CORRELAÇÃO LINEAR

Referência

Cap. 7 - Métodos Estatísticos para Geografia

Correlação linear

- Permite verificar se duas variáveis independentes estão associadas uma com a outra

- Questionamentos iniciais:

  "A temperatura de superfície dos oceanos tem alguma relação com a vazão de rios?"

  "Ou, a diminuição do preço de um produto tem relação com o aumento de sua oferta? Podem, em um primeiro momento, ser observada através da correlação linear?"

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO r

- Uma das formas utilizadas para se encontrar essas relações é o cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson, r

$$r \in [-1,0;\ +1,0]$$

r = 1,0 → correlação positiva perfeita

r = -1,0 → correlação negativa perfeita

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO r

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}}$$

observações

t_i	x_i	y_i
1	x_1	y_1
2	x_2	y_2
...	....	....
t_n	x_n	y_n

$\sum_{i=1}^{N}$ → Somatória

x_i y_i → VETORES ($x_1, x_2, ..., x_n$) e ($y_1, y_2, ..., y_n$) - duas variáveis observadas em cada observação, por exemplo, a cada passo de tempo i

$\bar{x}$ $\bar{y}$ → média da amostra x e de y

σ_x σ_y → desvio padrão das amostras x e y

DESVIO PADRÃO σ s dp

- É uma medida de dispersão e indica a dispersão média de um conjunto de dados em relação à média aritmética da amostra

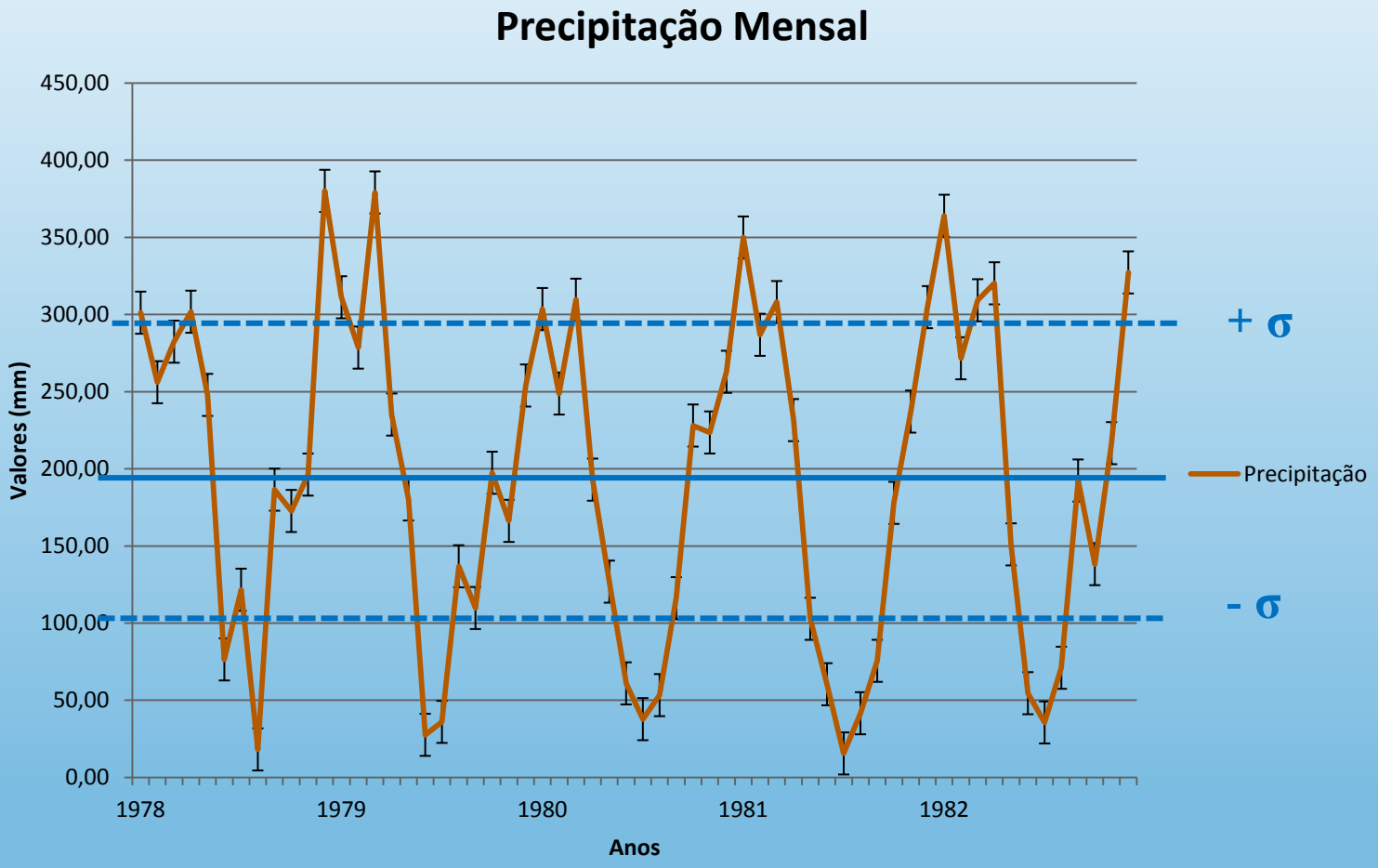
- Variância = var = S^2

variância = desvio padrão ao quadrado

DESVIO PADRÃO

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

Desvio Padrão - exemplo

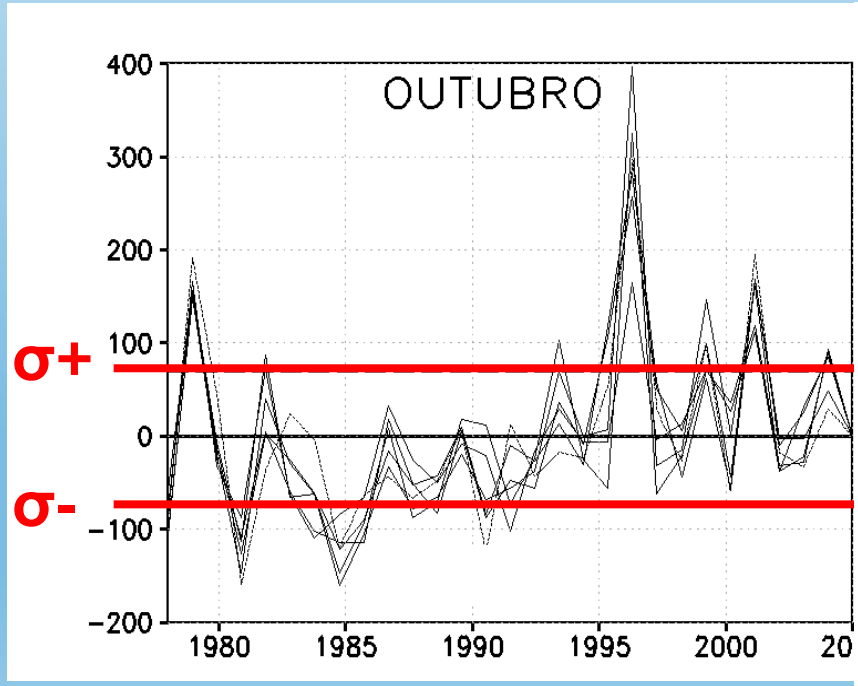


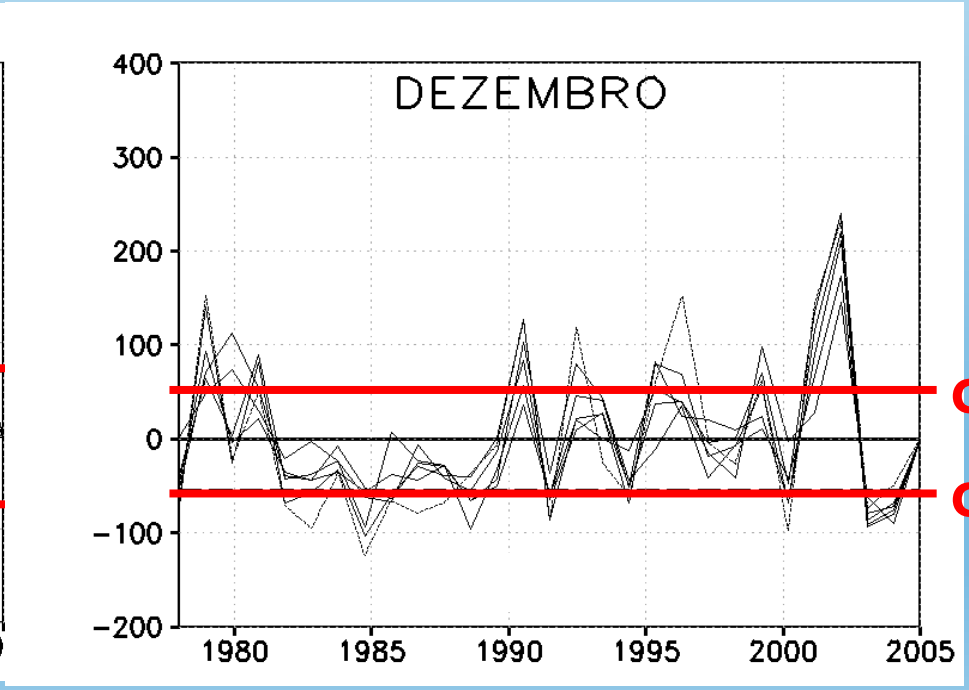
σ = 105,6634

pcp média= 194,36

σ^2= 11.164,77

ANOMALIA PRECIPITAÇÃO NO NOROESTE DO RS 1978-2005





VARIÂNCIA σ^2

A variância mostra o quão distantes os valores estão da média, podendo ser expressa por:

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

INTERPRETAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE DUAS VARIÁVEIS

- **Correlação positiva**

  Quando uma variável aumenta (diminui), a outra também aumenta (diminui)

  → relação diretamente proporcional

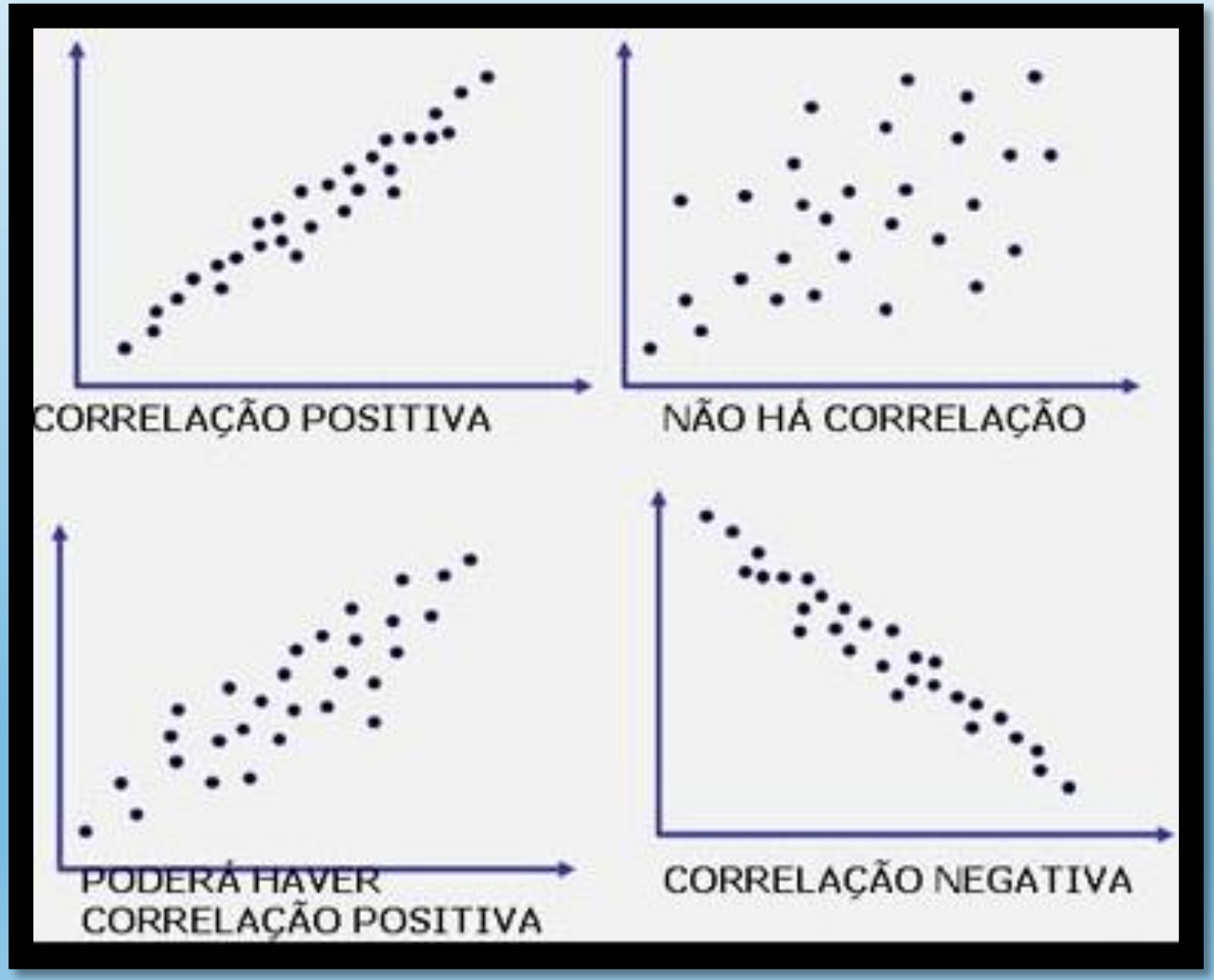
- **Correlação negativa**

  Quando uma variável aumenta (diminui), a outra diminui (aumenta)

  → relação inversamente proporcional

- **Sem correlação**

EXEMPLOS HIPOTÉTICOS DE CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS



Fonte: http://arquivos.unama.br/professores/iuvb/7semestre/GQ/aula08/verprint.htm

EXEMPLOS

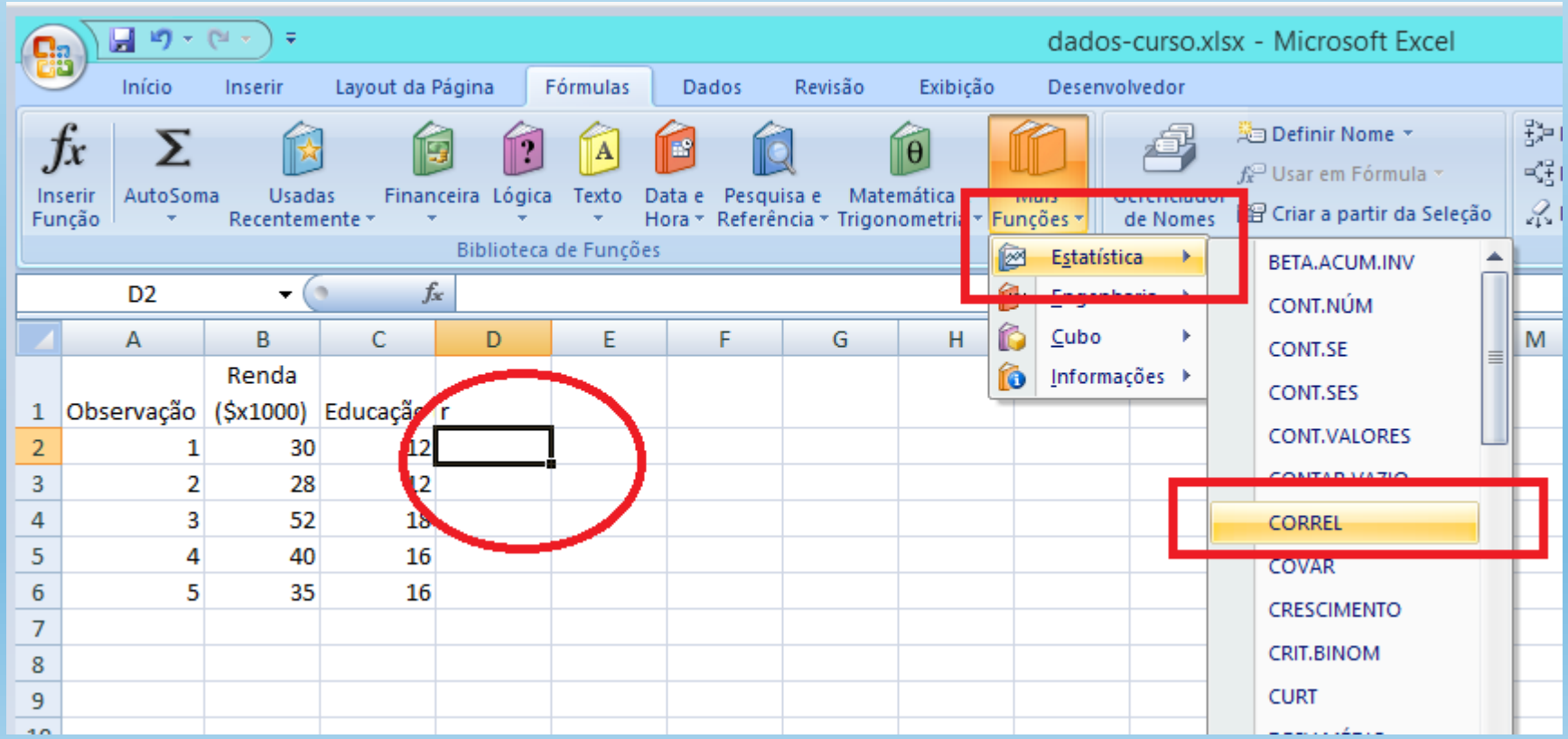
- Faremos alguns exercícios simples de correlação utilizando uma planilha eletrônica, como o Excel ou Calc do BrOffice

Os exemplos dados a seguir foram criados a partir do Excel

EXERCÍCIO 01: Cálculo da correlação, r, para a amostra de dados de renda e (NÍVEL??) Educação

1) Clique na célula D2
2) Na barra de ferramentas, selecione:

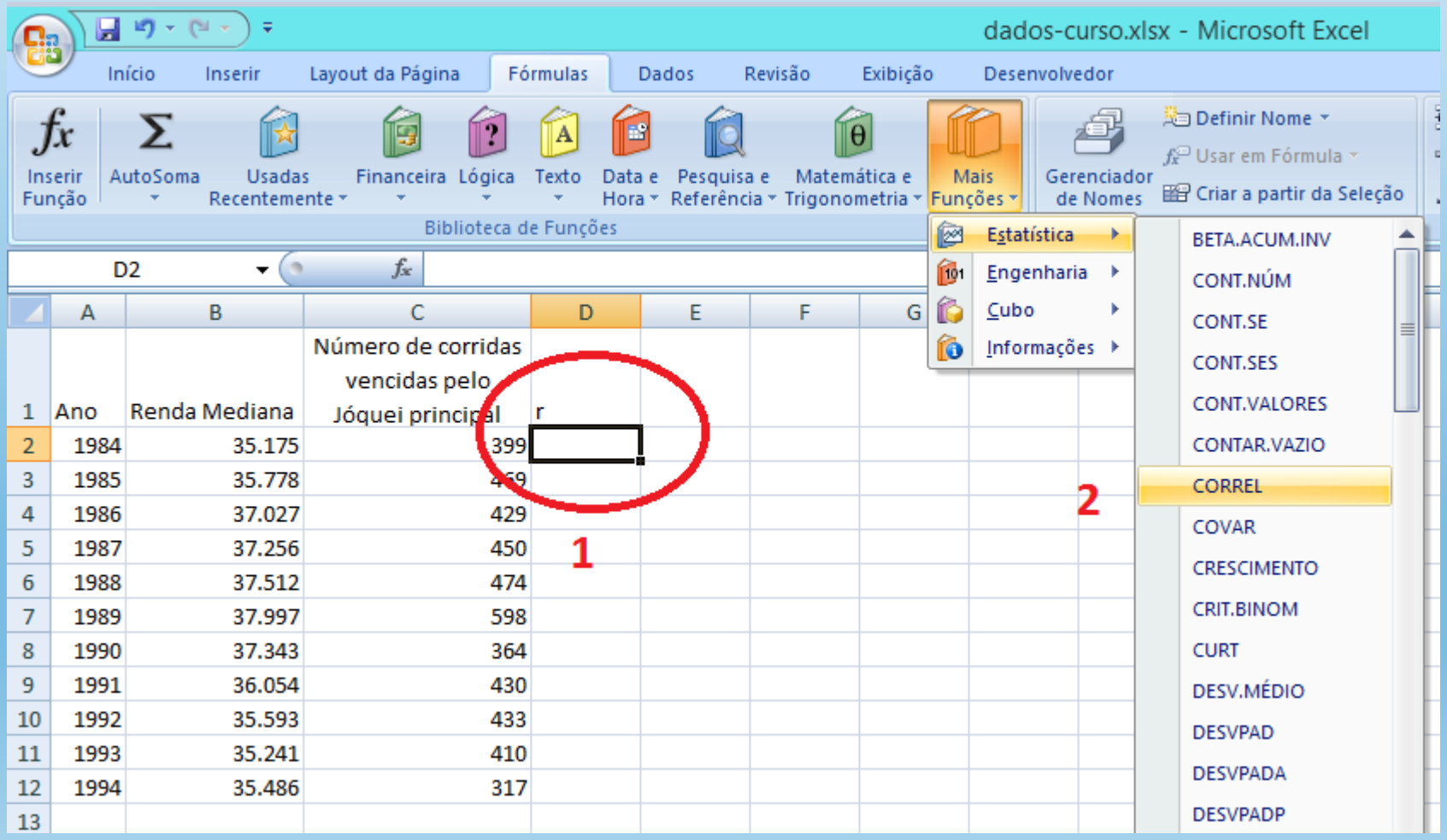
Fórmulas – Mais Funções - Estatística - **CORREL**



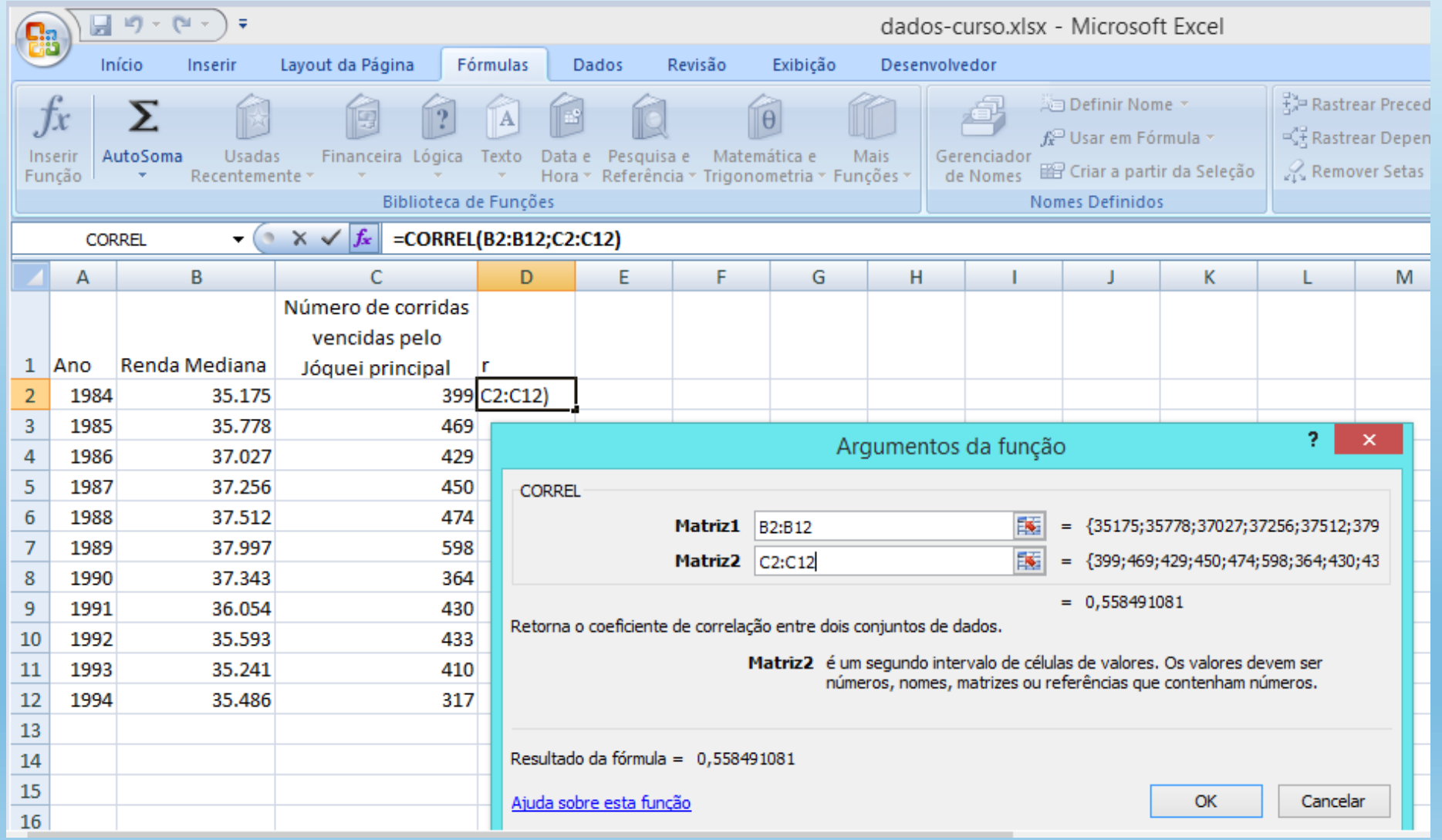
1) Clique na célula D2;

2)Na barra de ferramentas, selecione:

Fórmulas – Mais Funções - Estatística - **CORREL**

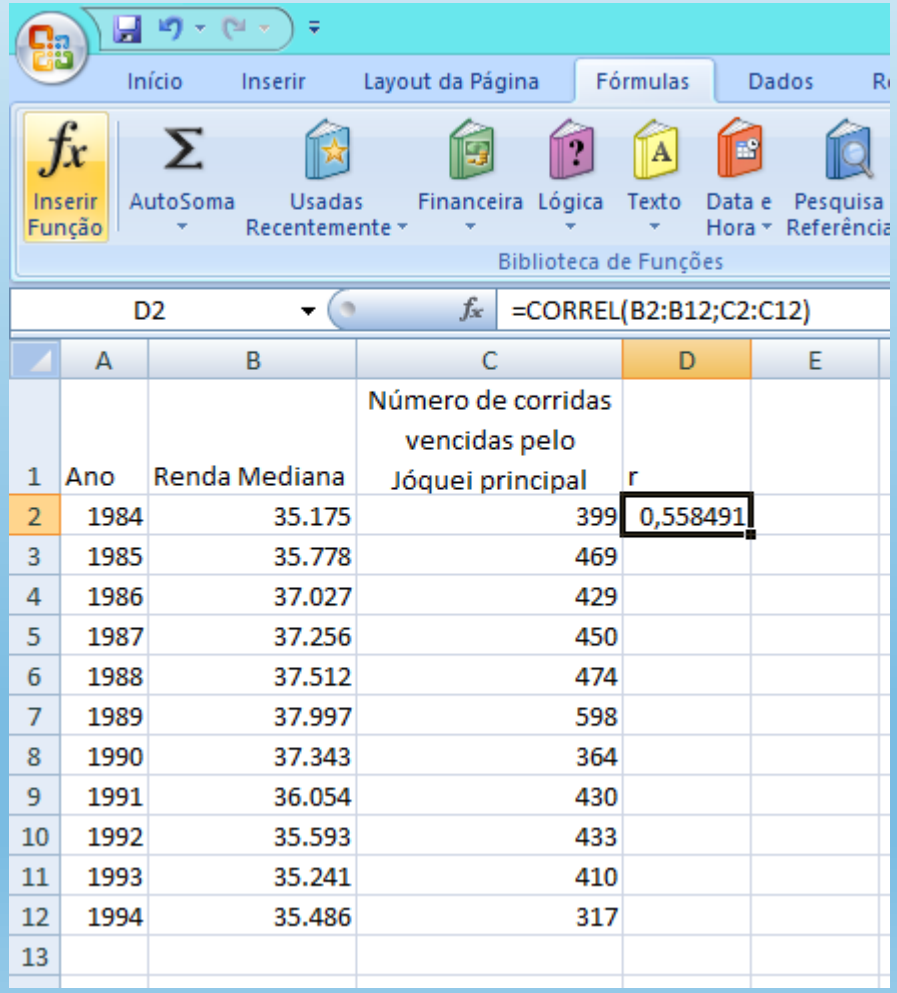


3) Na caixa que se abrirá, o campo Matriz1 deverá ser preenchido com os dados referentes à coluna com a renda mediana, ou seja, Coluna B2:B12;
4) O mesmo procedimento deverá ser realizado para a Matriz2, porém com os dados do número de corridas, Coluna C2:C12.



Aperte “OK” para finalizar

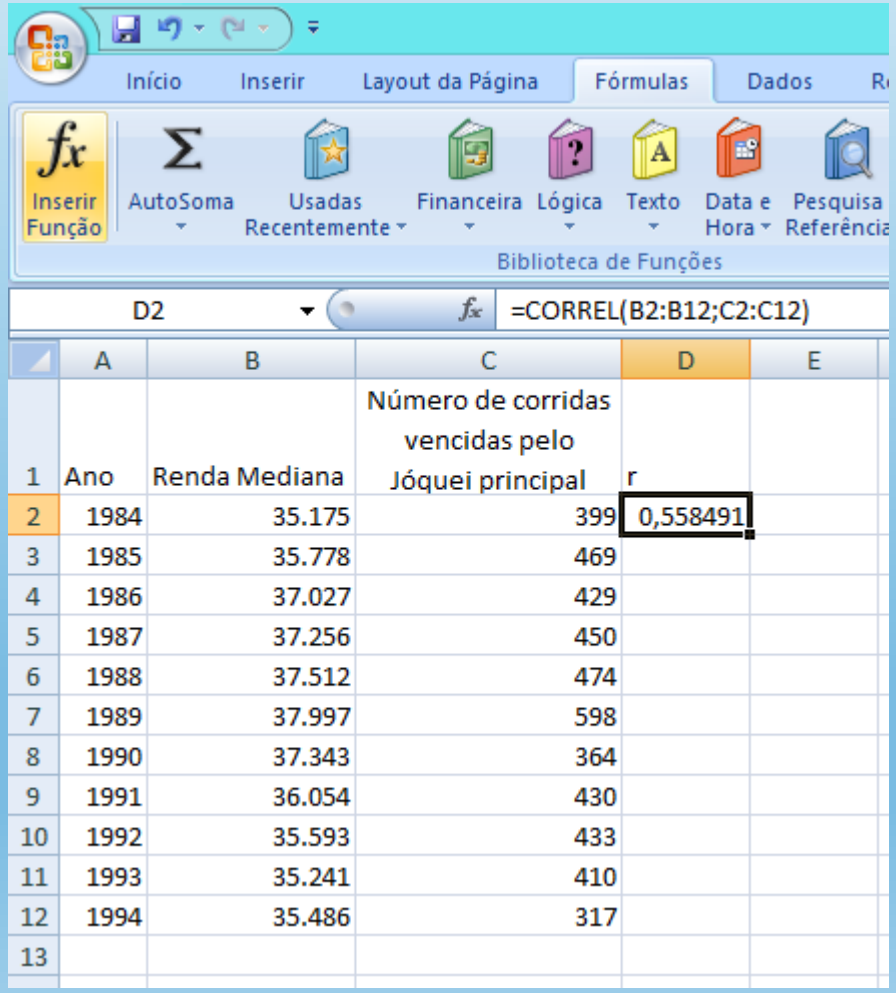
O resultado aparecerá na célula D2



	A	B	C	D	E
1	Ano	Renda Mediana	Número de corridas vencidas pelo Jóquei principal	r	
2	1984	35.175	399	0,558491	
3	1985	35.778	469		
4	1986	37.027	429		
5	1987	37.256	450		
6	1988	37.512	474		
7	1989	37.997	598		
8	1990	37.343	364		
9	1991	36.054	430		
10	1992	35.593	433		
11	1993	35.241	410		
12	1994	35.486	317		
13					

INTERPRETAÇÃO DO VALOR GERADO

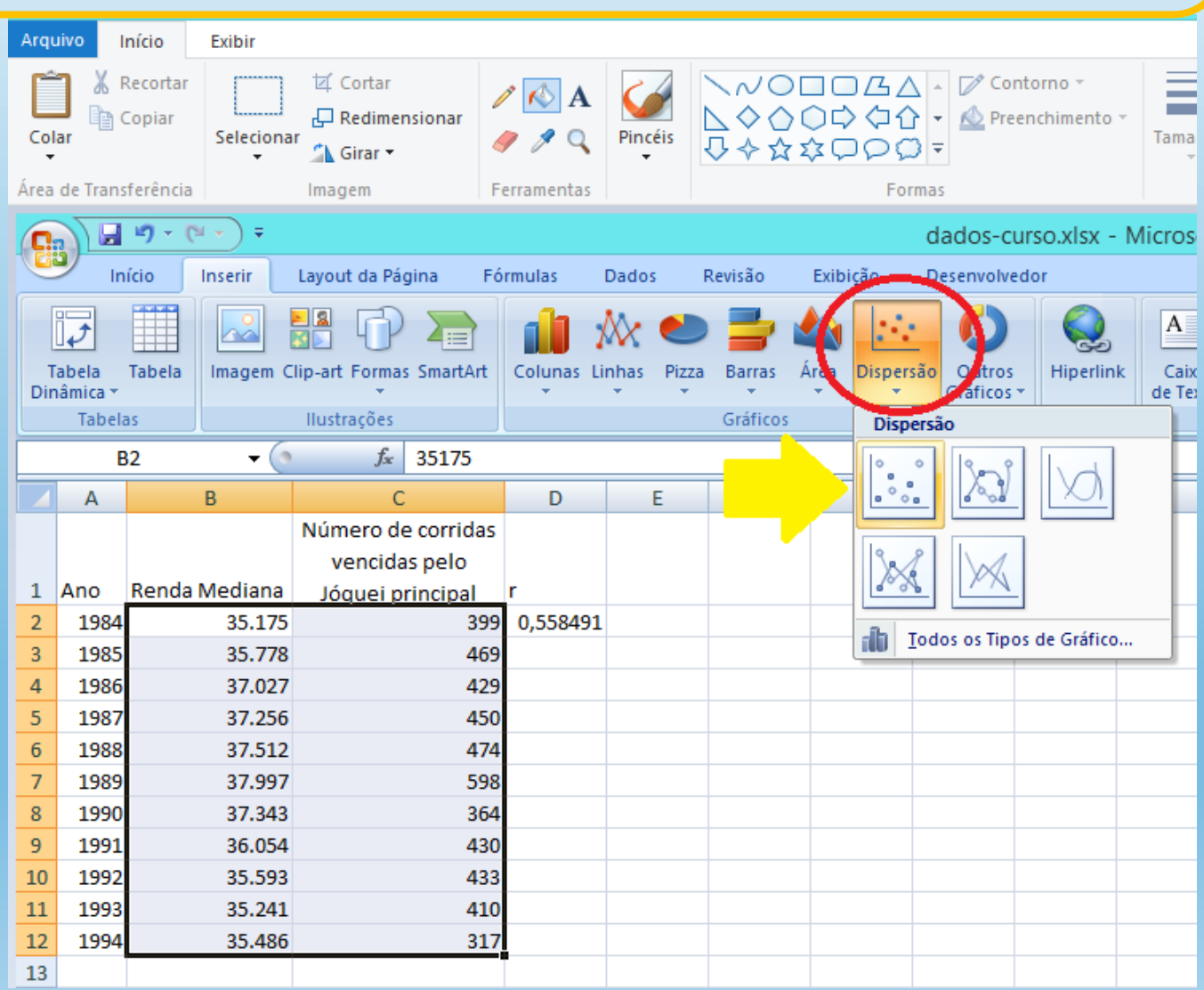
Para a série aleatória gerada nos exemplos, o valor de correlação retornado foi 0,558491



	A	B	C	D	E
1	Ano	Renda Mediana	Número de corridas vencidas pelo Jóquei principal	r	
2	1984	35.175	399	0,558491	
3	1985	35.778	469		
4	1986	37.027	429		
5	1987	37.256	450		
6	1988	37.512	474		
7	1989	37.997	598		
8	1990	37.343	364		
9	1991	36.054	430		
10	1992	35.593	433		
11	1993	35.241	410		
12	1994	35.486	317		
13					

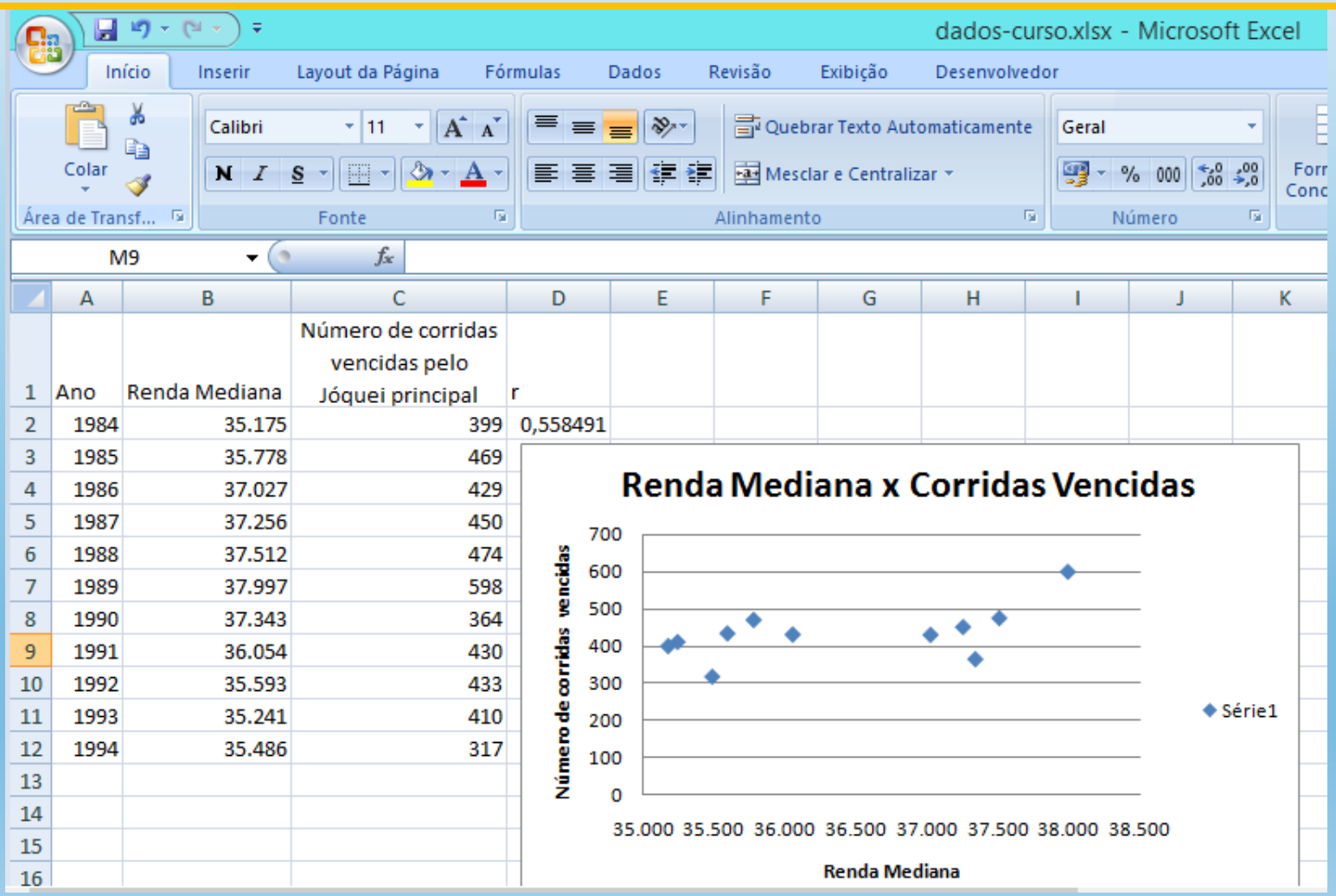
Se retornarmos à explicação anterior sobre o coeficiente de correlação, verificamos que as séries possuem alguma correlação linear positiva.

A correlação linear calculada para o exemplo anterior também pode ser expressa através de um gráfico de dispersão. Para gerá-lo, clique na Barra de ferramentas – Inserir – Dispersão (**EXEMPLO 02**)



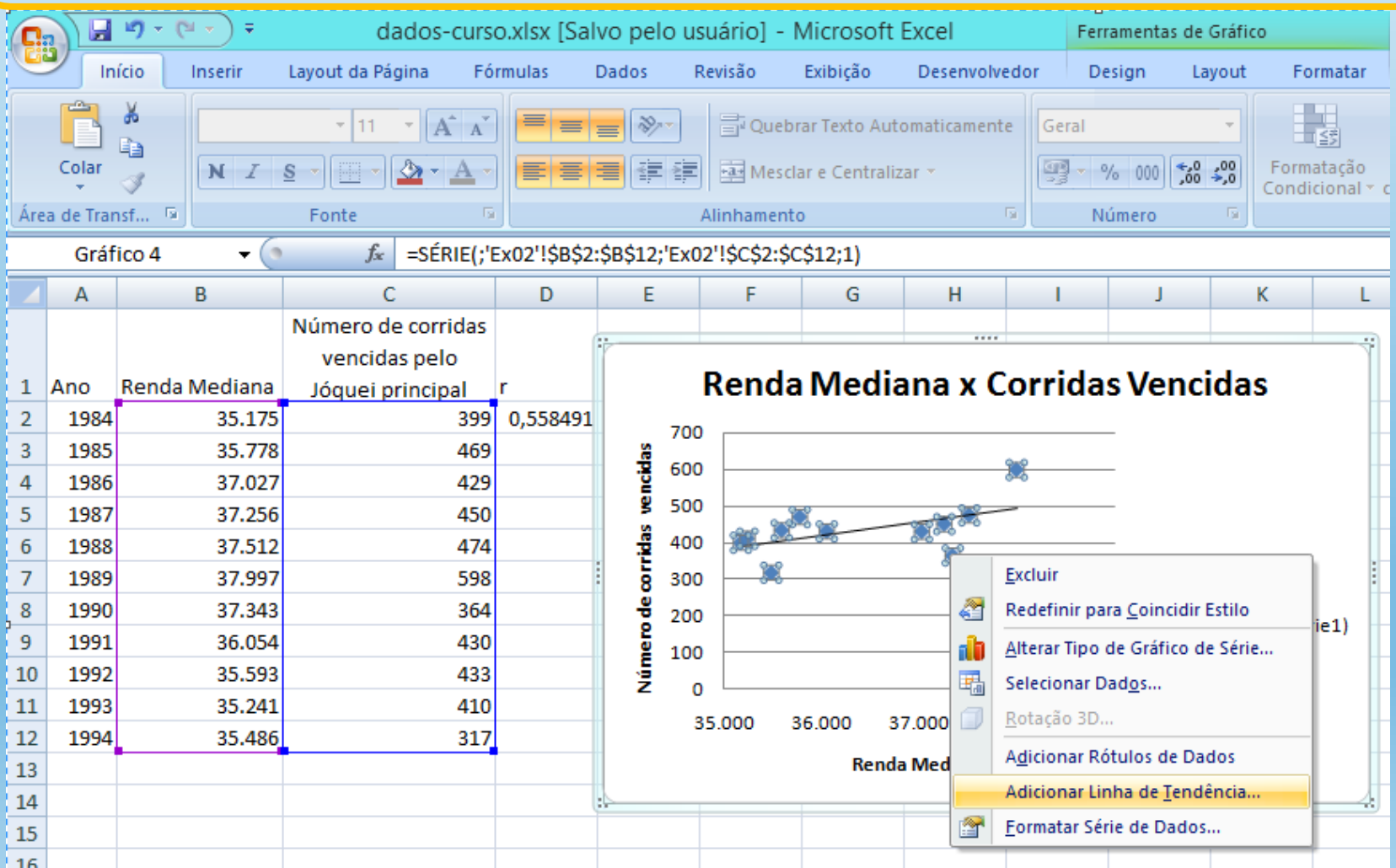
	A	B	C	D	E
1	Ano	Renda Mediana	Número de corridas vencidas pelo Jóquei principal	r	
2	1984	35.175	399	0,558491	
3	1985	35.778	469		
4	1986	37.027	429		
5	1987	37.256	450		
6	1988	37.512	474		
7	1989	37.997	598		
8	1990	37.343	364		
9	1991	36.054	430		
10	1992	35.593	433		
11	1993	35.241	410		
12	1994	35.486	317		
13					

O gráfico de dispersão é bastante útil para demonstrar a existência ou não de relações entre duas variáveis. Quanto mais alinhados estiverem os pontos à reta de tendência linear, maior deve ser a correlação linear entre as duas variáveis. No exemplo utilizado, as duas séries aleatórias mostram o seguinte padrão:



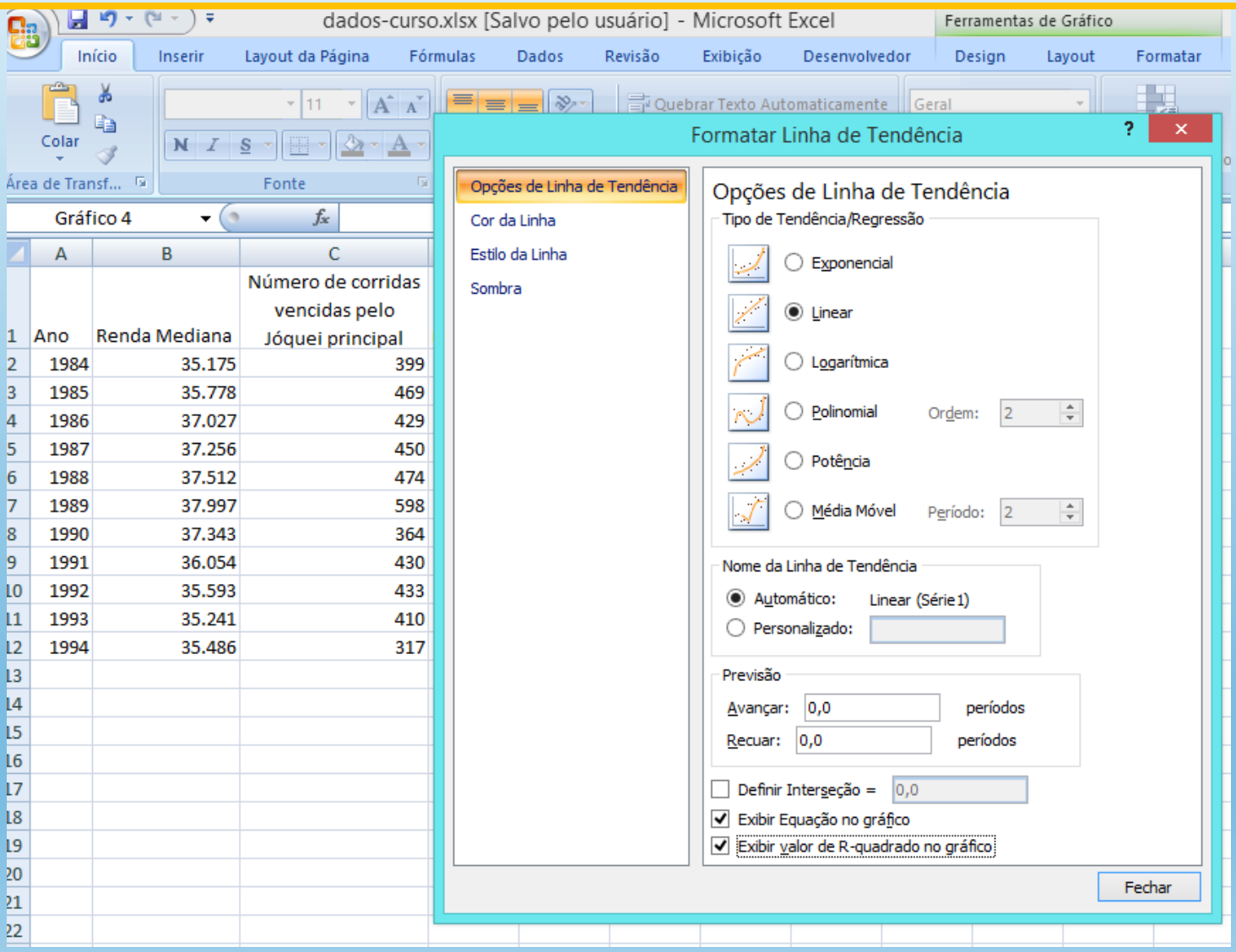
É possível, no mesmo gráfico de dispersão, inserir a reta de regressão de uma variável sobre a outra

1) Clique sobre um dos pontos azuis do gráfico
2) Com o botão direito selecione “Adicionar linha de tendência”



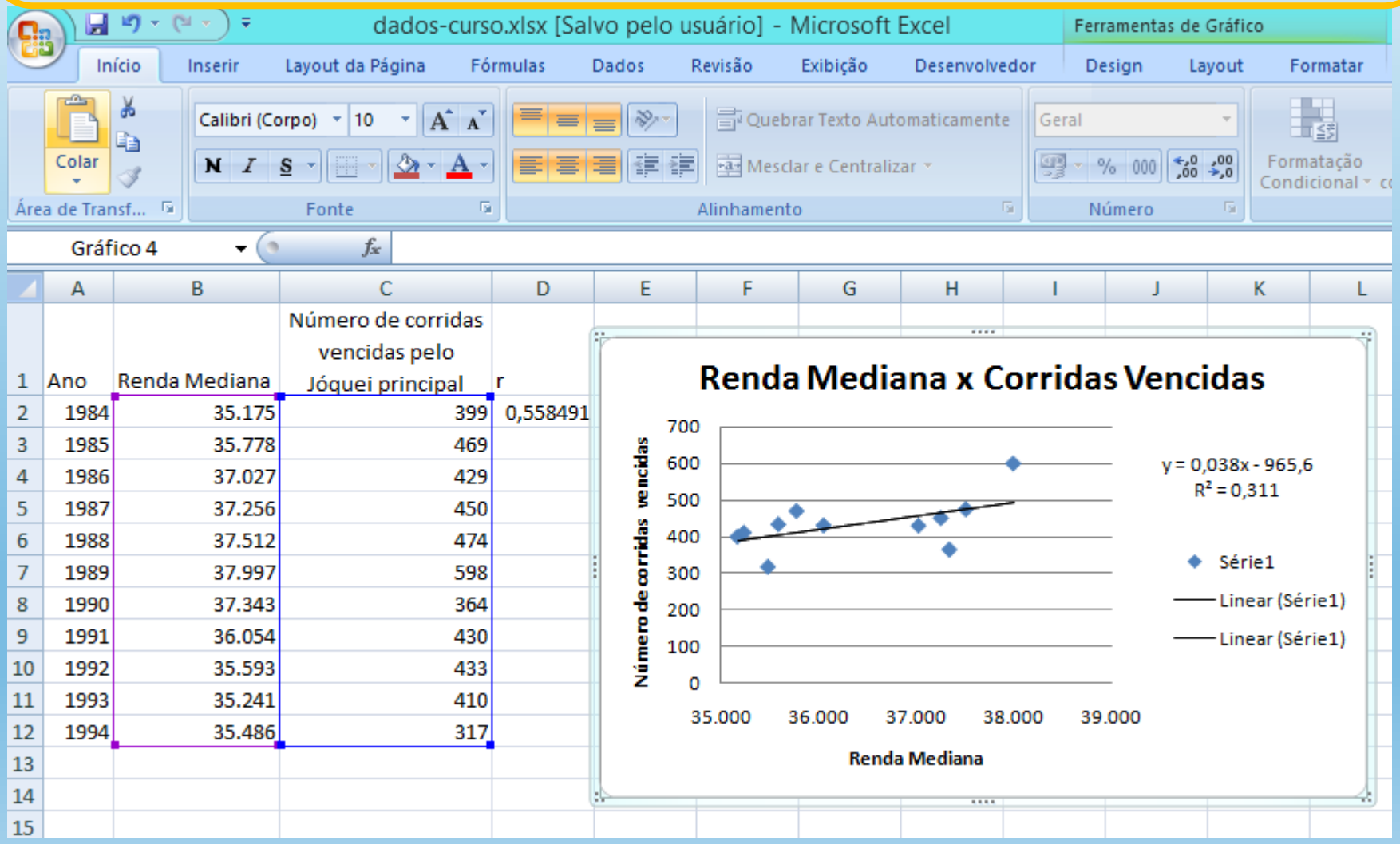
3) Escolher o tipo de ajuste, p. ex., a reta de tendência

4) É possível exibir a equação da reta linear e o valor de R^2



Ao terminar de selecionar as opções de formato, clique em fechar

Os resultados serão exibidos como o modelo abaixo



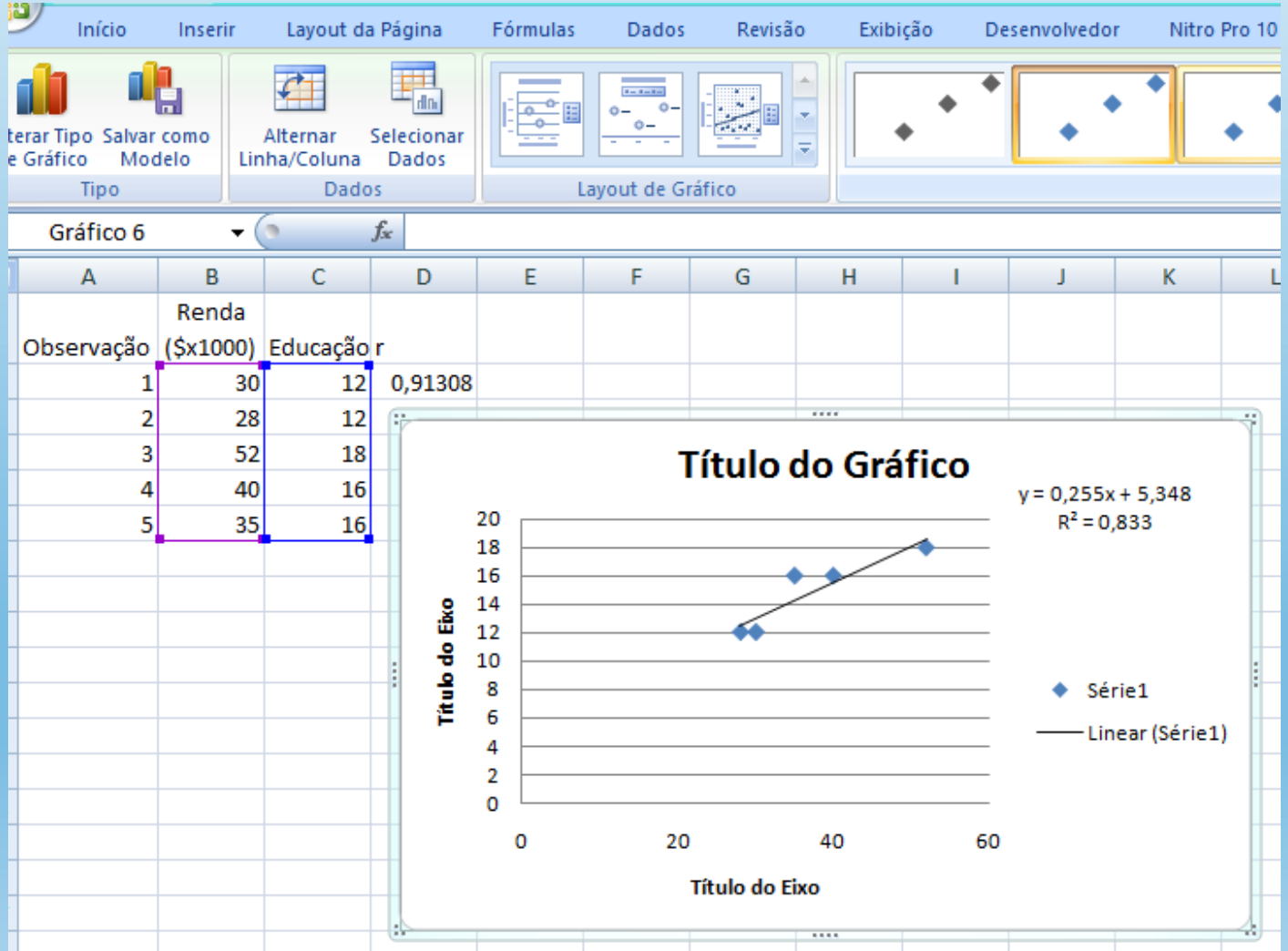
COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R^2

- Indica o grau do ajuste linear entre duas variáveis
- Indica o grau de dependência linear entre duas variáveis
- Se uma variável pode ser considerada como preditora em relação a outra

EXEMPLO 02: Seguir os mesmos passos do exercício anterior

1) Escolha o formato do Gráfico
2) Escreva o nome do gráfico
3) Coloque nome nos eixos X e Y

O Resultado final será o seguinte:



EXERCÍCIO (entregar)

Utilizem os dados da planilha Ex03 e calculem:

1) A correlação entre a série de precipitação e a de OLR

2) Gráfico de dispersão para as variáveis precipitação e OLR

3) Correlação linear entre a precipitação e a TSM

4) Gráfico de dispersão para as variáveis precipitação e TSM

5) Interprete dos gráficos obtidos

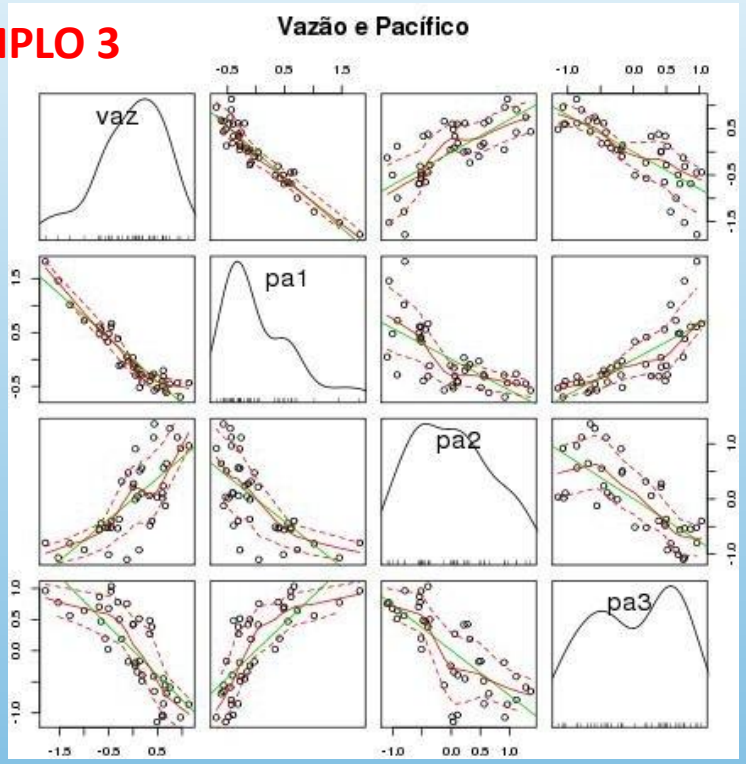
USO DE OUTROS SOFTWARES ESTATÍSTICOS

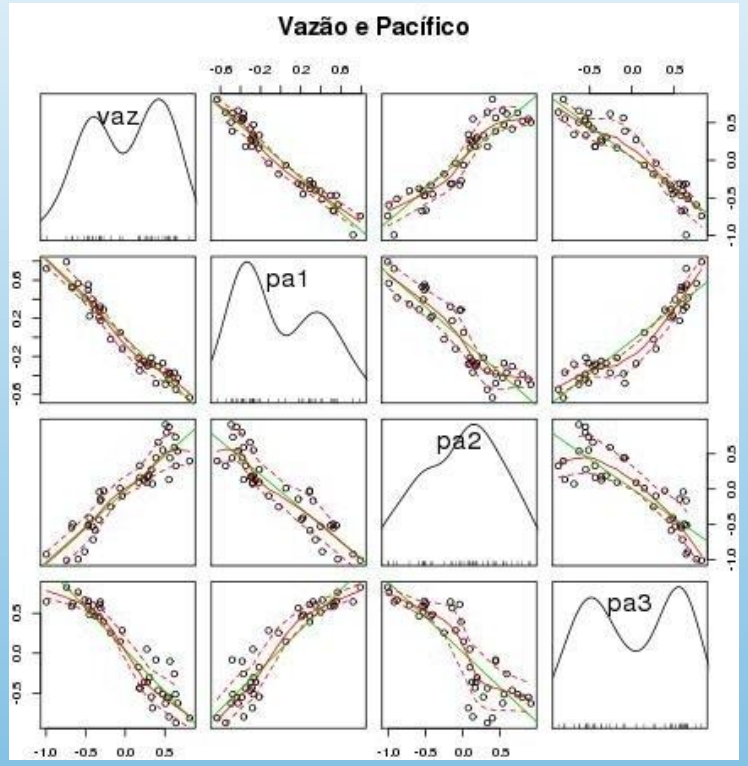
CORRELAÇÃO LINEAR

Outros softwares estatísticos, e gratuitos, tais como o R e o GrADS, são capazes de tratar séries temporais, mas também dados distribuídos espacialmente. Trazem uma série de recursos gráficos que facilitam a visualização e a geração de saídas mais elaboradas.

DIAGRAMAS DE DISPERSÃO NO R

EXEMPLO 3



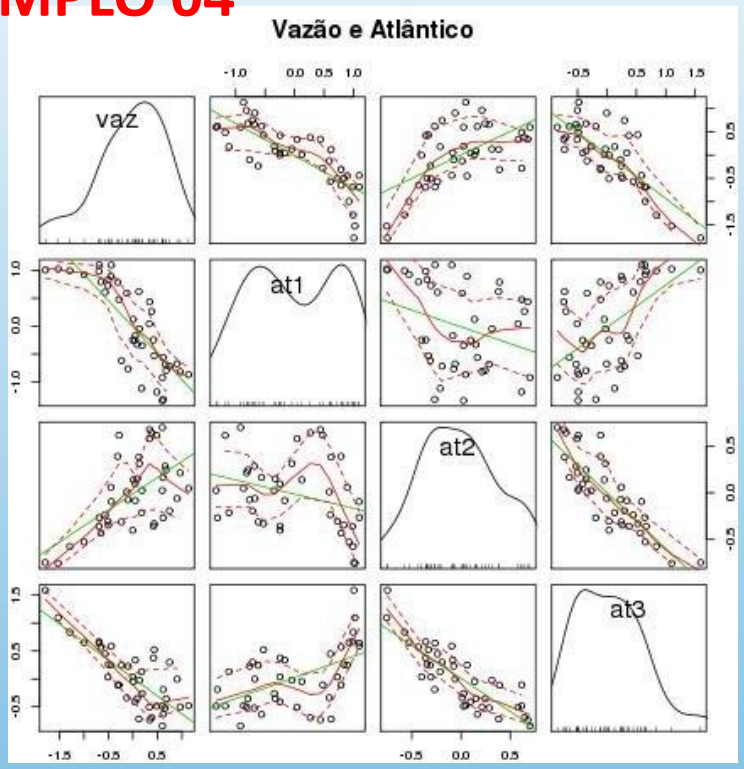


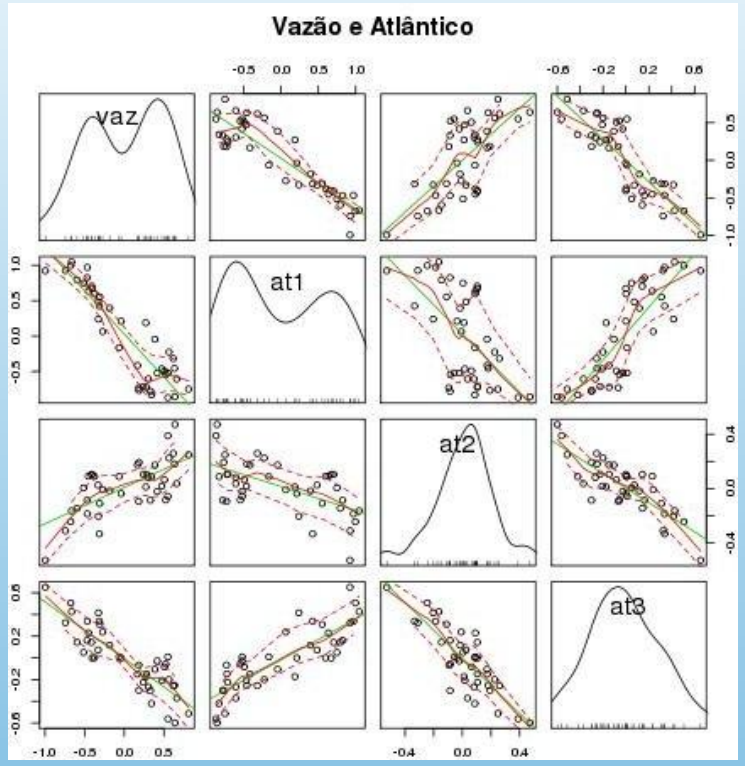
Diagramas de dispersão entre a vazão anual do rio Madeira e a TSM média nas áreas PA1, PA2 e PA3, suavizadas com média móvel (a) 6 e (b) 12 anos.
PA1 PA2 PA3 – áreas oceânicas no Pacífico

Fonte: SILVA, E.R.L.D.G. **Associação da variabilidade climática dos oceanos com a vazão de rios da Região Norte do Brasil**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia, 2013. 182p.

DIAGRAMAS DE DISPERSÃO NO R

EXEMPLO 04

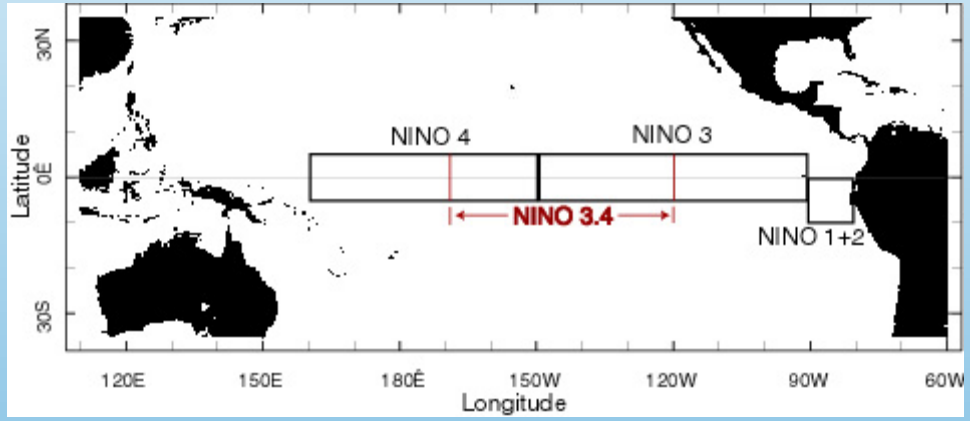


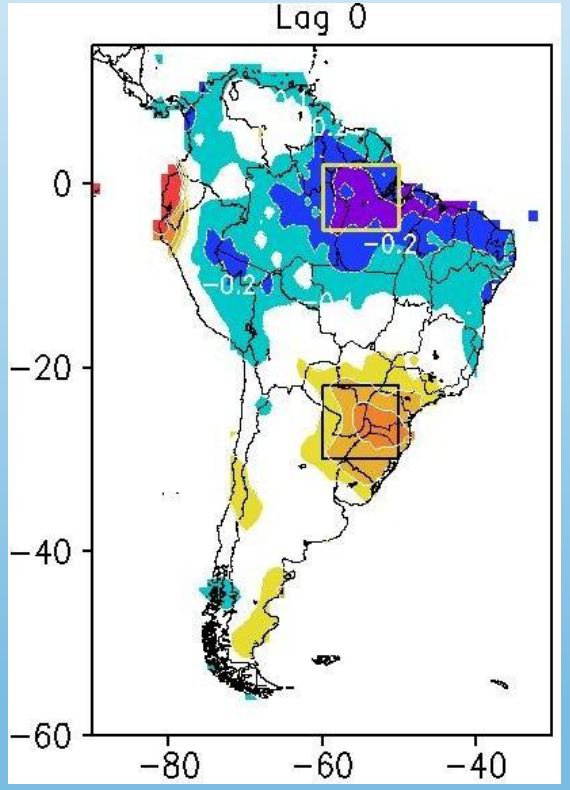


Diagramas de dispersão entre a vazão anual do rio Madeira e a TSM média nas áreas AT1, AT2 e AT3, suavizadas com média móvel (a) 6 e (b) 12 anos AT1 AT2 AT3 áreas oceânicas no Atlântico.

Fonte: SILVA, E.R.L.D.G. **Associação da variabilidade climática dos oceanos com a vazão de rios da Região Norte do Brasil**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia, 2013. 182p.

CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE A TSM DA REGIÃO DE NIÑO 1+2 E A PRECIPITAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL





Os valores de TSM das regiões de *Niño* foram correlacionados com os valores da precipitação na América do Sul

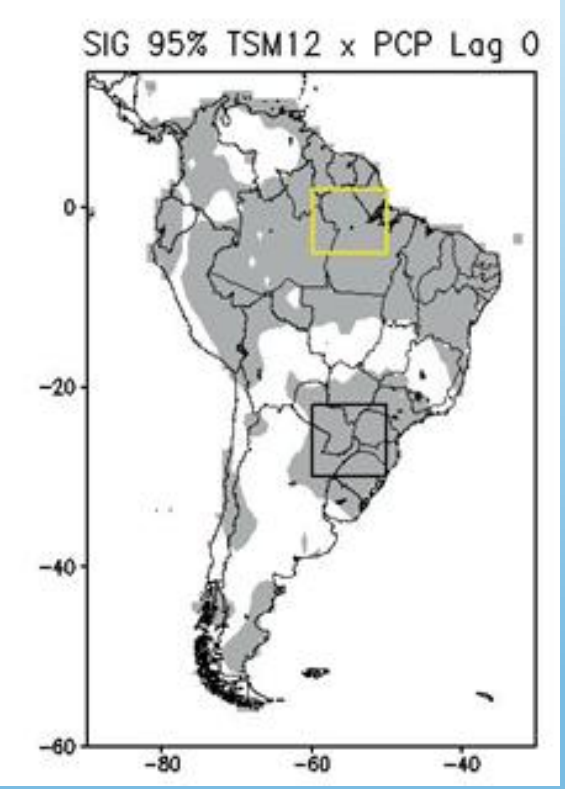
EXEMPLO 05

Fonte: SILVA. E.R.L.D. SILVA, M.E.S. Memória de eventos ENOS na precipitação da América do Sul. Revista do Departamento de Geografia. Publicação prevista para Dezembro/2015.

SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA

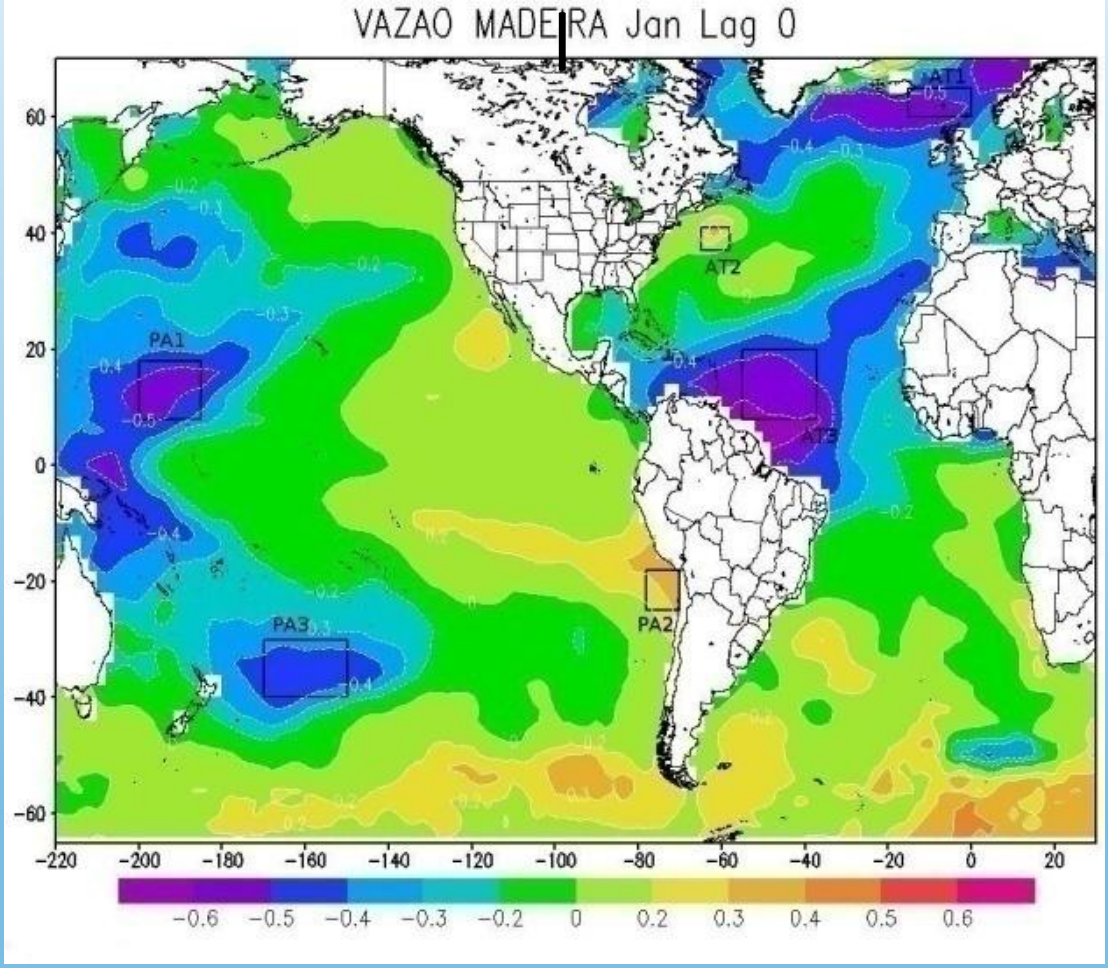
A significância estatística do cálculo do coeficiente de correlação foi avaliada com a aplicação do teste *t-Student*, cujo valor limite para se considerar o cálculo significativo é definido, segundo Costa Neto (1977), por:

$$t_{n-2} = r\frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$



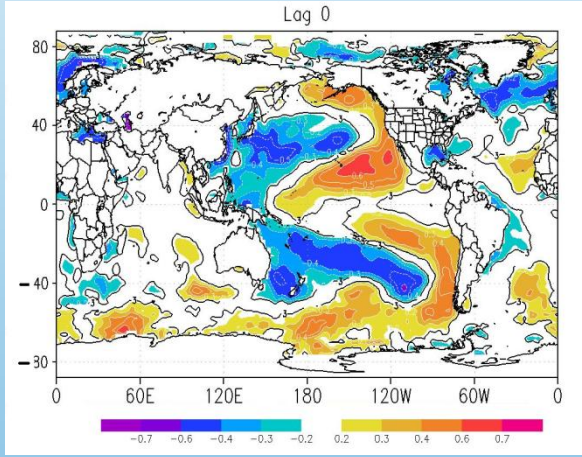
CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE A TSM GLOBAL E VAZÃO DO RIO MADEIRA

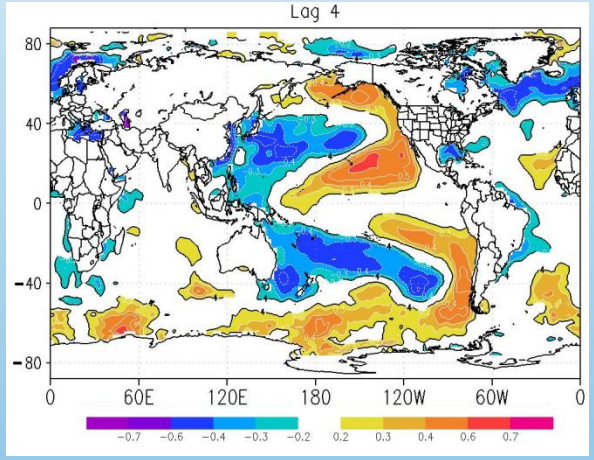
EXEMPLO 06

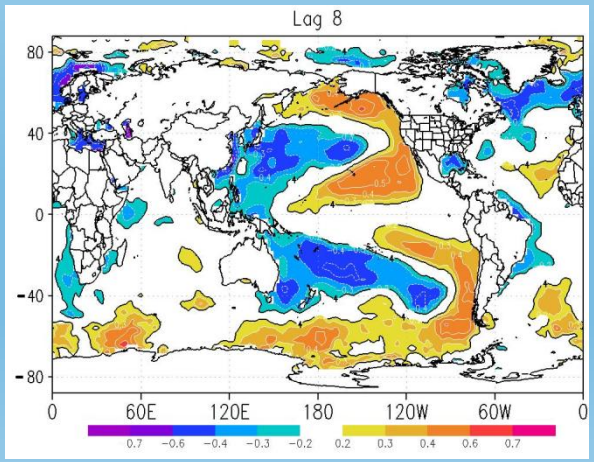


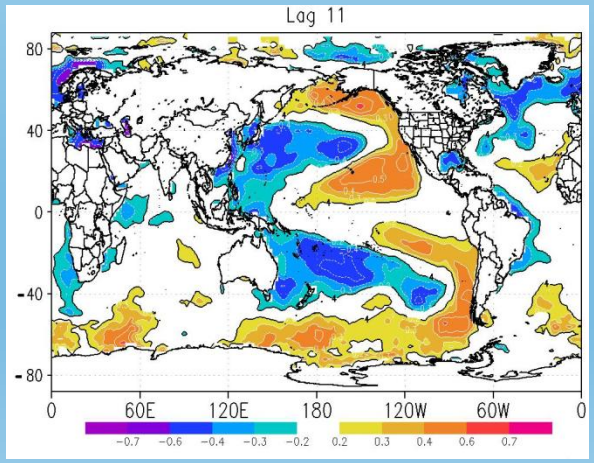
Fonte: SILVA, E.R.L.D.G. **Associação da variabilidade climática dos oceanos com a vazão de rios da Região Norte do Brasil**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia, 2013. 182p.

Lagged linear correlation between Pantanal discharge and SST monthly data for the period 1970-2003, for (a) lag=0, (b), lag=4 (c) lag=8 and (d) lag=11 months. The first month in SST time series is always January. The statistical significant areas at 99% (t-Student test) are given by the black lines. (Silva et al., 2015 TAAC)

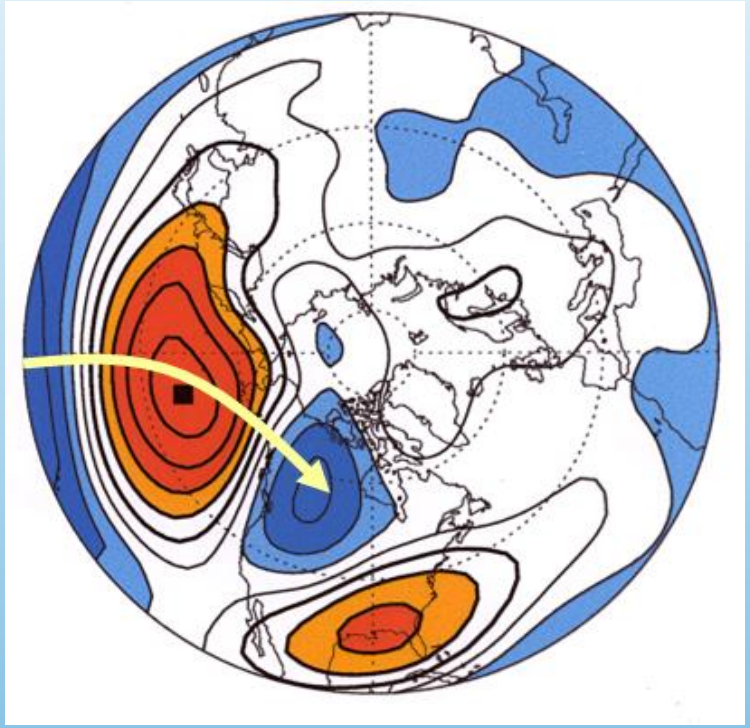








CORRELAÇÃO ESPACIAL



Spatial distribution of correlation of the 500 mb geopotential height anomaly time series (Seasonal JFM) at all points on the Northern hemisphere with the time series at a specified “base point” - North Pacific. Red colors positive correlation, blue colors negative correlation. Yellow arrow indicate meridional orientation of spatial structure existing in the correlation pattern. Picture courtesy of Prashant Sardeshmukh, CDC/OAR