



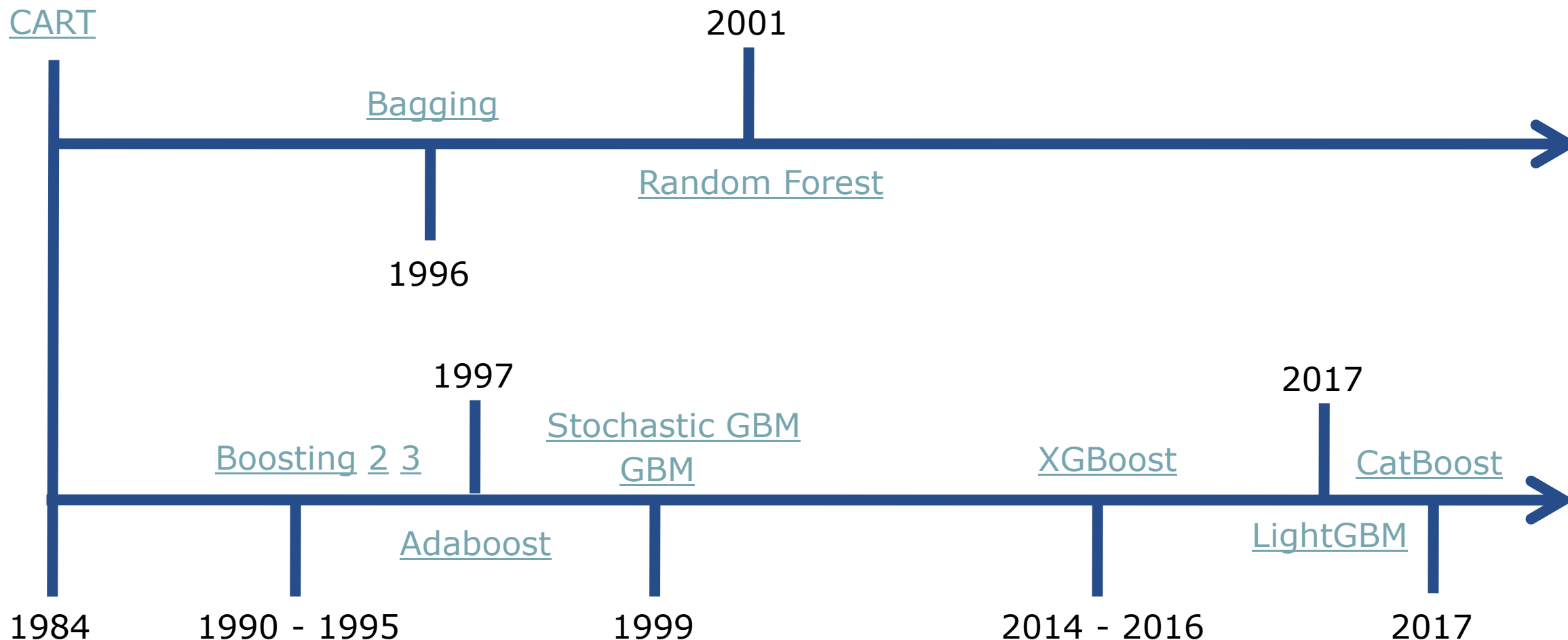
escola
britânica de
artes criativas
& tecnologia

Profissão Cientista de Dados

Gradient Boosting Machine - GBM

Por que estamos aprendendo nessa ordem?

Pois essa foi a ordem das invenções.

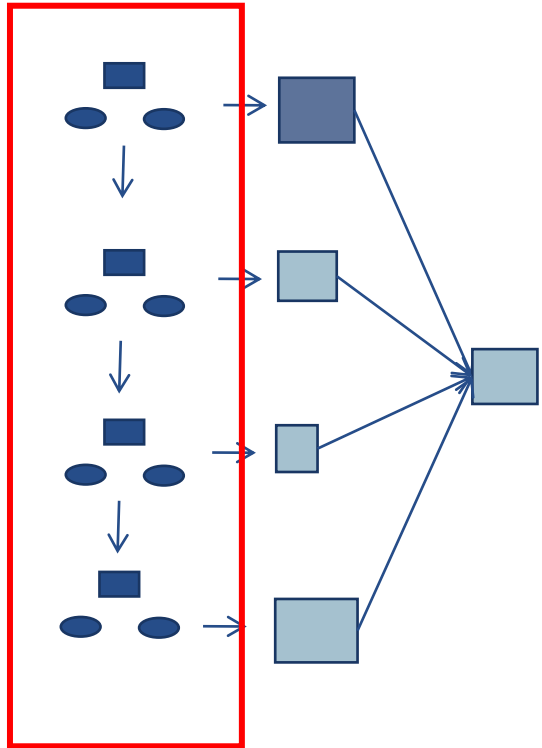


GBM – Gradient Boosting Machine

AdaBoost vs GBM

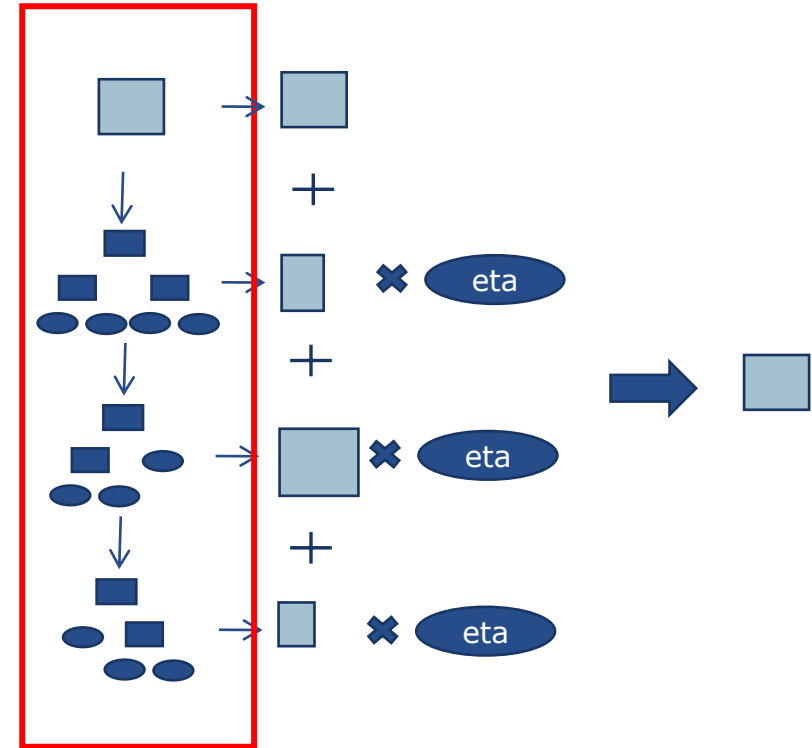
3 grandes diferenças

AdaBoost



Floresta de Stumps

GBM

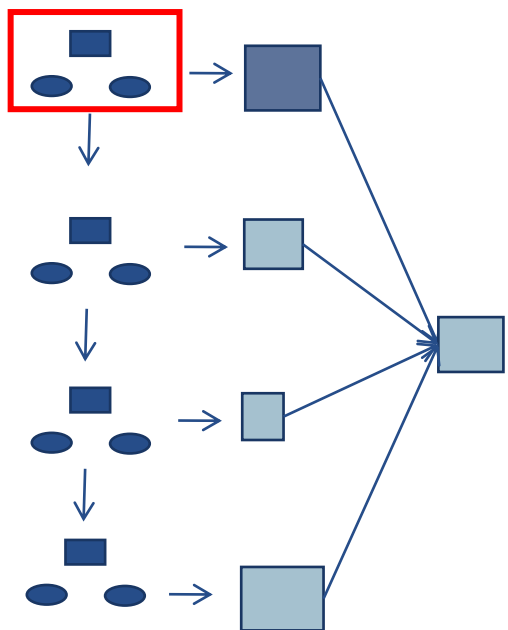


Floresta de Árvores

AdaBoost vs GBM

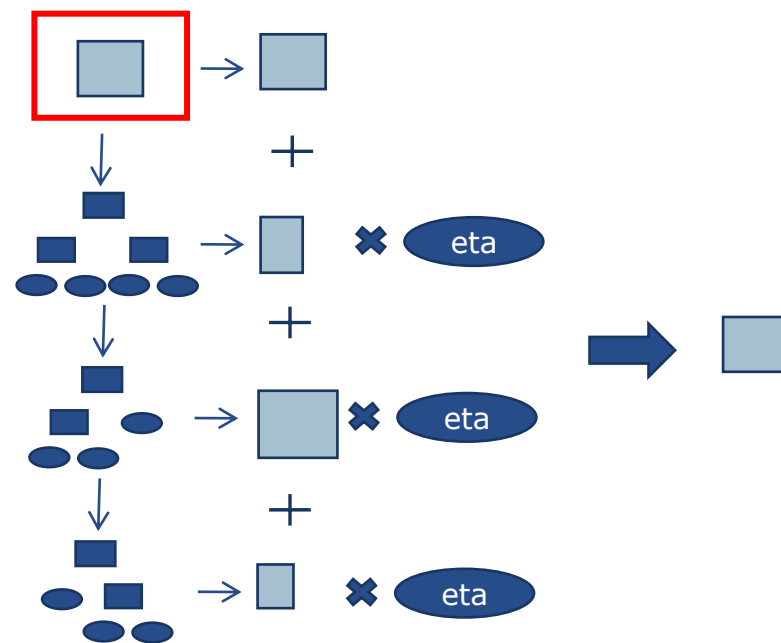
3 grandes diferenças

AdaBoost



O primeiro passo é um stump

GBM

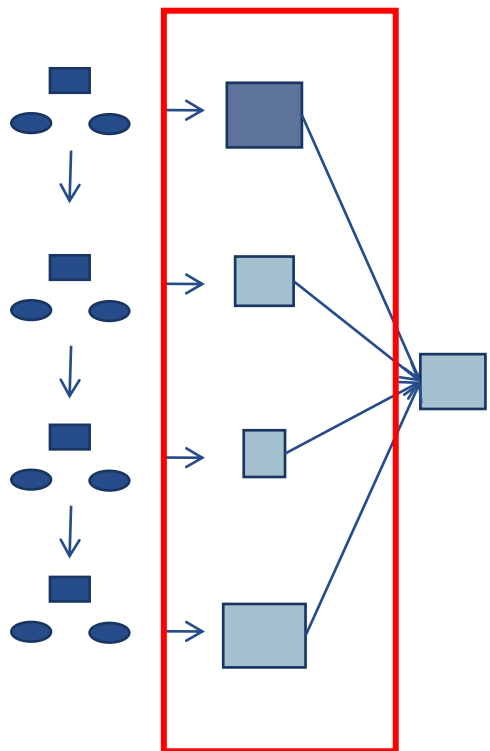


O primeiro passo é a média do Y

AdaBoost vs GBM

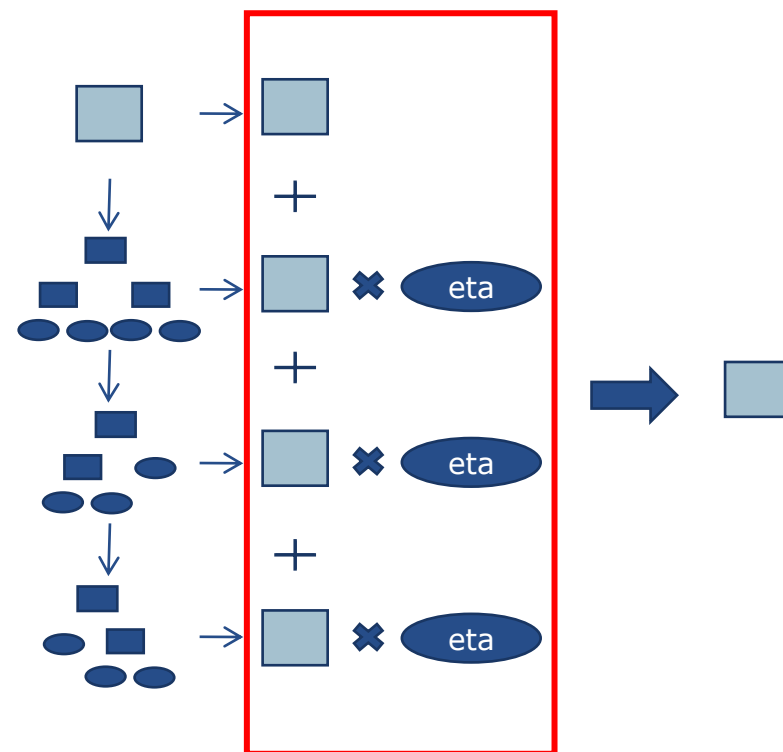
3 grandes diferenças

AdaBoost



Cada resposta tem um peso diferente

GBM



Todas as respostas das árvores possui um multiplicador em comum chamado *learning_rate* (eta).

GBM

Nó inicial

174

	X ₁	X ₂	X ₃	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159
Média				174

GBM

Nó inicial

174

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

\hat{Y} (predito)
174
174
174
174
174
174

Resíduo (Y – \hat{Y})

Média	174
-------	-----

GBM

Nó inicial

174

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

\hat{Y} (predito)
174
174
174
174
174
174

Resíduo (Y – \hat{Y})
190-174 = 16

Média	174
-------	-----

GBM

Nó inicial

174

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

\hat{Y} (predito)
174
174
174
174
174
174

Resíduo (Y – \hat{Y})
190-174 = 16
185-174 = 11
170-174 = -4
165-174 = -9
175-174 = 1
159-174= -15

Média	174
-------	-----

GBM

Nó inicial

174

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

$Pred_1$
174
174
174
174
174
174

Resíduo ₁ (Y – \hat{Y})
190-174 = 16
185-174 = 11
170-174 = -4
165-174 = -9
175-174 = 1
159-174 = -15

Média	174
-------	-----

GBM

Nó inicial

174

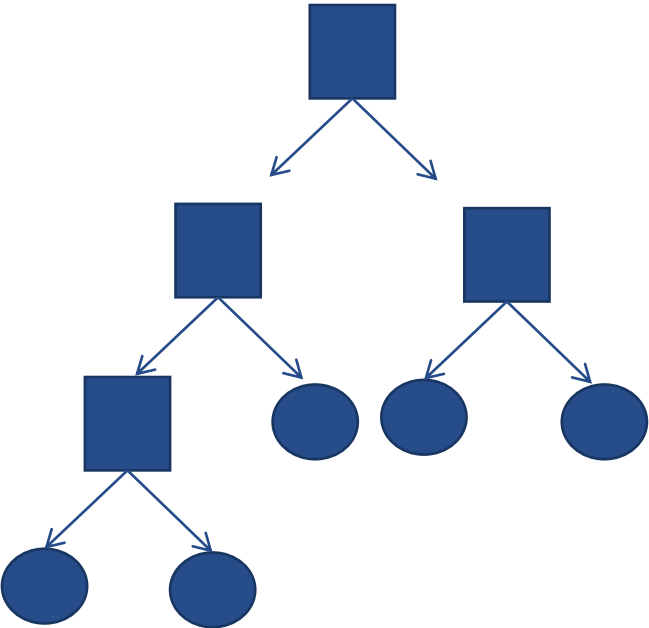
	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)	Resíduo ₁
1				190	16
2				185	11
3				170	-4
4				165	-9
5				175	1
6				159	-15

GBM

Nó inicial

174

	Y				
	X ₁	X ₂	X ₃	Resíduo ₁	Pred ₂
1				16	16
2				11	11
3				-4	-6,5
4				-9	-6,5
5				1	1
6				-15	-15



GBM

Nó inicial

174

+



	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁
174
174
174
174
174
174

Pred ₂
16
11
-6,5
-6,5
1
-15

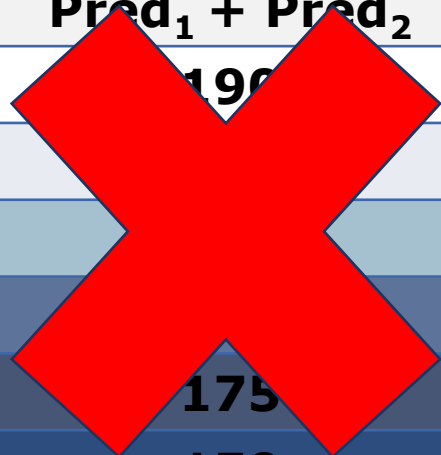
GBM

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁
174
174
174
174
174
174

Pred ₂
16
11
-6,5
-6,5
1
-15

Pred ₁ + Pred ₂
190
196
163,5
168,5
176
144



Overfitting

GBM

Passo na
direção

$\eta = 0,1$

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁
174
174
174
174
174
174

Pred ₂
16
11
-6,5
-6,5
1
-15

Pred ₁ + (η * Pred ₂)

GBM

Passo na
direção

$\eta = 0,1$

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁
174
174
174
174
174
174

Pred ₂
16
11
-6,5
-6,5
1
-15

Pred ₁ + (η * Pred ₂)
174 + (0,1 * 16)

GBM

Passo na
direção

$\eta = 0,1$

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁
174
174
174
174
174
174

Pred ₂
16
11
-6,5
-6,5
1
-15

Pred ₁ + (η * Pred ₂)
$174 + (0,1 * 16)$
$174 + (0,1 * 11)$
$174 + (0,1 * -6,5)$
$174 + (0,1 * -6,5)$
$174 + (0,1 * 1)$
$174 + (0,1 * -15)$

GBM

Passo na
direção

$\eta = 0,1$

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁
174
174
174
174
174
174

Pred ₂
16
11
-6,5
-6,5
1
-15

Pred ₁ + (η * Pred ₂)
174 + 1,6
174 + 1,1
174 - 0,65
174 - 0,65
174 + 0,1
174 - 1,5

GBM

Passo na
direção

$\eta = 0,1$

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁
174
174
174
174
174
174

Pred ₂
16
11
-6,5
-6,5
1
-15

Pred ₁ + (η * Pred ₂)
175,6
175,1
173,35
173,35
174,1
172,5

GBM

Passo na
direção

$\eta = 0,1$

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁
174
174
174
174
174
174

Pred ₂
16
11
-6,5
-6,5
1
-15

Pred ₁ + (η * Pred ₂)
175,6
175,1
173,35
173,35
174,1
172,5

GBM

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)	$\text{Pred}_1 + (\text{eta} * \text{Pred}_2)$	Resíduo ₂
1				190	175,6	14,4
2				185	175,1	9,9
3				170	173,35	-3,35
4				165	173,35	-8,35
5				175	174,1	0,9
6				159	172,5	-13,5

GBM

Resíduo ($Y - \hat{Y}$)

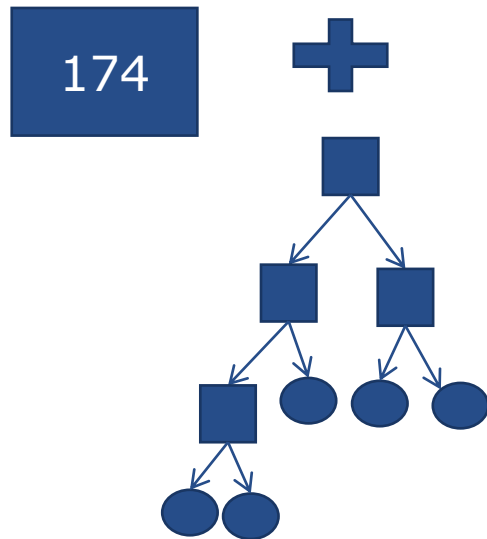
	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Resíduo ₁	Resíduo ₂
16	14,4
11	9,9
-4	-3,35
-9	-8,35
1	0,9
-15	-13,5



Um passo em direção a resposta

GBM



	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Resíduo ₂
14,4
9,9
-3,35
-8,35
0,9
-13,5

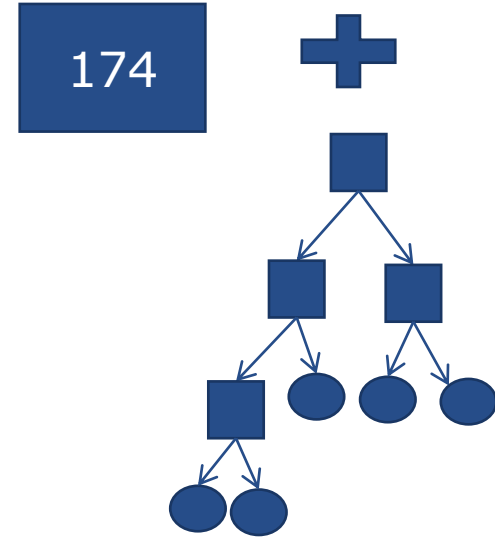
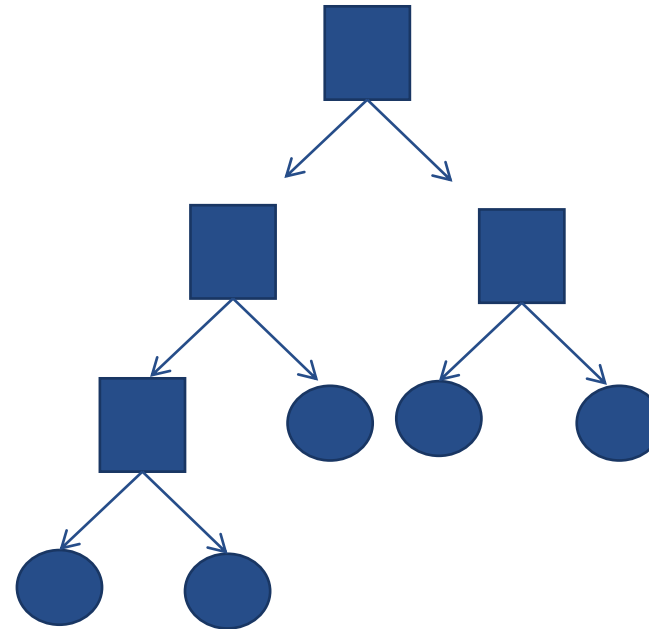
GBM

Y

	X ₁	X ₂	X ₃
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Resíduo ₂
14,4
9,9
-3,35
-8,35
0,9
-13,5

Pred ₃
12,15
12,15
-3,35
-8,35
0,9
-13,5



174

+

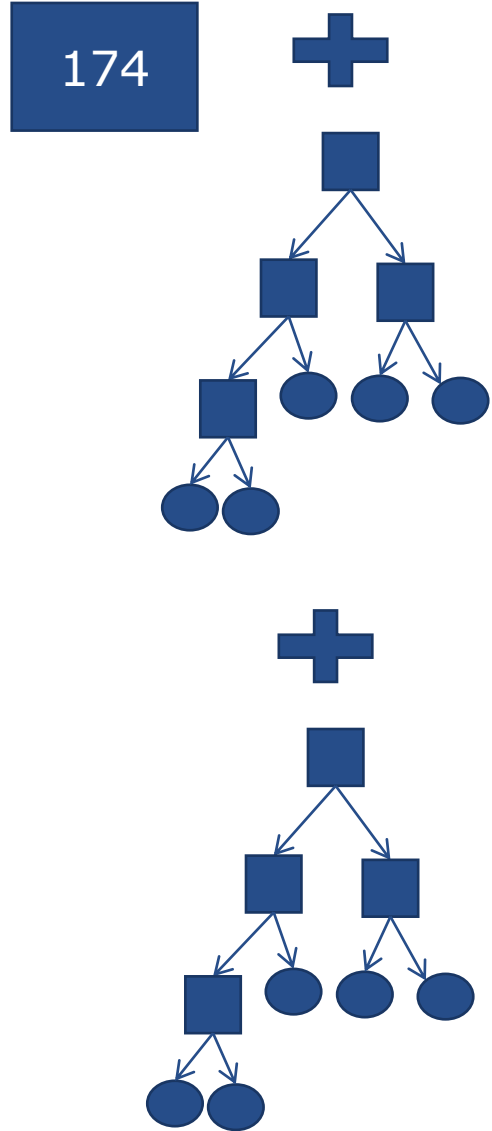
GBM

Y

	X ₁	X ₂	X ₃
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Resíduo ₂
14,4
9,9
-3,35
-8,35
0,9
-13,5

Pred ₃
12,15
12,15
-3,35
-8,35
0,9
-13,5



GBM

Passo na
direção

$\text{eta} = 0,1$

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁	Pred ₂	Pred ₃
174	16	12,15
174	11	12,15
174	-6,5	-3,35
174	-6,5	-8,35
174	1	0,9
174	-15	-13,5

Pred ₁ + (eta * Pred ₂) + (eta * Pred ₃)
176,82

GBM

Passo na
direção

eta = 0,1

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Pred ₁	Pred ₂	Pred ₃
174	16	12,15
174	11	12,15
174	-6,5	-3,35
174	-6,5	-8,35
174	1	0,9
174	-15	-13,5

Pred ₁ + (eta * Pred ₂) + (eta * Pred ₃)
176,82
176,32
173
172,5
174,2
171,2

GBM

	X ₁	X ₂	X ₃	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

$\text{Pred}_1 + (\text{eta} * \text{Pred}_2) + (\text{eta} * \text{Pred}_3)$
176,82
176,32
173
172,5
174,2
171,2

Resíduo ₃
13,2
8,7
-3
-7,5
0,8
-12,2

GBM

Resíduo ($Y - \hat{Y}$)

	X_1	X_2	X_3	Y (altura cm)
1				190
2				185
3				170
4				165
5				175
6				159

Resíduo ₁	Resíduo ₂	Resíduo ₃
16	14,4	13,2
11	9,9	8,7
-4	-3,35	-3
-9	-8,35	-7,5
1	0,9	0,8
-15	-13,5	-12,2



2 passos em direção a resposta

GBM

