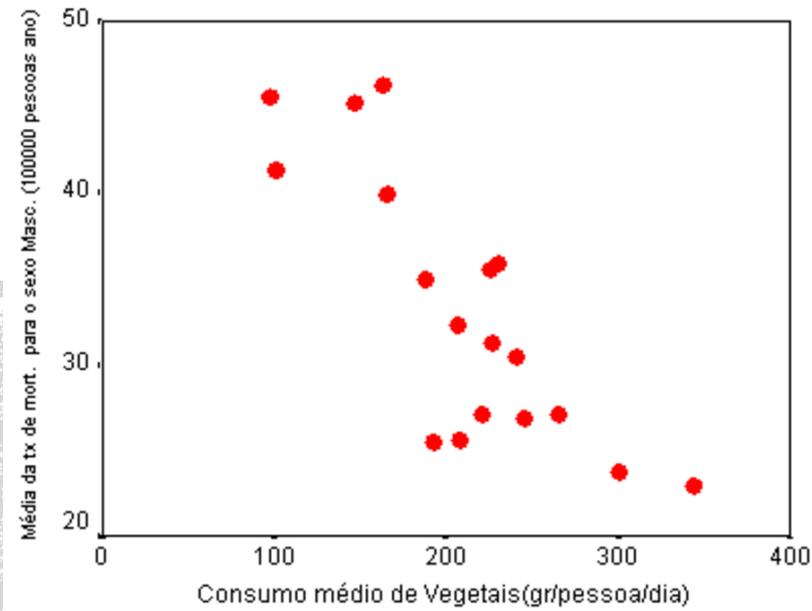


DIAGRAMA DE DISPERSÃO



Prof. Eveline Pereira

DIAGRAMA DE DISPERSÃO

- É uma ferramenta simples que permite a visualização gráfica do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis.
- O entendimento dessas relações permite maior eficiência dos métodos de controle dos processos, facilitando a detecção de problemas e o planejamento para ações de melhoria a serem tomadas.



DIAGRAMA DE DISPERSÃO

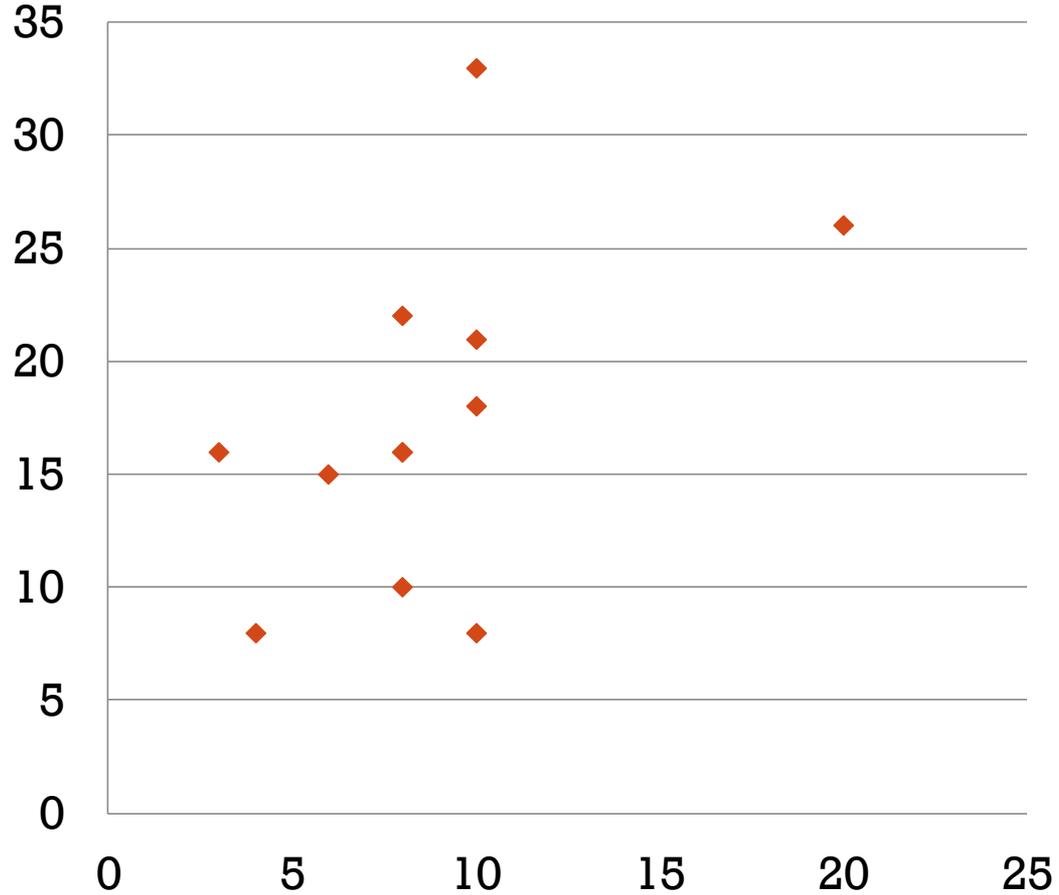
- **Exemplos de aplicação:**
 - Como o rendimento de uma reação química varia em função do aumento da temperatura do reator?
 - Qual a relação existente entre resistência e dureza?
- O diagrama de dispersão é muito útil nesse tipo de estudo.



DIAGRAMA DE DISPERSÃO

Diagrama de Dispersão: Horas Extras x Erros no Processo

Média de horas extras realizadas por
funcionário/mês



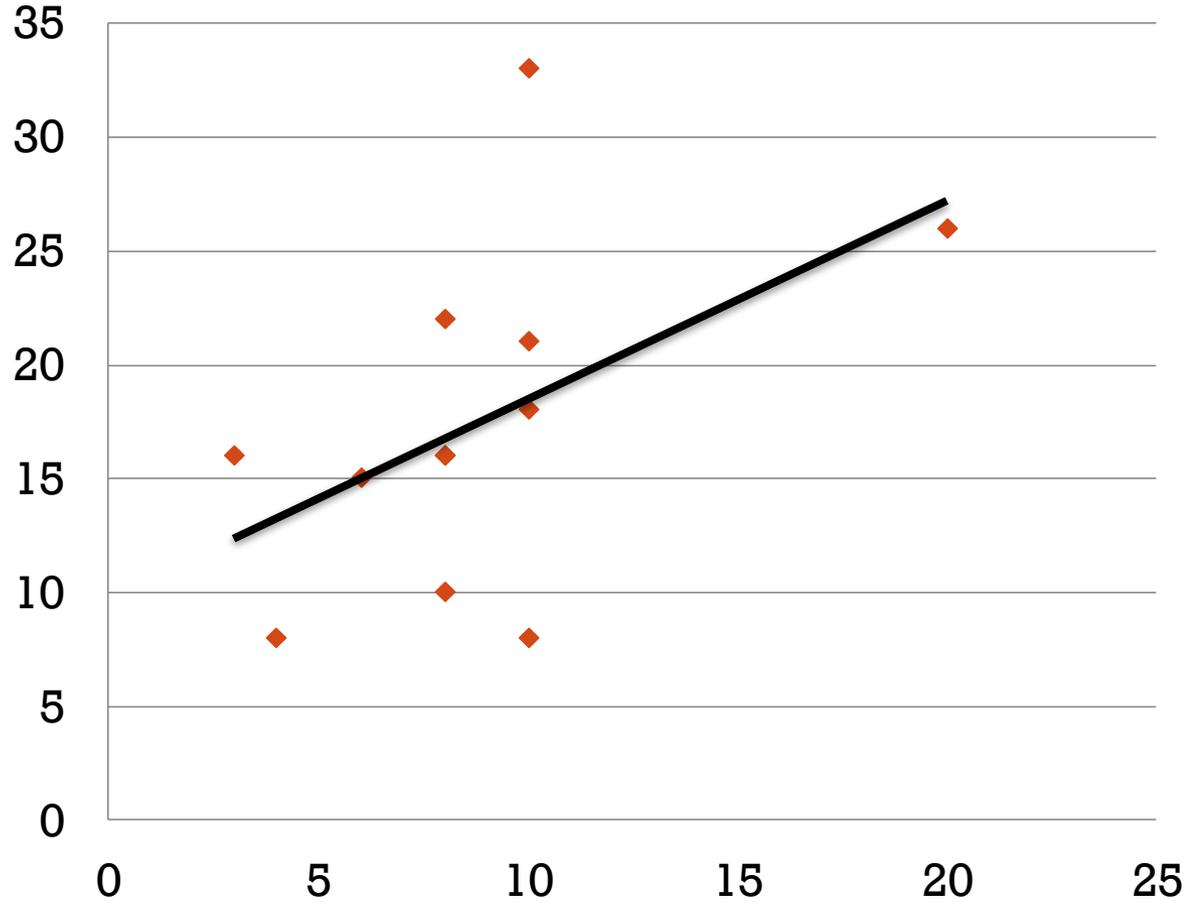
Quantidade de erros cometidos no processo



DIAGRAMA DE DISPERSÃO

Diagrama de Dispersão: Horas Extras x Erros no Processo

Média de horas extras realizadas por
funcionário/mês



Quantidade de erros cometidos no processo



DIAGRAMA DE DISPERSÃO

- Pela Linha de Tendência, podemos verificar que o aumento de uma variável, leva ao aumento da outra variável;
- Assim, pode-se verificar que, o trabalho, além do período regulamentar, compromete a qualidade do processo em questão



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: ETAPAS PARA A CONSTRUÇÃO:

- 1- Colete no mínimo 30 pares de observações (x,y) das variáveis cujo tipo de relacionamento será estudado
- 2- Registre os dados coletados em uma tabela
- 3- Escolha a variável que será representada no eixo horizontal (x). Essa variável deve ser aquela que por algum motivo é considerada preditora da outra variável, que será plotada no eixo vertical (y).
- 4- Determine os valores máximo e mínimo das observações da cada variável



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: ETAPAS PARA A CONSTRUÇÃO:

- 5- Escolha escalas adequadas e de fácil leitura para os eixos horizontal e vertical.
 - O maior valor da escala deve ser maior que o máximo das observações da variável correspondente.
 - Os comprimentos dos dois eixos devem ser aproximadamente iguais.
- 6- Para facilitar, desenhe as escalas em papel milimetrado.
- 7- Represente no gráfico os pares de observações (x,y). Se existirem pares repetidos indique esse fato desenhando círculos concêntricos :



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: ETAPAS PARA A CONSTRUÇÃO:

- 8- Registre as informações importantes que devam constar no gráfico:
 - título,
 - período de coleta de dados,
 - número de pares de observação,
 - identificação
 - unidade de medida de cada eixo,
 - responsável pela construção do diagrama,
 - etc...



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

- Uma indústria fabricante de refrigeradores constatou um elevado número de refugos na gaveta de legumes de um determinado modelo de refrigerador.
- A observação do problema indicou que a maior parte das gavetas refugadas apresentam o defeito “corte fora de esquadro”.



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

- Os técnicos da empresa suspeitam que o corte fora de esquadro possa ser consequência da variação de tensão na rede elétrica que alimenta o equipamento de corte. Mas como verificar isso?



- Para a verificação validade da hipótese coletou-se dados sobre a tensão da rede elétrica (x) e variação no corte (y) que foram tabelados para gerar um gráfico de dispersão.



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

- **Etapa 1 e 2:**
- Coleta e organização dos dados em tabela.



Nº da Medida i	Tensão da Rede Elétrica (Volts) xi	Variação no Corte (mm) yi	Nº da Medida i	Tensão da Rede Elétrica (Volts) xi	Variação no Corte (mm) yi
1	222,7	15,7	19	219,9	16,2
2	217,7	17	20	222,2	15,9
3	219,4	16,3	21	213,9	19,1
4	220,9	16,1	22	216	18
5	214,4	18,6	23	218,1	17
6	216,5	17,8	24	222	16
7	213	19,5	25	224,1	15,4
8	221,7	16	26	214,9	18,6
9	224,7	15,3	27	214,2	18,7
10	215,5	18,3	28	223,3	15,6
11	220	16,3	29	216,7	17,6
12	218,6	16,7	30	215,3	18,5
13	223,5	15,7	31	223,8	15,5
14	217	17,4	32	220,6	16,1
15	221,5	16,1	33	215,8	18,2
16	218,4	16,8	34	217,3	17,3
17	213,6	19,3	35	219,2	16,5
18	221,2	16,2			

DIAGRAMA DE DISPERSÃO: EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

- **Etapa 3:**
 - Escolha da variável tensão na rede elétrica para compor o eixo x, uma vez que suspeita-se que essa é preditora na variação do corte.
- **Etapa 4:**
 - Estabelecer valores mínimos e máximos de cada eixo

Tensão na rede elétrica (x)		Variação no Corte (y)	
Valor Mínimo:	Valor Máximo:	Valor Mínimo:	Valor Máximo:
213,0	224,7	15,3	19,5



Nº da Medida (i)	Tensão da Rede Elétrica (Volts) xi	Variação no Corte (mm) yi	Nº da Medida (i)	Tensão da Rede Elétrica (Volts) xi	Variação no Corte (mm) yi
1	222,7	15,7	19	219,9	16,2
2	217,7	17	20	222,2	15,9
3	219,4	16,3	21	213,9	19,1
4	220,9	16,1	22	216	18
5	214,4	18,6	23	218,1	17
6	216,5	17,8	24	222	16
7	→ 213	→ 19,5	25	224,1	15,4
8	221,7	16	26	214,9	18,6
9	→ 224,7	→ 15,3	27	214,2	18,7
10	215,5	18,3	28	223,3	15,6
11	220	16,3	29	216,7	17,6
12	218,6	16,7	30	215,3	18,5
13	223,5	15,7	31	223,8	15,5
14	217	17,4	32	220,6	16,1
15	221,5	16,1	33	215,8	18,2
16	218,4	16,8	34	217,3	17,3
17	213,6	19,3	35	219,2	16,5
18	221,2	16,2			

DIAGRAMA DE DISPERSÃO: EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

- **Etapas 5 a 8:**

- **Construção do Gráfico:**

- Escolha das escalas ,

- Representação dos pares(x,y) no gráfico,

- Registro das informações importantes que devam constar no gráfico,
etc...



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

**Diagrama de Dispersão:
Tensão Elétrica da Rede X Variação no Corte**

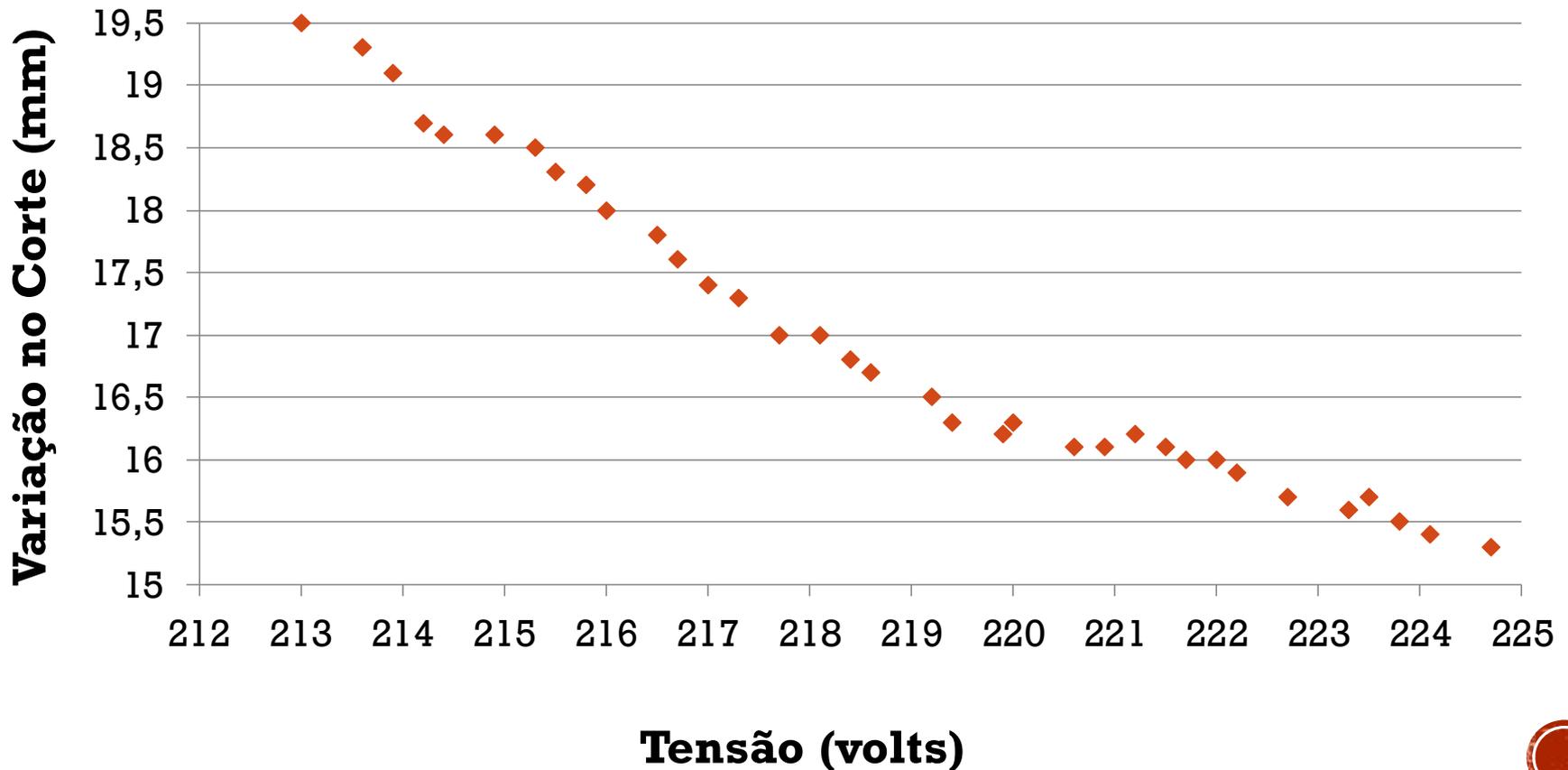


DIAGRAMA DE DISPERSÃO: EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

- **Análise:**
- O diagrama construído fornece as seguintes informações:
 - 1- **Existe uma correlação negativa** de dados (maiores valores de tensão estão associados a uma menor variação no corte).
 - 2- **A relação entre as variáveis é aproximadamente linear.**
 - 3- **A relação entre as variáveis observadas é forte**, pois a faixa de dispersão dos pontos é pequena.
- Após análise do gráfico, a empresa pode montar um plano de ação com o objetivo de reduzir o número de gavetas com corte fora de esquadro.



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: INTERPRETAÇÃO:

- Os padrões da distribuição dos pontos, correspondentes aos pares que compõem o diagrama de dispersão, fornecem informações sobre o tipo de relacionamento entre as variáveis.
- Há cinco possíveis padrões:
 1. Elevada Correlação Positiva;
 2. Moderada Correlação Positiva;
 3. Não Existe Correlação Entre “x” e “y”;
 4. Moderada Correlação Negativa;
 5. Elevada Correlação Negativa;



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: INTERPRETAÇÃO:

1. Elevada Correlação Positiva:

Se “x” aumenta, “y” também aumenta.

É uma tendência muito clara.

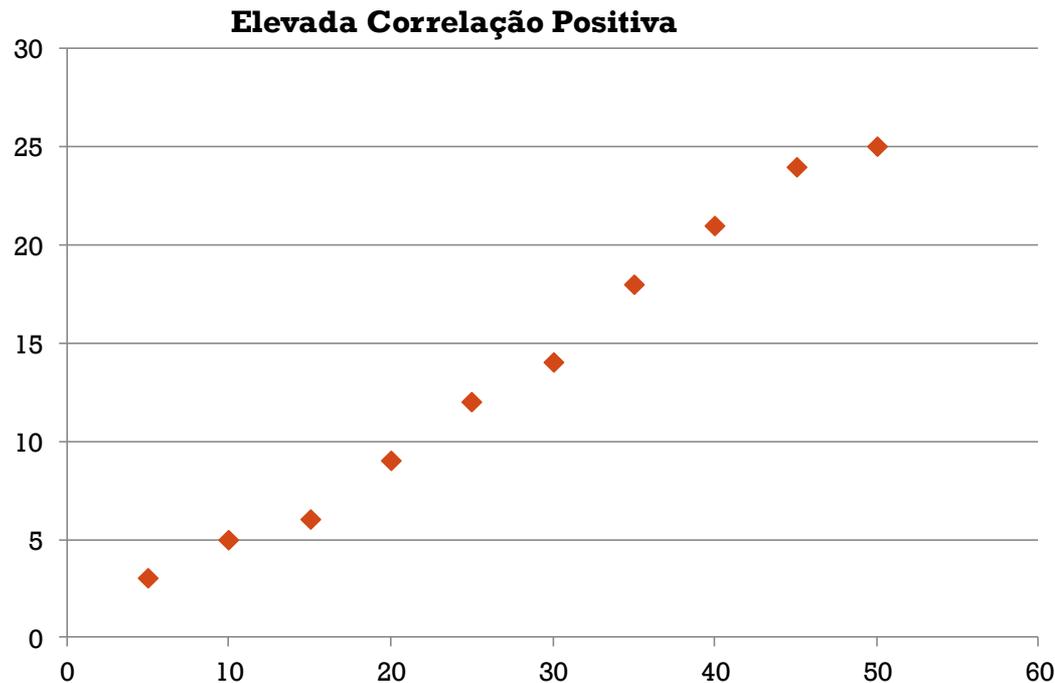


DIAGRAMA DE DISPERSÃO: INTERPRETAÇÃO:

▪ 2. Moderada Correlação Positiva;

A variável “y” aumenta com o aumento da variável “x” no entanto, há grande variabilidade (dispersão).

Nesse caso, a relação não é tão clara e outras variáveis além de “x” deverão ser consideradas.

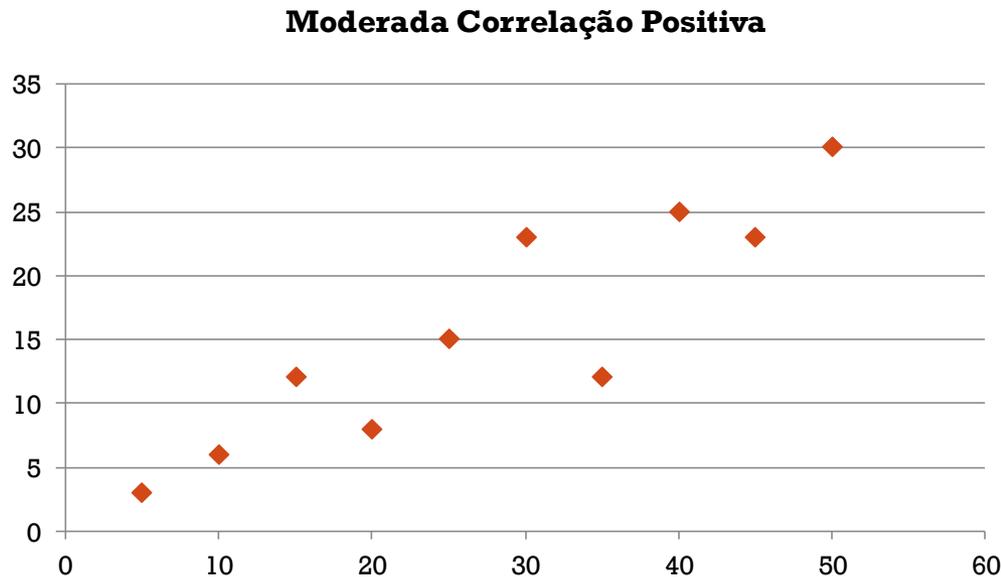


DIAGRAMA DE DISPERSÃO: INTERPRETAÇÃO:

- **Não Existe Correlação Entre “x” e “y”;**
- Os valores de uma variável não estão associados aos valores da outra variável

Ausência de Correlação

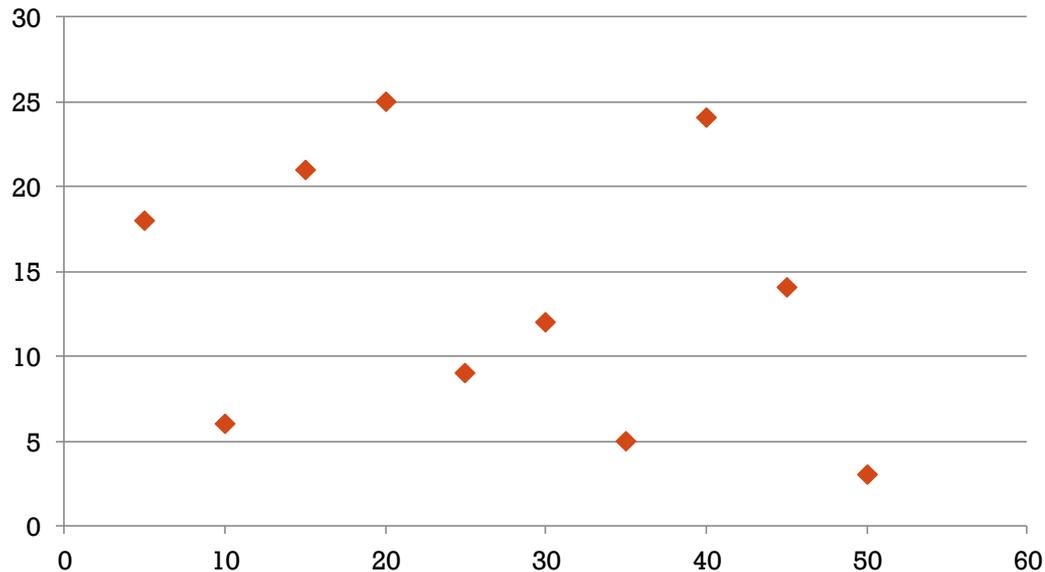


DIAGRAMA DE DISPERSÃO: INTERPRETAÇÃO:

4. Moderada Correlação Negativa:

A variável “y” diminui com o aumento da variável “x”, há grande variabilidade (dispersão).

Nesse caso, a relação não é tão clara e outras variáveis além de “x” deverão ser consideradas.

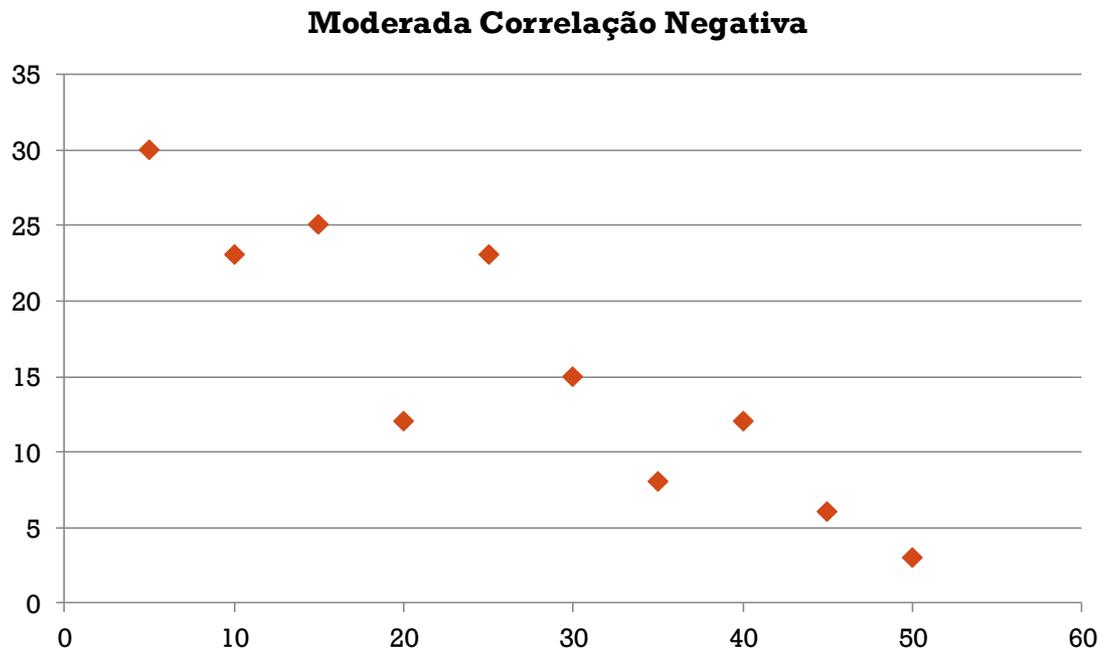


DIAGRAMA DE DISPERSÃO: INTERPRETAÇÃO:

- **5. Elevada Correlação Negativa:**
 - Se “x” aumenta, “y” diminui.
 - É uma tendência muito clara.

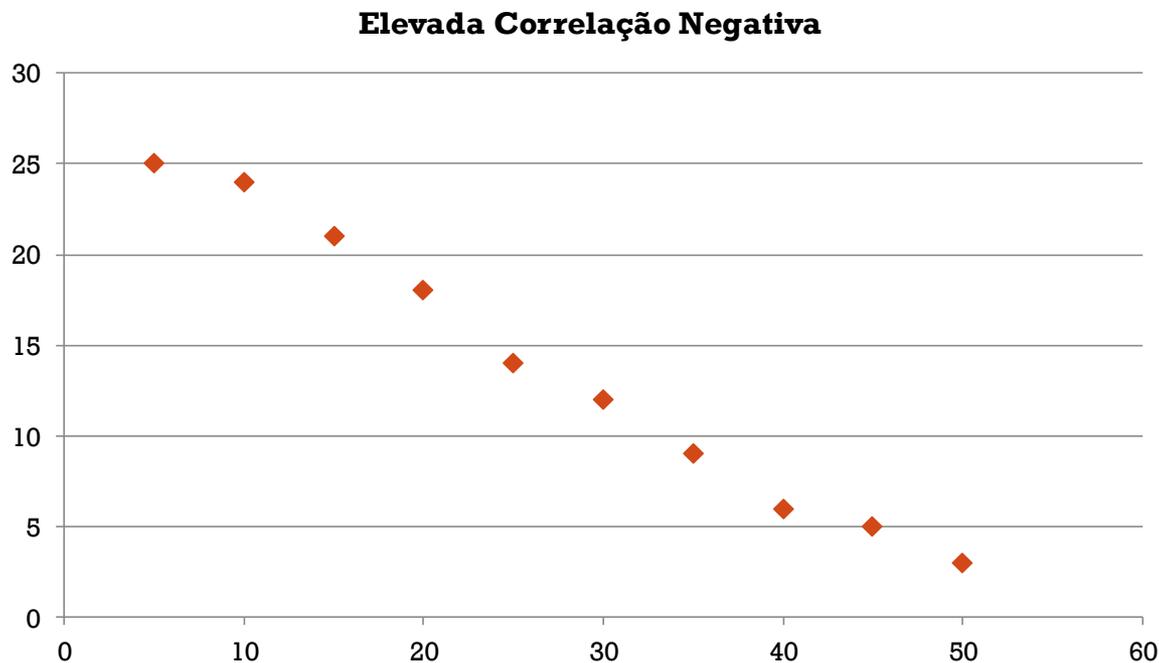
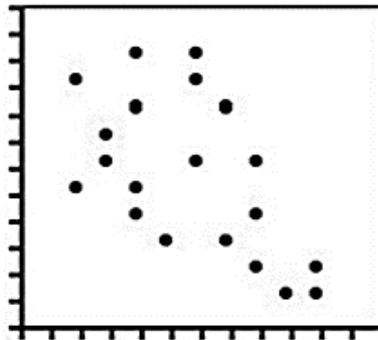
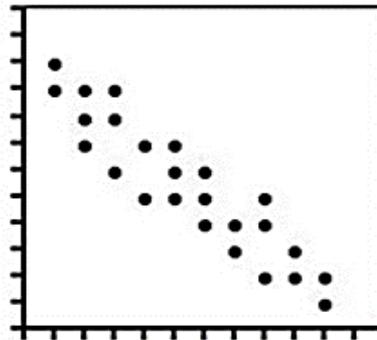


DIAGRAMA DE DISPERSÃO: INTERPRETAÇÃO:

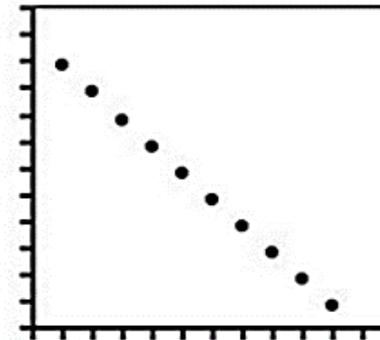
Diagramas de dispersão que mostram correlação negativa entre as variáveis



Correlação fraca

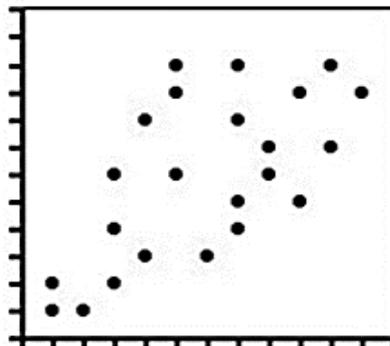


Correlação forte

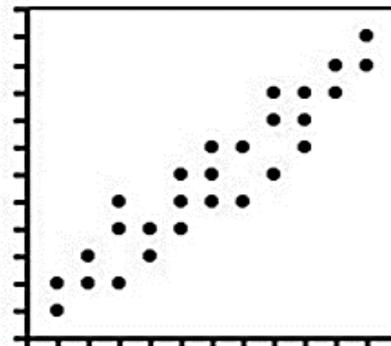


Correlação perfeita

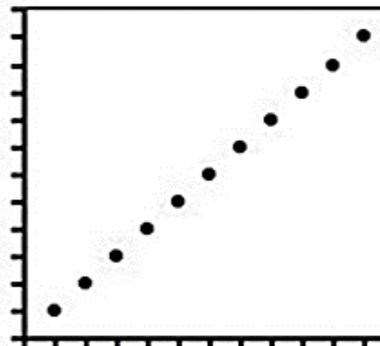
Diagramas de dispersão que mostram correlação positiva entre as variáveis



Correlação fraca



Correlação forte



Correlação perfeita



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: OUTLIERS:

- Ao analisar diagramas de dispersão deve-se sempre observar se existe a presença de pontos atípicos (outliers) na figura.
- Um “outlier” é uma observação extrema que não condiz com os demais dados.
- Os “outliers” fornecem informações importantes e devem ser analisados com cuidado, normalmente indicam eventos não usuais, erro no registro dos dados ou erro do instrumento de medição.



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: INTERPRETAÇÃO:

- Quando se tem certeza de que o “outlier” é decorrente de erro no registro ou no instrumento, é possível desconsiderar os dados mas, se for decorrente de algum evento especial do processo, deve-se investiga-lo mais a fundo pois pode se tratar de uma oportunidade de melhoria para o processo.

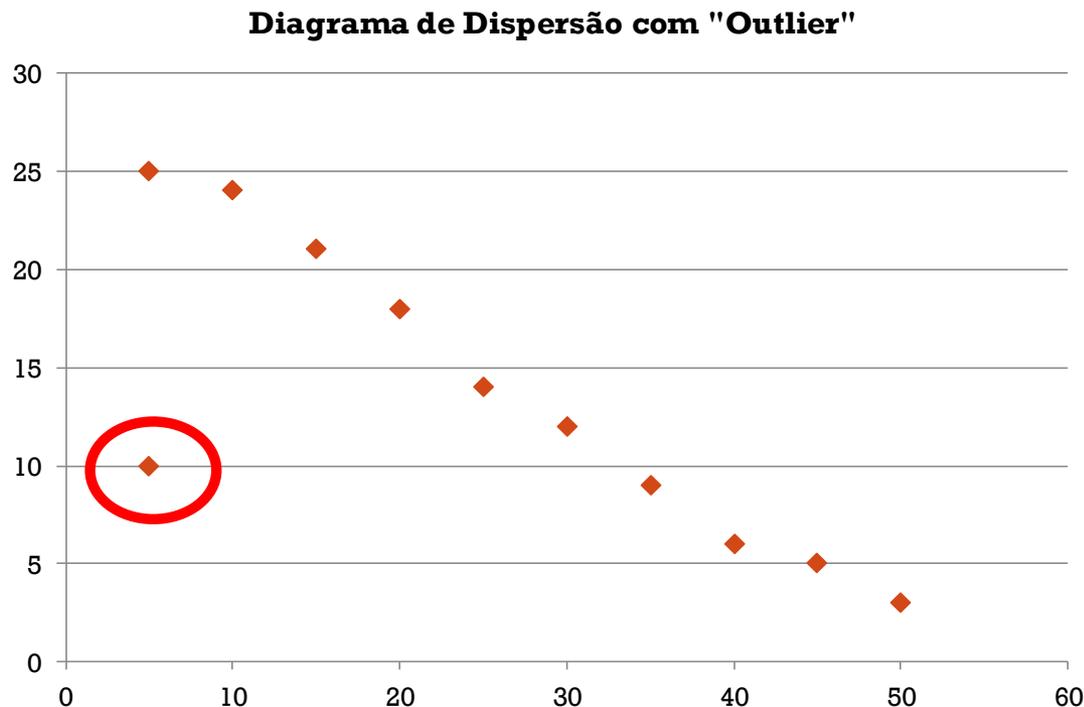


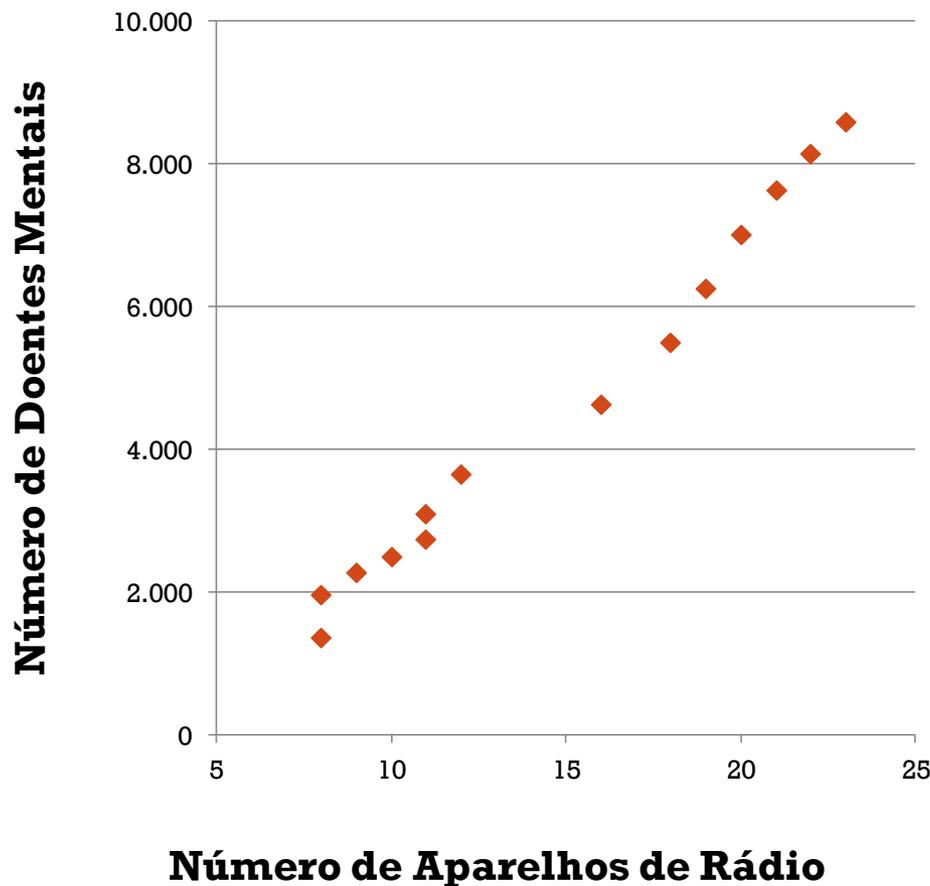
DIAGRAMA DE DISPERSÃO: CUIDADOS:

- **a) Diagrama de dispersão e relacionamentos entre causa e efeito entre variáveis:**
- A existência de uma correlação entre duas variáveis não implica na existência de um relacionamento de causa e efeito entre elas.
- Ex.: Aumento do número de doentes mentais no Reino Unido a cada 10.000 habitantes (y) e o número de aparelhos de rádio nesse país (x):



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: CUIDADOS:

**Número de Aparelhos de Rádio
(em milhões) X Número de
doentes Mentais a cada 10.000
habitantes no Reino Unido**



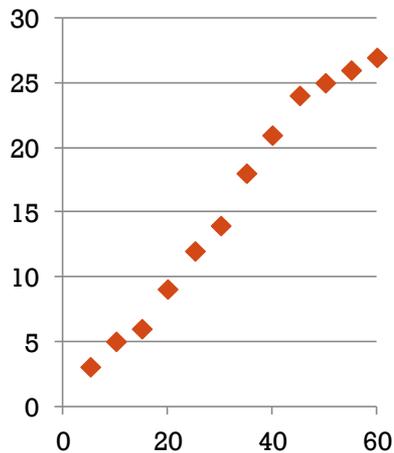
- No gráfico, apesar de haver correlação entre as variáveis, é pouco provável que o número de doentes mentais esteja associado ao número de rádios.
- Isso acontece porque as duas variáveis aumentam com o passar dos anos: os aparelhos de rádio tiveram decréscimo no valor e por isso o consumo aumentou da mesma forma, o diagnóstico de doenças mentais tornou-se mais sofisticado o que aumentou o número de diagnósticos.



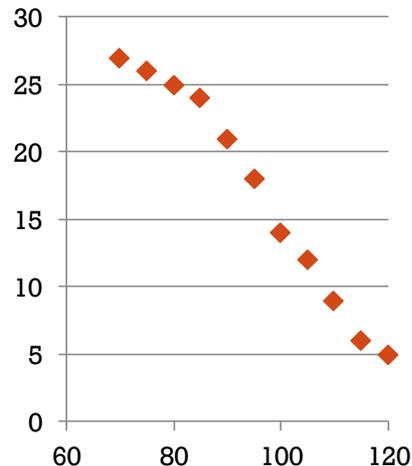
DIAGRAMA DE DISPERSÃO: CUIDADOS:

- **b) Intervalos de Variação das Variáveis:**
- Para a construção de um diagrama de dispersão, o intervalo de variação das variáveis deve ser um pouco maior do que a faixa usual de operação do processo isso porque para diferentes faixas de variação os resultados podem ser diferentes, veja:

Variação Positiva



Variação Negativa



Totalidade dos dados: Curva

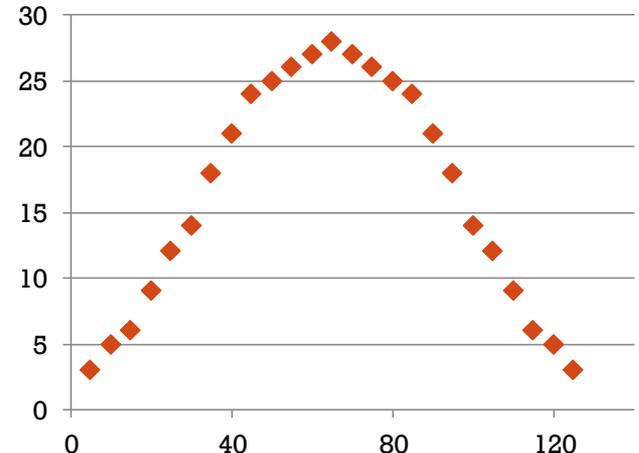


DIAGRAMA DE DISPERSÃO: CUIDADOS:

- **c) Estratificação:**
- Em muitos casos a estratificação dos dados permite a descoberta da causa de um problema, veja:
- Foram coletados dados sobre o tempo de vida de uma ferramenta de corte empregada em um torno (y) e a velocidade de corte (x):

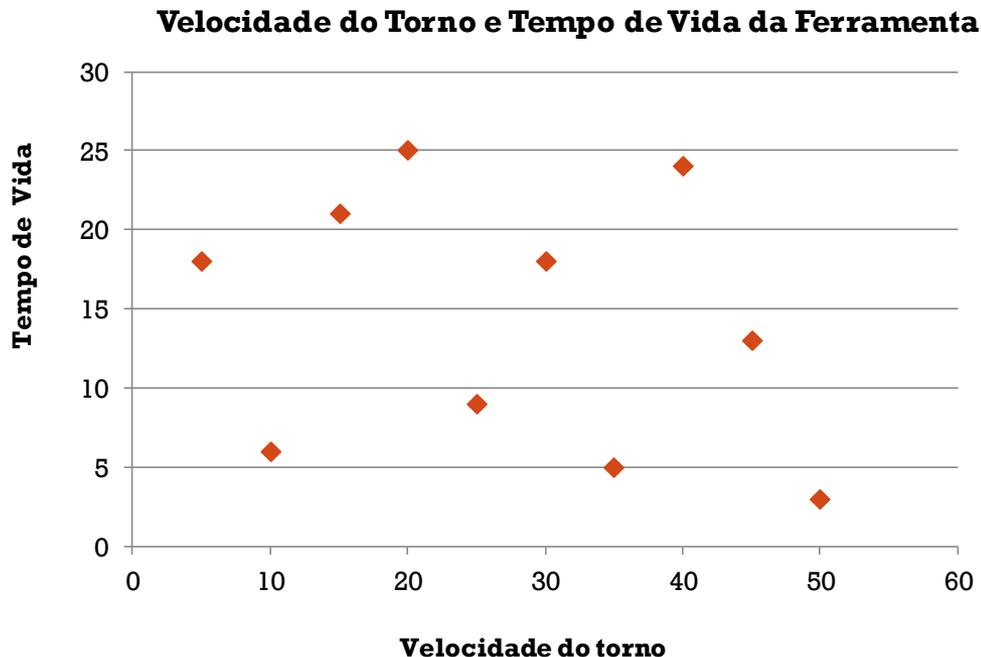
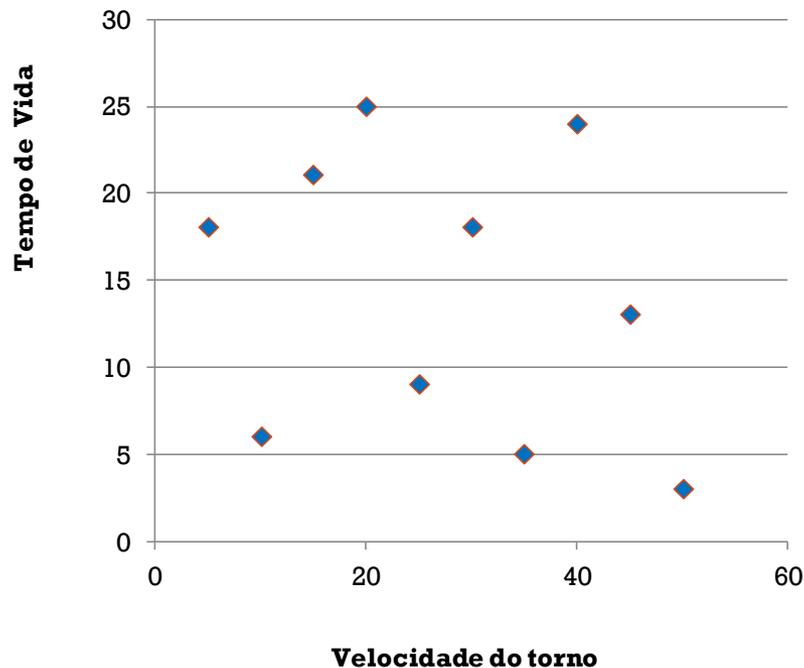


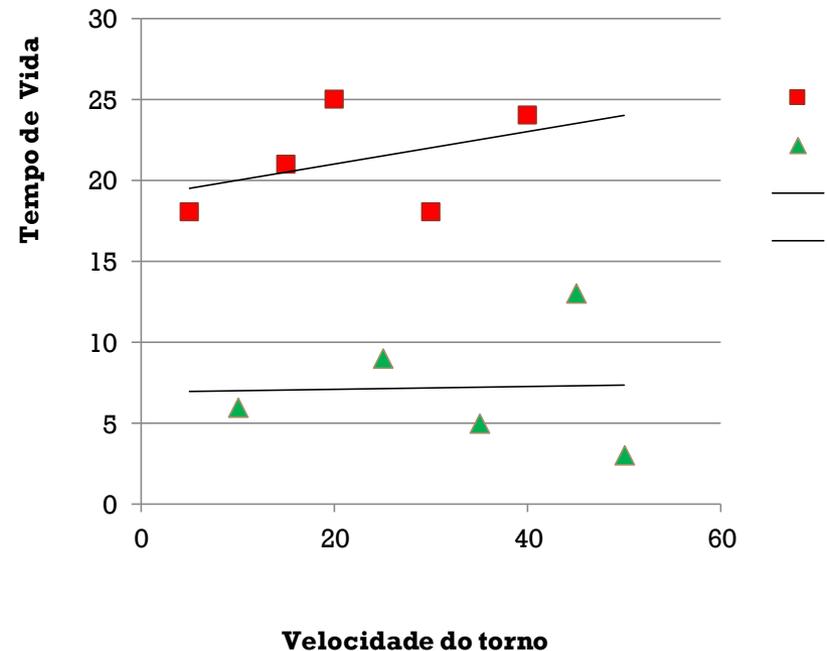
DIAGRAMA DE DISPERSÃO: CUIDADOS:

- Inicialmente parece não haver correlação, mas quando estratificamos em Fabricante A e Fabricante B temos:

Velocidade do Torno e Tempo de Vida da Ferramenta



Velocidade do Torno e Tempo de Vida da Ferramenta



- Agora podemos concluir que a ferramenta de corte do fornecedor “A” tem maior vida útil do que a do fornecedor “B”



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

- Um diagrama de dispersão **mostra** a direção, a forma e a intensidade da relação entre duas variáveis quantitativas.
- A correlação **mede** a intensidade e a direção da relação linear entre duas variáveis quantitativas;
- Costuma-se representar a correlação pela letra “**r**”;
- Suponha que tenhamos dados sobre variáveis x e y para n amostras.
- Os valores para a primeira amostra são x_1 e y_1 , os valores para a segunda amostra são x_2 e y_2 , e assim por diante.



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

- Um valor positivo de “ r ” indica associação positiva entre as variáveis, e um valor negativo de indica “ r ” uma associação negativa.
- **A correlação “ r ” estará sempre entre -1 e 1 .**
- Pode ser calculada através de fórmulas específicas ou fornecida por softwares que tenham análise estatística, como por exemplo o MS Excel.



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

- É possível quantificar o relacionamento existente entre duas variáveis de interesse pelo coeficiente de correlação linear :

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

- Sendo:

- Cálculo de S_{xx} :
$$S_{xx} = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$$

- Cálculo de S_{yy} :
$$S_{yy} = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

- i varia de 1 a n

- Cálculo de S_{xy} :
$$S_{xy} = \sum x_i \cdot y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}$$

DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

- Vamos facilitar os cálculos usando uma tabela:

No da Medida	x_i	y_i	x_i^2	y_i^2	$x_i \cdot y_i$
1	x_1	y_1	x_1^2	y_1^2	$x_1 \cdot y_1$
2	x_2	y_2	x_2^2	y_2^2	$x_2 \cdot y_2$
3	x_3	y_3	x_3^2	y_3^2	$x_3 \cdot y_3$
...
n	x_n	y_n	x_n^2	y_n^2	$x_n \cdot y_n$
Total:	$\sum(x_i)$	$\sum(y_i)$	$\sum(x_i^2)$	$\sum(y_i^2)$	$\sum(x_i \cdot y_i)$

DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

- Dando continuidade ao exemplo da indústria fabricante de eletrodomésticos deseja melhorar o alto índice de refugos da gaveta de legumes de um modelo de refrigerador devido ao problema de corte fora do esquadro.
- Vamos calcular o coeficiente de correlação linear (r) entre as 2 variáveis: corte fora do esquadro e variação de tensão da rede elétrica
- Primeiramente, vamos organizar a tabela:



i	x_i	y_i	x_i²	y_i²	x_i·y_i
1	313	19,8	48369	388,28	4183,8
2	313,6	19,3	48624,96	372,49	4132,48
3	313,9	19,1	48783,21	364,81	4088,49
4	314,3	18,7	48898,49	349,69	4088,81
5	314,4	18,6	48962,36	348,96	3982,84
6	314,9	18,6	46183,81	348,96	3992,14
7	318,3	18,8	46284,89	343,28	3982,88

Nº da Medida	x_i	y_i	x_i²	y_i²	x_i · y_i
1	x₁	y₁	x₁²	y₁²	x₁ · y₁
2	x₂	y₂	x₂²	y₂²	x₂ · y₂
3	x₃	y₃	x₃²	y₃²	x₃ · y₃
...
n	x_n	y_n	x_n²	y_n²	x_n · y_n
Total	∑(X_i)	∑(Y_i)	∑(X_i²)	∑(y_i²)	∑(x_i · y_i)

29	333,3	18,9	44222,89	382,81	3832,48
30	333,7	18,7	44142,39	348,49	3498,39
31	333,3	18,6	44112,89	342,36	3482,48
32	333,8	18,7	44142,38	348,49	3888,98
33	333,8	18,8	88886,44	348,38	3488,9
34	334,1	18,4	88338,81	332,16	3481,14
35	334,7	18,3	88498,89	334,89	3432,91
total	7657,6	595,3	1675792,4	10178,11	130103,39

DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

- Pela tabela, temos que:
 - $n = 35$
 - $\sum(\mathbf{X}_i) = 7.657,6$
 - $\sum(\mathbf{Y}_i) = 595,3$
 - $\sum(\mathbf{X}_i^2) = 1.675.792,4$
 - $\sum(\mathbf{y}_i^2) = 10.178,11$
 - $\sum(\mathbf{x}_i \cdot \mathbf{y}_i) = 130.103,39$

- **Aplicando as fórmulas:**

- Cálculo de S_{xx} :
$$S_{xx} = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$$

- Cálculo de S_{yy} :
$$S_{yy} = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

- Cálculo de S_{xy} :
$$S_{xy} = \sum x_i \cdot y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}$$

DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

● Cálculo de S_{xx} :
$$S_{xx} = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$$

▪ Dados:

▪ $n = 35$

▪ $\sum(X_i) = 7.657,6$

▪ $\sum(Y_i) = 595,3$

▪ $\sum(X_i^2) = 1.675.792,4$

▪ $\sum(y_i^2) = 10.178,11$

▪ $\sum(x_i \cdot y_i) = 130.103,39$

▪ $S_{xx} = 1.675.792,4 - \frac{(7.657,6)^2}{35}$

$S_{xx} = 396,6$



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

● Cálculo de S_{yy} :
$$S_{yy} = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

- Dados:
 - $n = 35$
 - $\sum(X_i) = 7.657,6$
 - $\sum(Y_i) = 595,3$
 - $\sum(X_i^2) = 1.675.792,4$
 - $\sum(y_i^2) = 10.178,11$
 - $\sum(x_i \cdot y_i) = 130.103,39$
- $S_{yy} = 10.178,11 - \frac{(595,3)^2}{35}$
- $S_{yy} = 52,8$**



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

● Cálculo de S_{xy} :
$$S_{xy} = \sum x_i \cdot y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}$$

▪ $S_{xy} = 130.103,39 - \frac{(7.657,6) \times (595,3)}{35}$

▪ Dados:

▪ $n = 35$

▪ $\sum(X_i) = 7.657,6$

▪ $\sum(Y_i) = 595,3$

▪ $\sum(X_i^2) = 1.675.792,4$

▪ $\sum(y_i^2) = 10.178,11$

▪ $\sum(x_i \cdot y_i) = 130.103,39$

$S_{xy} = -141,8$



DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO:

▪ Dados:

▪ $S_{xx} = 396,6$

▪ $S_{yy} = 52,8$

▪ $S_{xy} = -141,88$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

$$r = \frac{-141,8}{\sqrt{(396,6 \times 52,8)}}$$

$$r = -0,98$$

Conclusão: Existe uma forte correlação negativa (≈ -1) entre a tensão na rede elétrica e a variação no corte das gavetas.

DIAGRAMA DE DISPERSÃO: COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO: INTERPRETAÇÃO

○ Coeficiente de Correlação Linear



$$-1,0 \leq r \leq 1,0$$

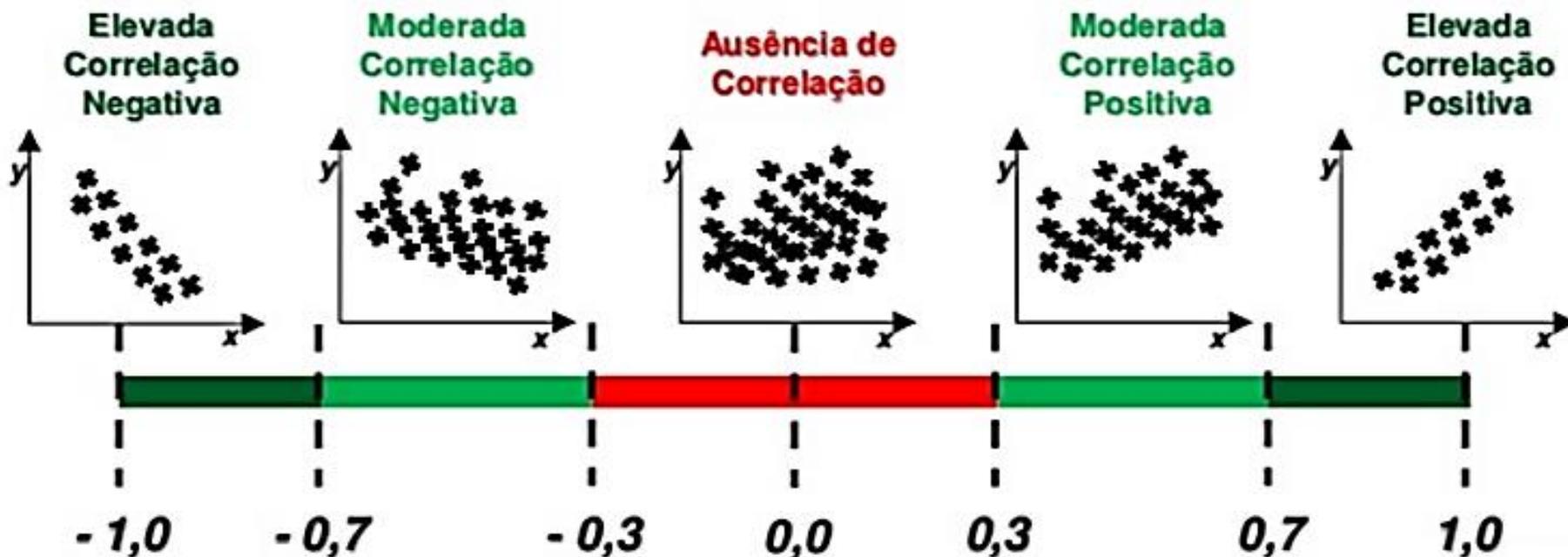


DIAGRAMA DE DISPERSÃO: EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

Diagrama de Dispersão: Tensão Elétrica da Rede X Variação no Corte

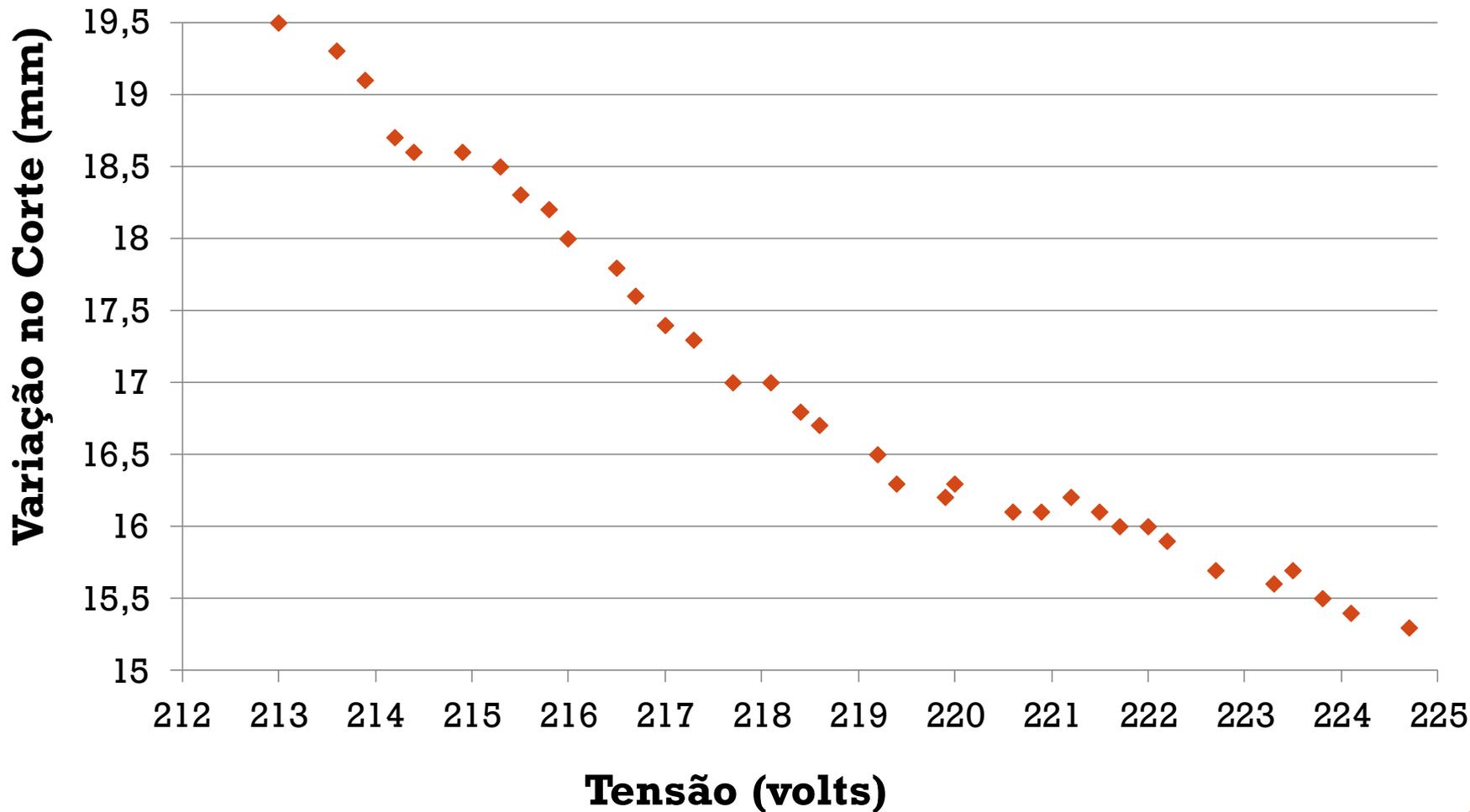
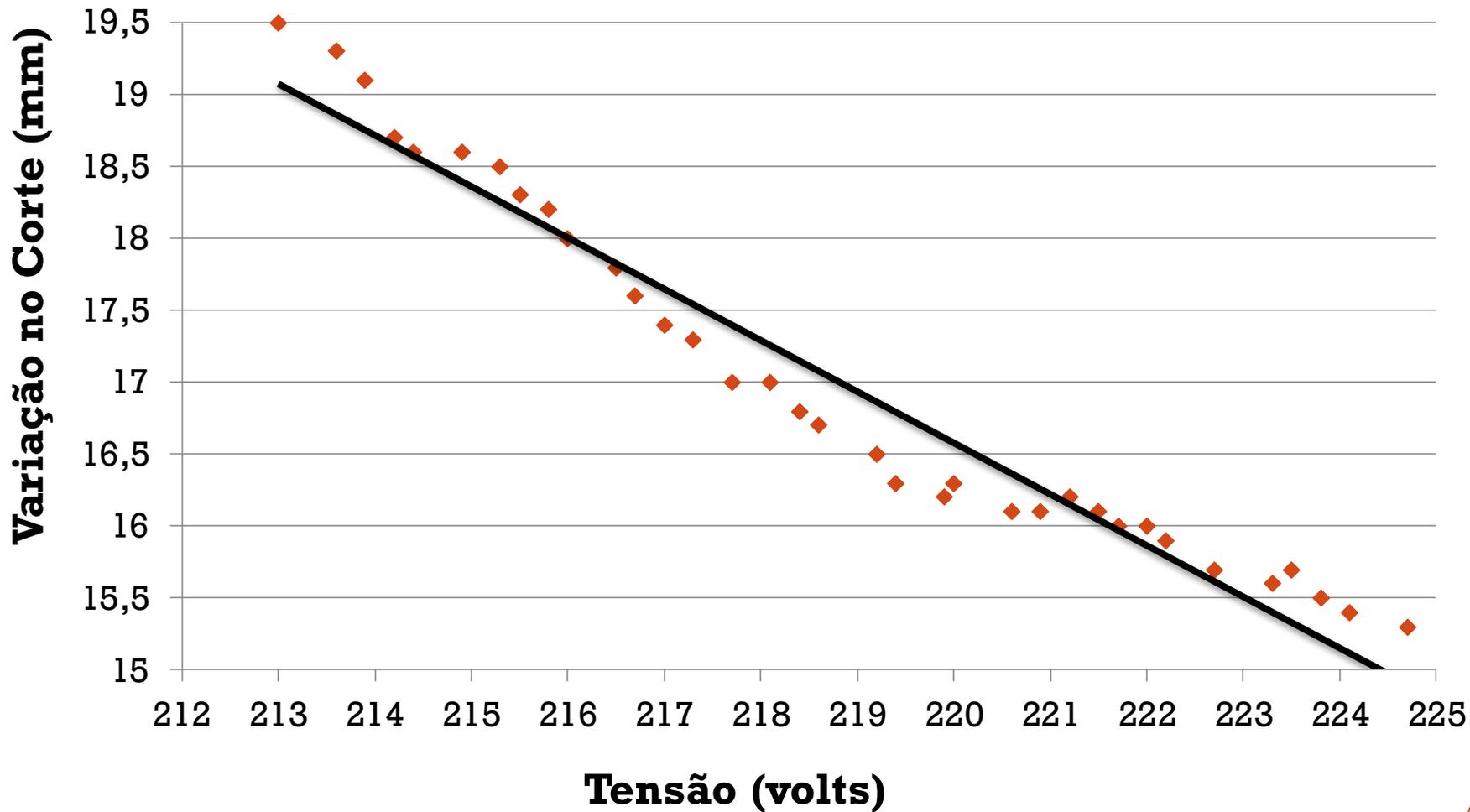
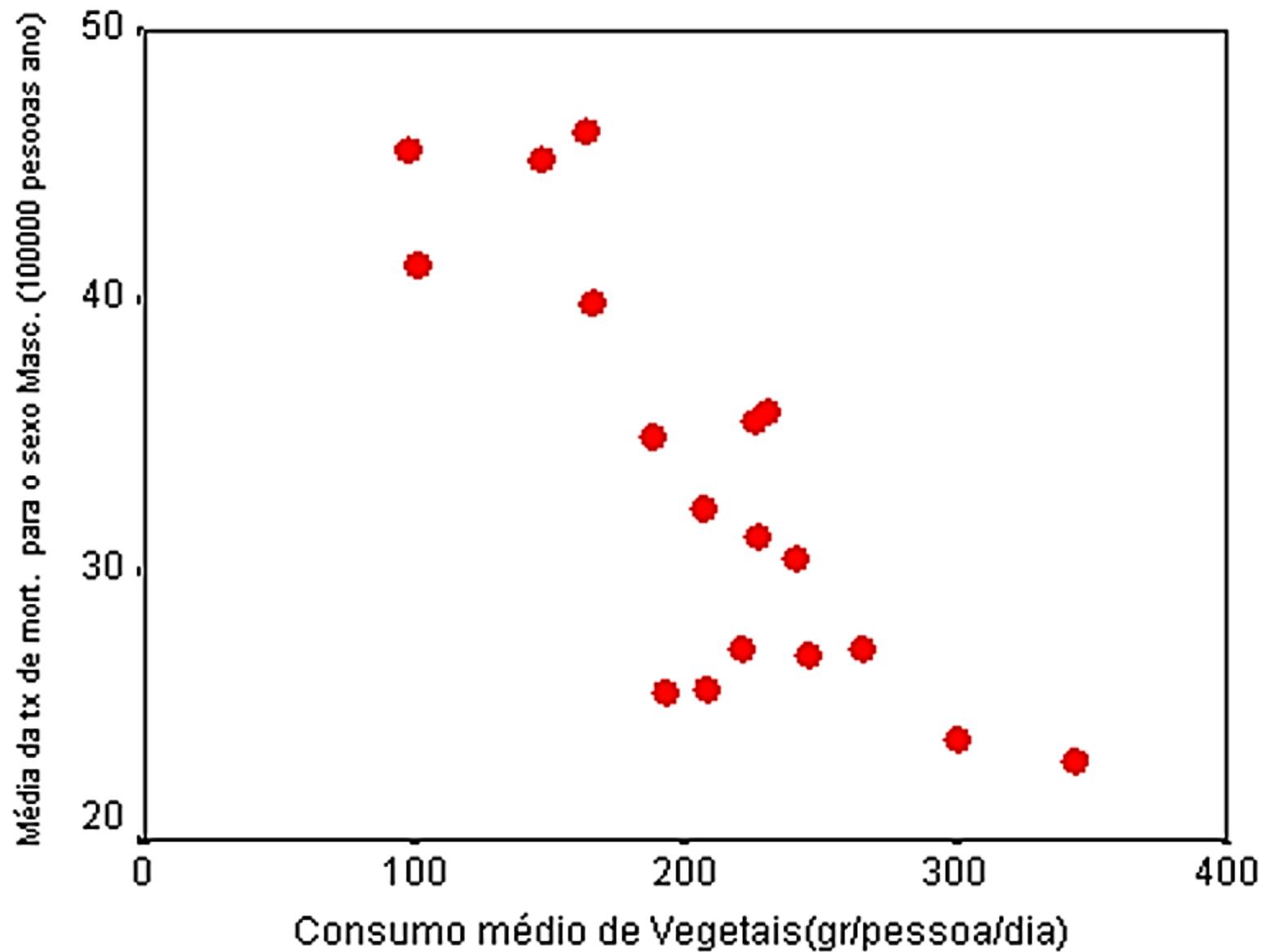


DIAGRAMA DE DISPERSÃO. EXEMPLO DE APLICAÇÃO:

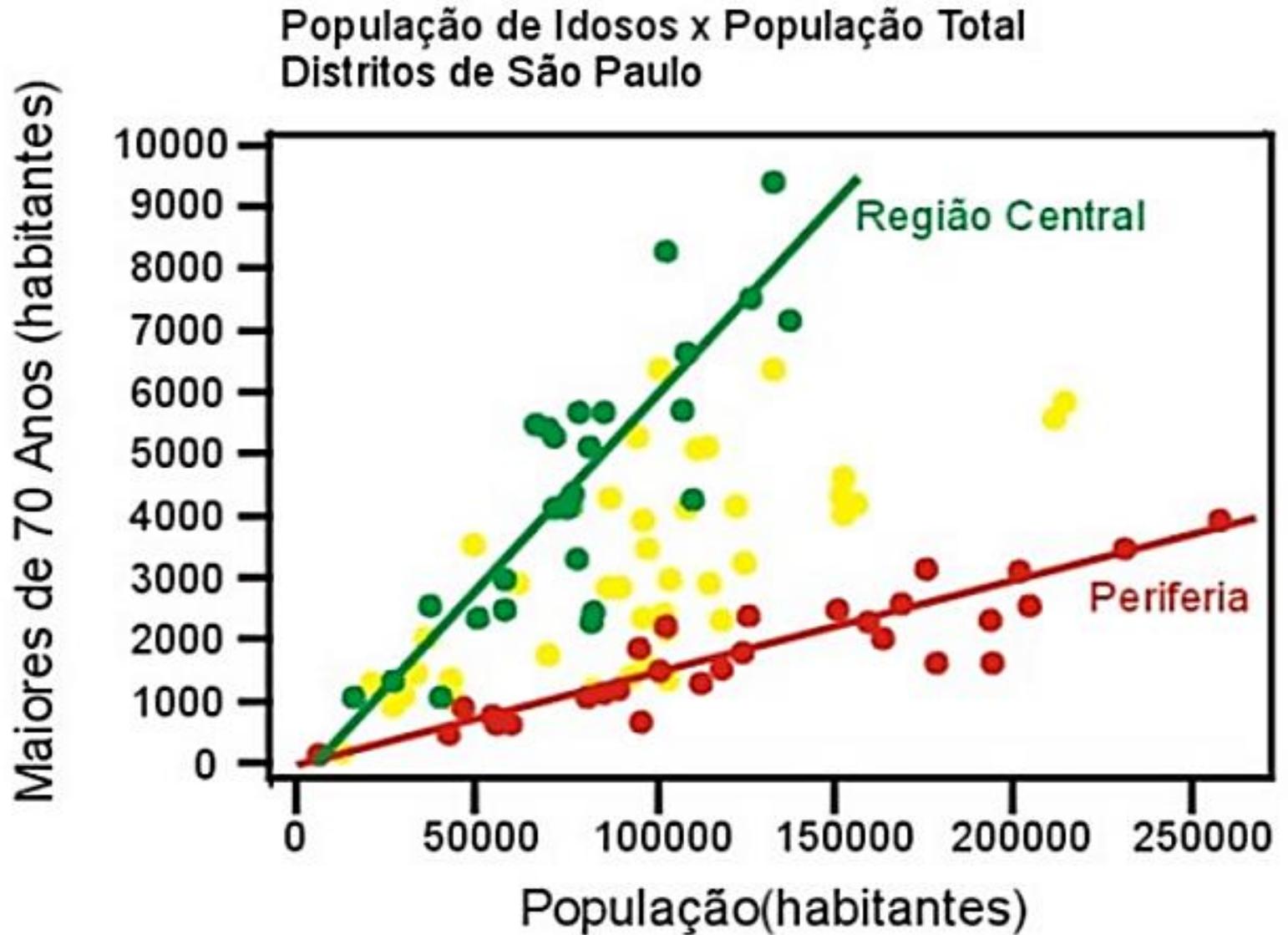
Diagrama de Dispersão: Tensão Elétrica da Rede X Variação no Corte



EXEMPLOS

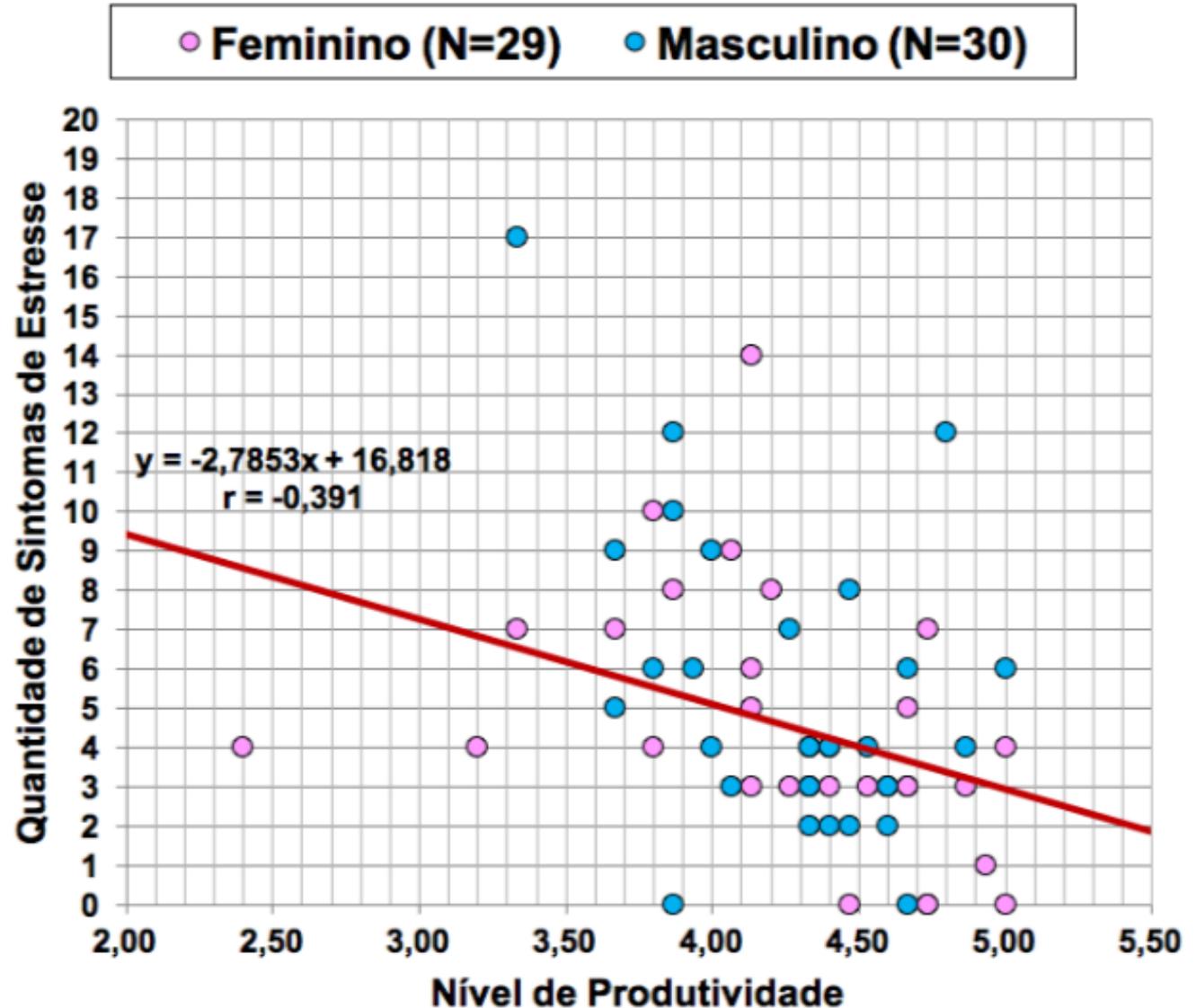


EXEMPLOS



EXEMPLOS

Diagrama de Dispersão Estresse x Produtividade



DÚVIDAS???



ATIVIDADE:

- No laboratório de uma empresa produtora de aços, foram feitos testes para estabelecer a relação entre o **teor de carbono nos aços (%)** e a **resistência à tração (N/mm²)** dos aços produzidos.
- Para cada amostra de aço, com um teor de carbono específico (x_i), foi tracionado um corpo-de-prova, sendo obtida a resistência (y_i), cujos valores estão apresentados na tabela ao lado:
- Em função dos pares ordenados de Teor de Carbono e Resistência a tração:
 - a) Construa o diagrama de dispersão;
 - b) Calcule e interprete o coeficiente de correlação linear (r).

Teor de C (%)	Resistência à tração (N/mm ²)
0,20	422
0,24	451
0,22	441
0,24	431
0,28	471
0,22	422
0,27	461
0,25	470
0,23	431
0,25	441
0,23	441
0,22	440

RESPOSTA:

- $n = 12$
- $\sum(\mathbf{X}_i) = 2,85$
- $\sum(\mathbf{Y}_i) = 5322$
- $\sum(\mathbf{X}_i^2) = 0,6825$
- $\sum(\mathbf{y}_i^2) = 2363396,0$
- $\sum(\mathbf{x}_i \cdot \mathbf{y}_i) = 1267,4$

▪ **Aplicando as fórmulas:**

• Cálculo de S_{xx} : $S_{xx} = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = 0,005625$

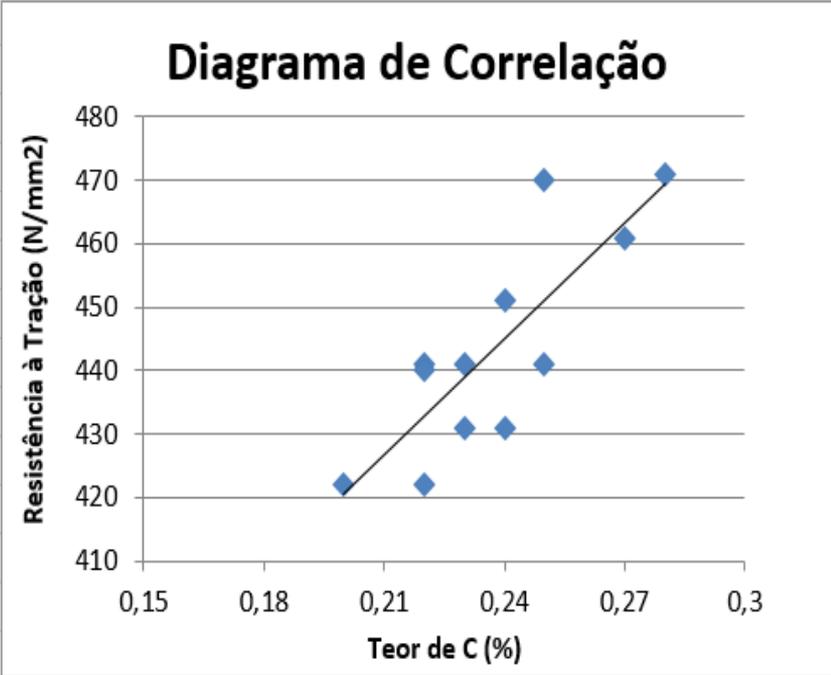
• Cálculo de S_{yy} : $S_{yy} = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} = 3089$

• Cálculo de S_{xy} : $S_{xy} = \sum x_i \cdot y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n} = 3,425$

▪ $r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}} \quad \mathbf{r = 0,82 \text{ (positiva forte)}}$



n	xi	yi	xi2	yi2	xii.yi
1	0,2	422	0,040	178084,000	84,400
2	0,24	451	0,058	203401,000	108,240
3	0,22	441	0,048	194481,000	97,020
4	0,24	431	0,058	185761,000	103,440
5	0,28	471	0,078	221841,000	131,880
6	0,22	422	0,048	178084,000	92,840
7	0,27	461	0,073	212521,000	124,470
8	0,25	470	0,063	220900,000	117,500
9	0,23	431	0,053	185761,000	99,130
10	0,25	441	0,063	194481,000	110,250
11	0,23	441	0,053	194481,000	101,430
12	0,22	440	0,048	193600,000	96,800
	2,85	5322	0,6825	2363396	1267,4



sxx:	0,005625	17,375625
syy:	3089	
sxy:	3,425	
r:	0,82165662	



n	xi	yi	xi2	yi2	xii.yi
12	2,85	5322	0,6825	2363396	1267,4

- Cálculo de S_{xx} :
$$S_{xx} = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$$

$$S_{xx} = \sum x^2 - (\sum x)^2/n$$

$$S_{xx} = 0,6825 - (2,85)^2/12$$

$$S_{xx} = 0,6825 - 8,1225/12$$

$$S_{xx} = 0,6825 - 0,676875$$

$$S_{xx} = 0,005625$$

- Cálculo de S_{yy} :
$$S_{yy} = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}$$

$$S_{yy} = \sum y^2 - (\sum y)^2/n$$

$$S_{yy} = 2363396 - (5322)^2/12$$

$$S_{yy} = 2363396 - 28323684/12$$

$$S_{yy} = 2363396 - 2360307$$

$$S_{yy} = 3089$$

- Cálculo de S_{xy} :
$$S_{xy} = \sum x_i \cdot y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}$$

$$S_{xy} = \sum xy - (\sum x) \cdot (\sum y)/n$$

$$S_{xy} = 1267,40 - (2,85 \cdot 5322)/12$$

$$S_{xy} = 1267,40 - 15167,7/12$$

$$S_{xy} = 1267,4 - 1263,975$$

$$S_{xy} = 3,425$$

$$S_{xx} = \sum x^2 - (\sum x)^2/n$$

$$S_{xx} = 0,6825 - (2,85)^2/12$$

$$S_{xx} = 0,6825 - 8,1225/12$$

$$S_{xx} = 0,6825 - 0,676875$$

$$S_{xx} = 0,005625$$

$$S_{yy} = \sum y^2 - (\sum y)^2/n$$

$$S_{yy} = 2363396 - (5322)^2/12$$

$$S_{yy} = 2363396 - 28323684/12$$

$$S_{yy} = 2363396 - 2360307$$

$$S_{yy} = 3089$$

$$S_{xy} = \sum xy - (\sum x) \cdot (\sum y)/n$$

$$S_{xy} = 1267,40 - (2,85 \cdot 5322)/12$$

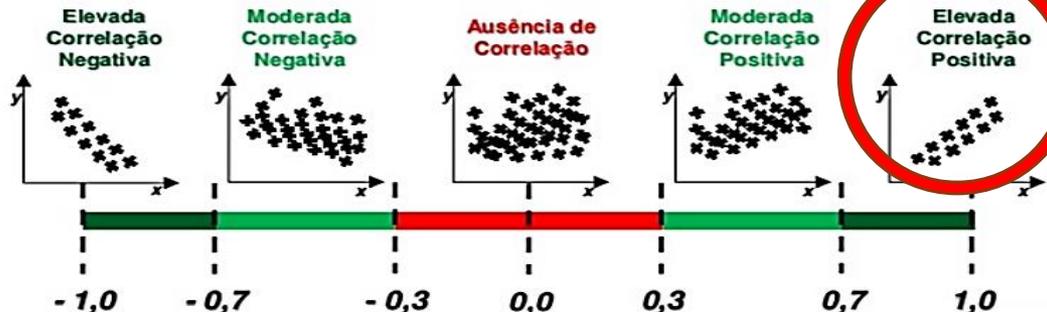
$$S_{xy} = 1267,40 - 15167,7/12$$

$$S_{xy} = 1267,4 - 1263,975$$

$$S_{xy} = 3,425$$

o Coeficiente de Correlação Linear

$$-1,0 \leq r \leq 1,0$$



$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

$$r = S_{xy} / \sqrt{(S_{xx} \cdot S_{yy})}$$

$$r = 3,425 / \sqrt{(0,005625 \cdot 3089)}$$

$$r = 3,425 / \sqrt{17,375625}$$

$$r = 3,425 / 4,168407969$$

$$r = 0,8216$$