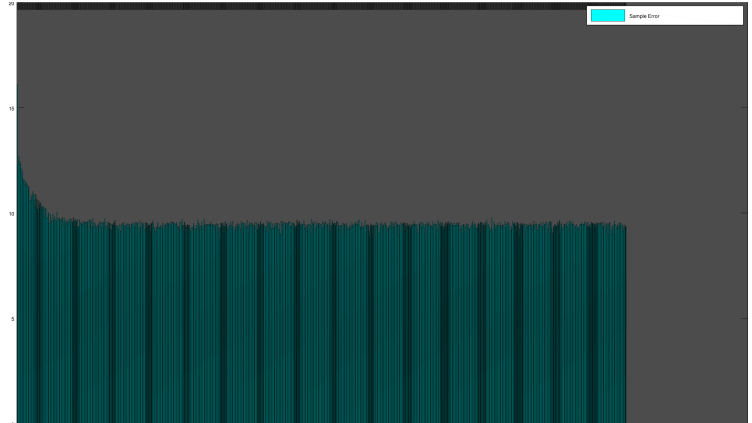
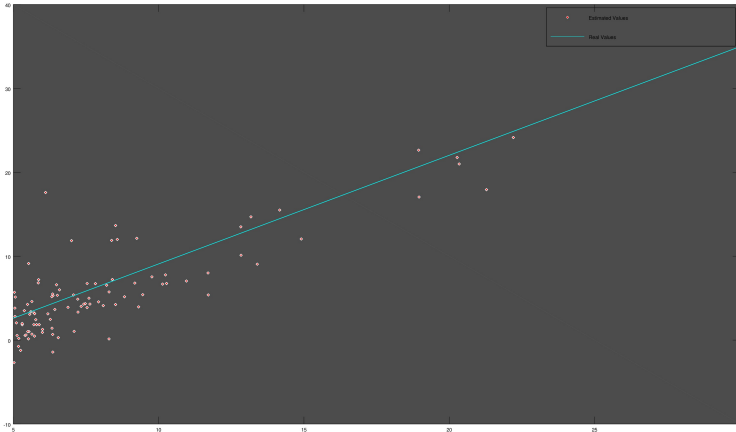


### Questão 1

- 1000 épocas de treinamento
- $\alpha = 0.001$
- Regressão obtida:  $y = 1.1130 \cdot x - 3.8996$
- Erro quadrático médio: 9.2428
- Figuras:



Resposta 1:

O modelo não é adequado para o problema, pois há uma enorme nuvem dispersa de pontos acumulada no intervalo de 0 a 10.

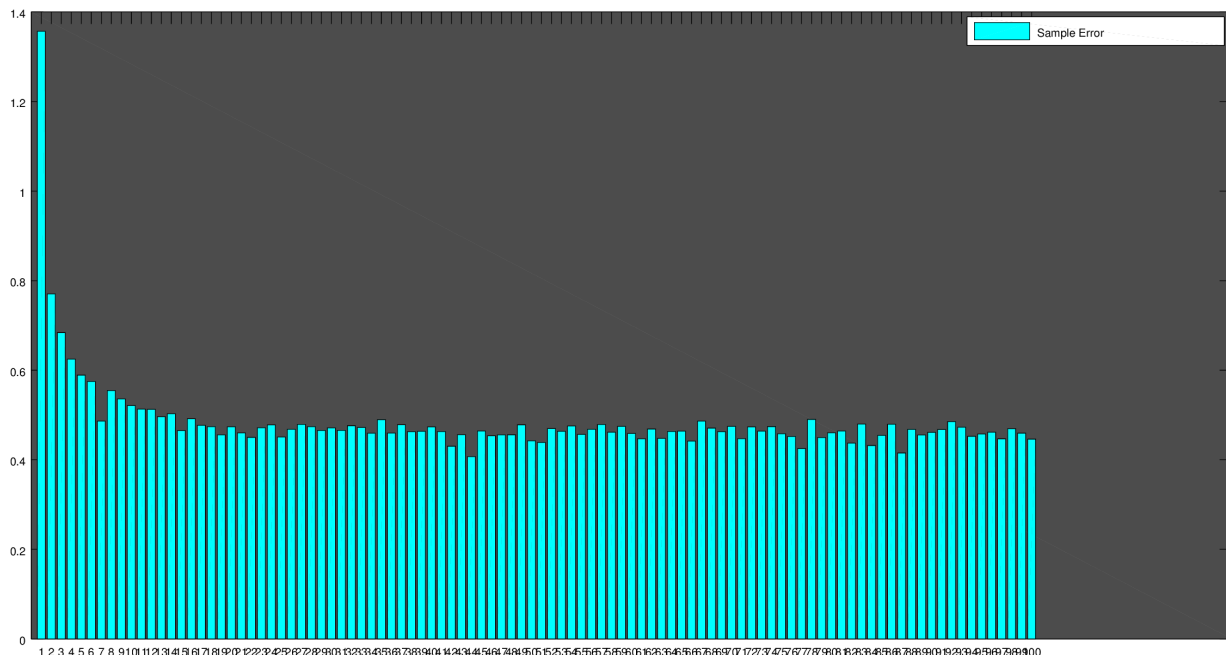
Resposta 2:

É possível notar que o algoritmo está “aprendendo” nos 80~100 primeiros passos. Após isso, o algoritmo se estabiliza, mantendo seu erro aproximadamente constante ao longo das iterações subsequentes.

### Questão 2

Modelo 1 – Gradiente Descendente Estocástico

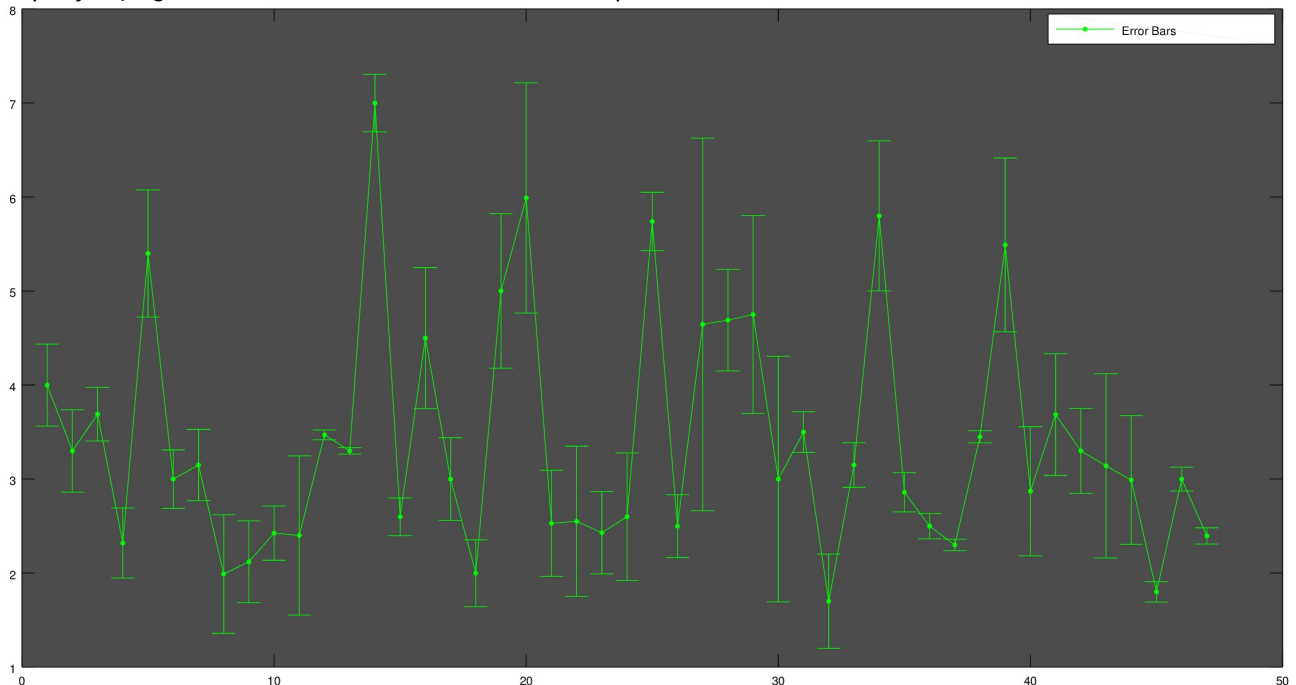
- 100 épocas de treinamento
- $\alpha = 0.01$
- Regressão obtida:  $y = 1.4103 \cdot x_1 + 0.0080549 \cdot x_2 + 0.81095$
- Erro quadrático médio: 0.44615
- O algoritmo aprende até a vigésima época, aproximadamente.
- Figura:



## Modelo 2 - Mínimos Quadrados

- Regressão obtida:  $y = 1.392107 * x_1 - 0.08738 * x_2 + 0.895979$
- Erro quadrático médio: 0.40866

Os valores obtidos não são iguais, e o método dos mínimos quadrados apresenta menor erro. Métodos iterativos como o gradiente descendente constroem o resultado da equação aos poucos, o que leva à inserção de erros na resposta. Em contrapartida, o método dos mínimos quadrados é uma solução exata para a nossa equação, garantindo um resultado mais preciso.



## Questão 3

### Método dos Mínimos Quadrados Regularizado

- $\lambda = [0, 1, 2, 3, 4, 5]$
- Regressão obtida:  
$$y = 1.771674 * x_1 - 0.052716 * x_2 - 0.410030 * x_3 + 0.062630 * x_4 - 0.346963 * x_5 + 1.059566$$
- Erro Quadrático Médio: 0.14924

Seguem abaixo os resultados de vários testes para diferentes valores de  $\lambda$ :

$\lambda$	0	1	2	3	4	5
W0	0.792989	0.660488	0.579788	0.525480	0.486436	0.457014
W1	2.056501	0.660488	2.284298	2.342324	2.384041	2.415477
W2	0.121439	2.198074	0.260724	0.296204	0.321711	0.340933
W3	-1.161379	0.208003	-1.762288	-1.915357	-2.025403	-2.108329
W4	0.062729	-1.534836	0.062807	0.062827	0.062842	0.062852
W5	-0.391102	0.062777	-0.426404	-0.435396	-0.441861	-0.446733
<b>EQM</b>	<b>0.18279</b>	<b>0.20818</b>	<b>0.22648</b>	<b>0.24000</b>	<b>0.25033</b>	<b>0.25844</b>

Observando a tabela acima linha por linha, concluímos que a variável mais utilizada é  $x_1$ , a que teve maior incremento de relevância foi  $x_3$ . A variável  $x_0$  teve sua relevância reduzida, e a variável  $x_4$  praticamente não mudou.