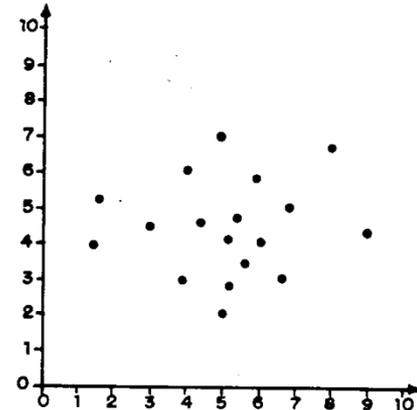
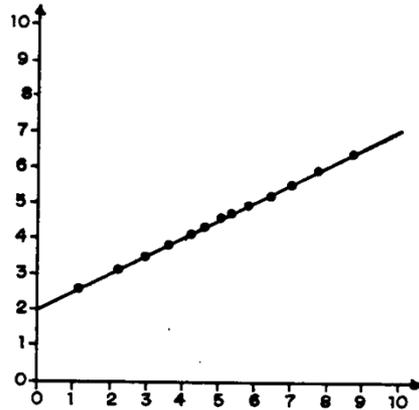
- $k < 0$, Platicúrtica
- $k = 0$, Mesocúrtica
- $k > 0$, Leptocúrtica



Correlação e Regressão (LUCHIARI, 2010)

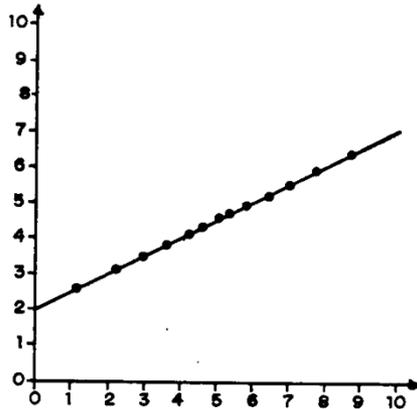
- Verificação se há correlação entre variáveis?
- Quando existe é possível efetuar estimativas?
- A regressão linear permite estimar uma variável em relação a outra.

Método gráfico

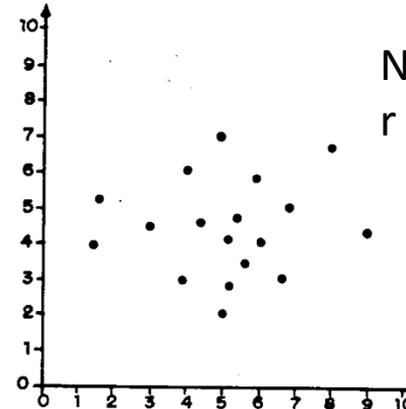


Correlação e Regressão

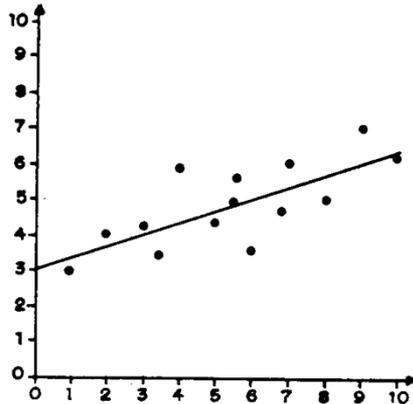
Correlação perfeita
 $r = 1$



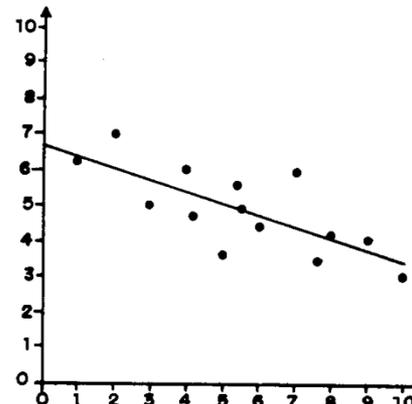
Nenhuma Correlação
 $r = 0$



Correlação linear
positiva $r = 0,74$



Correlação linear
negativa $r = -0,74$



Correlação – Como calcular (LUCIARI, 2010)

$$r = \frac{N \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

Município	Área = X	Estabel.	cabeças = Y
Andradina	48 137	885	87 430
Alto Alegre	8 703	392	22 683
Araçatuba	59 120	499	81 699
Avanhandava	10 642	118	14 848
Barbosa	5 324	83	8 886
Bento de Abreu	6 822	65	15 588
Bilac	7 725	259	16 720
Birigui	21 226	516	46 864
Braúna	5 627	208	12 682
Brejo Alegre	1 528	65	4 853
Buritama	14 535	362	32 318
Castilho	38 319	590	61 824
Clementina	7 025	174	14 091
Coroados	9 029	198	15 240
Gabriel Monteiro	9 159	178	16 183
Glicério	7 802	163	11 604
Guaraçai	26 999	415	53 291

Município	Área = X	Estabel.	cabeças = Y	X_i²
Andradina	48 137	885	87 430	2 317 178 471
Alto Alegre	8 703	392	22 683	75 740 817
Araçatuba	59 120	499	81 699	3 495 175 582
Avanhandava	10 642	118	14 848	113 253 441
Barbosa	5 324	83	8 886	28 343 698
Bento de Abreu	6 822	65	15 588	46 543 641
Bilac	7 725	259	16 720	59 679 024
Birigui	21 226	516	46 864	450 543 501
Braúna	5 627	208	12 682	31 658 628
Brejo Alegre	1 528	65	4 853	2 334 448
Buritama	14 535	362	32 318	211 277 562
Castilho	38 319	590	61 824	1 468 313 573
Clementina	7 025	174	14 091	49 346 129
Coroados	9 029	198	15 240	81 529 703
Gabriel Monteiro	9 159	178	16 183	83 883 434
Glicério	7 802	163	11 604	60 876 197
Guaraçai	26 999	415	53 291	728 924 402

Município	Área = X	Estabel.	cabeças = Y	X_i²	y_i²
Andradina	48 137	885	87 430	2 317 178 471	7 644 004 900
Alto Alegre	8 703	392	22 683	75 740 817	514 518 489
Araçatuba	59 120	499	81 699	3 495 175 582	6 674 726 601
Avanhandava	10 642	118	14 848	113 253 441	220 463 104
Barbosa	5 324	83	8 886	28 343 698	78 960 996
Bento de Abreu	6 822	65	15 588	46 543 641	242 985 744
Bilac	7 725	259	16 720	59 679 024	279 558 400
Birigui	21 226	516	46 864	450 543 501	2 196 234 496
Braúna	5 627	208	12 682	31 658 628	160 833 124
Brejo Alegre	1 528	65	4 853	2 334 448	23 551 609
Buritama	14 535	362	32 318	211 277 562	1 044 453 124
Castilho	38 319	590	61 824	1 468 313 573	3 822 206 976
Clementina	7 025	174	14 091	49 346 129	198 556 281
Coroados	9 029	198	15 240	81 529 703	232 257 600
Gabriel Monteiro	9 159	178	16 183	83 883 434	261 889 489
Glicério	7 802	163	11 604	60 876 197	134 652 816
Guaraçai	26 999	415	53 291	728 924 402	2 839 930 681

Município	Área = X	Estabel.	cabeças = Y	X_i²	Y_i²	X_iY_i
Andradina	48 137	885	87 430	2 317 178 471	7 644 004 900	4 208 624 904
Alto Alegre	8 703	392	22 683	75 740 817	514 518 489	197 408 334
Araçatuba	59 120	499	81 699	3 495 175 582	6 674 726 601	4 830 045 697
Avanhandava	10 642	118	14 848	113 253 441	220 463 104	158 013 307
Barbosa	5 324	83	8 886	28 343 698	78 960 996	47 307 998
Bento de Abreu	6 822	65	15 588	46 543 641	242 985 744	106 345 857
Bilac	7 725	259	16 720	59 679 024	279 558 400	129 165 678
Birigui	21 226	516	46 864	450 543 501	2 196 234 496	994 735 733
Braúna	5 627	208	12 682	31 658 628	160 833 124	71 356 541
Brejo Alegre	1 528	65	4 853	2 334 448	23 551 609	7 414 850
Buritama	14 535	362	32 318	211 277 562	1 044 453 124	469 754 734
Castilho	38 319	590	61 824	1 468 313 573	3 822 206 976	2 369 007 890
Clementina	7 025	174	14 091	49 346 129	198 556 281	98 984 766
Coroados	9 029	198	15 240	81 529 703	232 257 600	137 607 751
Gabriel						
Monteiro	9 159	178	16 183	83 883 434	261 889 489	148 216 699
Glicério	7 802	163	11 604	60 876 197	134 652 816	90 538 121
Guaraçai	26 999	415	53 291	728 924 402	2 839 930 681	1 438 782 393

Município	Área = X	Estabel.	cabeças = Y	X_i^2	Y_i^2	$X_i Y_i$
Andradina	48 137	885	87 430	2 317 178 471	7 644 004 900	4 208 624 904
Alto Alegre	8 703	392	22 683	75 740 817	514 518 489	197 408 334
Araçatuba	59 120	499	81 699	3 495 175 582	6 674 726 601	4 830 045 697
Avanhandava	10 642	118	14 848	113 253 441	220 463 104	158 013 307
Barbosa	5 324	83	8 886	28 343 698	78 960 996	47 307 998
Bento de Abreu	6 822	65	15 588	46 543 641	242 985 744	106 345 857
Bilac	7 725	259	16 720	59 679 024	279 558 400	129 165 678
Birigui	21 226	516	46 864	450 543 501	2 196 234 496	994 735 733
Braúna	5 627	208	12 682	31 658 628	160 833 124	71 356 541
Brejo Alegre	1 528	65	4 853	2 334 448	23 551 609	7 414 850
Buritama	14 535	362	32 318	211 277 562	1 044 453 124	469 754 734
Castilho	38 319	590	61 824	1 468 313 573	3 822 206 976	2 369 007 890
Clementina	7 025	174	14 091	49 346 129	198 556 281	98 984 766
Coroados	9 029	198	15 240	81 529 703	232 257 600	137 607 751
Gabriel Monteiro	9 159	178	16 183	83 883 434	261 889 489	148 216 699
Glicério	7 802	163	11 604	60 876 197	134 652 816	90 538 121
Guaraçá	26 999	415	53 291	728 924 402	2 839 930 681	1 438 782 393
	287.721,70		516.804,00	9 304 602 252	26 569 784 430	15 503 311 253

$$r = \frac{N \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

$$N = 17$$

$$\sum X_i Y_i = 15\,503\,311\,253$$

$$\sum X_i = 287\,722$$

$$\sum Y_i = 516\,804$$

$$\sum X_i^2 = 9\,304\,602\,252$$

$$\sum (X_i)^2 = 82\,783\,776\,651$$

$$\sum Y_i^2 = 26\,569\,784\,430$$

$$\sum (Y_i)^2 = 2,67086E+11$$

$$r = \frac{N \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

$$\text{Numerador} = (17) * (15\,503\,311\,253) - (287\,722) * (516\,804)$$

$$\text{Numerador} = (2,63556\text{E}+11) - (1,48696\text{E}+11)$$

$$\text{Numerador} = 1,14861\text{E}+11$$

$$r = \frac{N \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

$$\text{Denominador} = [(17) * (9\ 304\ 602\ 252) - (82\ 783\ 776\ 651)] * [(17) * (26\ 569\ 784\ 430) - (2,67086E+11)]^{1/2}$$

$$\text{Denominador} = [(1,58178E+11) - (82\ 783\ 776\ 651)] * [(4,51686E+11) - (2,67086E+11)]^{1/2}$$

$$\text{Denominador} = [75\ 394\ 461\ 625] * [1,846E+11]^{1/2}$$

$$\text{Denominador} = [1,39178E+22]^{1/2}$$

$$\text{Denominador} = 1,17974E+11$$

$$r = \frac{N \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

$$r = 1,14861E+11 / 1,17974E+11$$

$$r = 0,973610899$$

$$r = 0,97$$

Regressão Linear

- Ajustar uma reta à distribuição de pontos.
- Mínimos quadrados

Regressão Linear – Como calcular (LUCHIARI, 2010)

$$\hat{y} = a + bx$$

Encontrar os dois termos (a e b)

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y) / N}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}$$

$$a = \mu_y - b \mu_x$$

Município	Área = X	Estabel.	cabeças = Y
Andradina	48 137	885	87 430
Alto Alegre	8 703	392	22 683
Araçatuba	59 120	499	81 699
Avanhandava	10 642	118	14 848
Barbosa	5 324	83	8 886
Bento de Abreu	6 822	65	15 588
Bilac	7 725	259	16 720
Birigui	21 226	516	46 864
Braúna	5 627	208	12 682
Brejo Alegre	1 528	65	4 853
Buritama	14 535	362	32 318
Castilho	38 319	590	61 824
Clementina	7 025	174	14 091
Coroados	9 029	198	15 240
Gabriel Monteiro	9 159	178	16 183
Glicério	7 802	163	11 604
Guaraçai	26 999	415	53 291

Município	Área = X	Estabel.	cabeças = Y	$X_i Y_i$	X^2
Andradina	48 137	885	87 430	4 208 624 904	2 317 178 471
Alto Alegre	8 703	392	22 683	197 408 334	75 740 817
Araçatuba	59 120	499	81 699	4 830 045 697	3 495 175 582
Avanhandava	10 642	118	14 848	158 013 307	113 253 441
Barbosa	5 324	83	8 886	47 307 998	28 343 698
Bento de Abreu	6 822	65	15 588	106 345 857	46 543 641
Bilac	7 725	259	16 720	129 165 678	59 679 024
Birigui	21 226	516	46 864	994 735 733	450 543 501
Braúna	5 627	208	12 682	71 356 541	31 658 628
Brejo Alegre	1 528	65	4 853	7 414 850	2 334 448
Buritama	14 535	362	32 318	469 754 734	211 277 562
Castilho	38 319	590	61 824	2 369 007 890	1 468 313 573
Clementina	7 025	174	14 091	98 984 766	49 346 129
Coroados	9 029	198	15 240	137 607 751	81 529 703
Gabriel Monteiro	9 159	178	16 183	148 216 699	83 883 434
Glicério	7 802	163	11 604	90 538 121	60 876 197
Guaraçai	26 999	415	53 291	1 438 782 393	728 924 402

Município	Área = X	Estabel.	cabeças = Y	$X_i Y_i$	X^2
Andradina	48 137	885	87 430	4 208 624 904	2 317 178 471
Alto Alegre	8 703	392	22 683	197 408 334	75 740 817
Araçatuba	59 120	499	81 699	4 830 045 697	3 495 175 582
Avanhandava	10 642	118	14 848	158 013 307	113 253 441
Barbosa	5 324	83	8 886	47 307 998	28 343 698
Bento de Abreu	6 822	65	15 588	106 345 857	46 543 641
Bilac	7 725	259	16 720	129 165 678	59 679 024
Birigui	21 226	516	46 864	994 735 733	450 543 501
Braúna	5 627	208	12 682	71 356 541	31 658 628
Brejo Alegre	1 528	65	4 853	7 414 850	2 334 448
Buritama	14 535	362	32 318	469 754 734	211 277 562
Castilho	38 319	590	61 824	2 369 007 890	1 468 313 573
Clementina	7 025	174	14 091	98 984 766	49 346 129
Coroados	9 029	198	15 240	137 607 751	81 529 703
Gabriel Monteiro	9 159	178	16 183	148 216 699	83 883 434
Glicério	7 802	163	11 604	90 538 121	60 876 197
Guaraçai	26 999	415	53 291	1 438 782 393	728 924 402
	287 722		516 804	15 503 311 253	9 304 602 252

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y) / N}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}$$

$$\text{Numerador} = 15\,503\,311\,253 - (287\,722 * 516\,804) / 17$$

$$\text{Numerador} = 15\,503\,311\,253 - (148\,695\,725\,447) / 17$$

$$\text{Numerador} = 15\,503\,311\,253 - (8746807379)$$

$$\text{Numerador} = 6\,756\,503\,873$$

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y) / N}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}$$

Denominador = 9 304 602 252 – (82783776651) / 17

Denominador = 9 304 602 252 – (4869633921)

Denominador = 4 434 968 331

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y) / N}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}$$

$$b = 6\,756\,503\,873 / 4\,434\,968\,331$$

$$b = 1,523461583$$

$$a = \mu_y - b \mu_x$$

$$a = 30400,23529 - (1,523461583 * 16924,8059)$$

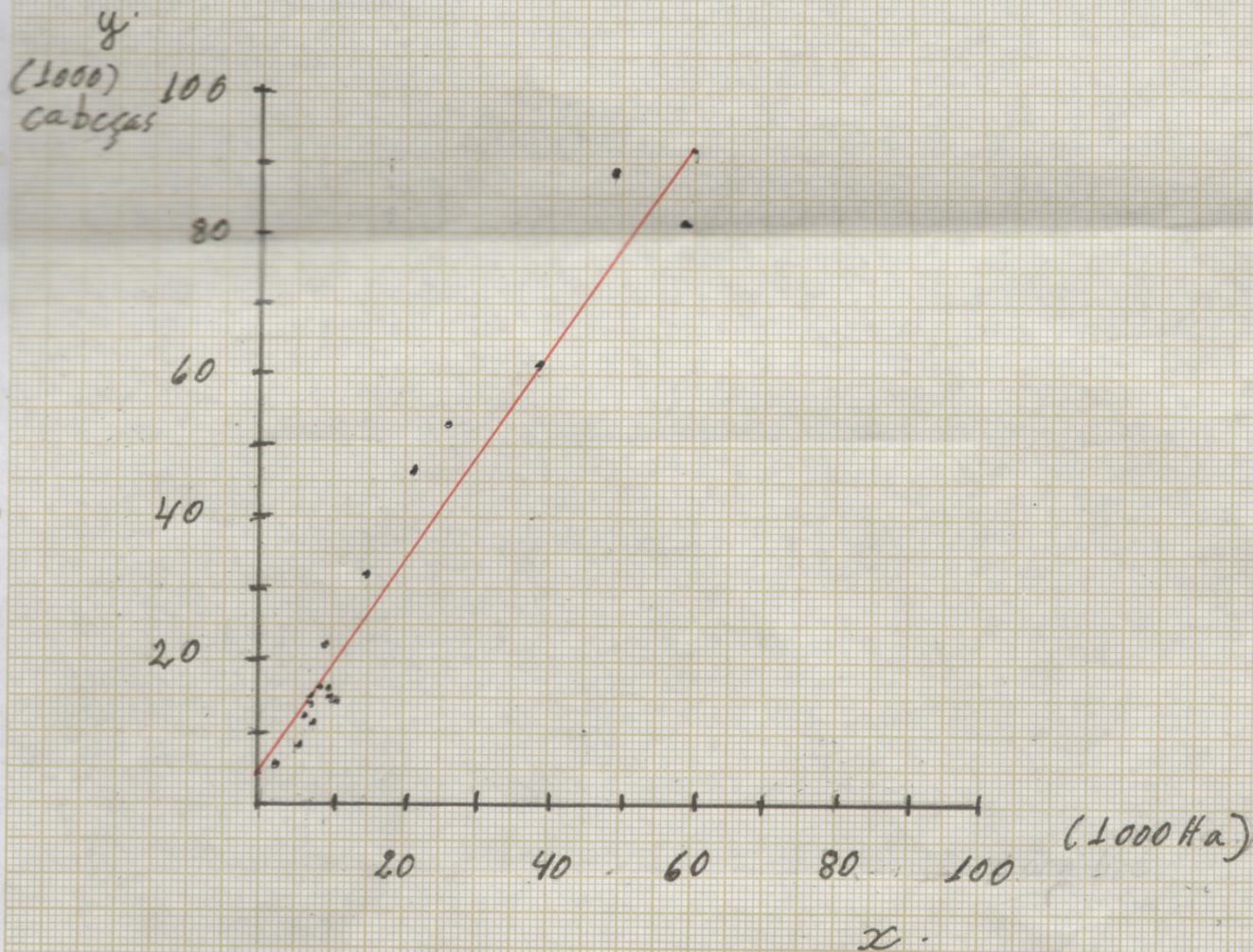
$$a = 30400,23529 - (25784,2916)$$

$$a = 4615,943734$$

$$\hat{y} = a + bx$$

$$Y_{\text{estim}} = 4615,943734 + 1,523461583 X$$

Regressão (Área x Bovinos)



Referências

- BUGNI, R. P., JACOB, M. S. 2017. Índice de vulnerabilidade social: uma análise da cidade de São Paulo. Disponível em:
http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/170828_livro_territorios_numeros_insumos_politicas_publicas_2_cap04.pdf
- GALVANI, E. Estatística descritiva em sala de aula. In: VENTURI, L. A. B. Geografia: Práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.
- GUIMARÃES, I. A. Estatística I (Notas de aulas). 1997. Disponível em:
http://www.cin.ufpe.br/~rosf/public_html/Notas%20de%20Aula%20de%20Estat%EDstica%20I.doc
- LUCHIARI, A. 2010. Apontamentos da aula de Cartografia Temática.
- MARTINELLI, M. Gráficos e Mapas: Construa-os Você Mesmo. São Paulo: Moderna, 1998. 120 p.
- PREVIDELLI, I. Bioestatística, 2018. Disponível em:
<https://biostatistics-uem.github.io/Bio/descritiva.html>
- ROGERSON, P. A. Métodos estatísticos para Geografia: um guia para o estudante. Porto Alegre: Bookman, 2012.