

1 Introdução

O objetivo desse laboratório foi implementar (em *Python*) uma rede neural utilizando o *framework Keras*, criado com o objetivo de facilitar a implementação de redes neurais por usuários. O problema estudado foi o *Imitation Learning* para o movimento de um robô, sendo utilizados dados fornecidos pelo professor.

A primeira etapa de tal laboratório era estudar a sintaxe para implementação de rede neural com o *Keras*. Veja um pseudo-código que explica o passo-a-passo para tal:

```
carregue os dados
instancie o Keras model
crie as camadas da sua rede neural com o número de neurônios e função de ativação de cada
compile o modelo com uma loss function definida
fite o modelo escolhendo o número de casos de treinamento
faça predições com o modelo
```

2 Código

```
num_cases=positions.size

#creating the neural network
model=models.Sequential()

#creating each layer
model.add(layer=layers.Dense(75,activation=activations.linear))
model.add(layers.LeakyReLU(alpha=0.01))

model.add(layer=layers.Dense(50,activation=activations.linear))
model.add(layers.LeakyReLU(alpha=0.01))

model.add(layer=layers.Dense(20,activation=activations.linear))

model.compile(optimizer=optimizers.Adam(),loss=losses.mean_squared_error)

model.fit(input, expected_output, batch_size=num_cases,epochs=num_epochs)

input_predict = np.arange(0, input[-1] + 0.001, 0.001)
output = model.predict(input_predict)
```

3 Resultados e discussão

3.1 Efeitos da regularização com *lambda L2*

A segunda tarefa foi rodar a rede neural já implementada pelo professor e comparar o efeito da regularização com as funções *sgz* e *xor*. As figuras 1 e 2 mostram o resultado, sem e com regularização, respectivamente da classificação da rede neural (função *sgz*). As figuras 5 e 6 representam a convergência, com e sem regularização, respectivamente, da rede neural e as figuras 9 e 10 mostram tais *datasets*. Note que, para a função *sgz*, a regularização não causou mudanças nítidas nos resultados finais, uma vez que ambos se assemelham ao gráfico da função $f(x) = -x$ (o que era esperado).

No caso da função *xor*, as figuras 3 e 4 mostram a classificação, as figuras 7 e 8 mostram a convergência e as figuras 11 e 12 mostram o *dataset* de tal função. Note que nesse caso, a regularização trouxe resultados mais precisos que o caso sem regularização. Tal fato pode ser explicado pela convergência da função de custo.

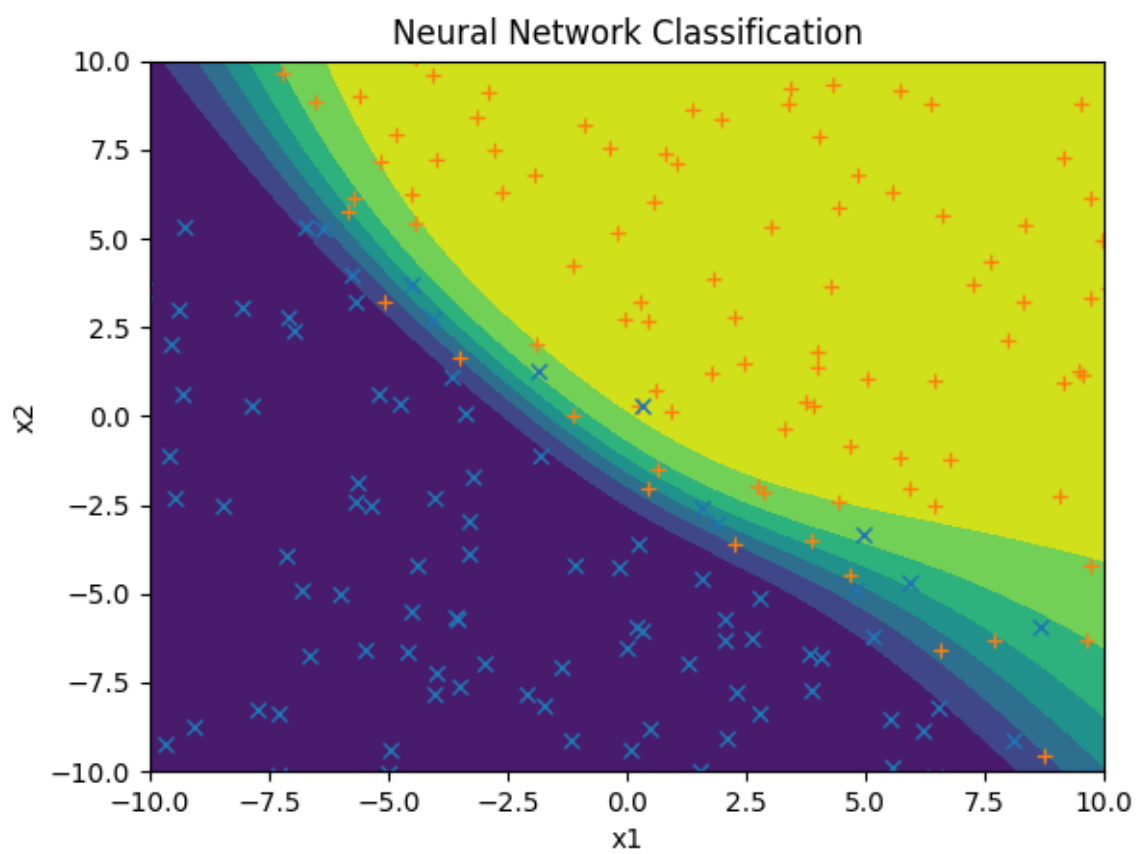


Figura 1: Classificação da função sgz com $\lambda = 0$

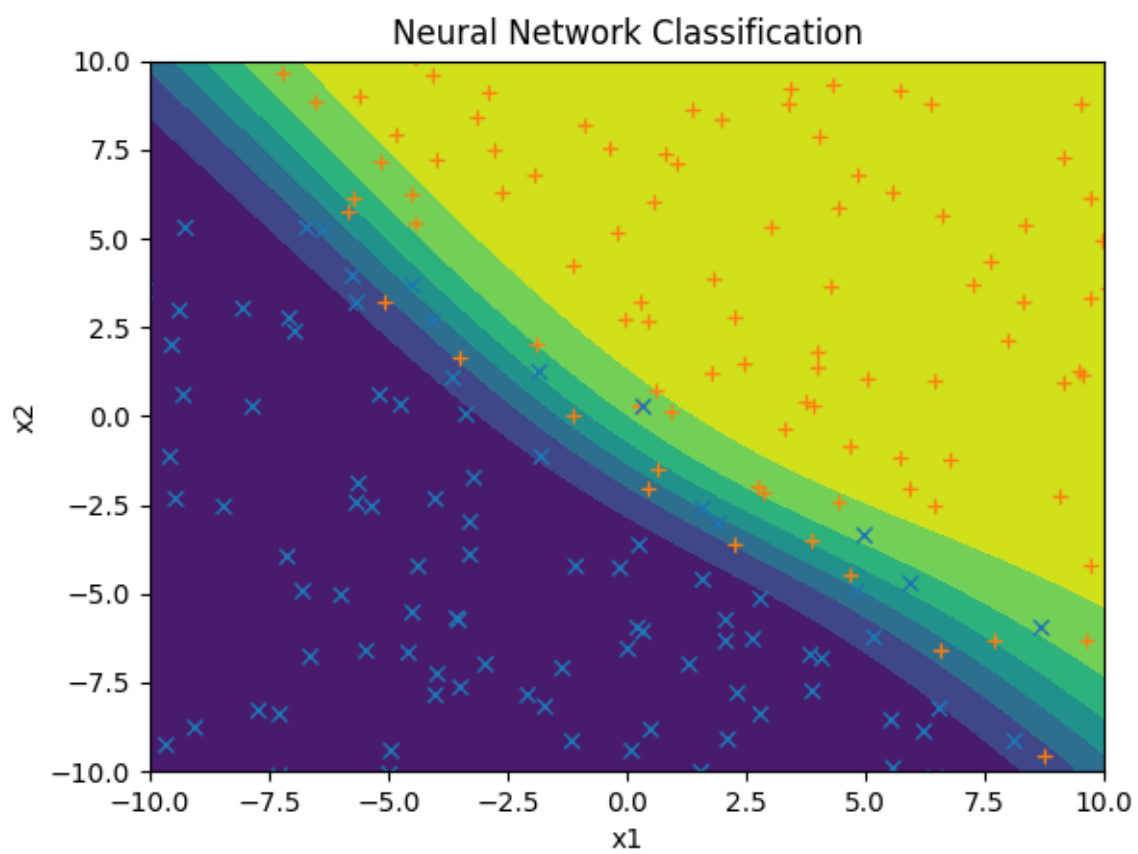


Figura 2: Classificação da função sgz com $\lambda = 0,02$

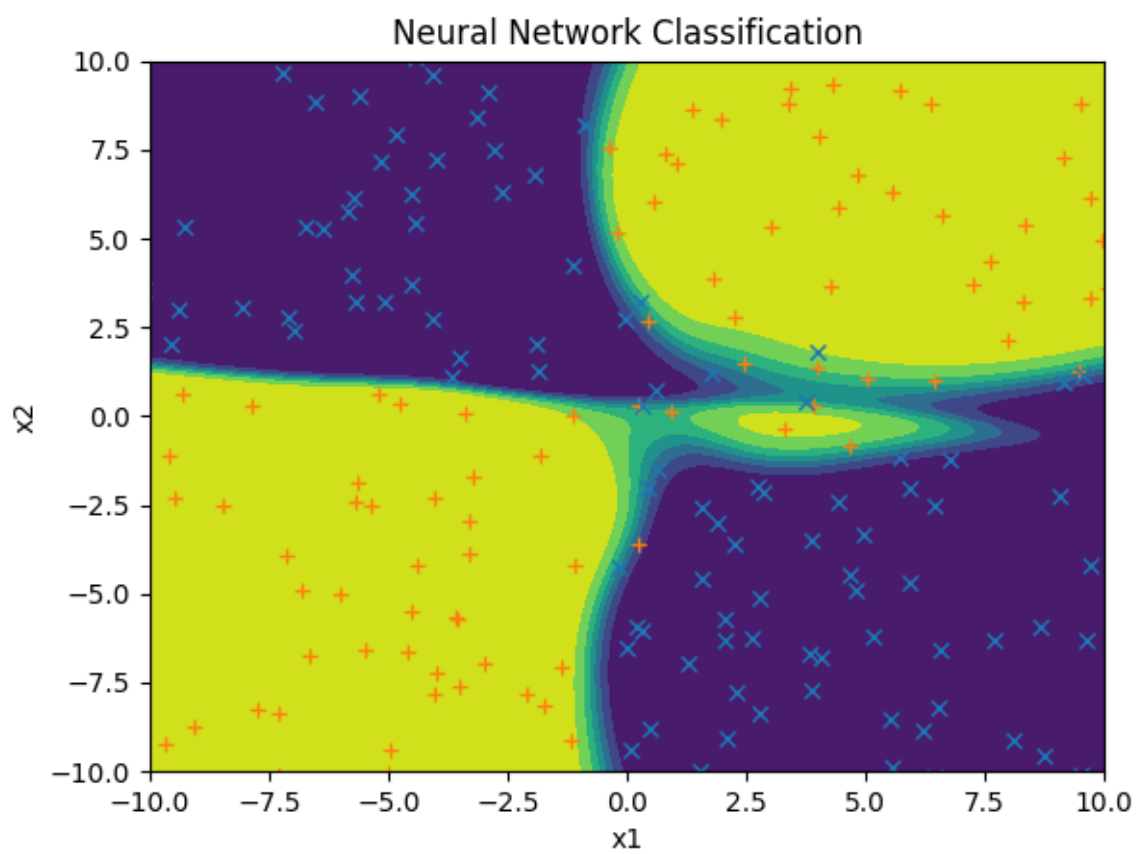


Figura 3: Classificação da função *xor* com $\lambda = 0$

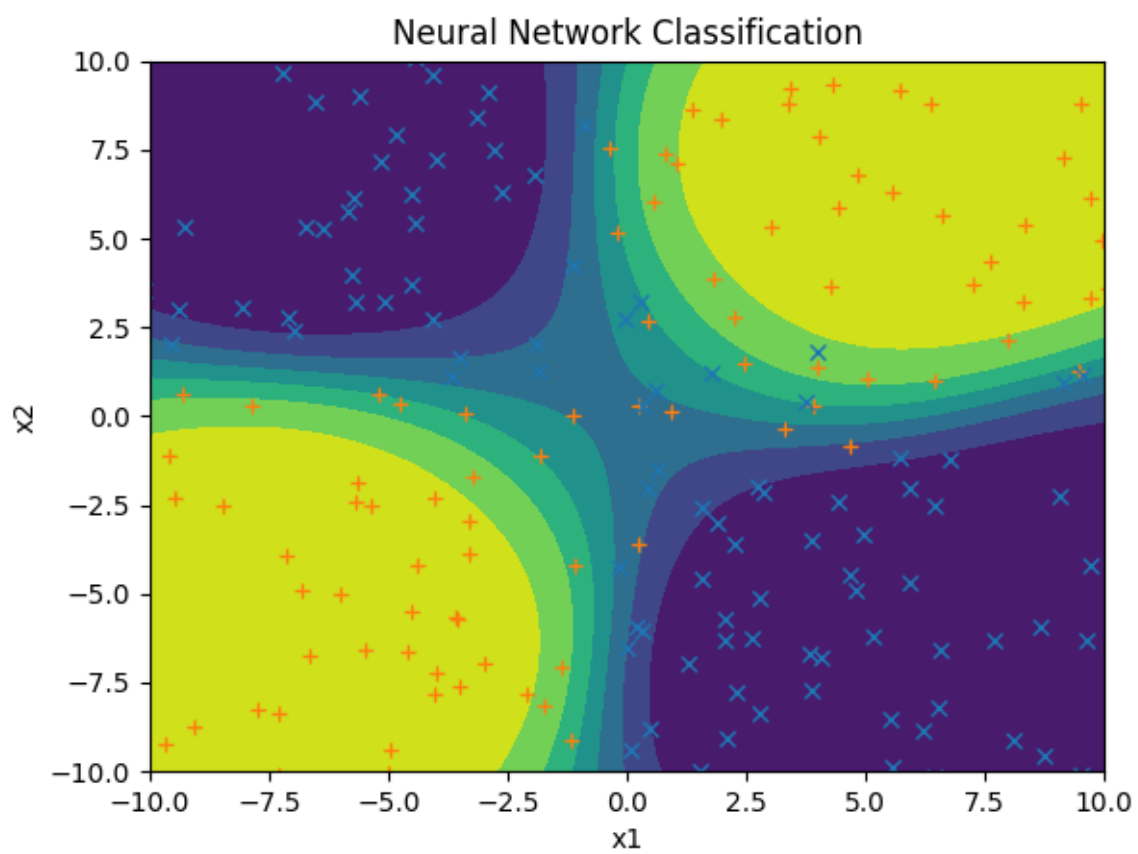


Figura 4: Classificação da função *xor* com $\lambda = 0,02$

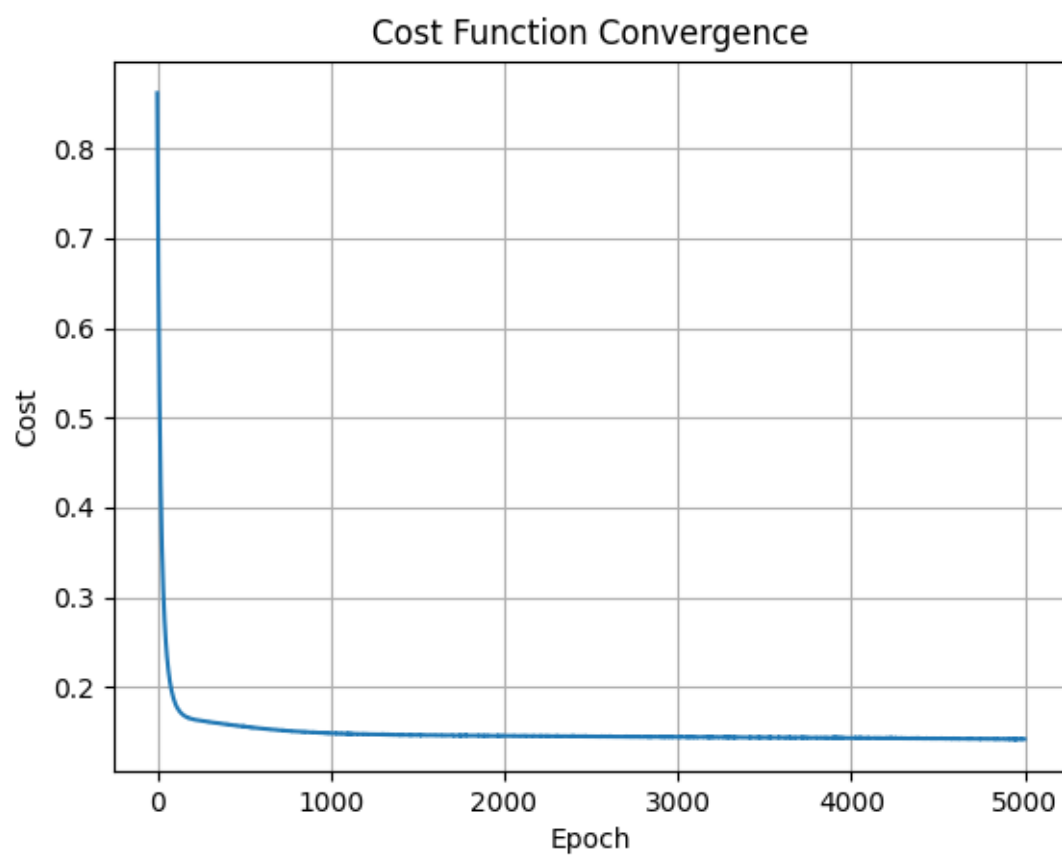


Figura 5: Convergência do custo da função *sgz* com $\lambda = 0$

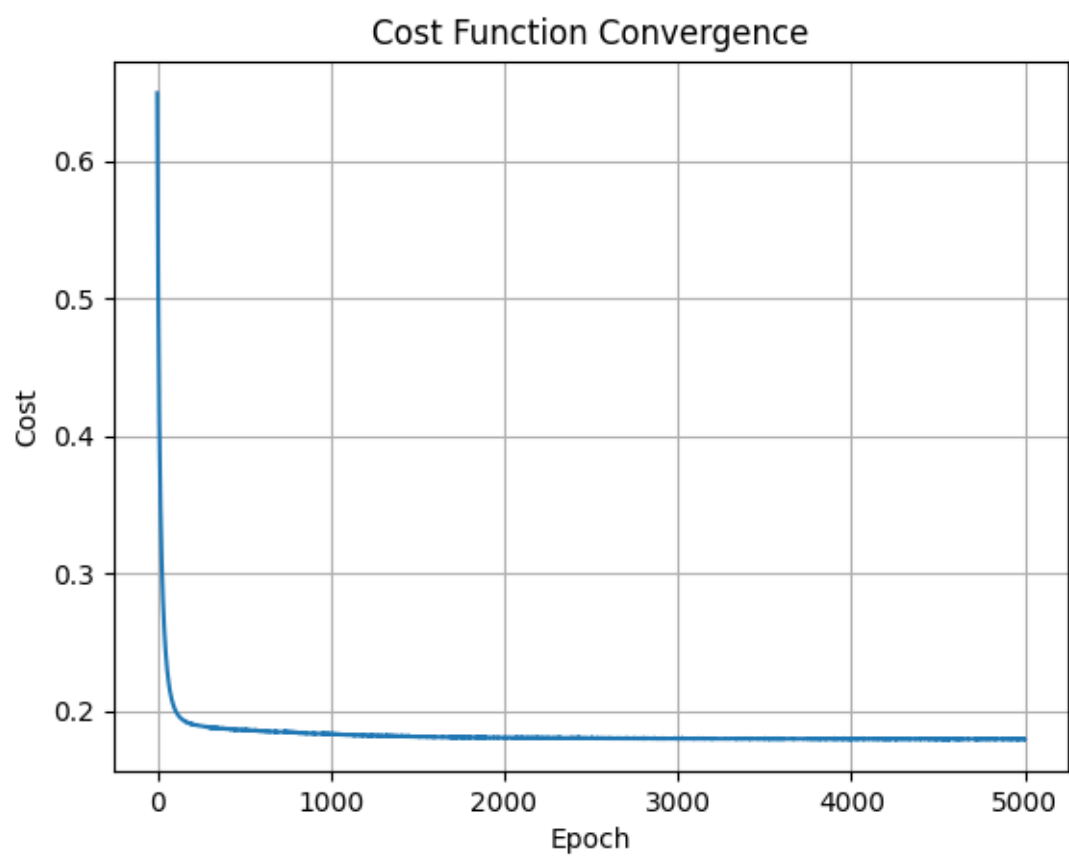


Figura 6: Convergência do custo da função *sgz* com $\lambda = 0,02$

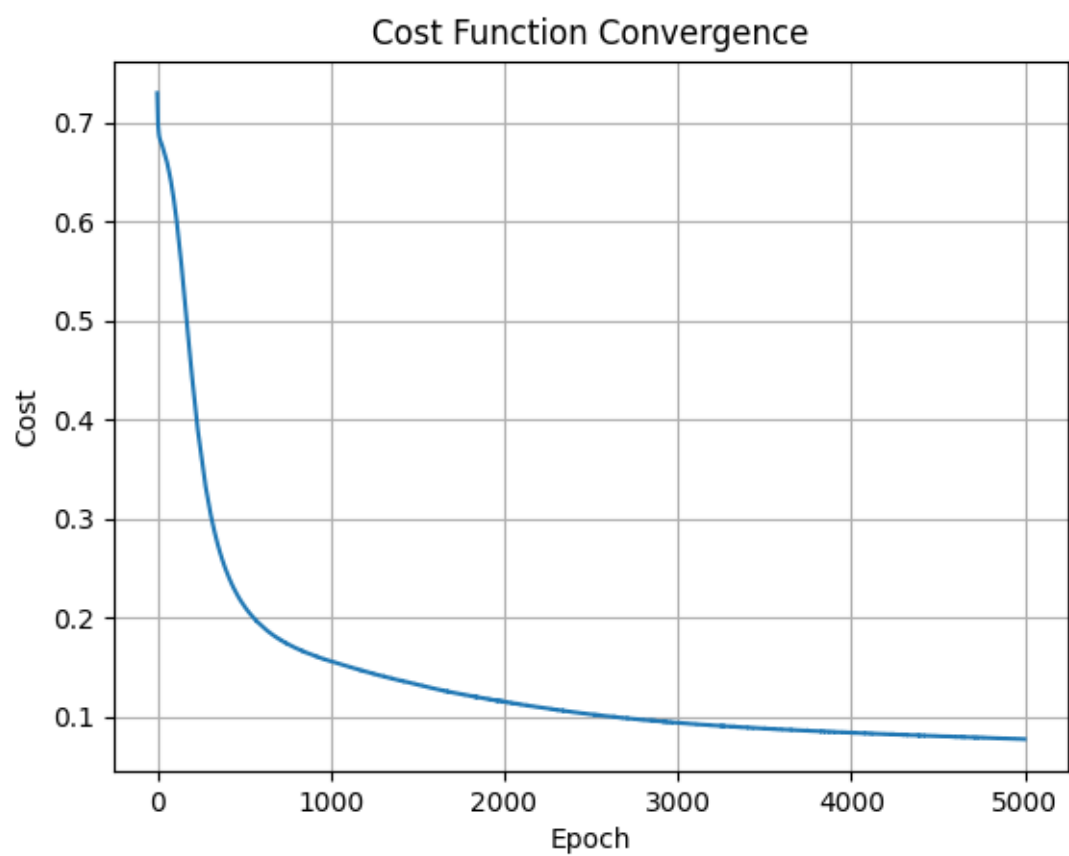


Figura 7: Convergência do custo da função *xor* com $\lambda = 0$

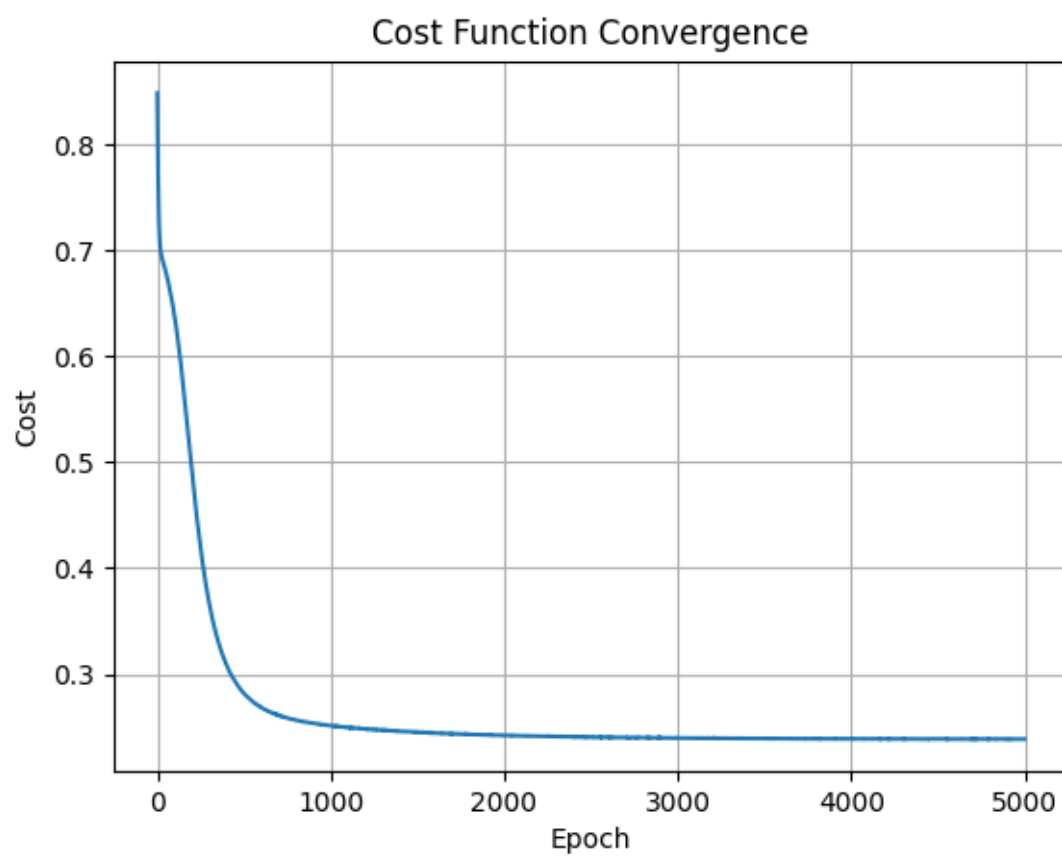


Figura 8: Convergência do custo da função *xor* com $\lambda = 0,02$

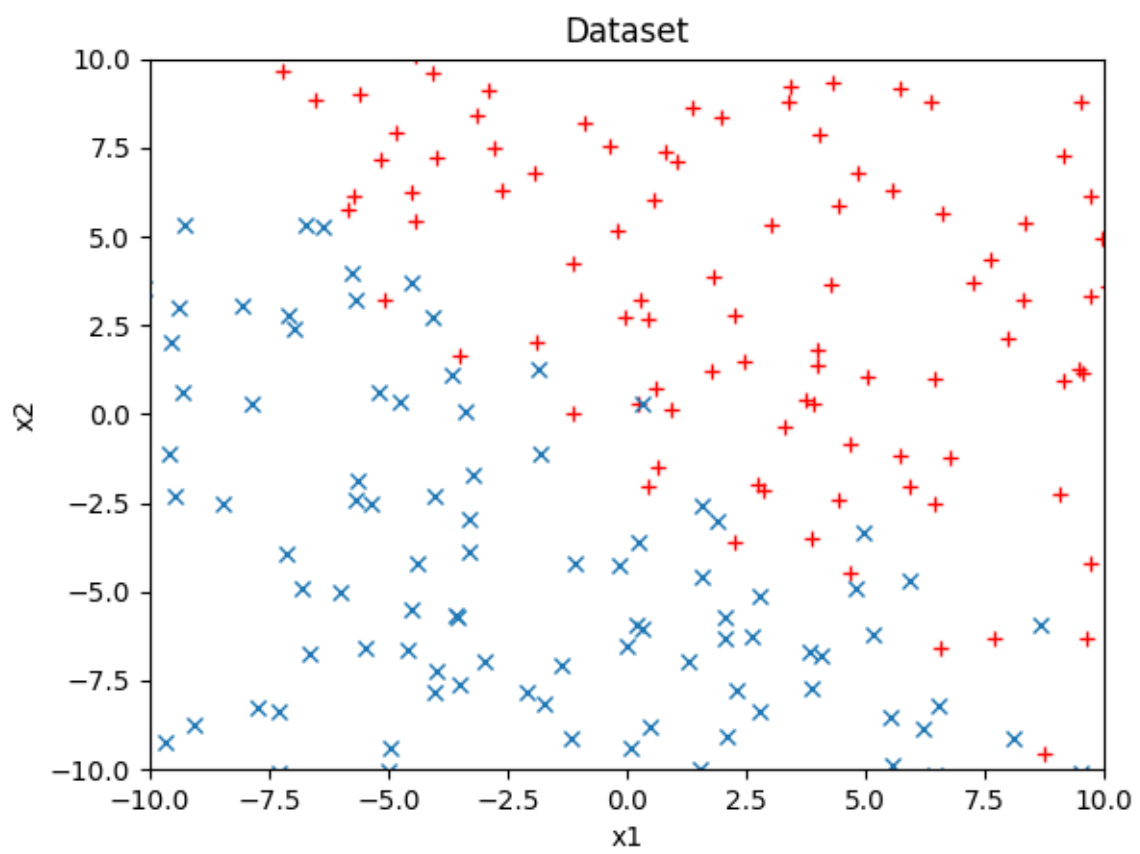


Figura 9: *Dataset* da função *sgz* com $\lambda = 0$

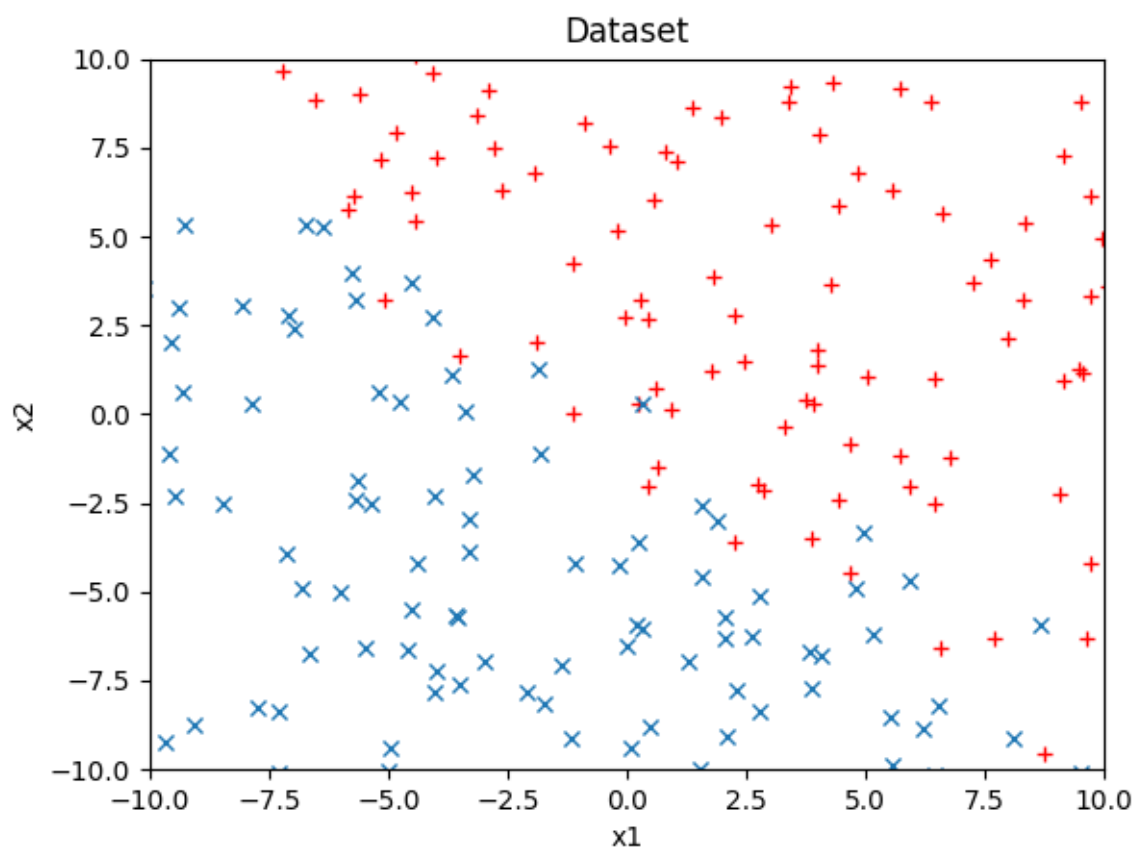


Figura 10: *Dataset* da função *sgz* com $\lambda = 0,02$

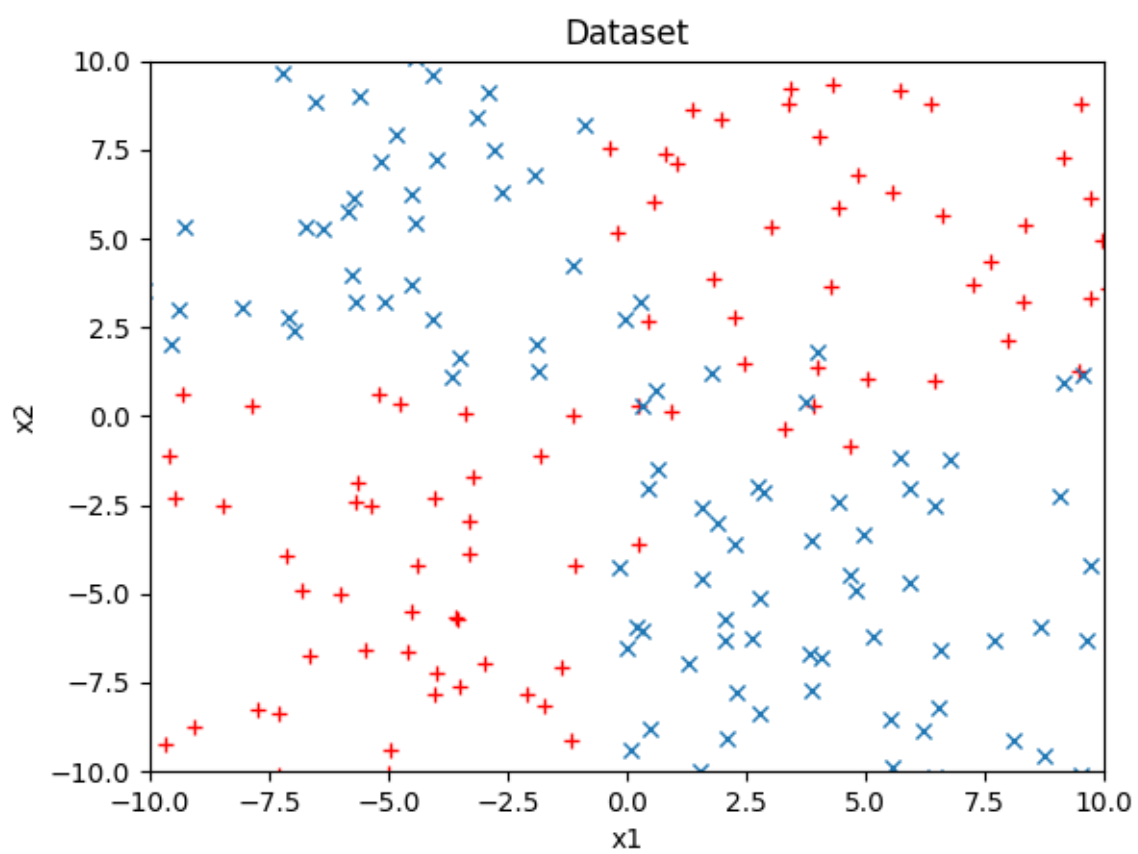


Figura 11: *Dataset* da função *xor* com $\lambda = 0$

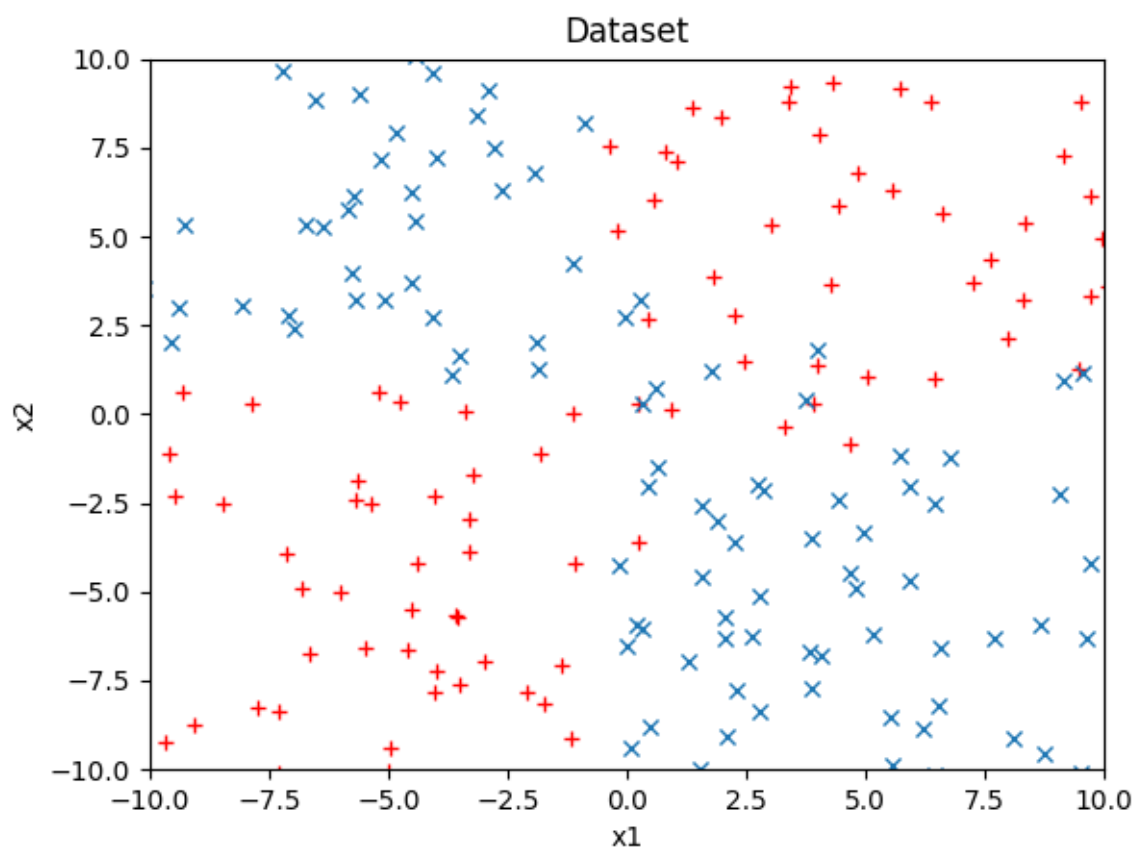


Figura 12: *Dataset* da função *xor* com $\lambda = 0,02$

3.2 Movimento das juntas do robô

As figuras 13, 14, 15, 16 e 17 mostram os resultados da implementação da rede neural focada em *Imitation Learning* versus os dados obtidos. Em geral, os resultados foram bastante fieis aos obtidos experimentalmente, no entanto, pode-se perceber que em pontos críticos, a rede neural não conseguiu apresentar um comportamento diferenciável.

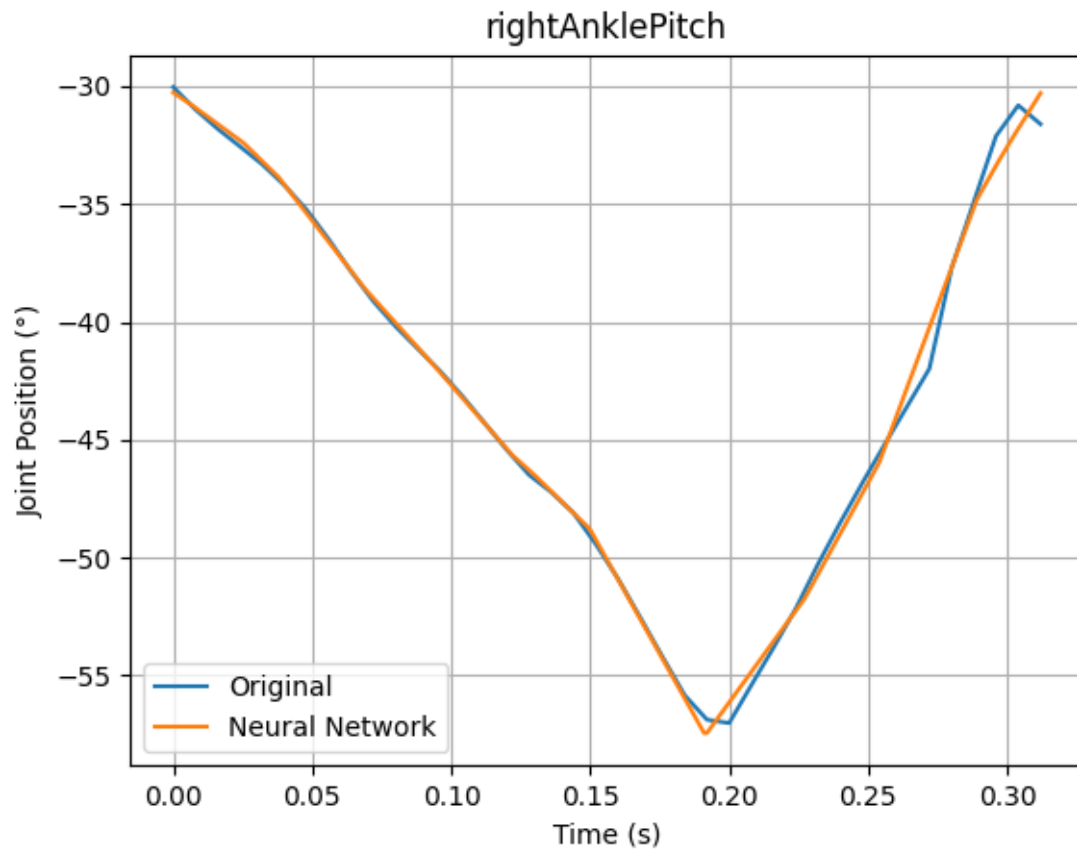


Figura 13: Movimento do robô para o tornozelo direito

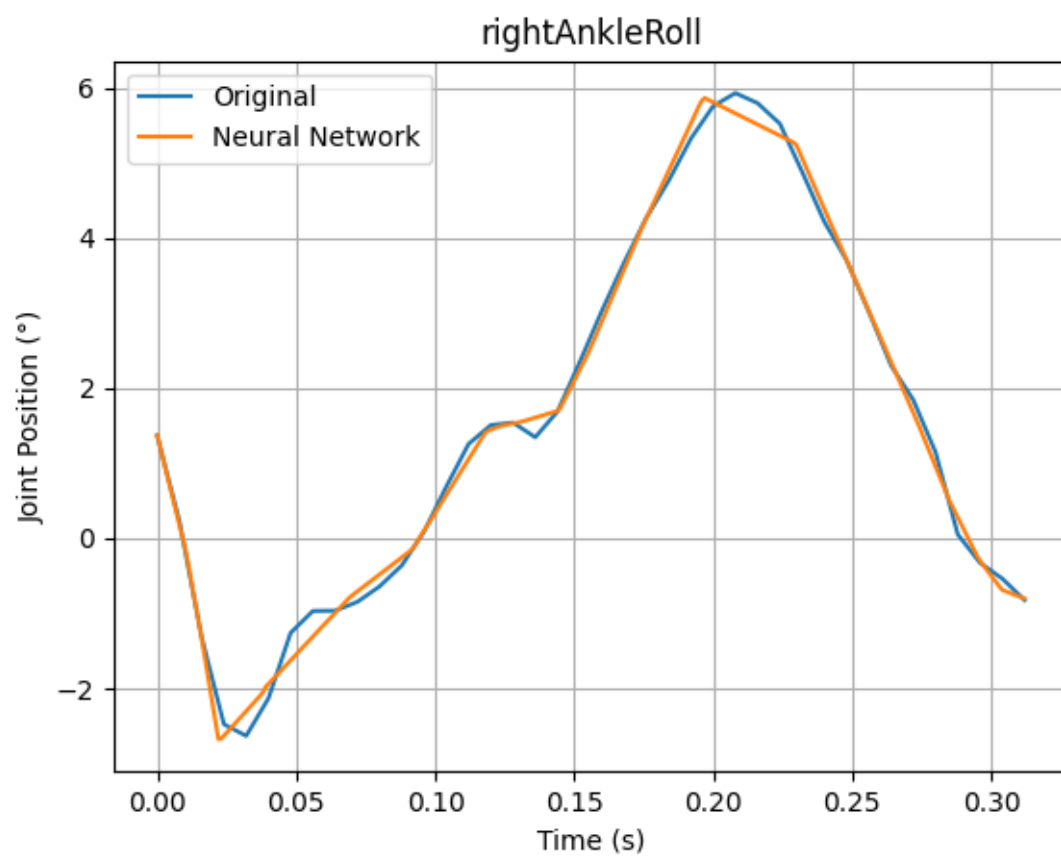


Figura 14: Movimento de rotação do tornozelo direito do robô

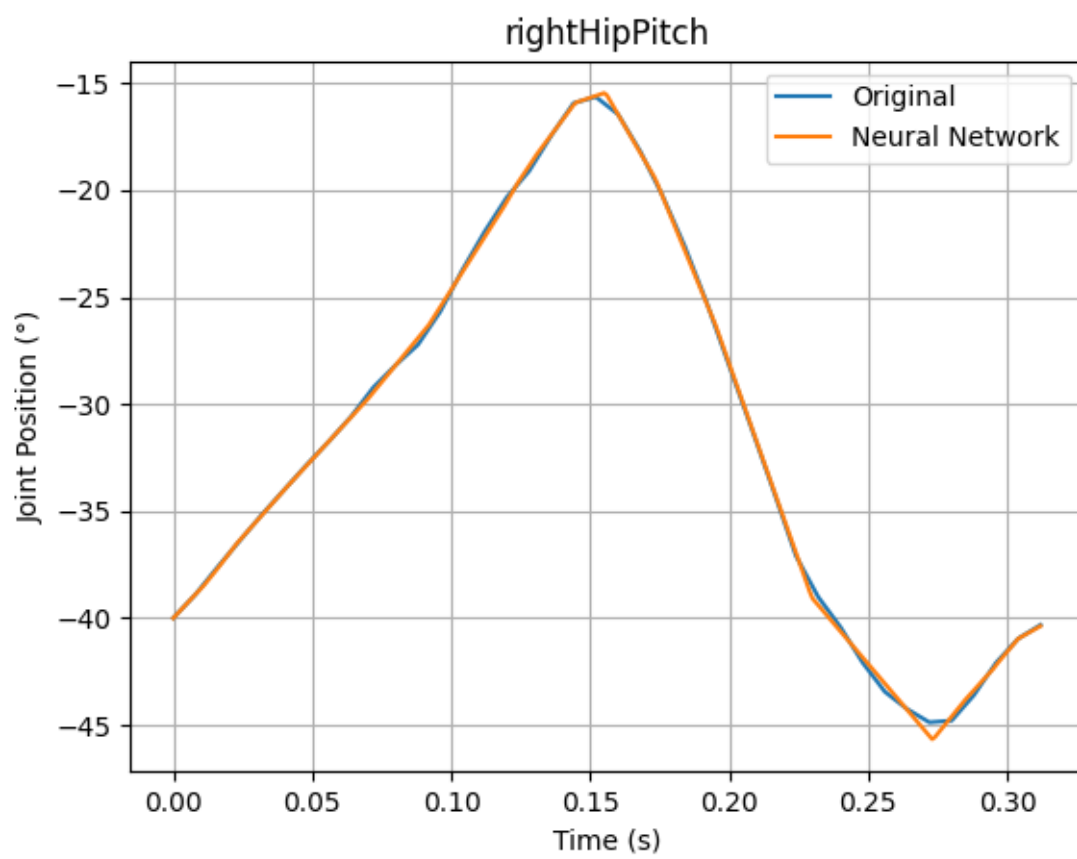


Figura 15: Movimento do quadril do robô

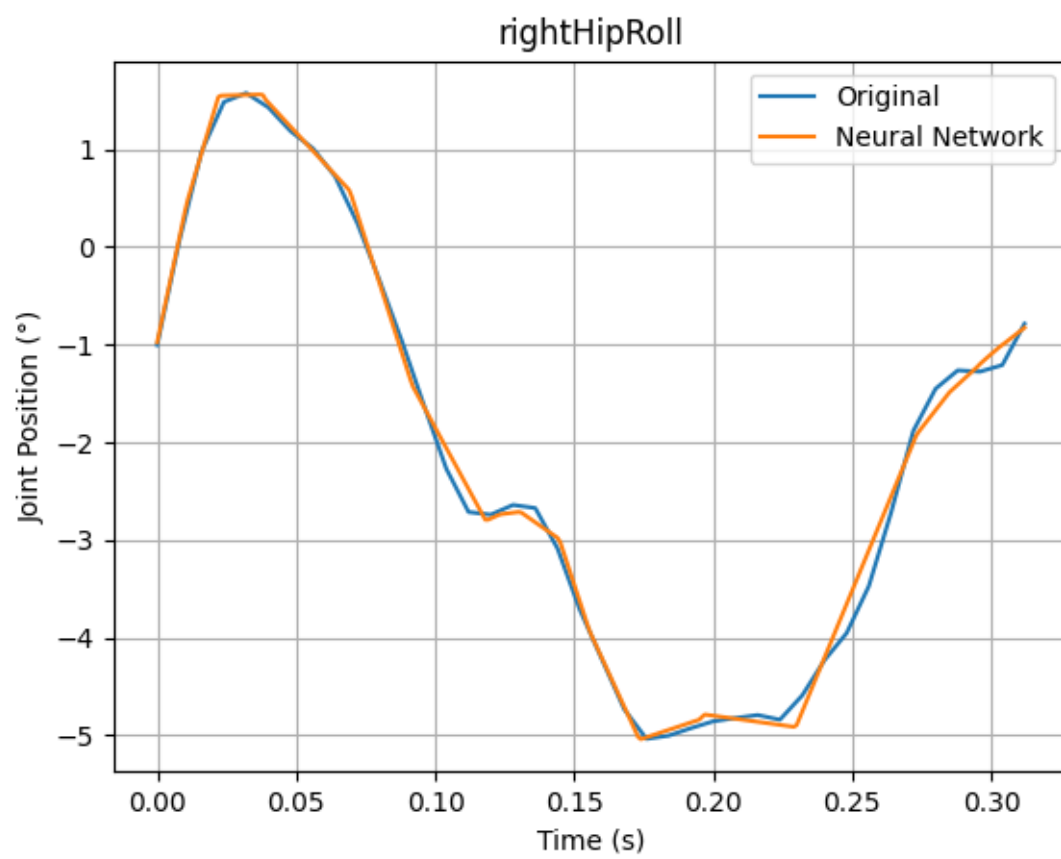


Figura 16: Movimento de rotação do quadril do robô

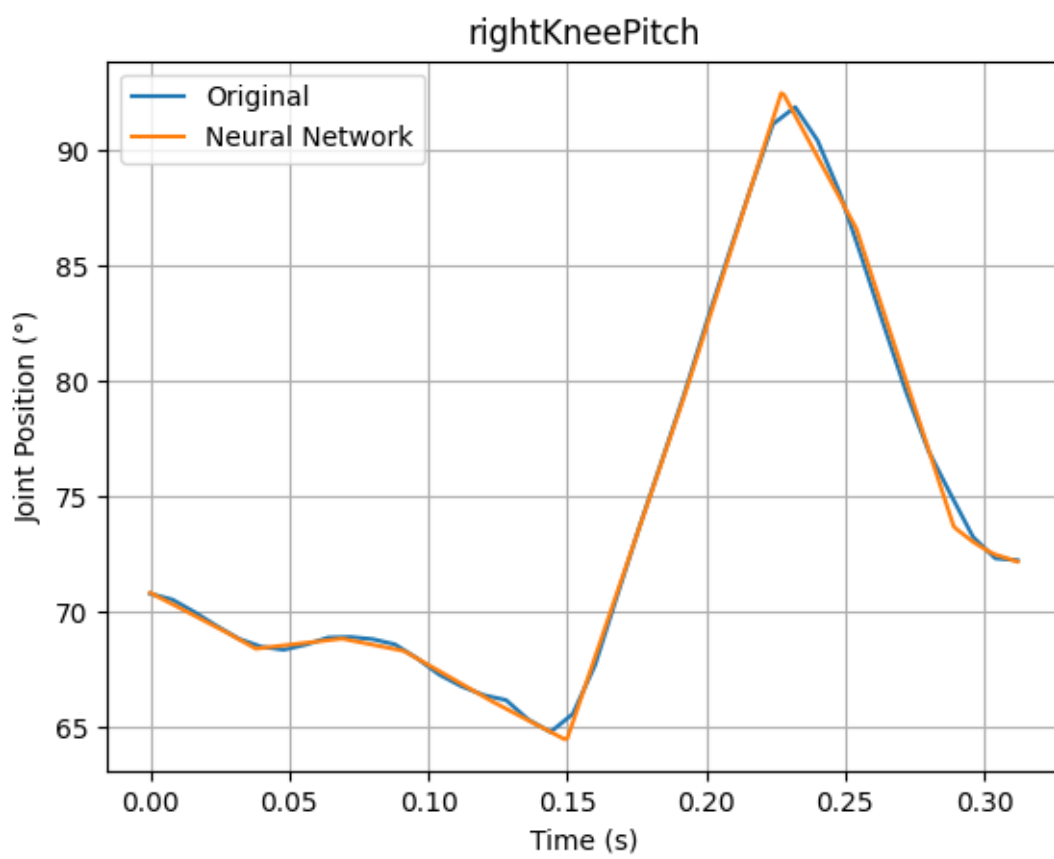


Figura 17: Movimento do joelho do robô