**Questão 1:**

**a) Solução de Wiener para o filtro FIR com $M = 2$ coeficientes:**

**Matriz de Autocorrelação:**

$$R_x = \begin{bmatrix} 0.9977 & 0.0574 \\ 0.0574 & 0.9977 \end{bmatrix}$$

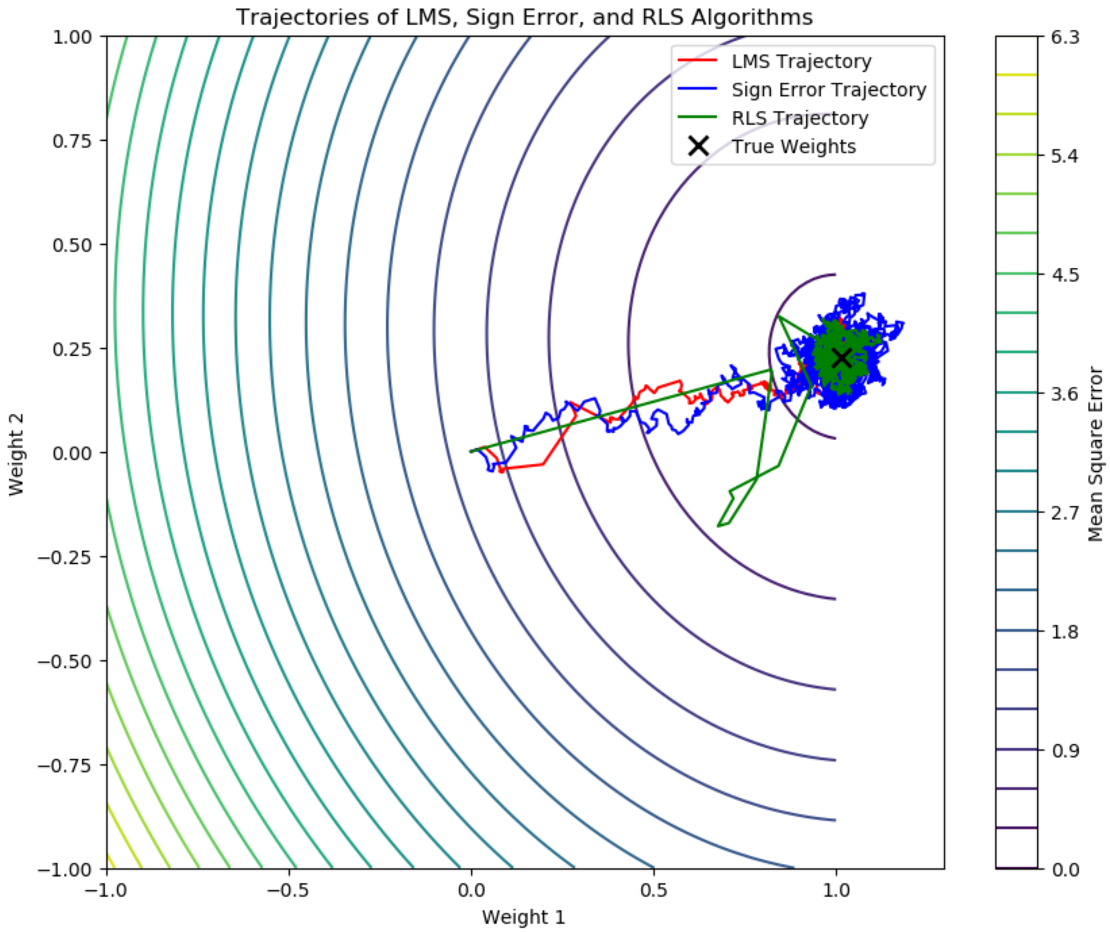
**Vetor de Correlação Cruzada:**

$$\underline{p} = \begin{bmatrix} 1.025 & 0.2853 \end{bmatrix}$$

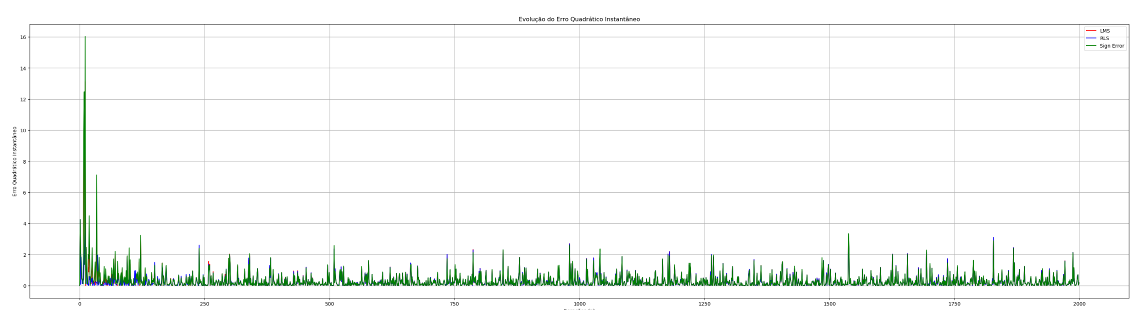
**Coeficientes de Wiener:**

$$\underline{\omega} = \begin{bmatrix} 1.0147 & 0.2274 \end{bmatrix}$$

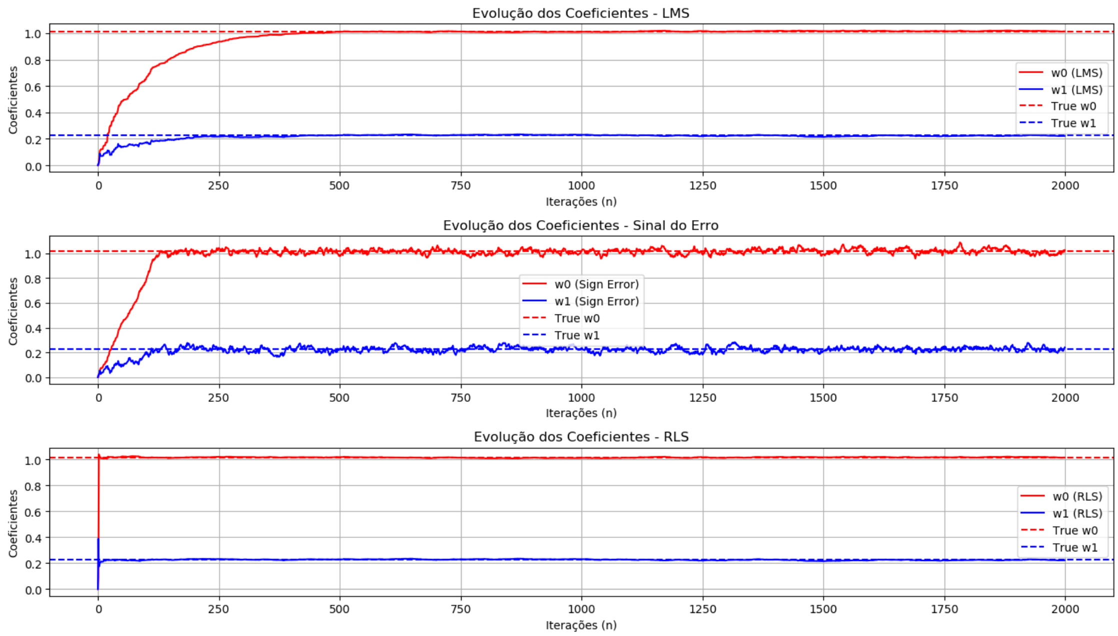
**b) Trajetórias associadas aos três algoritmos (LMS, RLS e Sinal do Erro) sobre as curvas de nível da superfície do erro quadrático médio:**




**c) Evolução do Erro Quadrático Instantâneo em função do número de iterações ($n = 2000$):**



**Evolução dos erros dos coeficientes do filtro em função do número de iterações ($n = 2000$):**




**O Algoritimo $LMS$ (Last Means Square) apresentou uma convergência gradual e mais estável do que se comparada à convergência do RLS e com o Sinal do Erro. O ajuste dos pesos para o caso do $LMS$ depende diretamente do tamanho do passo $\mu_{LMS}$. Um valor de $\mu_{LMS}$ muito elevado pode acelerar a convergência, porém aumenta as chances de haver instabilidades no modelo. O algoritmo do sinal de Erro apresentou uma convergência mais lenta e menos precisa que o sinal $LMS$, pois utiliza apenas o sinal do erro como referência e ajuste e, assim como no $LMS$, o tamanho do passo também influencia na estabilidade e velocidade da convergência. Para o algoritmo $RLS$ a convergência ocorreu mais rapidamente que os demais algoritmos e os pesos se ajustaram quase que imediatamente às mudanças do sistema ou ao ruído. Os valores do fator de esquecimento próximo à um impõem mais pesos às amostras passadas, dessa forma, é possível realizar um ajuste fino a partir destes parâmetros para se obter uma filtragem com mais velocidade e estabilidade.**

**e) Reproduzindo os experimentos para o novo conjunto de dados, temos:**

**Matriz de Autocorrelação:**

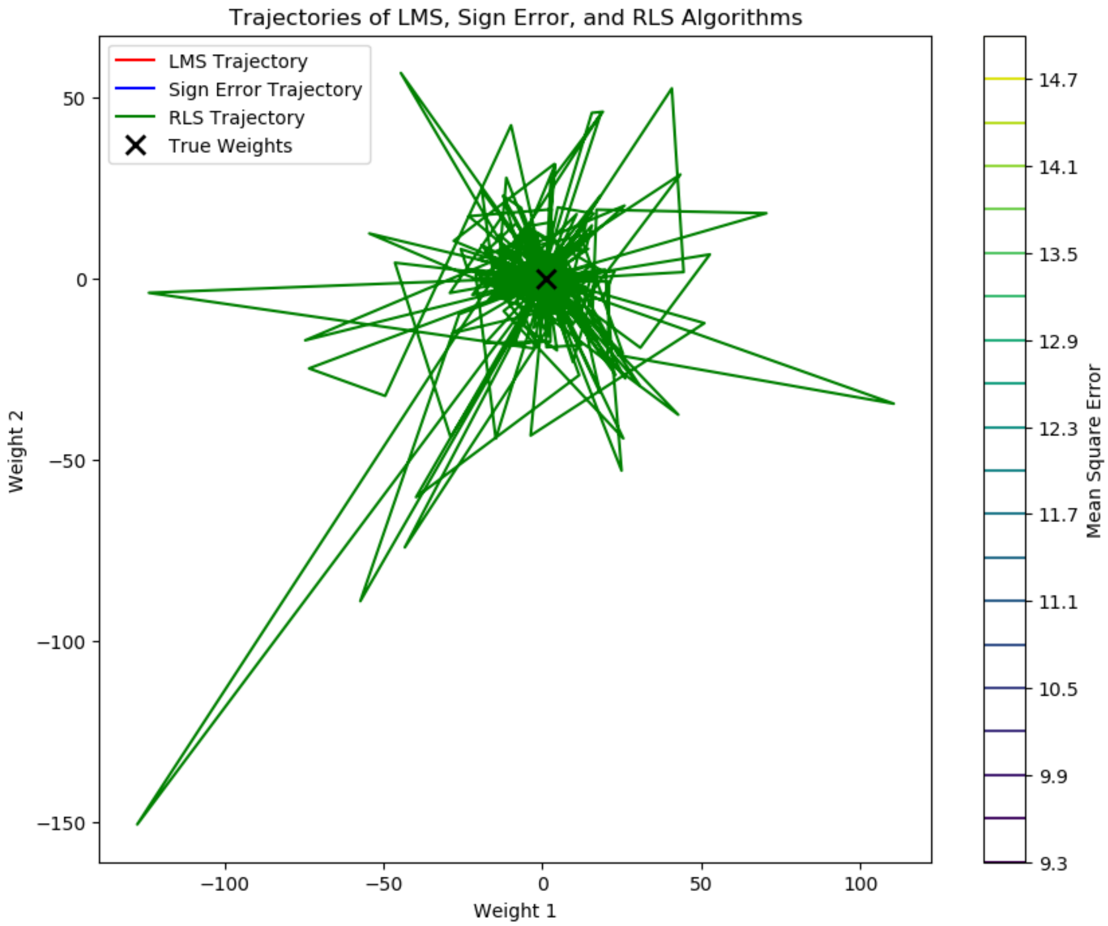
$$R_x = \begin{bmatrix} 0.9857 & 0.0185 \\ 0.0185 & 0.9857 \end{bmatrix}$$

**Vetor de Correlação Cruzada:**

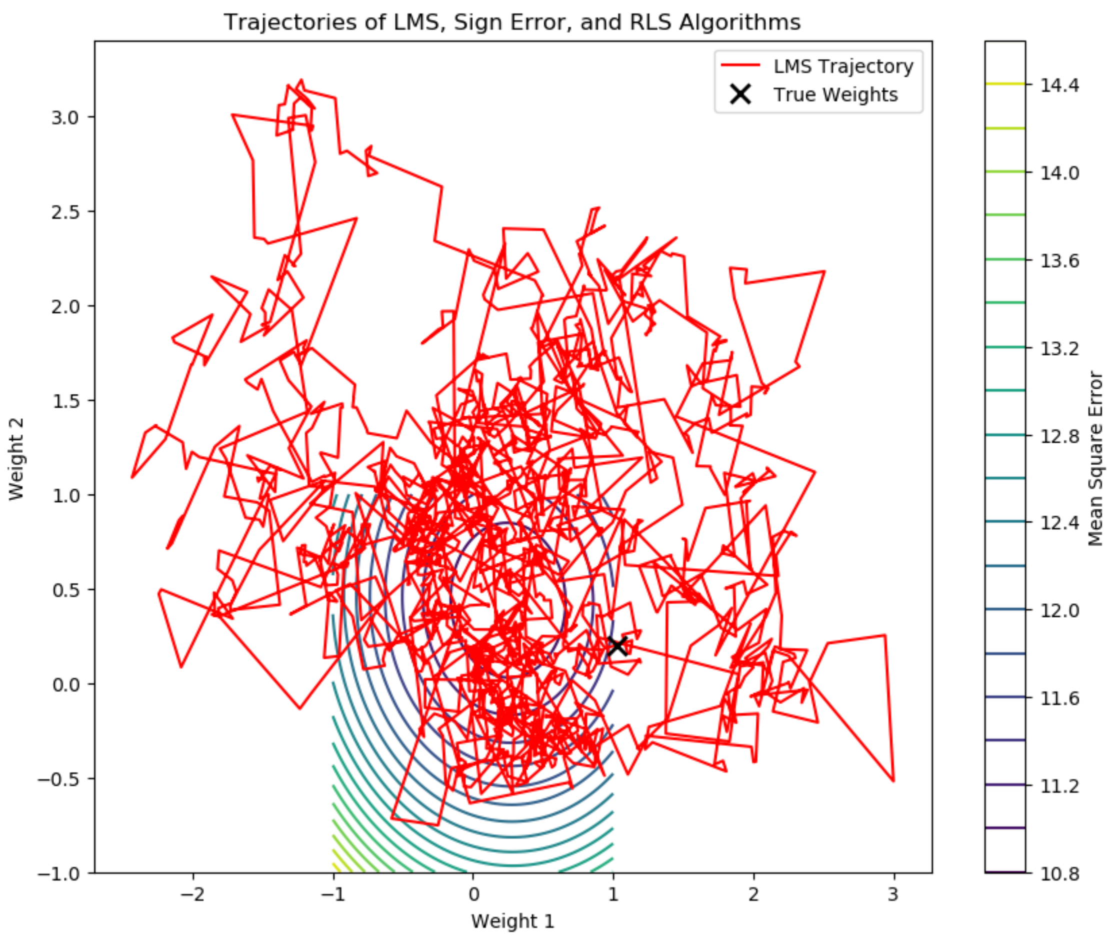
$$p = \begin{bmatrix} 0.9890 & 0.2108 \end{bmatrix}$$

**Coeficientes de Wiener:**

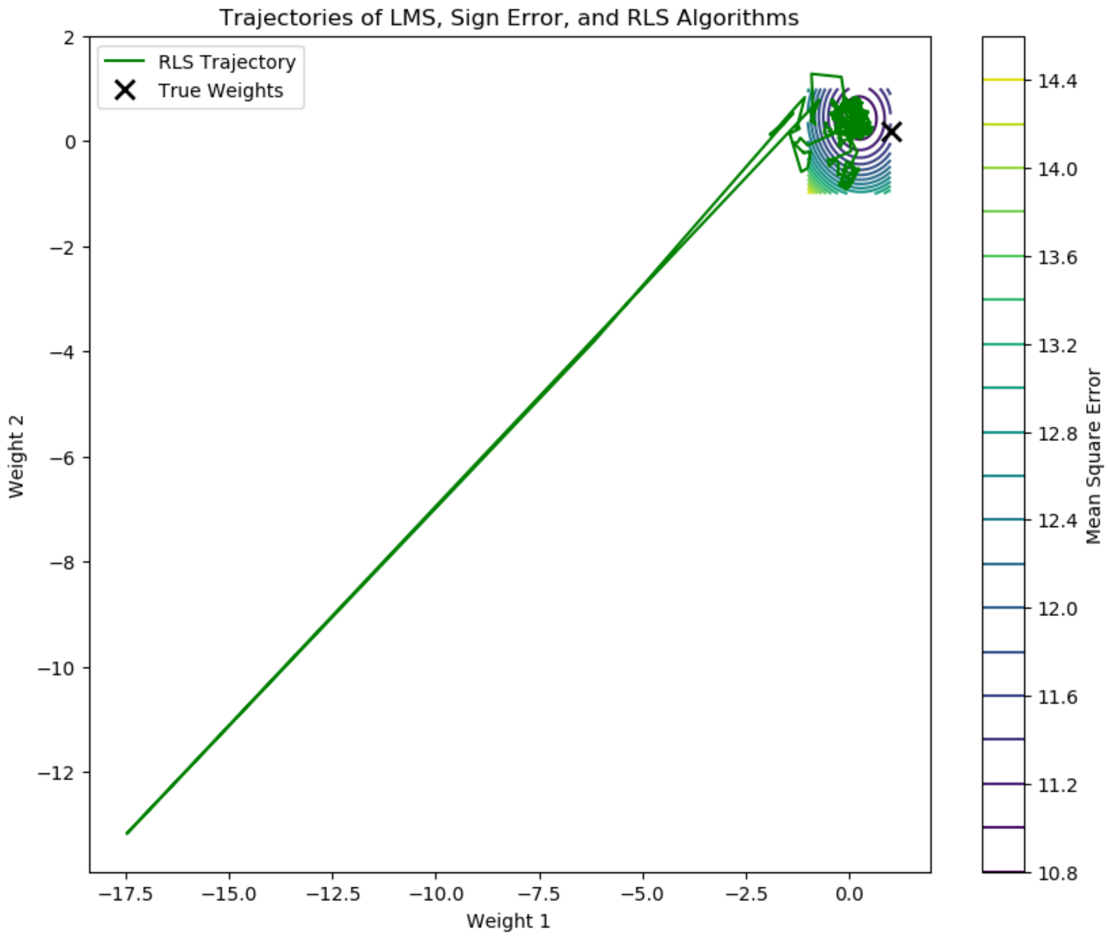
$$\omega = \begin{bmatrix} 0.9997 & 0.1951 \end{bmatrix}$$



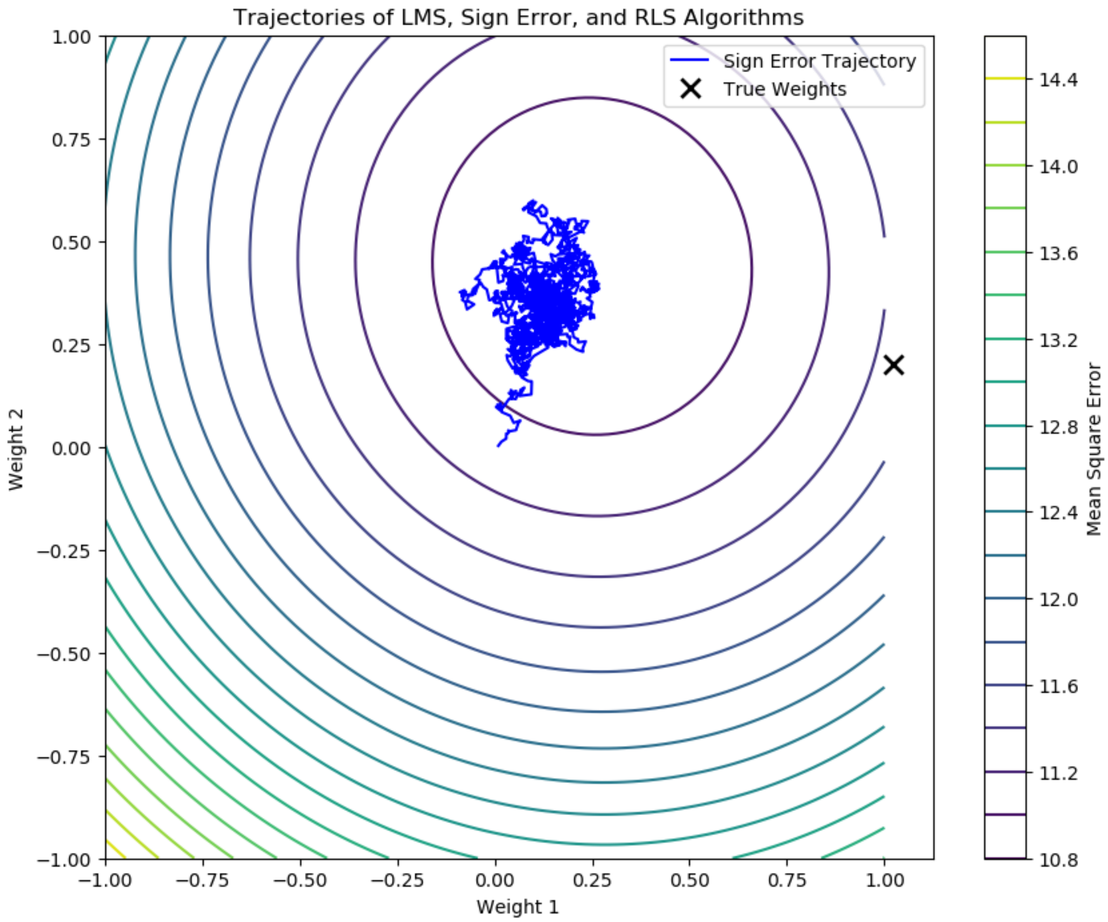
Trajectories of LMS, Sign Error, and RLS Algorithms
LMS Trajectory
Sign Error Trajectory
RLS Trajectory
True Weights
Weight 1
Weight 2
Mean Square Error
50
0
−50
−100
−150
100
14.7
14.1
13.5
12.9
12.3
11.7
11.1
10.5
9.9
9.3



Trajectories of LMS, Sign Error, and RLS Algorithms
LMS Trajectory
True Weights
Weight 1
Weight 2
Mean Square Error
−2
−1
0
1
2
3
−1.0
−0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
10.8
11.2
11.6
12.0
12.4
12.8
13.2
13.6
14.0
14.4



Trajectories of LMS, Sign Error, and RLS Algorithms
RLS Trajectory
True Weights
Weight 1
Weight 2
Mean Square Error
2
0
−2
−4
−6
−8
−10
−12
−17.5
−15.0
−12.5
−10.0
−7.5
−5.0
−2.5
0.0
14.4
14.0
13.6
13.2
12.8
12.4
12.0
11.6
11.2
10.8


Trajectories of LMS, Sign Error, and RLS Algorithms
Sign Error Trajectory
True Weights
Weight 1
Weight 2
Mean Square Error
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
−0.25
−0.50
−0.75
−1.00
−1.00
−0.75
−0.50
−0.25
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
14.4
14.0
13.6
13.2
12.8
12.4
12.0
11.6
11.2
10.8