PPGOM
Programa de Pós-graduação em Organizações e Mercados

UFPEL

Econometria com Dados em Painel: Fundamentos e Aplicações

Adriano Vargas Saldanha
Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados - UFPel

Pelotas/RS, novembro de 2025

Índice

Regressão Linear

→ Regressão Linear Simples

- **Segundo Woodridge, a regressão linear é um método estatístico usado para descrever e quantificar a relação média entre uma variável dependente (Y) e uma ou mais variáveis explicativas (X_1, X_2, ..., X_k);**
- **Desse modo, o modelo de regressão linear pode ser usado para explicar ou prever o valor médio da variável dependente como uma função linear de um conjunto de variáveis explicativas.**

Regressão Linear

→ Regressão Linear Simples

- **De forma prática, podemos dizer que a regressão nos ajuda a explicar de forma quantificada as seguintes perguntas:**
  - → **O quanto uma elevação da renda do consumidor vai impactar no seu consumo?**
  - → **O quanto um aumento em R$1,00 no preço do arroz vai afetar na demanda pelo produto?**
- **Basicamente, a regressão linear se trata de medir de maneira linear os impactos de uma variável sobre outra variável.**

Regressão Linear

→ Regressão Linear Simples

- **De forma prática, podemos dizer que a regressão nos ajuda a explicar de forma quantificada as seguintes perguntas:**
  - → **O quanto uma elevação da renda do consumidor vai impactar no seu consumo?**
  - → **O quanto um aumento em R$1,00 no preço do arroz vai afetar na demanda pelo produto?**
- **Basicamente, a regressão linear se trata de <u>medir de maneira linear os impactos de uma variável sobre outra variável</u>.**

Regressão Linear

→ Regressão Linear Simples

- **Como já mencionado, a regressão mostra o impacto da variação de uma variável em outra variável. Sendo assim, nos dois gráficos a seguir temos o seguinte:**
- **O primeiro gráfico mostra os pontos, ao modo que esses pontos foram observações provenientes da amostra coletada;**

Gráfico de Dispersão (somente as observações)

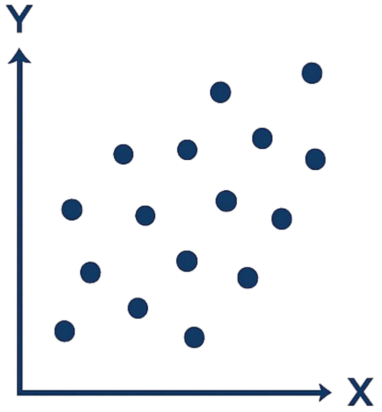
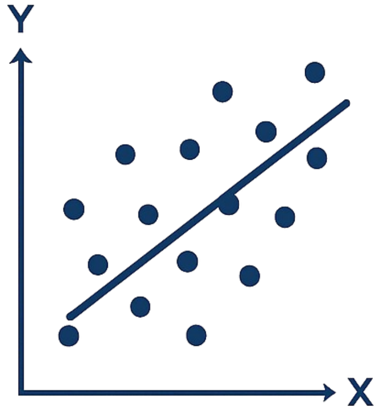


Gráfico de Dispersão (com a reta de regressão)



Regressão Linear

→ Regressão Linear Simples

- Já o segundo, mostra tanto os pontos como uma reta. Essa reta ajustada não é nada mais que uma regressão, relacionando o valor médio de Y para cada X;
- Nesse sentido, a regressão vai traçar uma relação estimada de uma variável dependente em função de uma variável explicativa.
- Cada ponto da reta de regressão abriga um valor médio de Y para cada X existente.

Gráfico de Dispersão (somente as observações)

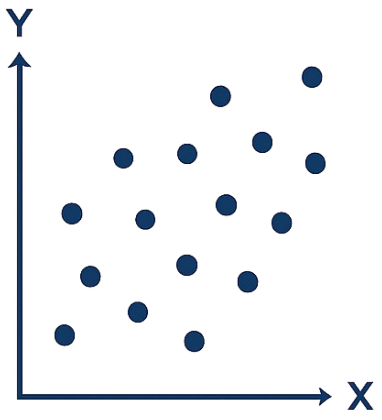
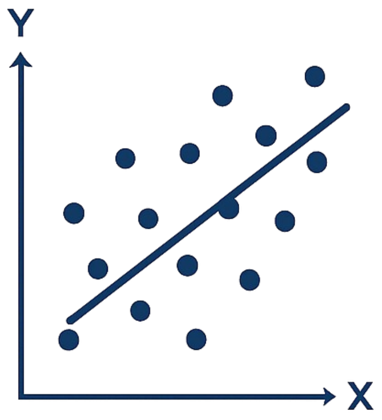


Gráfico de Dispersão (com a reta de regressão)



Regressão Linear

→ Principais hipótese do modelo:

- **Linearidade nos parâmetros;**

$$Y = \beta_0 + \beta_1 + \varepsilon$$

- **Exogeneidade estrita;**

$$E(\varepsilon_t/X_t) = E(\varepsilon_t/X_1, \ldots, X_n) = 0 \ \forall \ i=1, \ldots, n$$

- **Não-Multicolinearidade (Posto da matriz X completo);**
- **Variância esférica do erro;**
  - → **Homocedasticidade:**

$$E(\varepsilon_i^2/X) = \sigma^2 > 0$$

  - → **Não correlação espacial:**

$$E(\varepsilon_i\varepsilon_j/X) = 0 \text{ para } i \neq j$$

- **Erro normalmente distribuído:**

$$\varepsilon|X \sim N(0, \sigma^2 I_n)$$

Regressão Linear

→ Regressão Linear Simples

- **A regressão linear simples na Econometria é apresentada dessa forma:**

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t$$

- → **Y – é a variável dependente, sendo uma variável que é afetada por variações na variável explicativa. Para cada valor de X que tivermos, haverá um impacto no valor estimado de Y;**
- → **X – é a variável explicativa, sendo a variável responsável por gerar impactos no modelo e na variável dependente. As variações na variável explicativa impactam os níveis de Y. É uma variável independente;**
- → **β0 – é o coeficiente linear, representando o valor de Y que independe de X, ou o valor de Y quando X=0;**
- → **β1 – é o coeficiente angular. É o quanto Y varia quando o valor de X aumenta em uma unidade;**
- → **ε – é o termo de erro. O erro é a diferença entre o valor de Y e de Y estimado. Em outras palavras, uma diferença entre um valor observado de um valor médio. Ele capta elementos que a variável explicativa não capta no modelo**

Regressão Linear

→Aplicação

- **Como já havíamos comentado anteriormente, utilizamos a regressão para resolver problemas e fazer previsões. Nesse sentido, vamos supor que um estudante de Economia poupou parte do seu salário em 12 meses. Assim, o aluno quer saber o quanto 1 real a mais na sua renda tende a afetar, em média, seu nível de poupança.**

Período	Poupança(R$)	Renda (R$)
jan/2024	57,5	831
fev/2024	65,4	893,5
mar/2024	57,7	980,5
abr/2024	86,1	1098,7
mai/2024	93,4	1205,7
jun/2024	100,3	1037,3
jul/2024	93	1446,3
ago/2024	87,9	1601,3
set/2024	107,8	1807,9
out/2024	123,3	2033,1
nov/2024	153,8	2265,4
dez/2024	191,8	2534,7

Regressão Linear

→Aplicação

$$\text{Poupança}_t = \beta_0 + \beta_1(\text{Renda})_t + \varepsilon_t$$

- **Nesse caso, podemos identificar que:**
  - → **Poupança será nossa variável dependente ou Y;**
  - → **Renda será nossa variável explicativa ou X;**
  - → **β_0 será a Poupança que independe do nível de renda(Poupança quando Renda=0);**
  - → **β_1 será a variação da Poupança quando a Renda aumentar R$1,00; e**
  - → **ε continua sendo o erro, captando elementos além da renda que impactam na poupança.**

Período	Poupança(R$)	Renda (R$)
jan/2024	57,5	831
fev/2024	65,4	893,5
mar/2024	57,7	980,5
abr/2024	86,1	1098,7
mai/2024	93,4	1205,7
jun/2024	100,3	1037,3
jul/2024	93	1446,3
ago/2024	87,9	1601,3
set/2024	107,8	1807,9
out/2024	123,3	2033,1
nov/2024	153,8	2265,4
dez/2024	191,8	2534,7

Regressão Linear

→ Aplicação

- **Rodando o modelo temos os seguintes resultados:**
  - → **Equação da Reta:**

$$\textbf{Poupança}_t = 7.0916 + 0.0639\,(\textbf{Renda})_t$$

  - → **Interpretação:**
    - → **Para cada R$1,00 adicional de renda, a poupança aumenta em R$0.0639 (Aproximadamente R$0,06)**

Regressão Linear

Aplicação

- Qualidade do modelo:
  - R^2 (Coeficiente de Determinação): 0.8554 (85,54%)
  - RMSE (Erro Quadrático Médio): R$14,36
  - MAE (Erro Absoluto Médio): R$11,85
- Análises Complementares:
  - Propensão Marginal a Poupar: 0,0639 (6,39%)
  - Taxa de Poupança Média: 6,87%
  - Intercepto: R$7,09 (Poupança estimada quando a renda = R$0,00)

Regressão Linear

→Aplicação

- **Exemplo Prático:**
  - **Se a renda for:**

    R$1.000,00 → Poupança estimada: R$70,97

    R$1.500,00 → Poupança estimada: R$102,91

    R$2.000,00 → Poupança estimada: R$134,85

    R$2.500,00 → Poupança estimada: R$166,79

    R$3.000,00 → Poupança estimada: R$198,73

Regressão Linear

→ Regressão Linear Múltipla

- **A regressão linear múltipla estende o modelo de regressão linear simples para incluir <u>duas ou mais variáveis explicativas</u>, podendo ser descrito como:**

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta 2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

- → **Y – é a variável dependente (resposta)**
- → **X_1, X_2, X_k – variáveis independentes;**
- → **β_0 – é o coeficiente linear, representando o valor de Y que independe de X, ou o valor de Y quando X=0;**
- → **β_1, β_2, …, β_k – são os coeficientes parciais da regressão;**
- → **ε – é o termo de erro;**
- → **k – é o número de variáveis explicativas.**

Regressão Linear

→ Testes de Hipóteses

- **Teste t (Significância Individual)**
  - **Testa se cada coeficiente é estatisticamente diferente de zero;**
  - **$H_0 : \beta_j = 0$ VS $H_1 : \beta_j \neq 0$**
  - **$t = \beta_j / EP(\beta_j)$**
  - **Se $|t| >$ t crítico, rejeita H_0**
- **Teste f (Significância Global)**
  - **Testa se todos os coeficientes (exceto β_0) são simultaneamente zero;**
  - **$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_k = 0$**
  - **$F = [R^2/k]/[(1-R^2)/n-k-1)]$**
  - **Se F > F crítico, rejeita H_0**

Regressão Linear

→ **Problemas Comuns**

- **Multicolinearidade: Correlação alta entre as variáveis independentes;**
- **Heterocedasticidade: Variância não constante dos erros;**
- **Autocorrelação: Erros correlacionados (comum em séries temporais);**
- **Especificação incorreta: Variáveis omitidas ou irrelevantes incluídas.**

Regressão Linear

→ **Exercício**

- **VSCode**