VINI CARIDÁ

Human-Centered Data & AI

VINICARIDÁ
Human-Centered Data & AI

Vinicius Caridá, Ph.D.

- Executive Specialist, Artificial Intelligence and Data - Itaú
- MBA Professor – FIAP and ESPM

@vinicius caridá @vfcarida @vinicius caridá @vfcarida @vinicius caridá @vfcarida

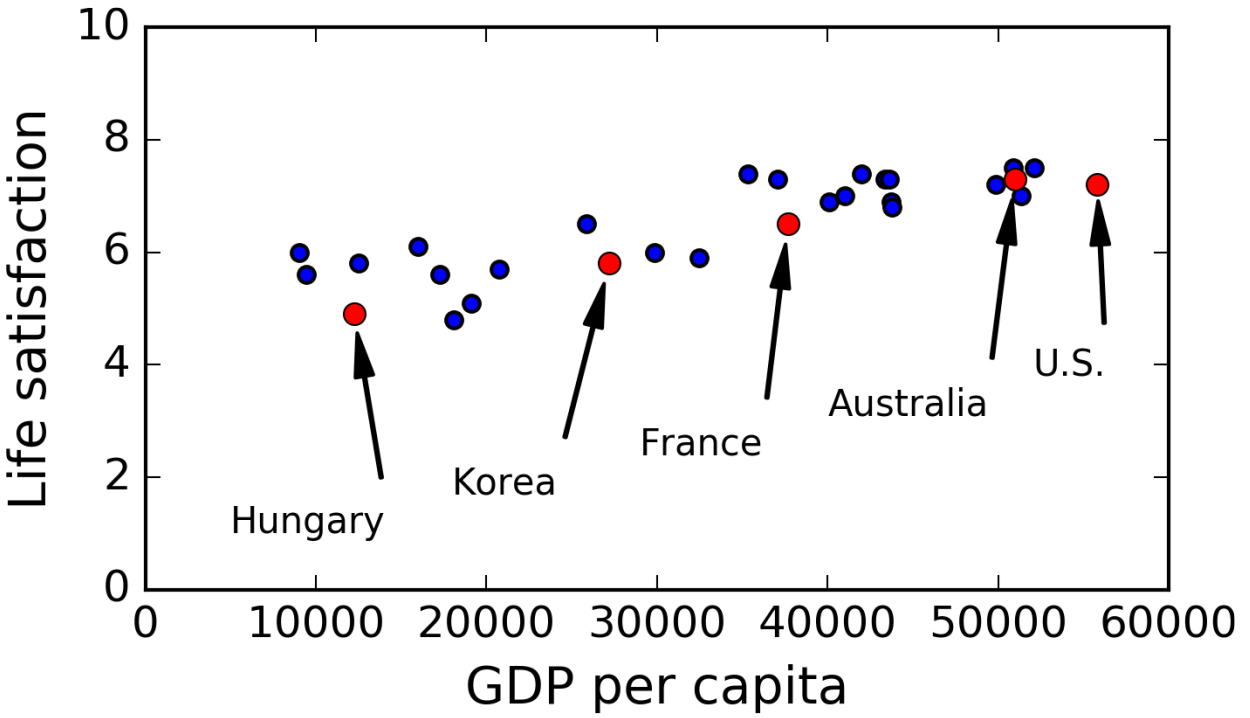
Modelos de Machine Learning

Dinheiro traz felicidade?

Country	GDP per capita ($US)	Life satisfaction
Hungary	12240,0	4,9
Korea	27195,0	5,8
France	37675,0	6,5
Australia	50962,0	7,3
United States	55805,0	7,2

O que acham?

Podemos usar uma função?



Géron, A. (2017). Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow.

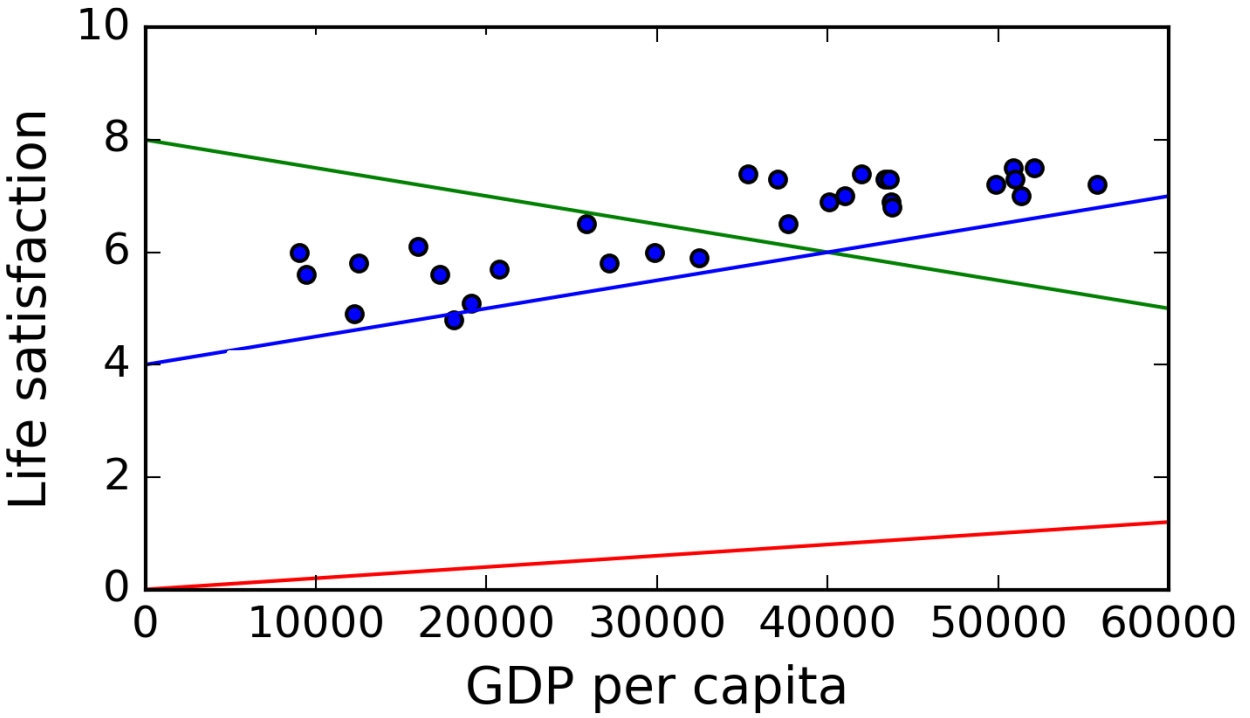
Modelos de Machine Learning

Dinheiro traz felicidade?

Country	GDP per capita ($US)	Life satisfaction
Hungary	12240,0	4,9
Korea	27195,0	5,8
France	37675,0	6,5
Australia	50962,0	7,3
United States	55805,0	7,2

Diversas possibilidades

Qual é a melhor e porque?

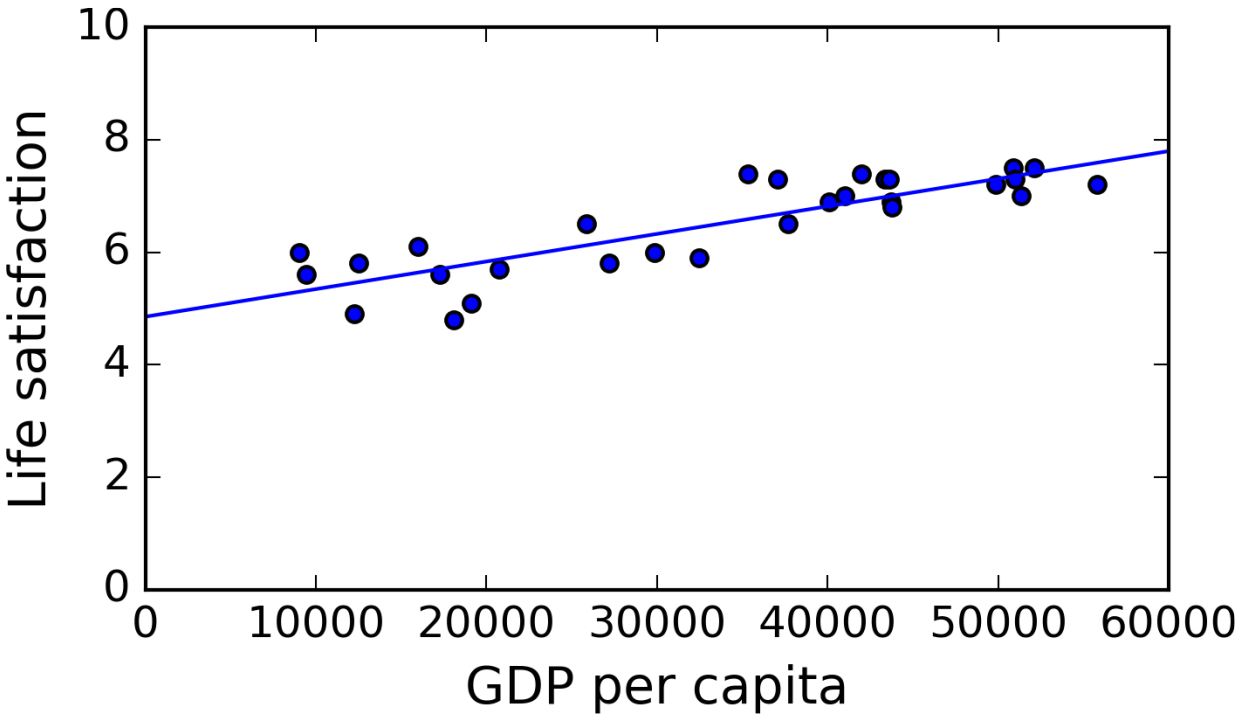


Géron, A. (2017). Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow.

Modelos de Machine Learning

Dinheiro traz felicidade?

Country	GDP per capita ($US)	Life satisfaction
Hungary	12240,0	4,9
Korea	27195,0	5,8
France	37675,0	6,5
Australia	50962,0	7,3
United States	55805,0	7,2



Géron, A. (2017). Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow.

Modelos de Machine Learning

Objetivo: “prever” o valor de y (qualidade de vida) usando dados observados de x (renda per capita).

Abordagem: podemos usar uma reta (ou hiperplano, para mais dimensões). Assim:

$$y = f(x)$$

Qual é a cara dessa função?

Modelos de Machine Learning

Abordagem supervisionada simples

Assume uma dependência linear entre a variável resposta Y e os valores $X_1, X_2, \ldots, X_p$

Assume-se o modelo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_p X_p$$

Sendo β_0, β_1, ..., β_p coeficientes aprendidos pelo modelo

Modelos de Machine Learning

A fim de encontrar o hiperplano de que melhor se ajusta aos dados, devemos minimizar o erro quadrático médio obtido por ele

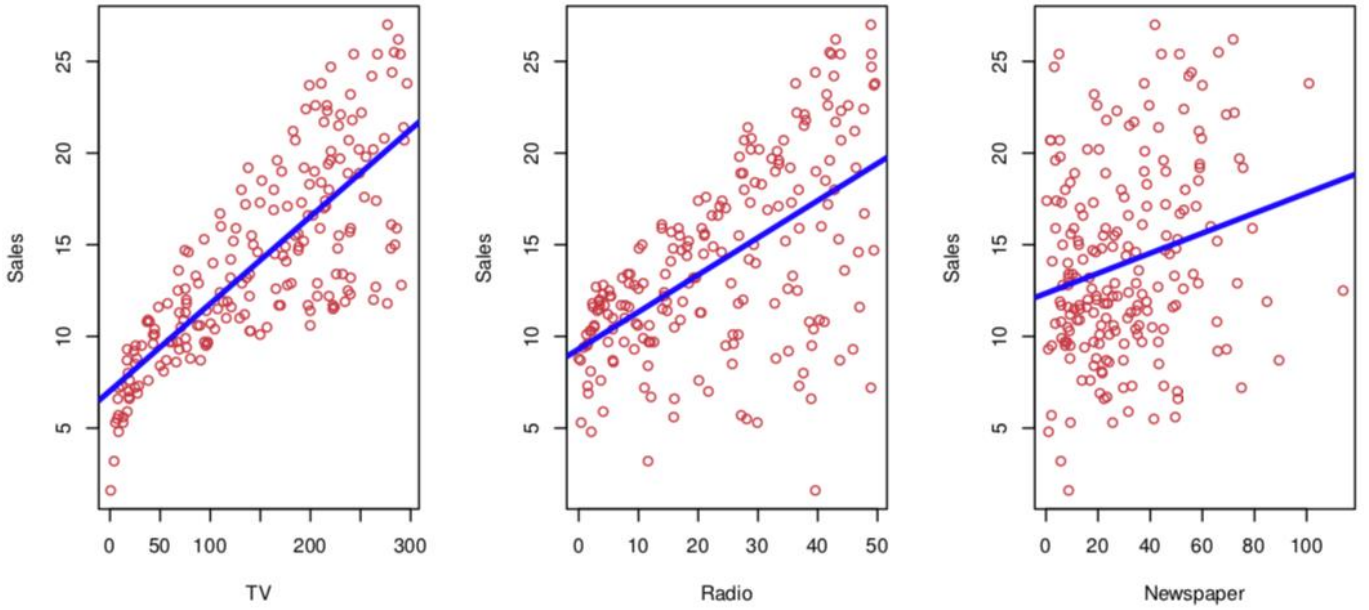
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y} - y)^2}{n}}$$

onde $\hat{y}$ é o valor predito, y é o valor real e n o número de exemplos

É muito importante utilizar $(\hat{y} - y)^2$, caso contrário um erro negativo (valor predito menor que o real) cancelaria um positivo (valor predito maior que o real)

Modelos de Machine Learning

- Há alguma relação entre aumento de vendas e propaganda?
- Qual mídia contribui mais para as vendas?



Modelos de Machine Learning

- Para o exemplo do slide 5, foi obtida a seguinte equação do hiperplano:

$$Vendas = 2{,}939 + 0{,}046 \times TV + 0{,}189 \times radio + 0.01 \times Jornal$$

Modelos de Machine Learning

- Para o exemplo do slide 5, foi obtida a seguinte equação do hiperplano:

$$Vendas = 2{,}939 + 0{,}046 \times TV + 0{,}189 \times radio + 0.01 \times Jornal$$

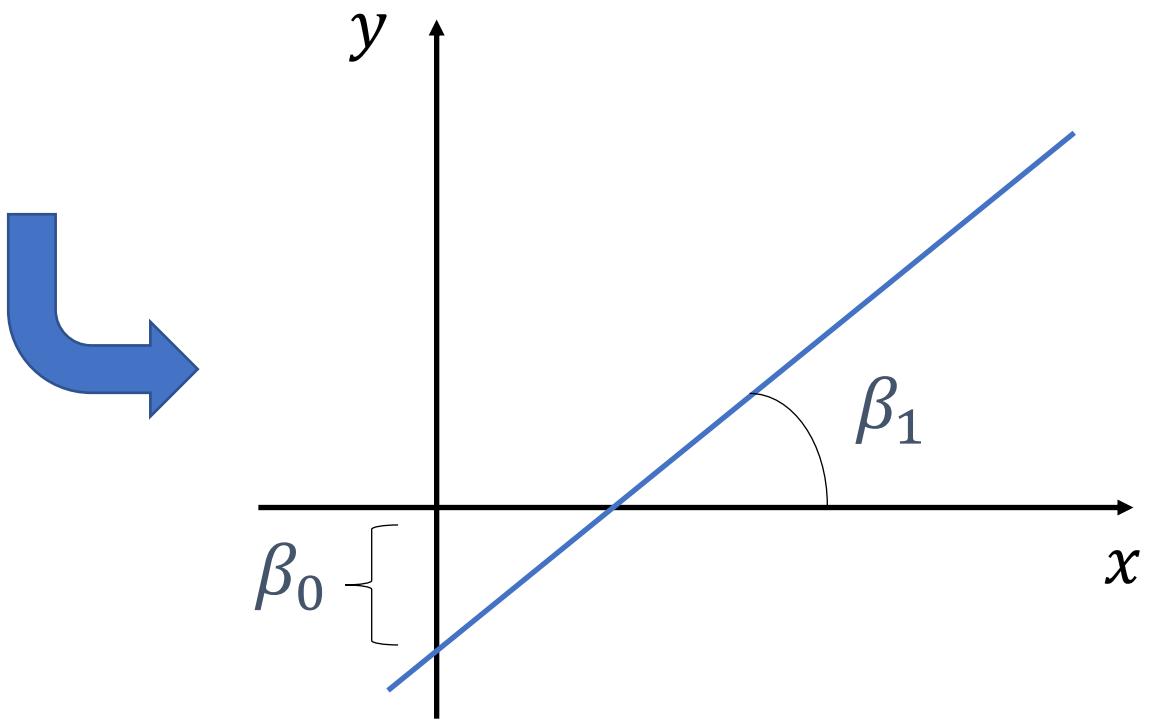
- caso nenhuma ação de propaganda seja feita as vendas serão de 2,939
- Mantendo todos os outros valores constantes, a cada uma unidade aumentada nas ações por TV, as vendas aumentam 0,046
- A influência da utilização de jornal é quase nula

Modelos de Machine Learning

Reta

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

- β_0: deslocamento
- β_1: inclinação

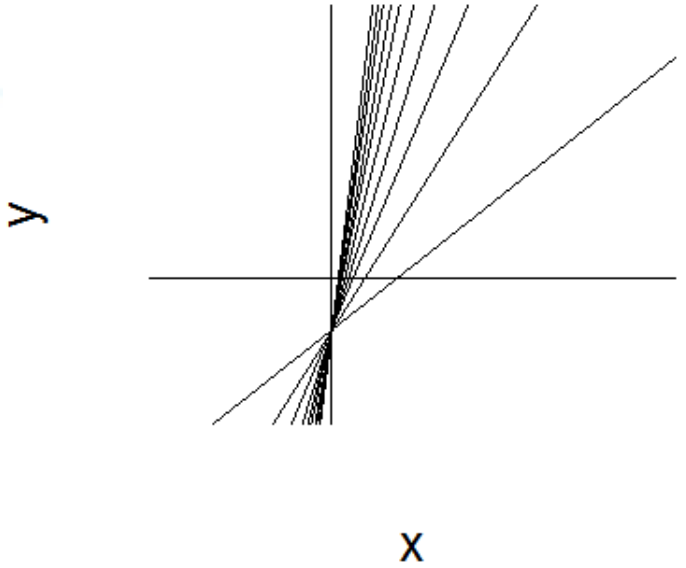


Modelos de Machine Learning

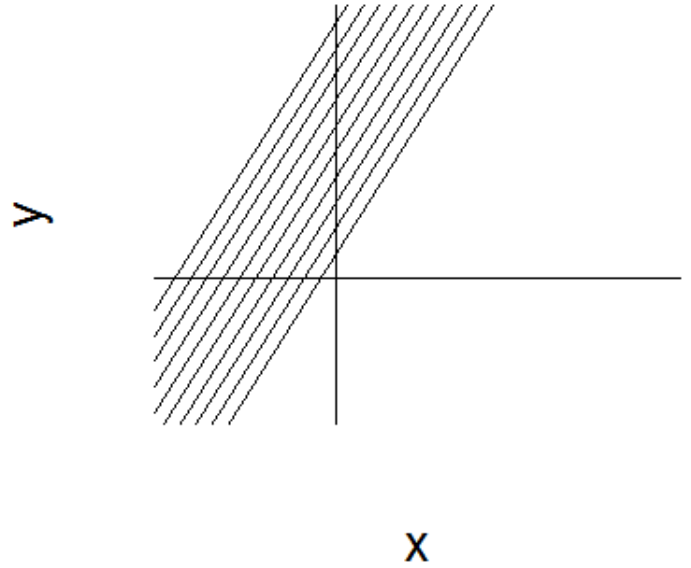
Reta

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

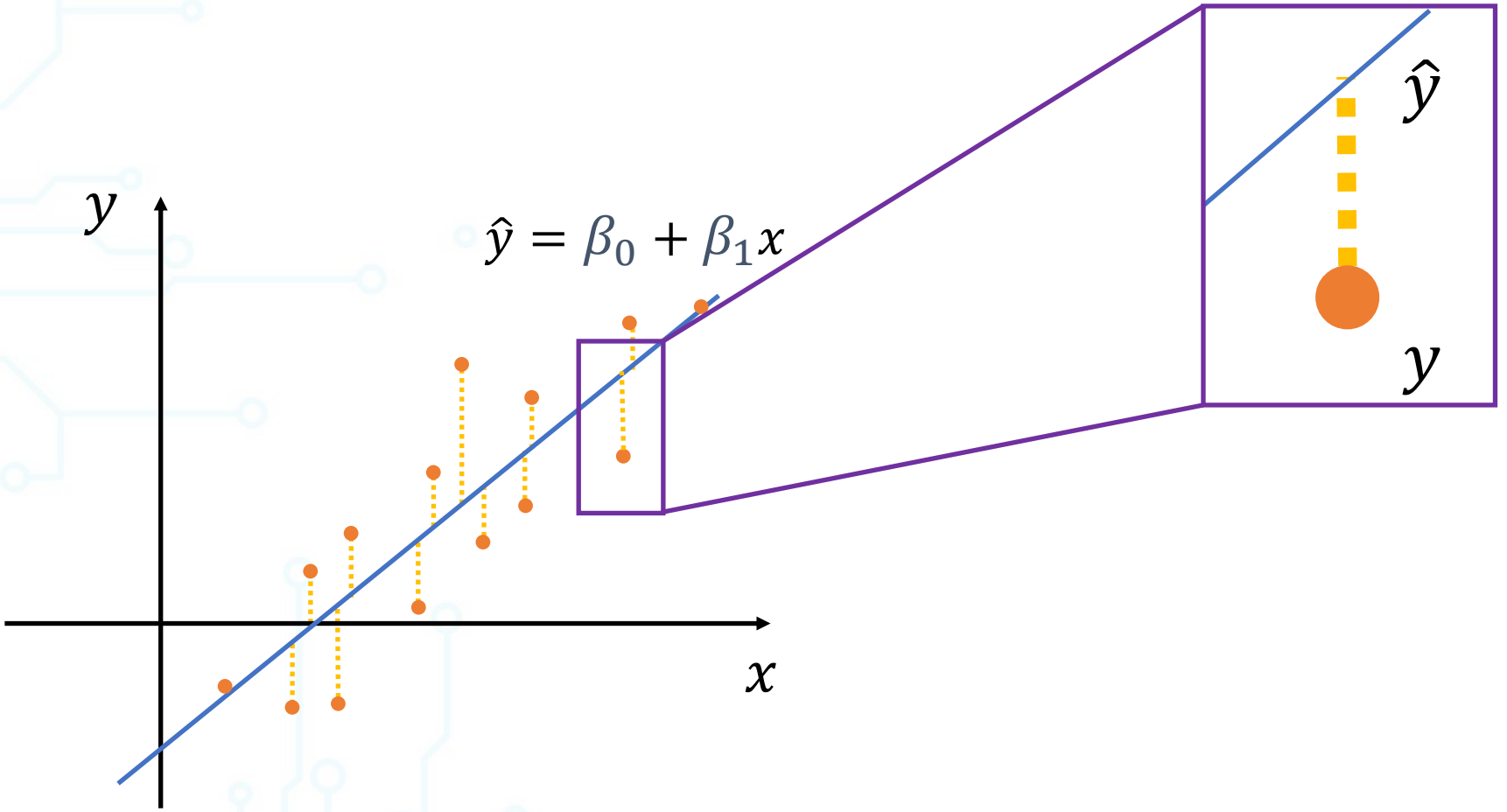
β_0 fixo; β_1 variável



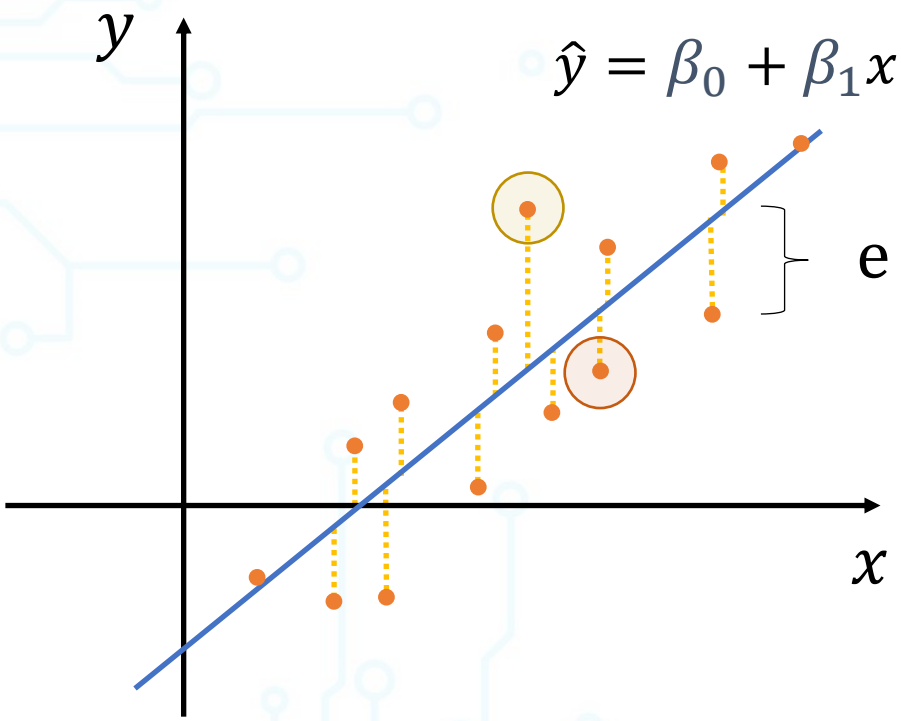
β_0 variável; β_1 fixo



Modelos de Machine Learning



Modelos de Machine Learning



$$e = y - \hat{y}$$

$$e = y - (\beta_0 + \beta_1 x)$$

Positivo

$y - \hat{y} > 0$

Negativo

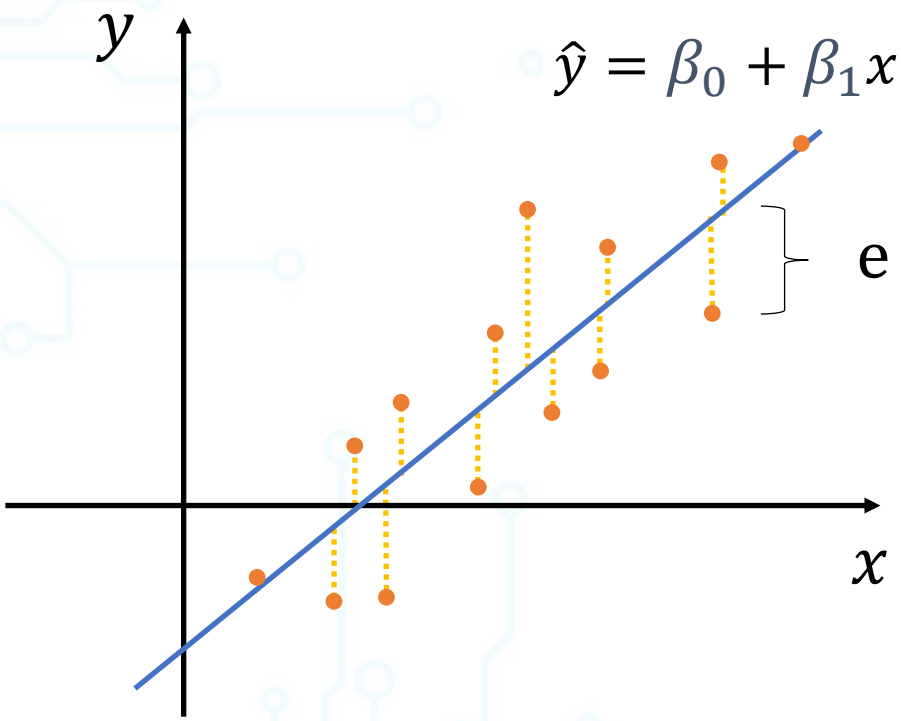
$y - \hat{y} < 0$

Solução?

$(y - \hat{y})^2$

$|y - \hat{y}|$

Modelos de Machine Learning



Como avaliar o erro total?

Erro quadrático médio (MSE)

$$\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}$$

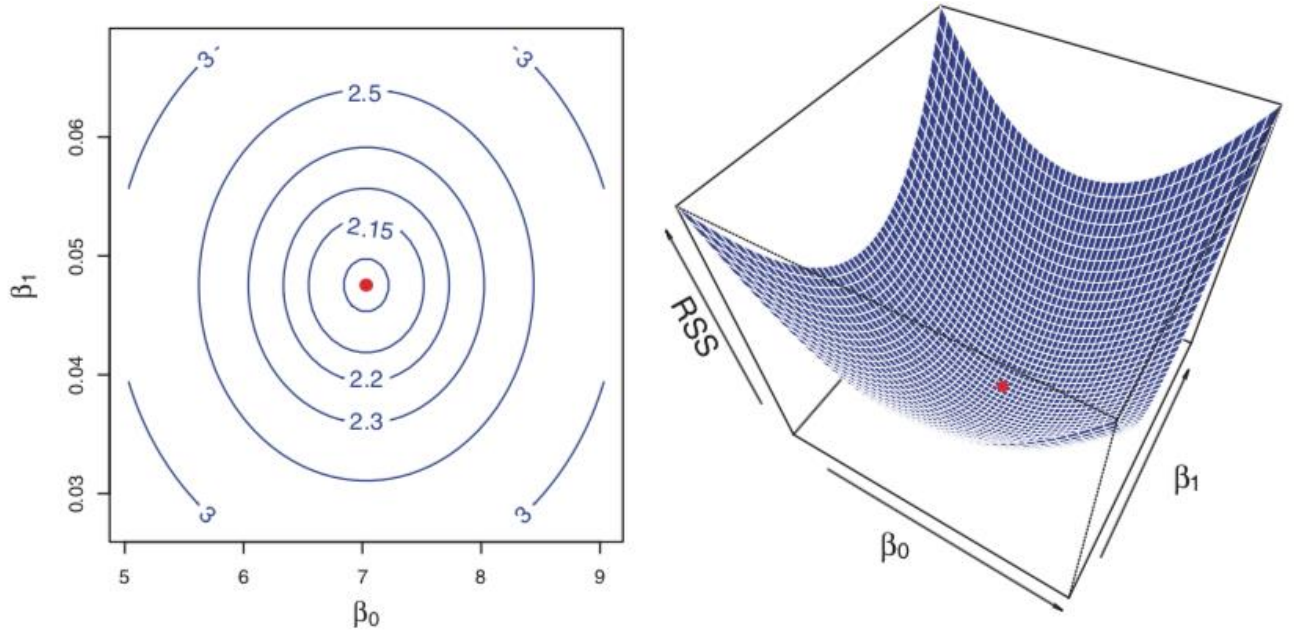
R

Erro absoluto médio (MAE)

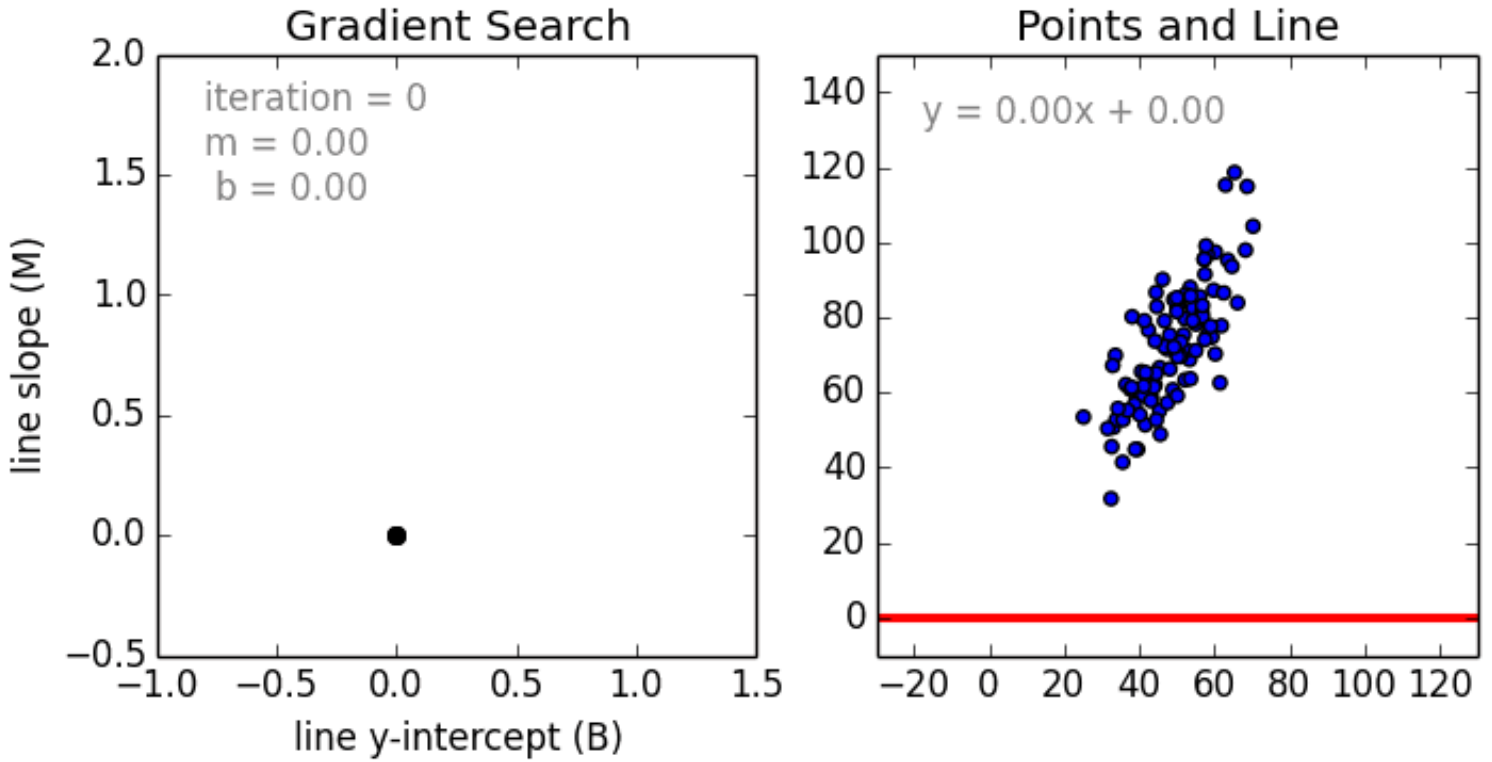
$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i|$$

Modelos de Machine Learning

- Como a função RMSE é convexa, é possível encontrar o valor mínimo por meio de algoritmos de otimização



Modelos de Machine Learning



Modelos de Machine Learning

		Peso	Altura
	Pessoa 1	80 kg	163
	Pessoa 2	85 kg	168
	Pessoa 3	90 kg	175
	Pessoa 4	95 kg	188

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

Modelos de Machine Learning

		Peso	Altura
	Pessoa 1	80 kg	163
	Pessoa 2	85 kg	168
	Pessoa 3	90 kg	175
	Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (80 - 310{,}4)^2$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (80 - 310{,}4)^2$$

$$\text{MSE} = 53.084{,}16$$

Modelos de Machine Learning

		Peso	Altura
	Pessoa 1	80 kg	163
	Pessoa 2	85 kg	168
	Pessoa 3	90 kg	175
	Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (80 - 310{,}4)^2$$

$$\text{MSE} = 53.084{,}16$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (80 - 310{,}4)^2$$

$$\text{MSE} = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

$$MSE = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

$$MSE = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$MSE = (80 - 362{,}3)^2$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

$$MSE = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$MSE = (80 - 362{,}3)^2$$

$$MSE = 79.693{,}29$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

$$MSE = 53.084{,}16$$

$$MSE = (80 - 362{,}3)^2$$

$$MSE = 79.693{,}29$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$MSE = (80 - 362{,}3)^2$$

$$MSE = 79.693{,}29$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

$$MSE = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$MSE = (80 - 258{,}5)^2$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$MSE = (80 - 362{,}3)^2$$

$$MSE = 79.693{,}29$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

$$MSE = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

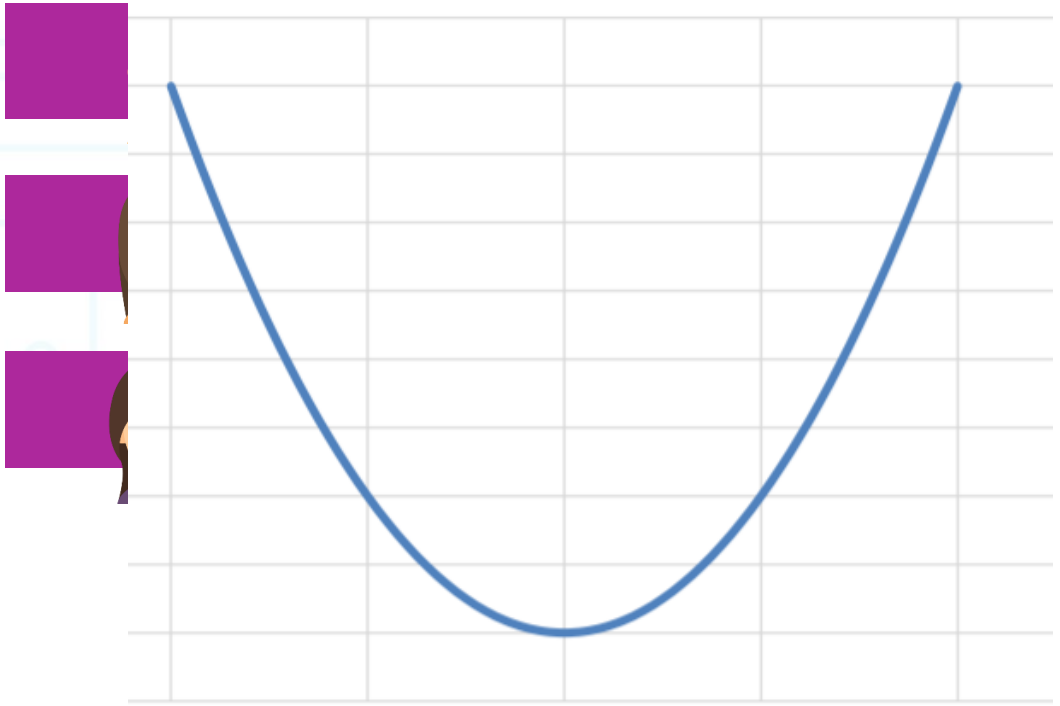
$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$MSE = (80 - 258{,}5)^2$$

$$MSE = 31.862{,}25$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

MSE = $(80 - 362{,}3)^2$

MSE = 79.693,29

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 258{,}5$$

MSE = $(80 - 258{,}5)^2$

MSE = 31.862,25

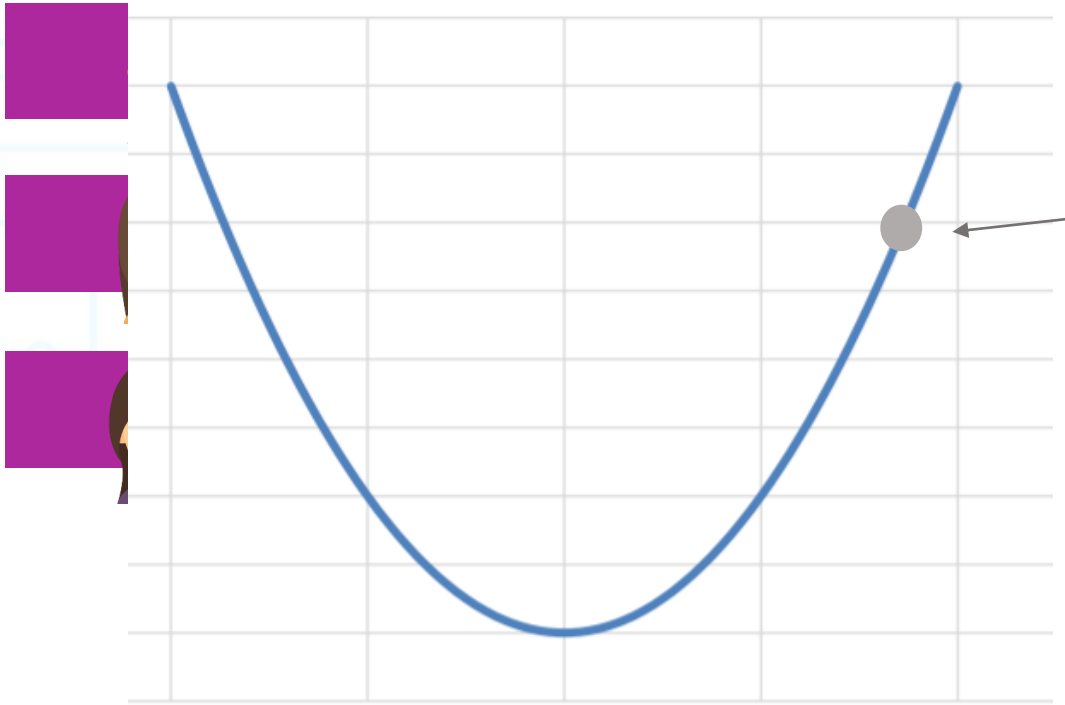
$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

MSE = $(80 - 310{,}4)^2$

MSE = 53.084,16

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

MSE = 53.084,16

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$MSE = (80 - 362{,}3)^2$$

MSE = 79.693,29

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

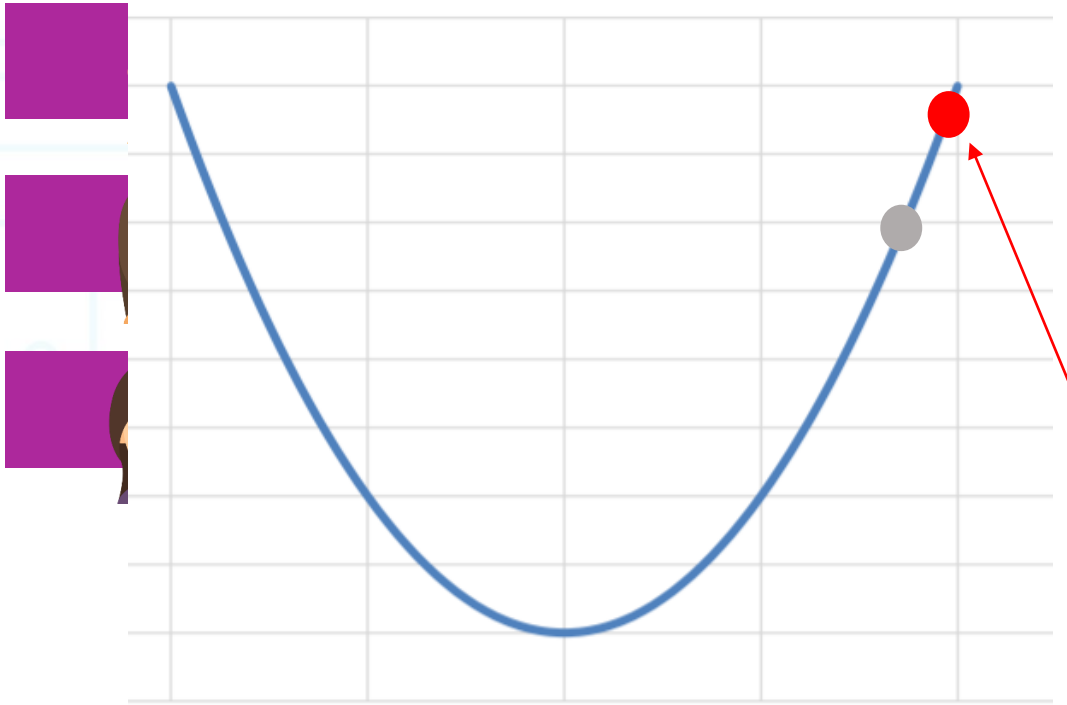
$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$MSE = (80 - 258{,}5)^2$$

MSE = 31.862,25

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

$$MSE = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$MSE = (80 - 362{,}3)^2$$

$$MSE = 79.693{,}29$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

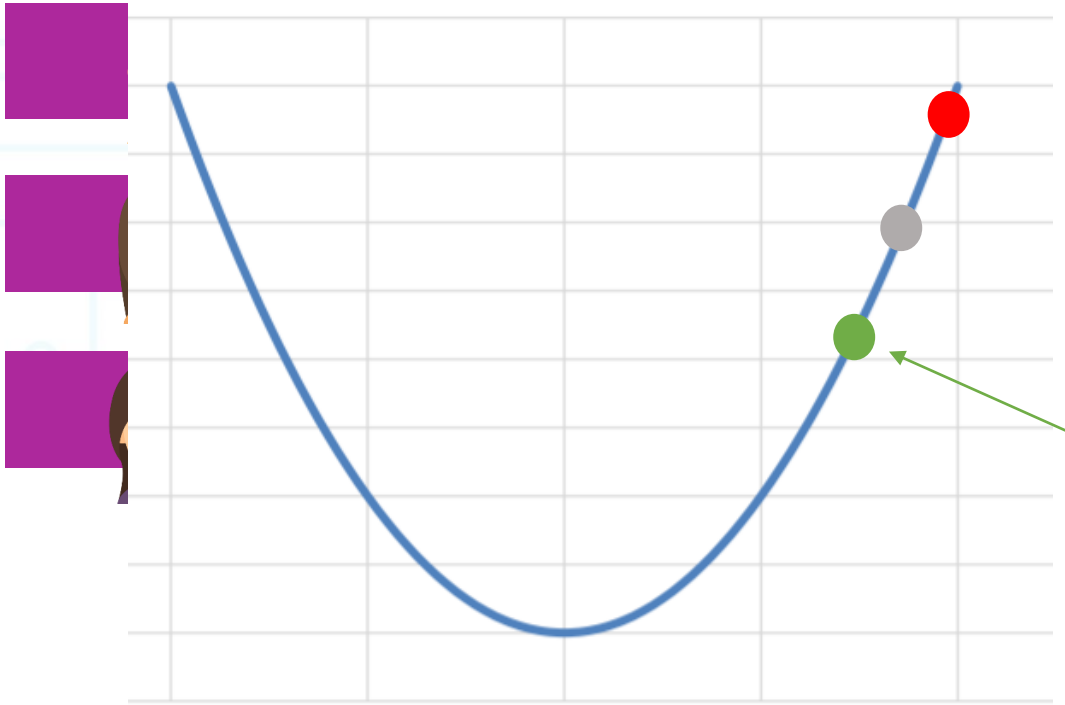
$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$MSE = (80 - 258{,}5)^2$$

$$MSE = 31.862{,}25$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 20 + 2{,}1\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 362{,}3$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

$$MSE = 53.084{,}16$$

$$MSE = (80 - 362{,}3)^2$$

$$MSE = 79.693{,}29$$

$$MSE = (80 - 258{,}5)^2$$

$$MSE = 31.862{,}25$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\text{MSE} = (80 - 310{,}4)^2$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\text{MSE} = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$\text{MSE} = (80 - 258{,}5)^2$$

$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$\text{MSE} = 31.862{,}25$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$\hat{y} = 10 + 1{,}1\ x\ 168$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (80 - 310{,}4)^2$$

MSE = 53.084,16

$$\text{MSE} = (80 - 258{,}5)^2$$

MSE = 31.862,25

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$\hat{y} = 10 + 1{,}1\ x\ 168$$

$$\hat{y} = 194{,}8$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (80 - 310{,}4)^2$$

MSE = 53.084,16

$$MSE = (80 - 258{,}5)^2$$

MSE = 31.862,25

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 310{,}4$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163$$

$$\hat{y} = 258{,}5$$

$$\hat{y} = 10 + 1{,}1\ x\ 168$$

$$\hat{y} = 194{,}8$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (80 - 310{,}4)^2$$

MSE = 53.084,16

$$\text{MSE} = (80 - 258{,}5)^2$$

MSE = 31.862,25

$$\text{MSE} = (85 - 194{,}8)^2$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 17 + 1{,}8\ x\ 163 \qquad \text{MSE} = (80 - 310{,}4)^2$$

$$\hat{y} = 310{,}4 \qquad \text{MSE} = 53.084{,}16$$

$$\hat{y} = 14 + 1{,}5\ x\ 163 \qquad \text{MSE} = (80 - 258{,}5)^2$$

$$\hat{y} = 258{,}5 \qquad \text{MSE} = 31.862{,}25$$

$$\hat{y} = 10 + 1{,}1\ x\ 168 \qquad \text{MSE} = (85 - 194{,}8)^2$$

$$\hat{y} = 194{,}8 \qquad \text{MSE} = 12.056{,}04$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

$$MSE = (95 - 97)^2$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

$$MSE = (95 - 97)^2$$

MSE = 4

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\text{MSE} = (90 - 147)^2$$

$$\hat{y} = 147$$

MSE = 3.249

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

MSE = 4

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

MSE = 4

$$\text{MSE} = (95 - 38{,}6)^2$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

$$\hat{y} = 147$$

MSE = 3.249

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$MSE = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

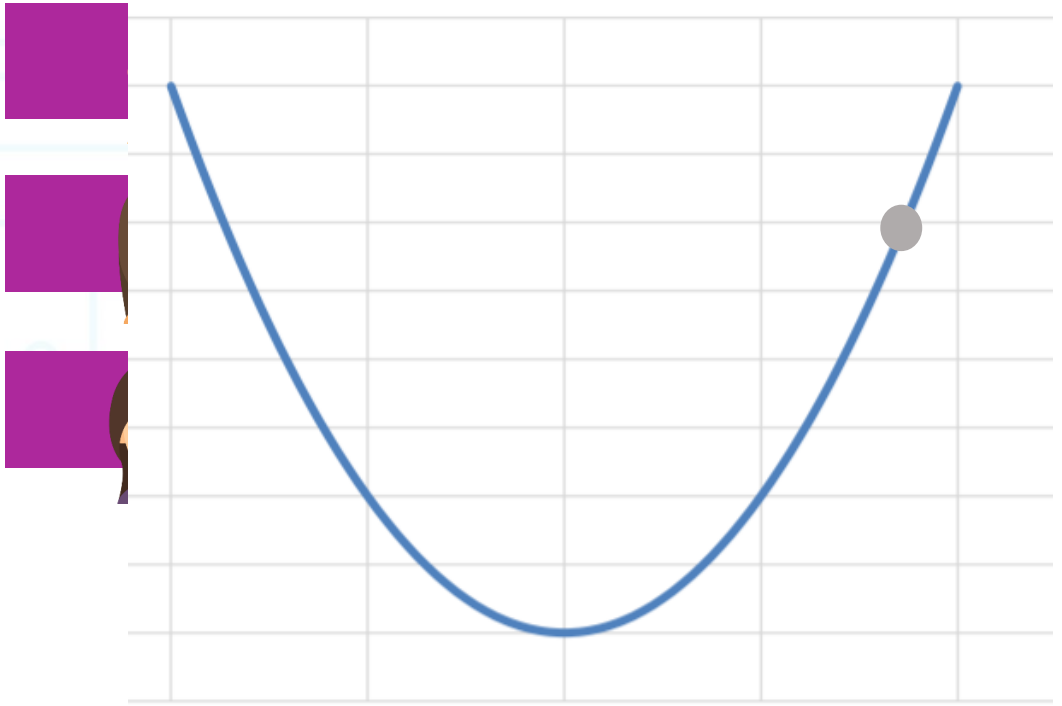
$$MSE = (95 - 38{,}6)^2$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

$$MSE = (95 - 97)^2$$

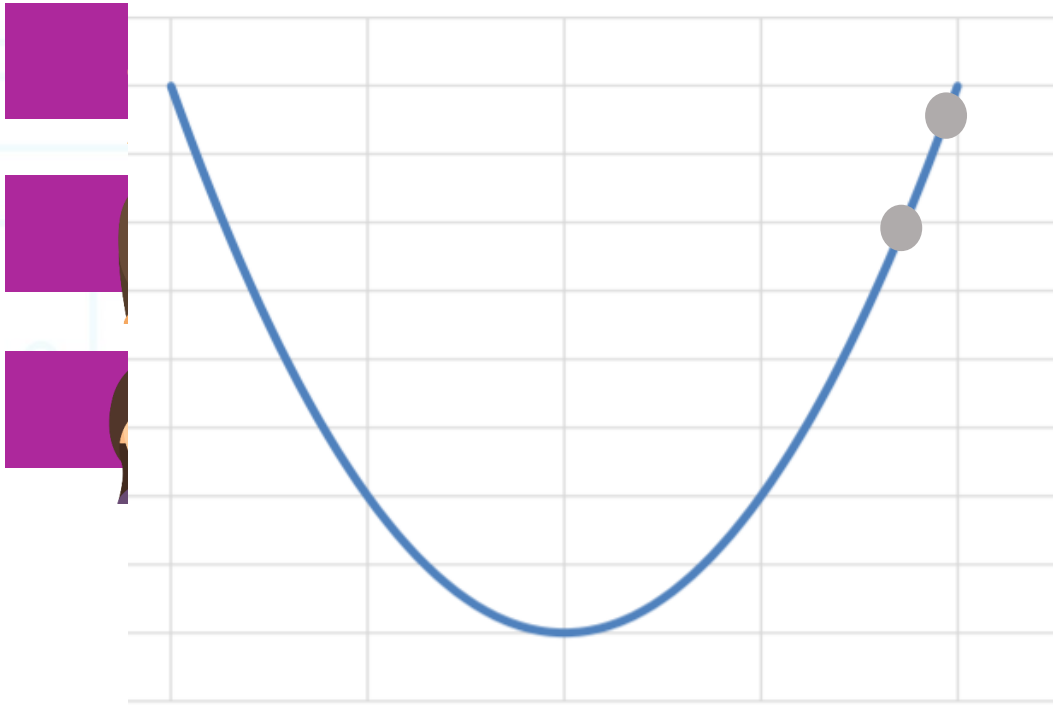
MSE = 4

$$MSE = (95 - 38{,}6)^2$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\text{MSE} = (90 - 147)^2$$

$$\hat{y} = 147$$

MSE = 3.249

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

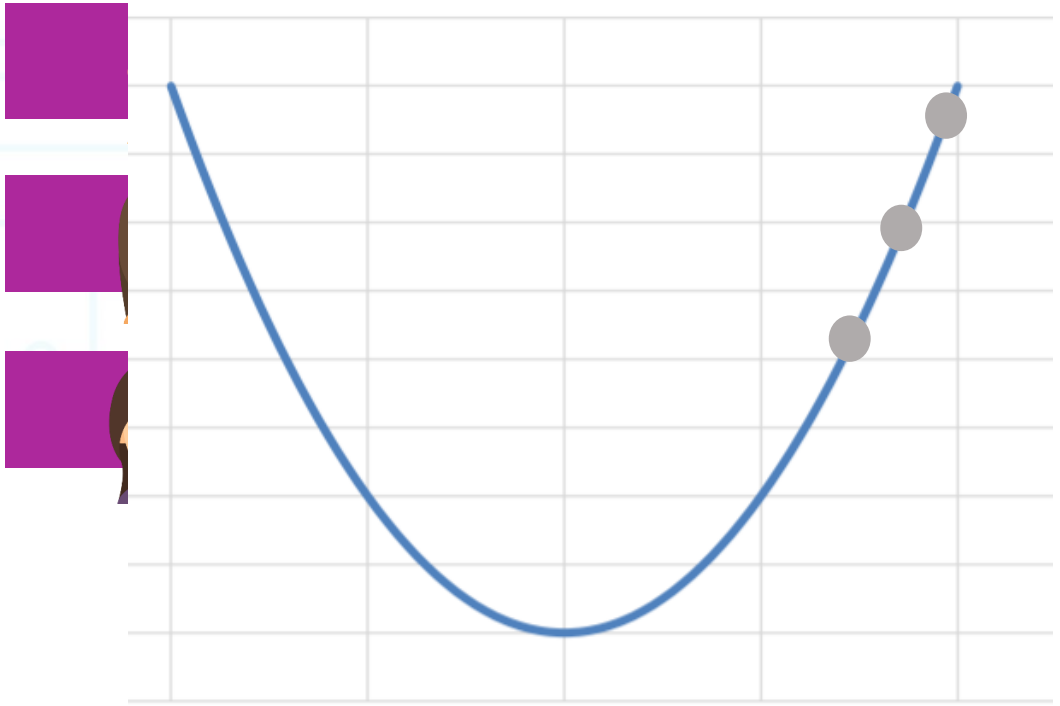
$$\text{MSE} = (95 - 38{,}6)^2$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

$$MSE = (95 - 97)^2$$

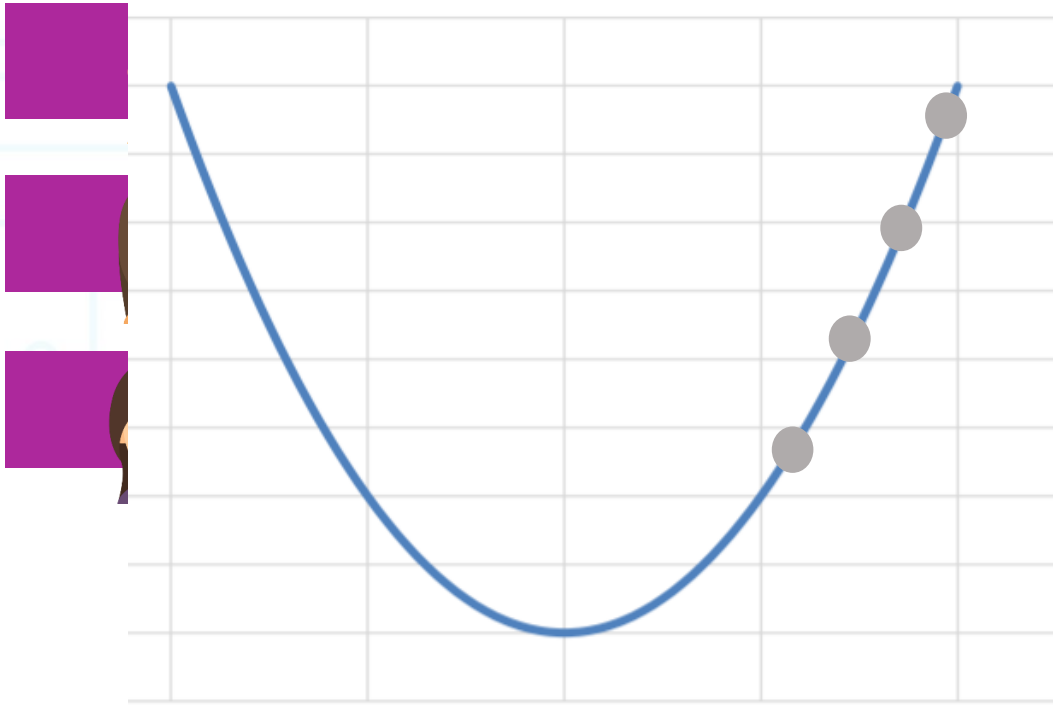
MSE = 4

$$MSE = (95 - 38{,}6)^2$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

$$MSE = (95 - 97)^2$$

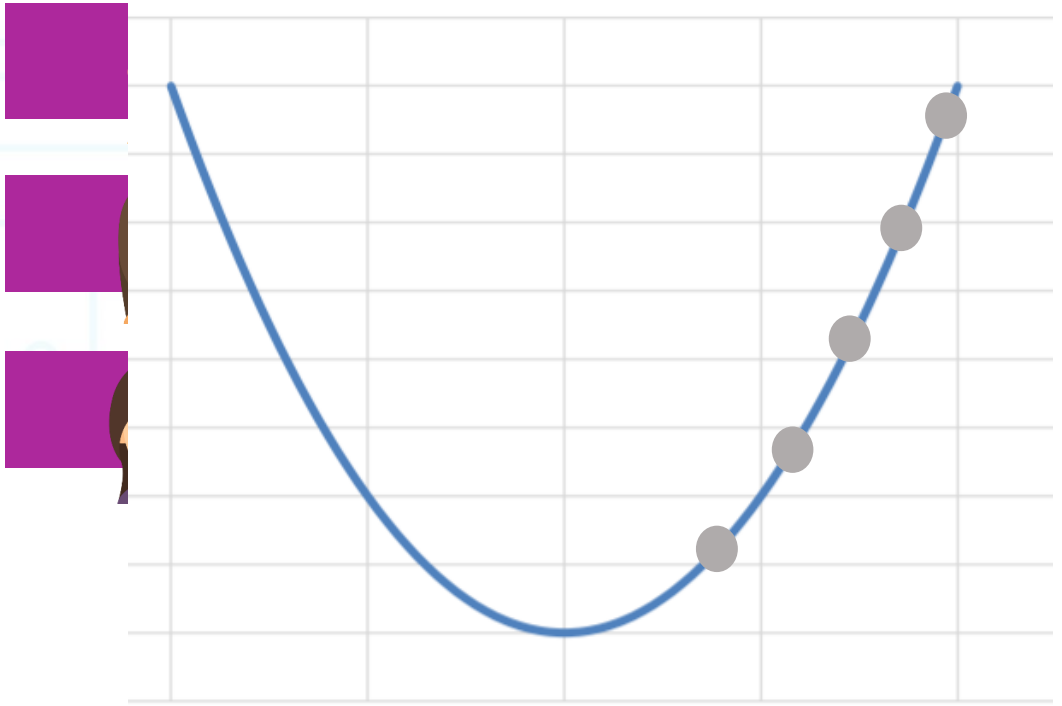
MSE = 4

$$MSE = (95 - 38{,}6)^2$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\text{MSE} = (90 - 147)^2$$

$$\hat{y} = 147$$

MSE = 3.249

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

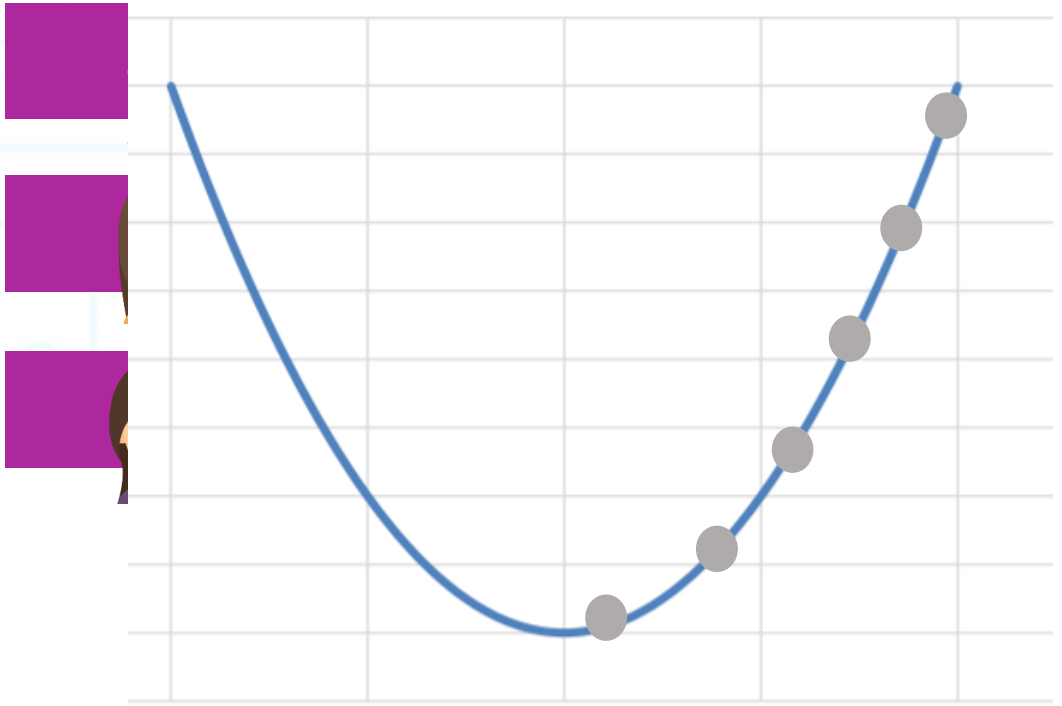
$$\text{MSE} = (95 - 38{,}6)^2$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\text{MSE} = (90 - 147)^2$$

$$\hat{y} = 147$$

MSE = 3.249

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

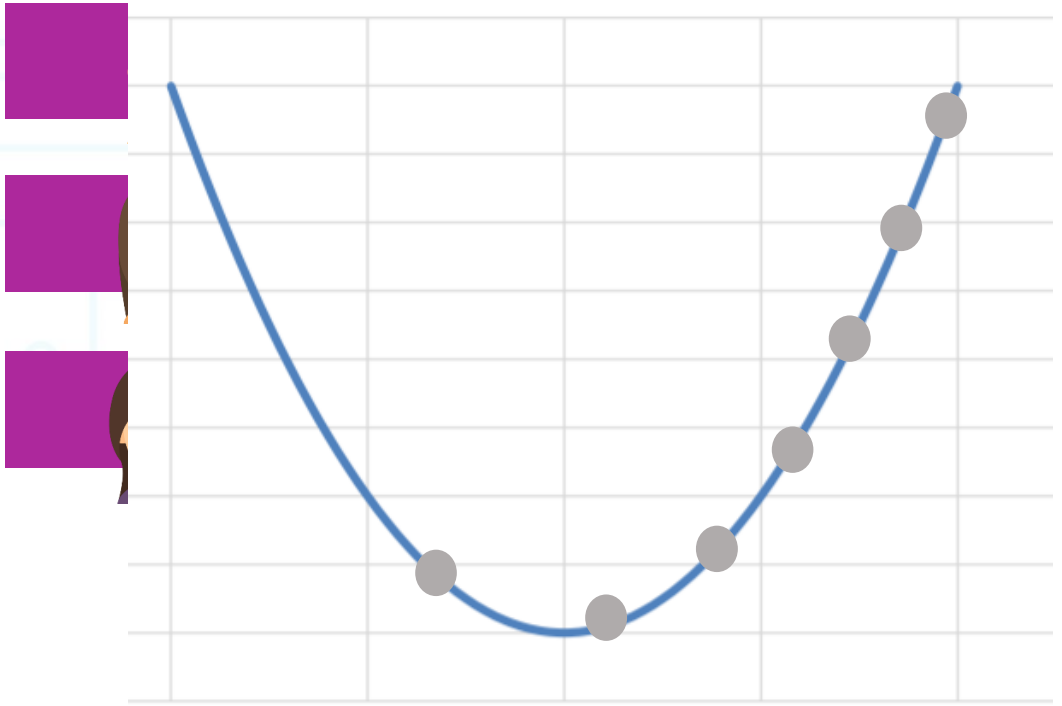
$$\text{MSE} = (95 - 38{,}6)^2$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163



$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\text{MSE} = (90 - 147)^2$$

$$\hat{y} = 147$$

MSE = 3.249

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 38{,}6)^2$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 7 + 0{,}8\ x\ 175$$

$$\hat{y} = 147$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\hat{y} = 1 + 0{,}2\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 38{,}6$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$MSE = (90 - 147)^2$$

MSE = 3.249

$$MSE = (95 - 97)^2$$

MSE = 4

$$MSE = (95 - 38{,}6)^2$$

MSE = 3.180,97

Modelos de Machine Learning

		Peso	Altura
	Pessoa 1	80 kg	163
	Pessoa 2	85 kg	168
	Pessoa 3	90 kg	175
	Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

MSE = 4

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\text{MSE} = 4$$

$$\hat{y} = 84{,}5$$

$$\text{MSE} = 20{,}25$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$$\hat{y} = 84{,}5$$

MSE = 20,25

$$\hat{y} = 87$$

MSE = 4

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$$\hat{y} = 84{,}5$$ MSE = 20,25

$$\hat{y} = 87$$ MSE = 4

$$\hat{y} = 90{,}5$$ MSE = 0,25

Modelos de Machine Learning

		Peso	Altura
	Pessoa 1	80 kg	163
	Pessoa 2	85 kg	168
	Pessoa 3	90 kg	175
	Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$MSE = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

$$MSE = 4$$

$\hat{y} = 84{,}5$ MSE = 20,25

$\hat{y} = 87$ MSE = 4

$\hat{y} = 90{,}5$ MSE = 0,25

$\hat{y} = 97$ MSE = 4

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

MSE = 4

$\hat{y} = 84{,}5$ MSE = 20,25

$\hat{y} = 87$ MSE = 4

$\hat{y} = 90{,}5$ MSE = 0,25

$\hat{y} = 97$ MSE = 4

MSE = 7,125

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
Pessoa 1	80 kg	163
Pessoa 2	85 kg	168
Pessoa 3	90 kg	175
Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

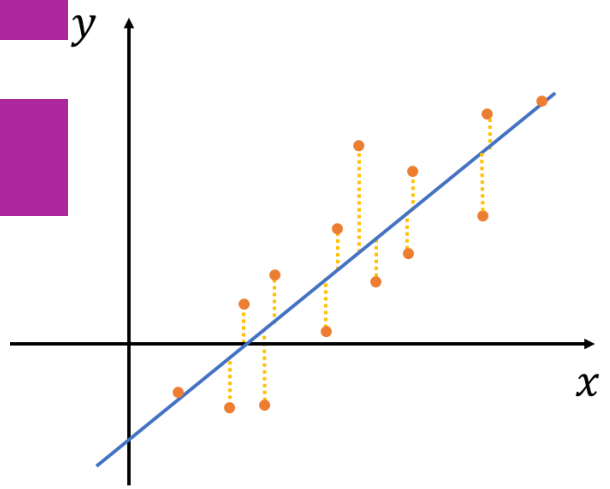
$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 188$$

$$\text{MSE} = (95 - 97)^2$$

$$\hat{y} = 97$$

$$\text{MSE} = 4$$



$$\hat{y} = 84{,}5 \quad \text{MSE} = 20{,}25$$

$$\hat{y} = 87 \quad \text{MSE} = 4$$

$$\hat{y} = 90{,}5 \quad \text{MSE} = 0{,}25$$

$$\hat{y} = 97 \quad \text{MSE} = 4$$

MSE = 7,125

Modelos de Machine Learning

		Peso	Altura
	Pessoa 1	80 kg	163
	Pessoa 2	85 kg	168
	Pessoa 3	90 kg	175
	Pessoa 4	95 kg	188

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$\beta_0 = 3$

$\beta_1 = 0{,}5$

MSE = 7,125

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\, X_1$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188
 Pessoa 5	?? kg	158

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$\beta_0 = 3$

$\beta_1 = 0{,}5$

MSE = 7,125

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\, X_1$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188
 Pessoa 5	?? kg	158

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$\beta_0 = 3$

$\beta_1 = 0,5$

MSE = 7,125

$$\hat{y} = 3 + 0,5\ X_1$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188
 Pessoa 5	?? kg	158

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$\beta_0 = 3$

$\beta_1 = 0,5$

MSE = 7,125

$$\hat{y} = 3 + 0,5\ X_1$$

$$\hat{y} = 3 + 0,5\ x\ 158$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188
 Pessoa 5	82 kg	158

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$\beta_0 = 3$

$\beta_1 = 0,5$

MSE = 7,125

$$\hat{y} = 3 + 0,5\ X_1$$

$$\hat{y} = 3 + 0,5\ x\ 158$$

Modelos de Machine Learning

	Peso	Altura
 Pessoa 1	80 kg	163
 Pessoa 2	85 kg	168
 Pessoa 3	90 kg	175
 Pessoa 4	95 kg	188
 Pessoa 5	82 kg	158
 Pessoa 6	?? kg	163

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_1$$

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

$\beta_0 = 3$

$\beta_1 = 0{,}5$

MSE = 7,125

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ X_1$$

$$\hat{y} = 3 + 0{,}5\ x\ 163$$

84,5

Implementação de Exemplo

VINICARIDÁ
Human-Centered Data & AI

Thank you!

@vinicius caridá

@vfcarida

vfcarida@gmail.com

https://linktr.ee/vfcarida