

# Relatório gráfico de estudo diferentes configurações de RNN LSTM e métricas e avaliação

## Índice

1	Configuração inicial LSTM.....	2
1.1	Qtde neurônios 64 e 32.....	2
1.1.1	Dropout.....	3
1.2	Qtde neurônios 32 e 8.....	3
1.3	Qtde neurônios 32 e 5.....	4
1.4	Qtde neurônios 16 e 5.....	5
1.5	Substituição função de ativação.....	6
2	Estudo otimização camadas com melhores pesos .....	7
2.1	Substituição função de ativação 'Relu' para 'LeakyRelu' .....	7
2.2	Redução época de 200 para 100.....	8
2.3	Redução batch-size de 16 para 8 .....	9
2.4	Estudo com EarlyStop .....	10
2.4.1	Incremento patience de 50 para 100.....	10
2.4.2	Incremento patience de 50 para 100 e validation_split no treinamento de 0.1 para 0.01 .....	11
2.4.3	Incremento patience de 50 para 100 e validation_split no treinamento de 0.1 para 0.0001 .....	12
2.5	Estudo com melhores pesos, desconsiderando early stop .....	13
2.5.1	validation_split no treinamento de 0.1 para 0.0001 e seleção dos melhores pesos para predição .....	13
3	Estudo caso base (melhores pesos da RNN-LSTM).....	14
3.1	Primeira Camada bidirecional .....	14
3.2	Primeira Camada bidirecional e camada BatchNormalizations após primeira LSTM .....	15
3.3	Primeira Camada bidirecional e camada BatchNormalizations (2) entre LSTM .....	16
3.4	Primeira Camada bidirecional, BatchNormalizations (2) entre LSTMs e Flatten antes da Dense .....	17
3.5	2 Camadas bidirecional, BatchNormalizations (2) entre LSTMs e Flatten antes da Dense .....	18
3.6	LSTM, Segunda Camadas bidirecional, BatchNormalizations (2) entre LSTMs e Dense .....	19
3.7	LSTM, Segunda Camadas bidirecional, BatchNormalizations e Dense .....	20
3.8	2 LSTM, BatchNormalizations e Dense.....	21
3.9	2 LSTM, BatchNormalizations, Flatten e Dense.....	22
3.10	2 LSTM, Flatten e Dense.....	23
4	Estudo de normalização dos dados: .....	24
5	Implemento ANÁLISE DE SENTIMENTOS.....	25

# 1 Configuração inicial LSTM

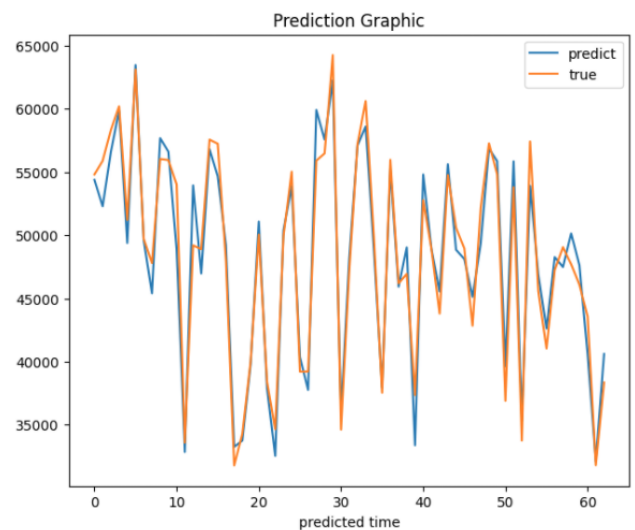
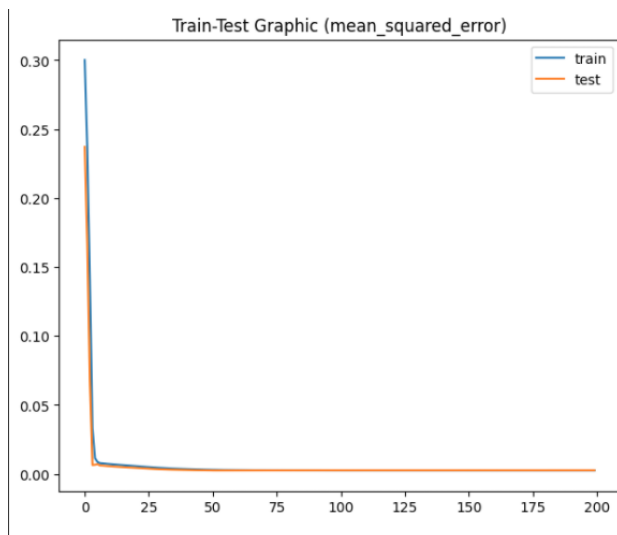
Modelos consideram:

- data\_batch = 16
- data\_epoch = 200
- data\_activation = 'ReLU'

## 1.1 Qtde neurônios 64 e 32

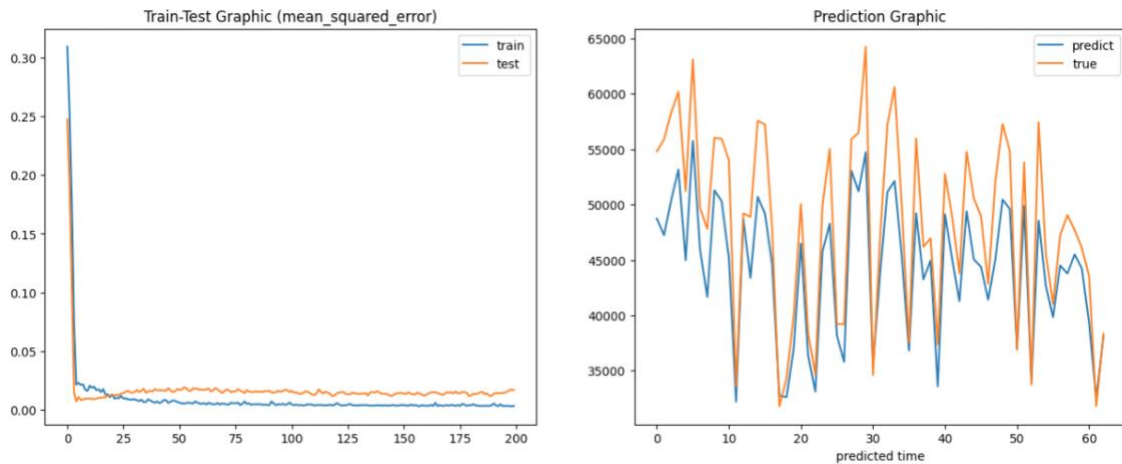
```
Model: "sequential_1"
Layer (type)                 Output Shape          Param #
=====
lstm (LSTM)                   (None, 1, 64)         17920
lstm_1 (LSTM)                 (None, 32)            12416
dense (Dense)                 (None, 1)              33
=====
Total params: 30,369
Trainable params: 30,369
Non-trainable params: 0
```

Graficamente bom alinhamento entre os dados de treino-test e predição com os valores reais. RMSE= 1936.046



### 1.1.1 Dropout

DROPOUT de 0.2 piorou, devido deslocamento do gráfico da curva de predição comparada aos valores reais. RMSE ruim = 4895.77



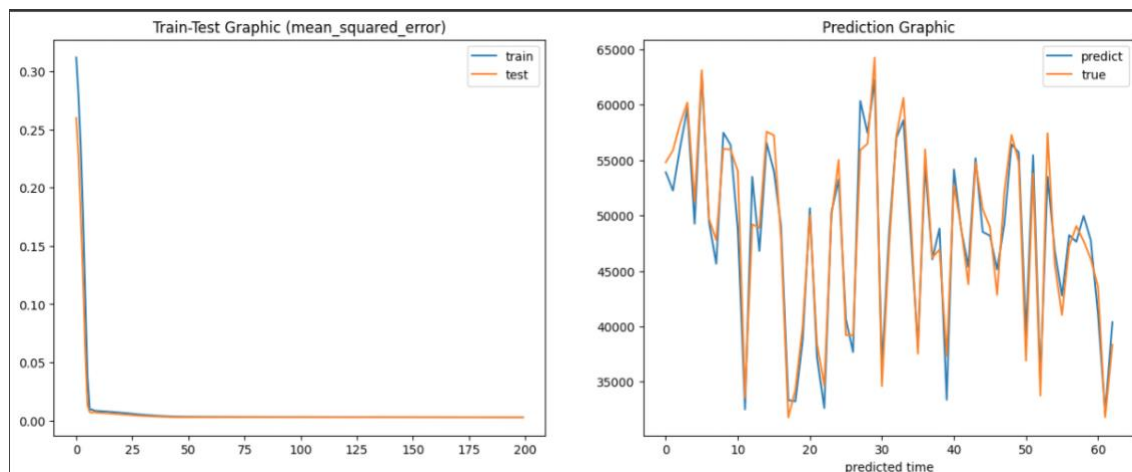
## 1.2 Qtde neurônios 32 e 8

```
Model: "sequential_10"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_13 (LSTM)	(None, 1, 32)	4864
lstm_14 (LSTM)	(None, 8)	1312
dense_6 (Dense)	(None, 1)	9

```
=====  
Total params: 6,185  
Trainable params: 6,185  
Non-trainable params: 0
```

Resultado graficamente idêntico ao de 2 camadas 64/32, entretanto com menor qtde neurônios 32/8. RMSE = 1974.121, ligeiramente superior, entretanto considerado diferença entre os RMSEs irrelevante.



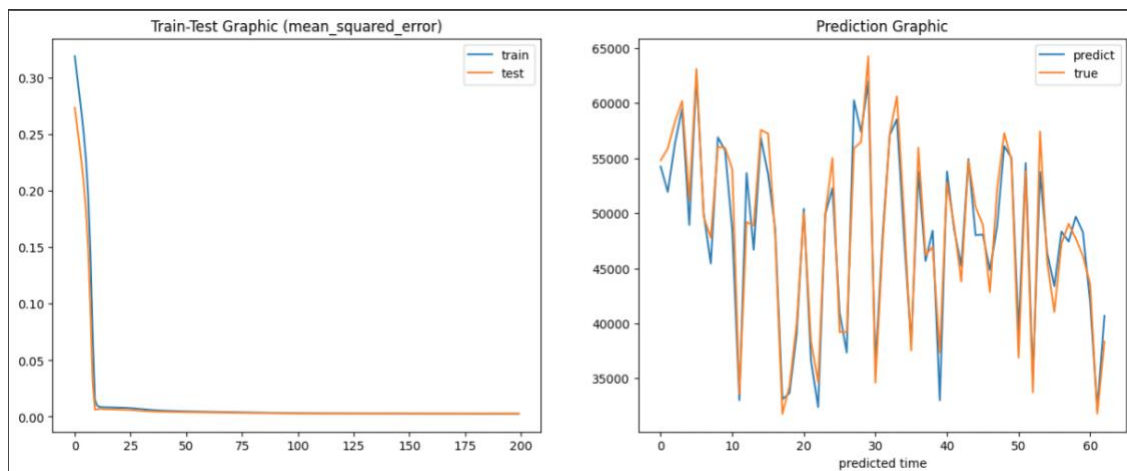
### 1.3 Qtde neurônios 32 e 5

```
Model: "sequential_11"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_15 (LSTM)	(None, 1, 32)	4864
lstm_16 (LSTM)	(None, 5)	760
dense_7 (Dense)	(None, 1)	6

```
=====  
Total params: 5,630  
Trainable params: 5,630  
Non-trainable params: 0
```

Graficamente resultado idêntico ao anterior, exceção pequena diferença no gráfico train-test para os valores iniciais, portanto melhor devido menor quantidade de neurônios utilizada. RMSE=2046.739 mais alto, sendo ainda a diferença entre RMSEs irrelevante.



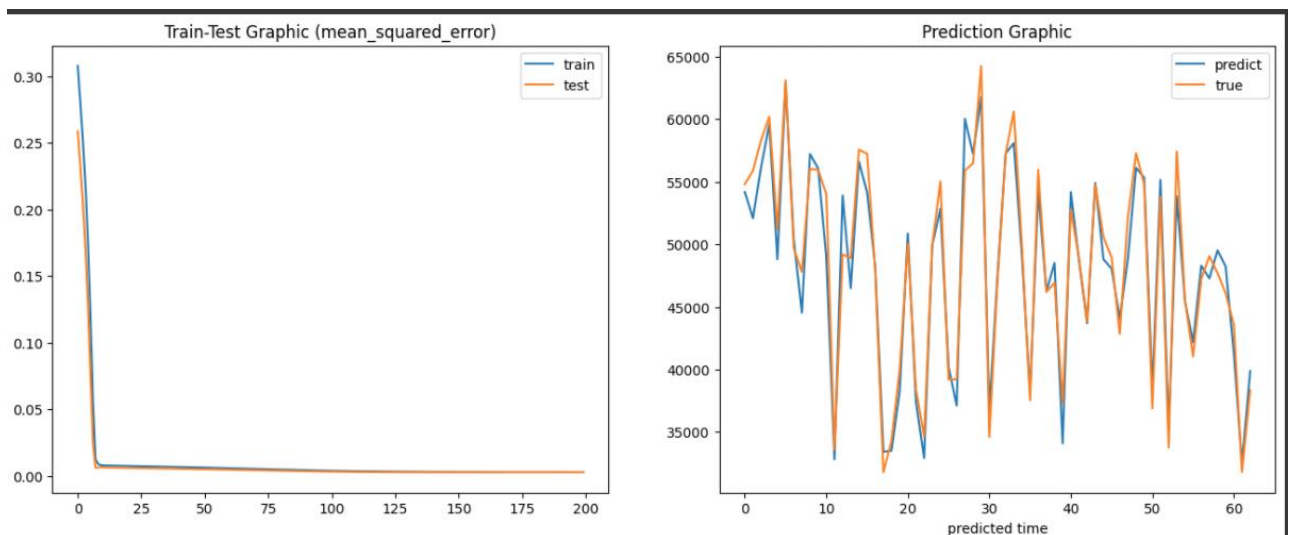
#### 1.4 Qtde neurônios 16 e 5

```
Test RMSE: 1931.915  
Model: "sequential_3"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_6 (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_7 (LSTM)	(None, 5)	440
dense_3 (Dense)	(None, 1)	6

```
=====  
Total params: 1,854  
Trainable params: 1,854  
Non-trainable params: 0  
=====
```

Graficamente resultado idêntico ao anterior, inclusive redução da diferença no gráfico train-test para os valores iniciais, portanto melhor devido menor quantidade de neurônios utilizada. RMSE=1931.564, menor valor até o momento (**CASO BASE**), sendo ainda a diferença entre RMSEs irrelevante. (1931 e 1989)



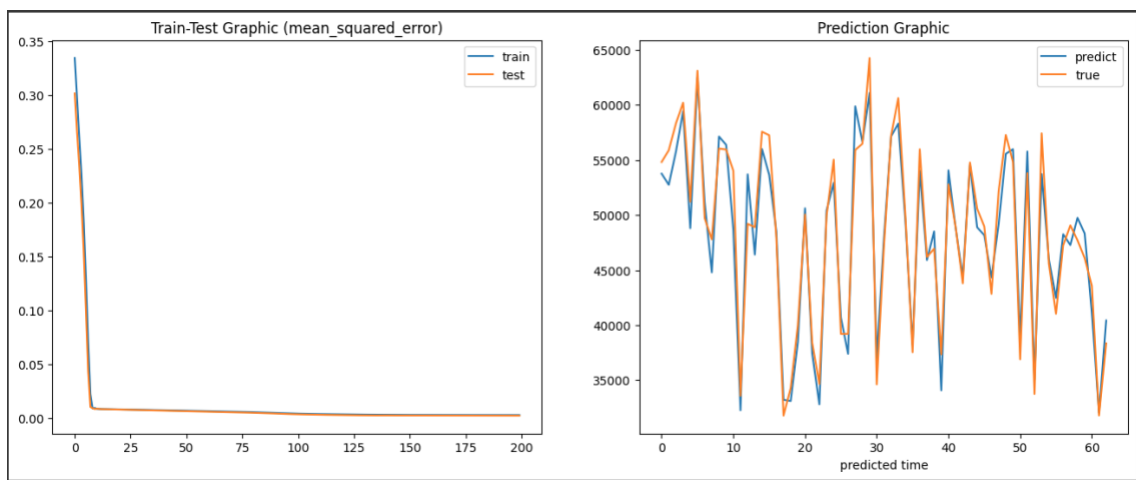
## 1.5 Substituição função de ativação

Substituição camada de ativação Relu para LeakyRelu:

```
Test RMSE: 1969.607  
Model: "sequential"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_1 (LSTM)	(None, 5)	440
dense (Dense)	(None, 1)	6

=====  
Total params: 1,854  
Trainable params: 1,854  
Non-trainable params: 0  
=====



## 2 Estudo otimização camadas com melhores pesos

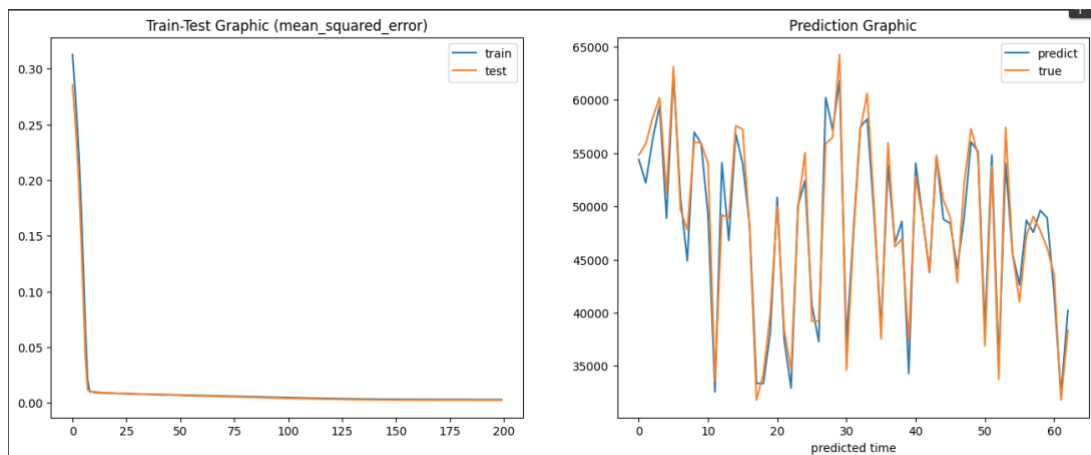
### 2.1 Substituição função de ativação 'Relu' para 'LeakyRelu'

Utilização da configuração com melhores pesos da rede. Visualmente pouca melhora no train-test, mas predição com RMSE ligeiramente menor. Diferença com relação ao caso base considerada irrelevante.

```
Test RMSE: 1949.354
Model: "sequential_5"

=====
Layer (type)              Output Shape          Param #
=====
lstm_10 (LSTM)             (None, 1, 16)         1408
lstm_11 (LSTM)             (None, 5)             440
dense_5 (Dense)            (None, 1)             6
=====

Total params: 1,854
Trainable params: 1,854
Non-trainable params: 0
```



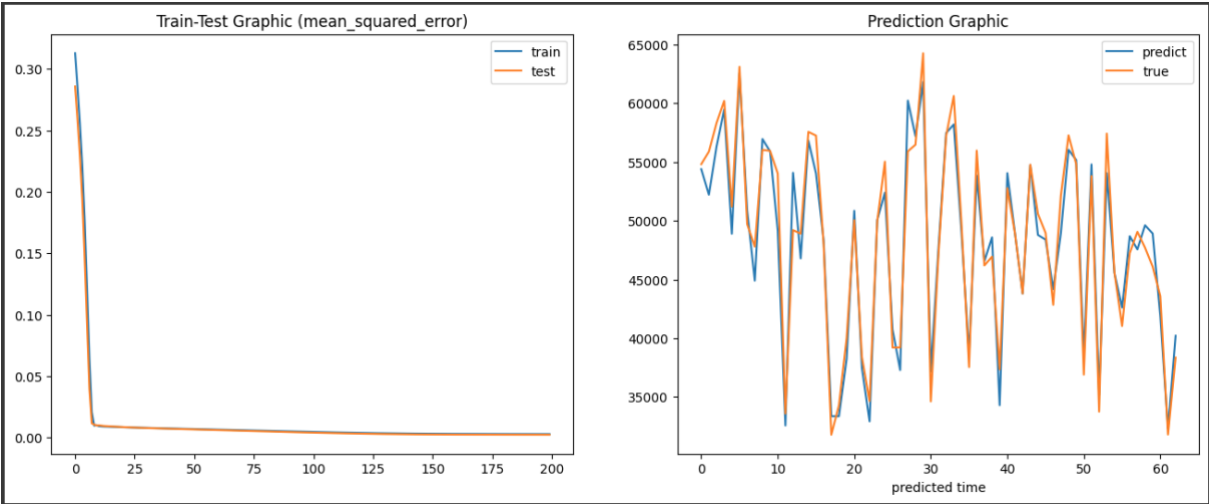
2.2 Redução época de 200 para 100

Gráficos visualmente idênticos, entretanto, Maior valor RMSE na predição. Descartada alteração.

```
Test RMSE: 2495.204
Model: "sequential_6"

Layer (type)                Output Shape                Param #
=====
lstm_12 (LSTM)              (None, 1, 16)              1408
lstm_13 (LSTM)              (None, 5)                  440
dense_6 (Dense)             (None, 1)                  6
=====

Total params: 1,854
Trainable params: 1,854
Non-trainable params: 0
```





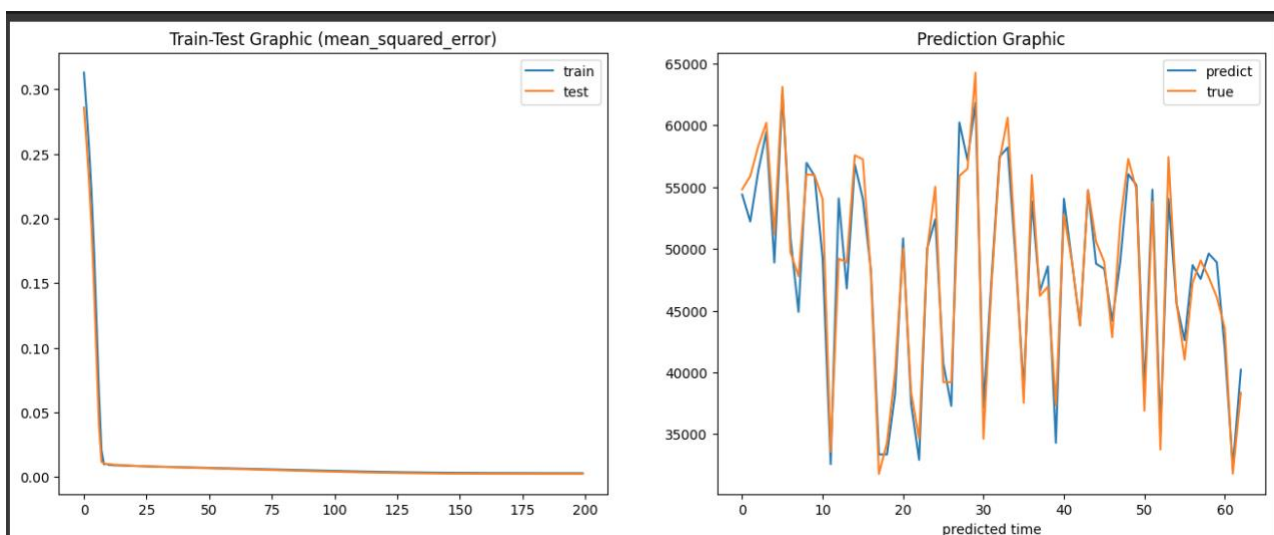
### 2.3 Redução batch-size de 16 para 8

Gráficos visualmente idênticos, entretanto, valor ligeiramente menor de RMSE na predição qdo comparado cenário anterior.

```
Test RMSE: 2012.464
Model: "sequential_6"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_12 (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_13 (LSTM)	(None, 5)	440
dense_6 (Dense)	(None, 1)	6

```
=====  
Total params: 1,854  
Trainable params: 1,854  
Non-trainable params: 0  
=====
```



## 2.4 Estudo com EarlyStop

Caso base ainda melhor. Como EarlyStop acionado no epoch 75/200, serão realizadas novas análises

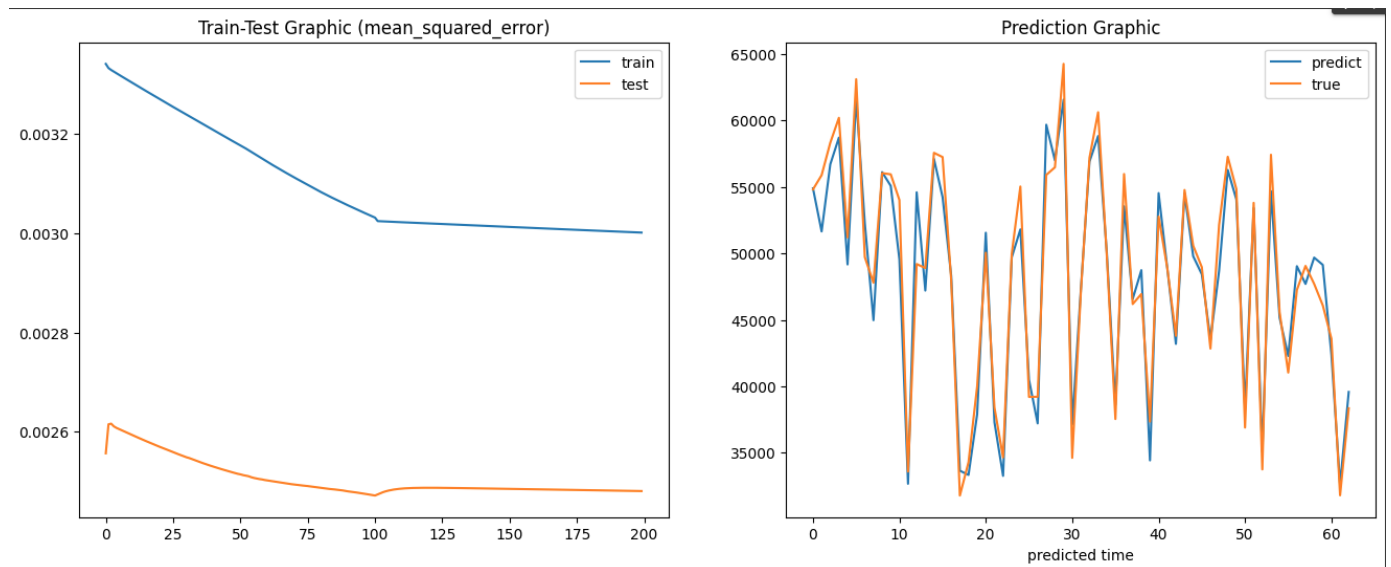
### 2.4.1 Incremento patience de 50 para 100

Deslocamento das curvas train-test, entretanto com redução da ordem de grandeza do gráfico de 0,32 para 0,0032 (100 vezes). Para predição gráficos visualmente idênticos, entretanto, valor ligeiramente menor de RMSE, mas ainda superior ao caso base.

```
Test RMSE: 1954.531  
Model: "sequential_6"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_12 (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_13 (LSTM)	(None, 5)	440
dense_6 (Dense)	(None, 1)	6

=====  
Total params: 1,854  
Trainable params: 1,854  
Non-trainable params: 0

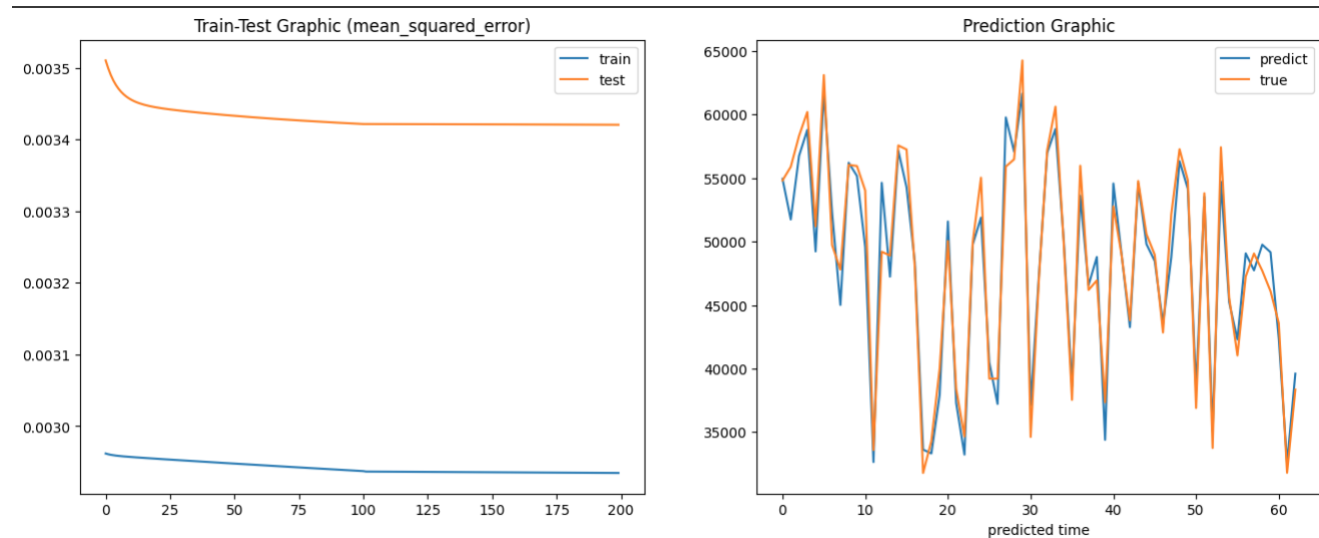


## 2.4.2 Incremento patience de 50 para 100 e validation\_split no treinamento de 0.1 para 0.01

Aparente deslocamento dos limites do gráfico train-test, sendo que visualmente a distâncias entre curvas se mantem na mesma ordem de grandeza. Para predição, gráfico visualmente sem alteração e valor RMSE ligeiramente menor. Análise com poucas épocas (31 de 200 previstas)

```
Test RMSE: 1942.598  
Model: "sequential_6"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_12 (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_13 (LSTM)	(None, 5)	440
dense_6 (Dense)	(None, 1)	6
Total params: 1,854		
Trainable params: 1,854		
Non-trainable params: 0		



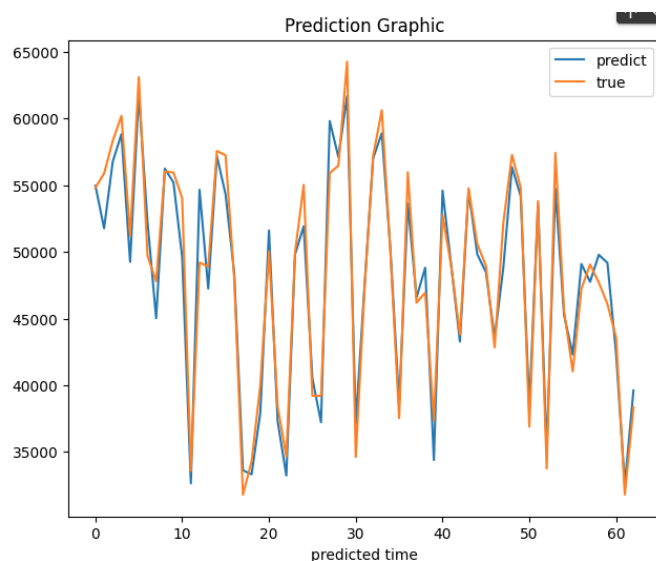
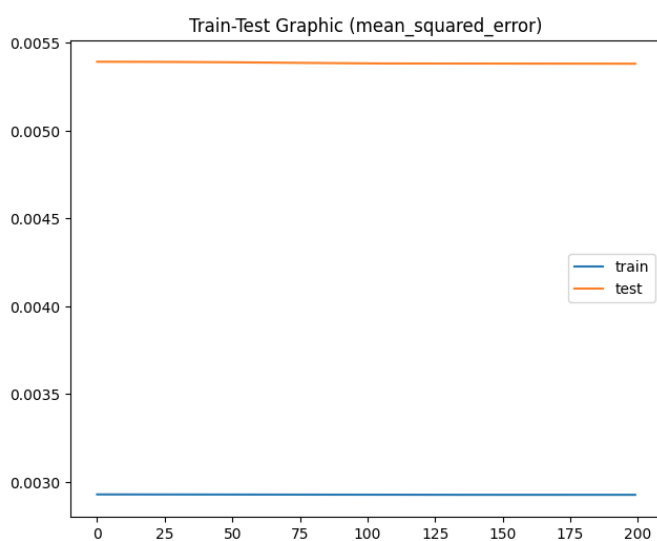
### 2.4.3 Incremento patience de 50 para 100 e validation\_split no treinamento de 0.1 para 0.0001

Aumento da distância entre os gráficos train-test. Gráfico predição visualmente sem alteração significativa. Valor de RMSE ligeiramente inferior, mas também ligeiramente maior que caso base. Conclui-se que o mecanismo de EarlyStopping e ReduceLROnPlateau não é relevante para este modelo. Será mentido apenas a seleção dos melhores pesos para a predição.

```
Test RMSE: 1938.239  
Model: "sequential_6"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_12 (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_13 (LSTM)	(None, 5)	440
dense_6 (Dense)	(None, 1)	6

```
=====  
Total params: 1,854  
Trainable params: 1,854  
Non-trainable params: 0  
=====
```



## 2.5 Estudo com melhores pesos, desconsiderando early stop

### 2.5.1 validation\_split no treinamento de 0.1 para 0.0001 e seleção dos melhores pesos para predição

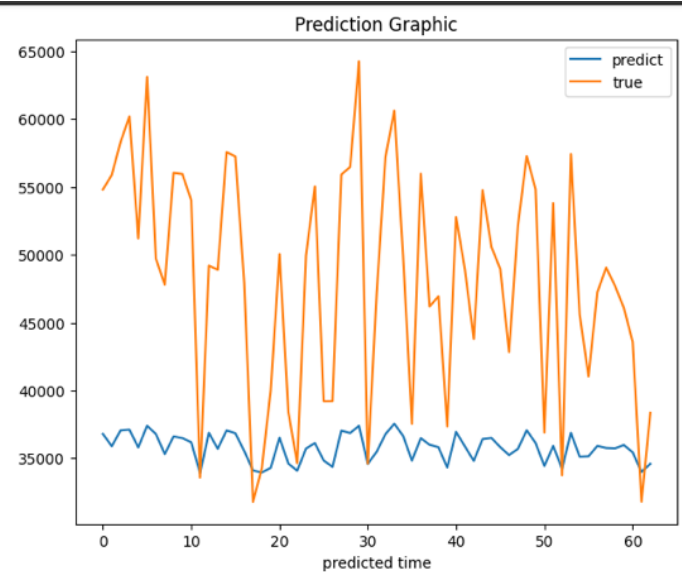
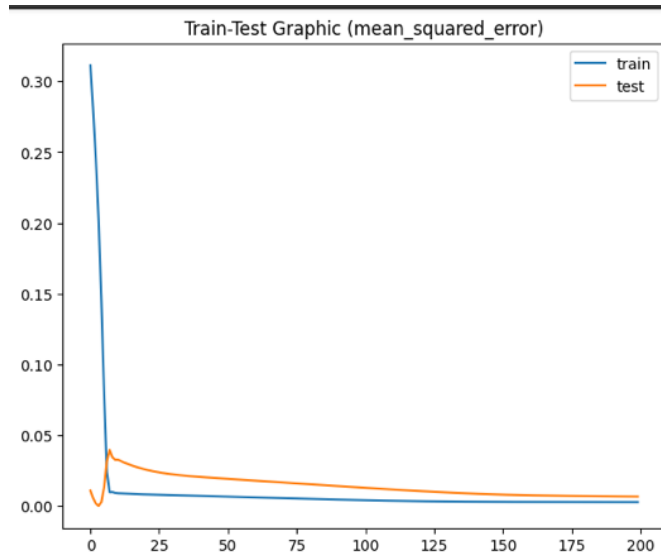
Descolamentos dos gráficos e RMSE extremamente alto. Retorno configuração caso base:

```
Test RMSE: 14549.117  
Model: "sequential"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_1 (LSTM)	(None, 5)	440
dense (Dense)	(None, 1)	6

```
=====
```

```
Total params: 1,854  
Trainable params: 1,854  
Non-trainable params: 0
```



### 3 Estudo caso base (melhores pesos da RNN-LSTM)

Retorno caso base. Modelos consideram:

- data\_batch = 16
- data\_epoch = 200
- data\_activation = 'ReLU'

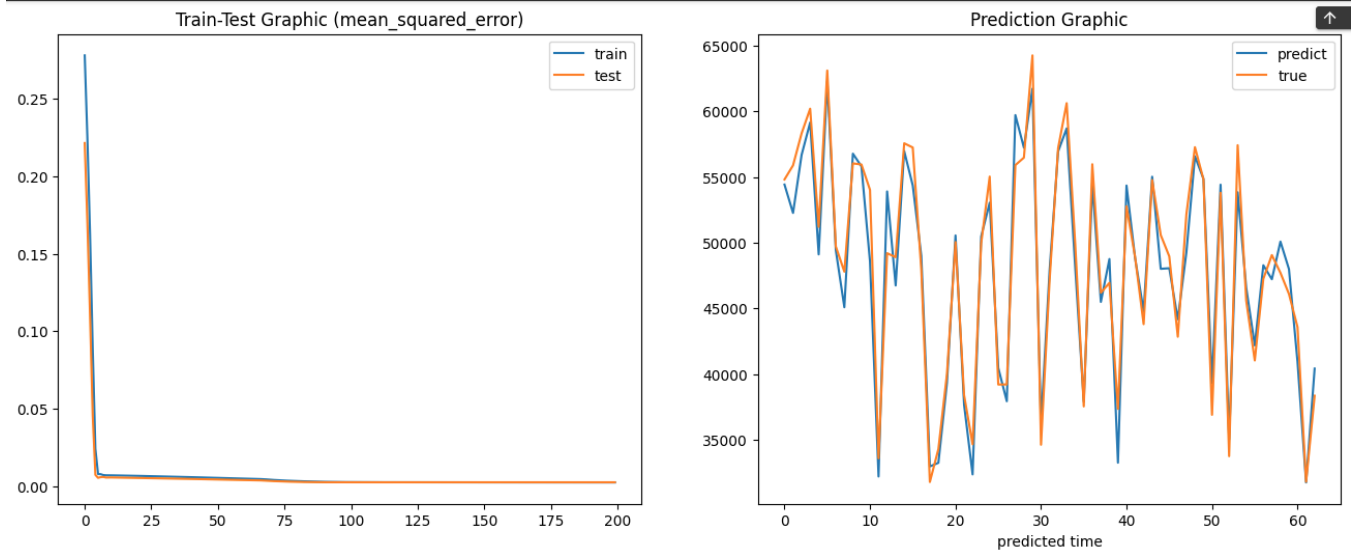
#### 3.1 Primeira Camada bidirecional

Visualmente sem diferenças gráficas, assim como diferença entre RMSE irrelevante.

```
Test RMSE: 1946.799  
Model: "sequential_1"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
bidirectional (Bidirectional)	(None, 1, 32)	2816
lstm_3 (LSTM)	(None, 5)	760
dense_1 (Dense)	(None, 1)	6

```
=====  
Total params: 3,582  
Trainable params: 3,582  
Non-trainable params: 0  
=====
```



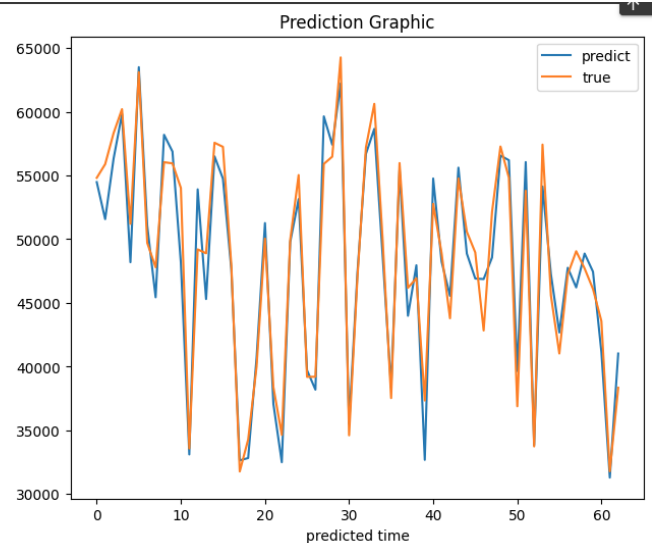
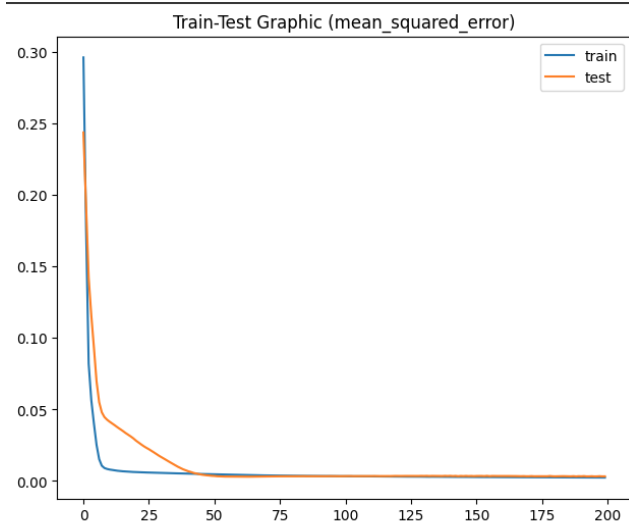
### 3.2 Primeira Camada bidirecional e camada BatchNormalizations após primeira LSTM

Gráfico train-test com descolamento e aumento RMSE, apesar gráfico visualmente sem alteração. Tratado 98% dos parâmetros.

```
Test RMSE: 2157.207
Model: "sequential_2"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
bidirectional_1 (Bidirectional)	(None, 1, 32)	2816
batch_normalization (Batch Normalization)	(None, 1, 32)	128
lstm_5 (LSTM)	(None, 5)	760
dense_2 (Dense)	(None, 1)	6

```
=====
Total params: 3,710
Trainable params: 3,646
Non-trainable params: 64
```



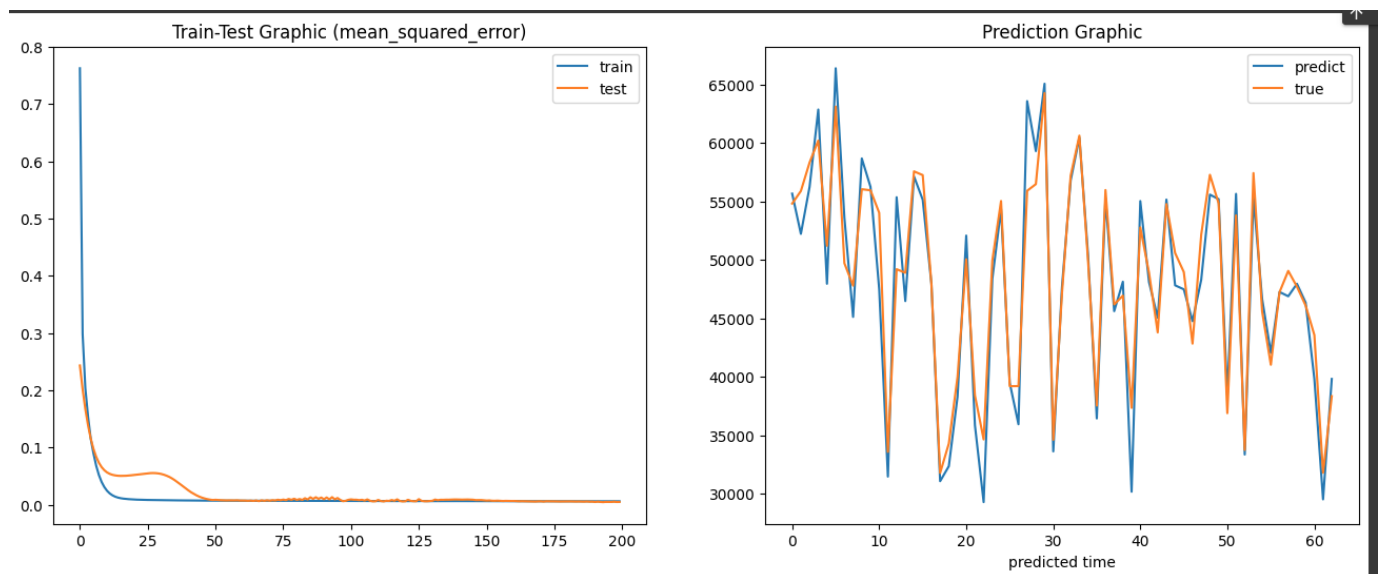
### 3.3 Primeira Camada bidirecional e camada BatchNormalizations (2) entre LSTM

Descolamento dos gráficos e aumento RMSE. Tratado 98% dos parâmetros

```
Test RMSE: 2623.475
Model: "sequential_3"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
bidirectional_2 (Bidirectional)	(None, 1, 32)	2816
batch_normalization_1 (Batch Normalization)	(None, 1, 32)	128
lstm_7 (LSTM)	(None, 5)	760
batch_normalization_2 (Batch Normalization)	(None, 5)	20
dense_3 (Dense)	(None, 1)	6

```
Total params: 3,730
Trainable params: 3,656
Non-trainable params: 74
```





### 3.4 Primeira Camada bidirecional, BatchNormalizations (2) entre LSTMs e Flatten antes da Dense

Descolamento dos gráficos e aumento RMSE. Tratado 98% dos parâmetros

```
Test RMSE: 3208.343
Model: "sequential_6"

Layer (type)                Output Shape          Param #
=====
bidirectional_5 (Bidirectio  (None, 1, 32)         2816
nal)

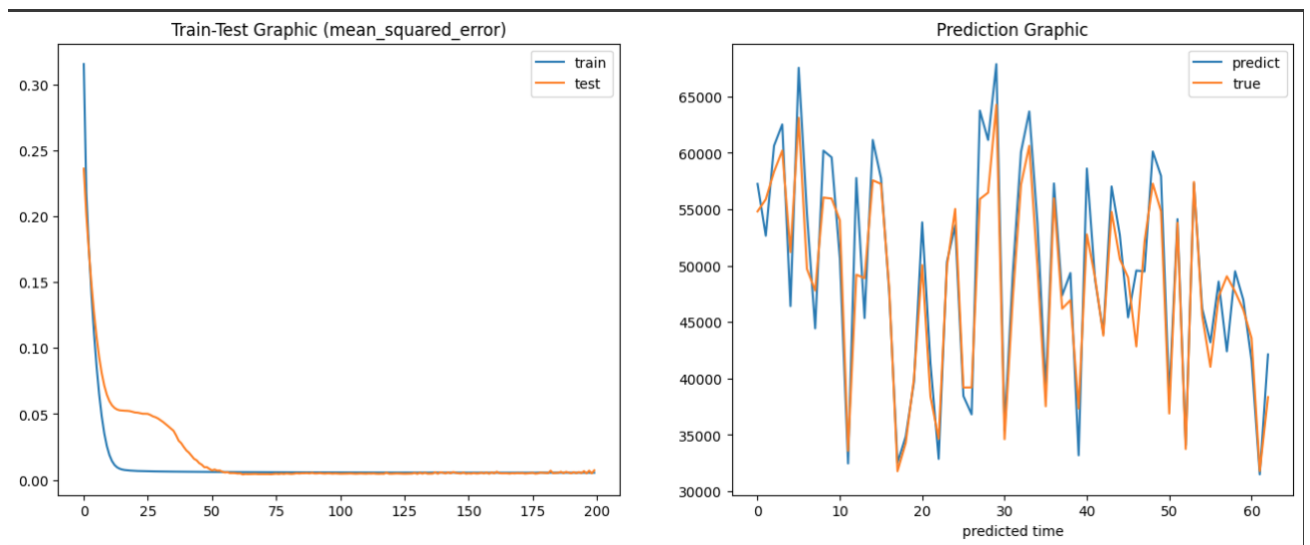
batch_normalization_7 (Batc  (None, 1, 32)          128
hNormalization)

lstm_13 (LSTM)               (None, 5)              760

batch_normalization_8 (Batc  (None, 5)              20
hNormalization)

flatten (Flatten)            (None, 5)               0

dense_4 (Dense)              (None, 1)               6
=====
Total params: 3,730
Trainable params: 3,656
Non-trainable params: 74
```



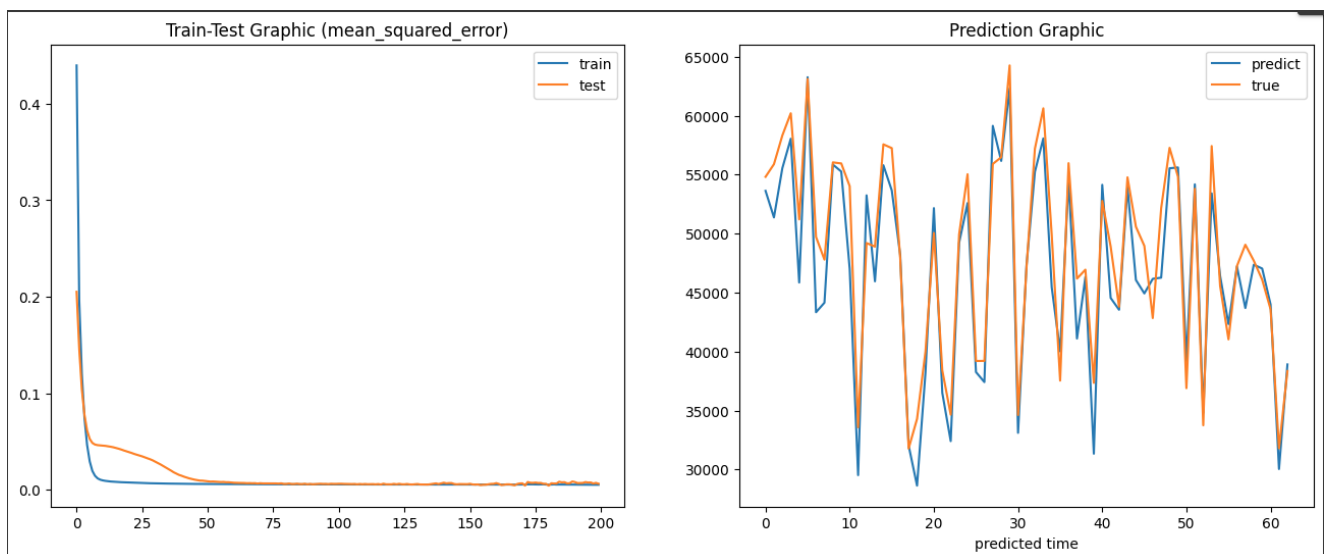
### 3.5 2 Camadas bidirecional, BatchNormalizations (2) entre LSTMs e Flatten antes da Dense

Descolamento dos gráficos e aumento RMSE. Tratado 98% dos parâmetros

```
Test RMSE: 2998.779
Model: "sequential_7"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
bidirectional_6 (Bidirectional)	(None, 1, 32)	2816
batch_normalization_9 (Batch Normalization)	(None, 1, 32)	128
bidirectional_7 (Bidirectional)	(None, 10)	1520
batch_normalization_10 (Batch Normalization)	(None, 10)	40
flatten_1 (Flatten)	(None, 10)	0
dense_5 (Dense)	(None, 1)	11

```
=====  
Total params: 4,515  
Trainable params: 4,431  
Non-trainable params: 84
```



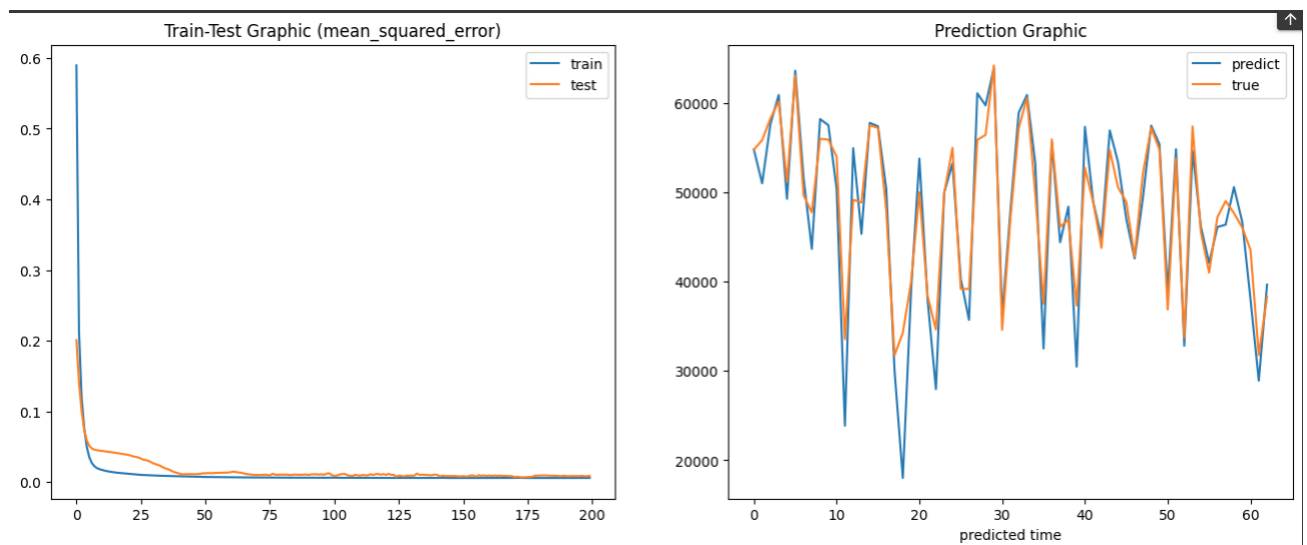
### 3.6 LSTM, Segunda Camadas bidirecional, BatchNormalizations (2) entre LSTMs e Dense

Descolamento dos gráficos e aumento RMSE. Tratado 98% dos parâmetros:

```
Test RMSE: 3595.033
Model: "sequential_8"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_16 (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
batch_normalization_11 (Batch Normalization)	(None, 1, 16)	64
bidirectional_8 (Bidirectional)	(None, 10)	880
batch_normalization_12 (Batch Normalization)	(None, 10)	40
dense_6 (Dense)	(None, 1)	11

```
=====  
Total params: 2,403  
Trainable params: 2,351  
Non-trainable params: 52
```



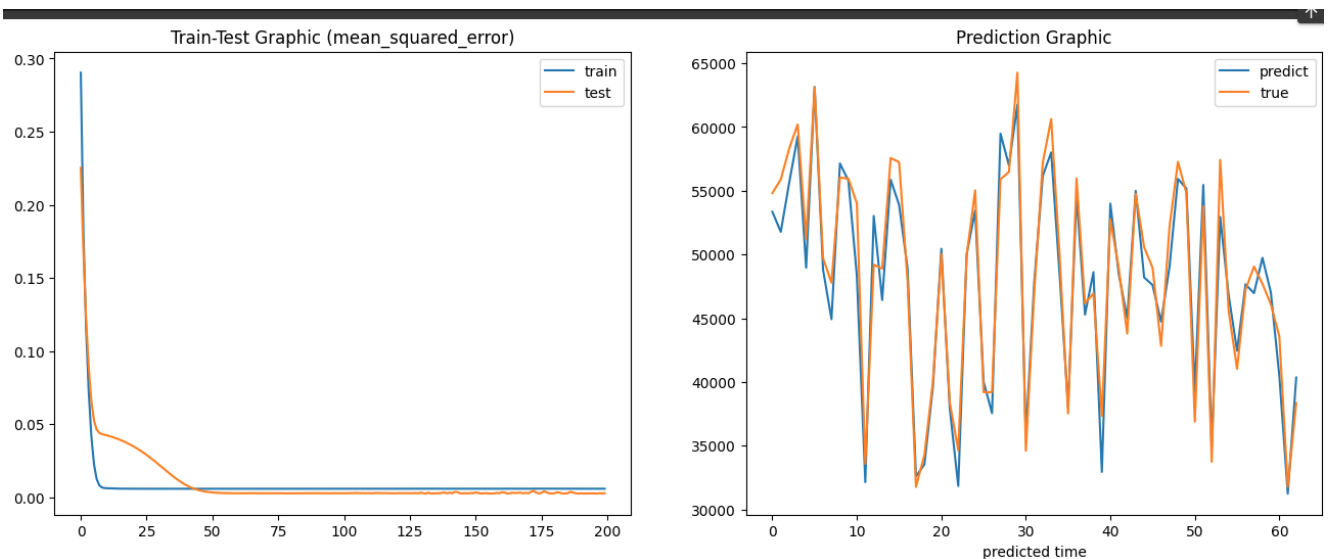
### 3.7 LSTM, Segunda Camadas bidirecional, BatchNormalizations e Dense

Descolamento do gráfico Train-Test e aumento RMSE. Tratado 99% dos parâmetros:

```
Test RMSE: 2058.188
Model: "sequential_9"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_18 (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
bidirectional_9 (Bidirectional)	(None, 10)	880
batch_normalization_13 (Batch Normalization)	(None, 10)	40
dense_7 (Dense)	(None, 1)	11

```
=====  
Total params: 2,339  
Trainable params: 2,319  
Non-trainable params: 20
```



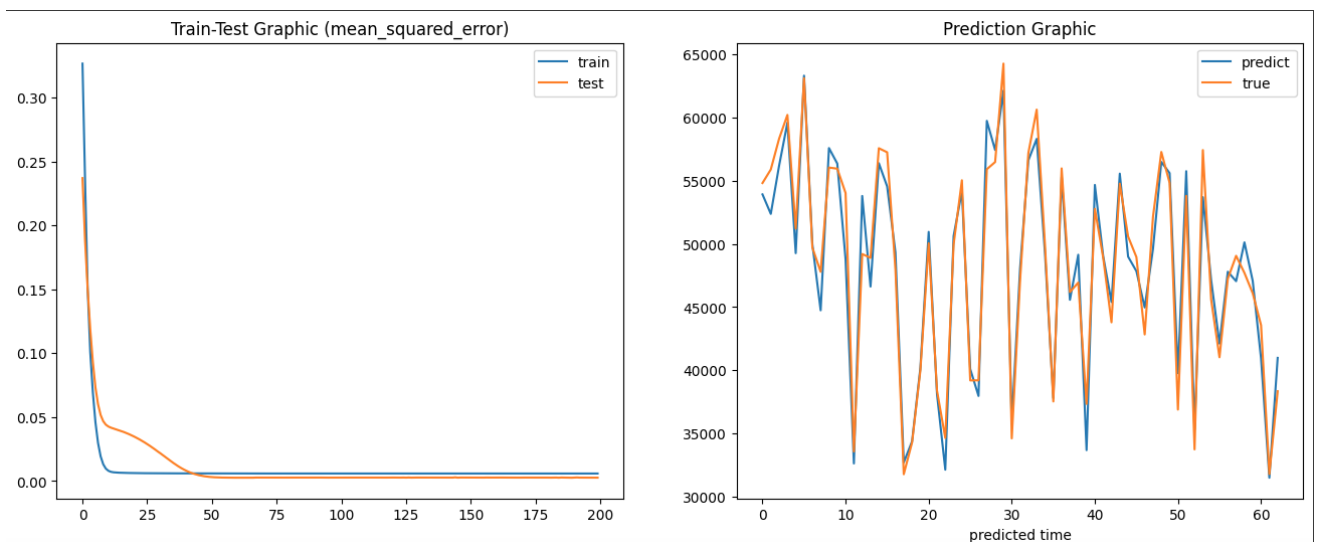
### 3.8 2 LSTM, BatchNormalizations e Dense

Descolamento do gráfico Train-Test e aumento RMSE. Tratado 99% dos parâmetros:

```
Test RMSE: 1944.438
Model: "sequential_10"

=====
Layer (type)                 Output Shape          Param #
=====
lstm_20 (LSTM)                (None, 1, 16)         1408
lstm_21 (LSTM)                (None, 5)              440
batch_normalization_14 (Bat  (None, 5)              20
chNormalization)
dense_8 (Dense)               (None, 1)              6
=====

Total params: 1,874
Trainable params: 1,864
Non-trainable params: 10
```



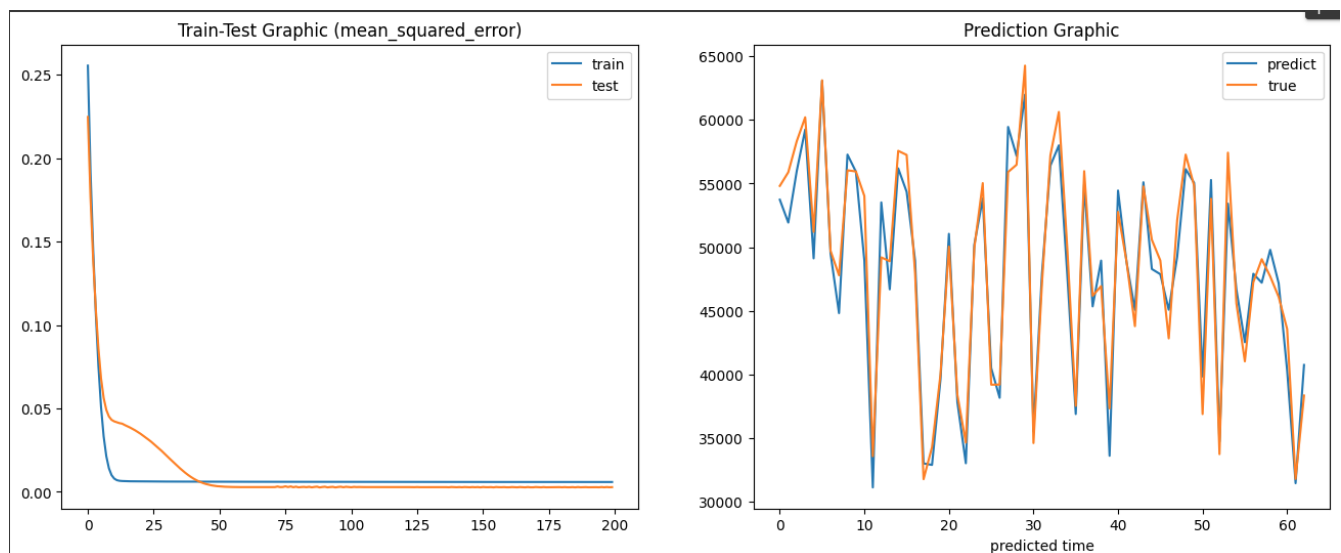
### 3.9 2 LSTM, BatchNormalizations, Flatten e Dense

Descolamento do gráfico Train-Test e aumento RMSE. Tratado 99% dos parâmetros:

```
Test RMSE: 1995.902
Model: "sequential_1"

=====
Layer (type)                 Output Shape          Param #
=====
lstm_2 (LSTM)                (None, 1, 16)         1408
lstm_3 (LSTM)                (None, 5)             440
batch_normalization_1 (Batc  (None, 5)             20
hNormalization)
flatten_1 (Flatten)          (None, 5)             0
dense (Dense)                (None, 1)             6
=====

Total params: 1,874
Trainable params: 1,864
Non-trainable params: 10
```



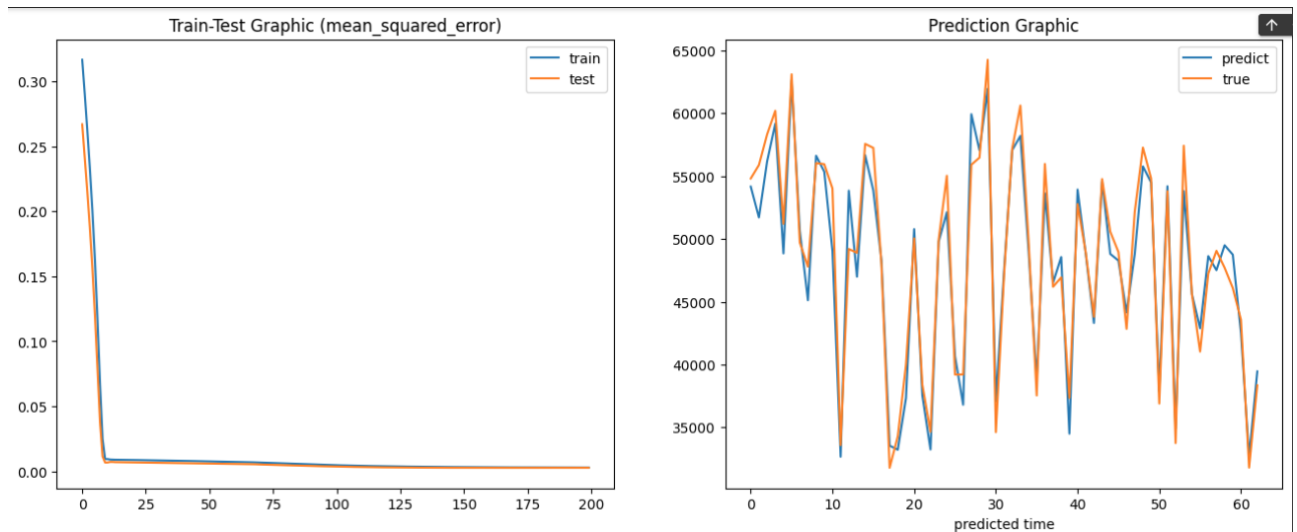
### 3.10 2 LSTM, Flatten e Dense

Mínimo deslocamento do gráfico Train-Test e baixo RMSE. Tratado 100% dos parâmetros. Caso mais próximo do caso base.

```
Test RMSE: 1959.354
Model: "sequential_2"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm_4 (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_5 (LSTM)	(None, 5)	440
flatten_2 (Flatten)	(None, 5)	0
dense_1 (Dense)	(None, 1)	6

```
Total params: 1,854
Trainable params: 1,854
Non-trainable params: 0
```



## 4 Estudo de normalização dos dados:

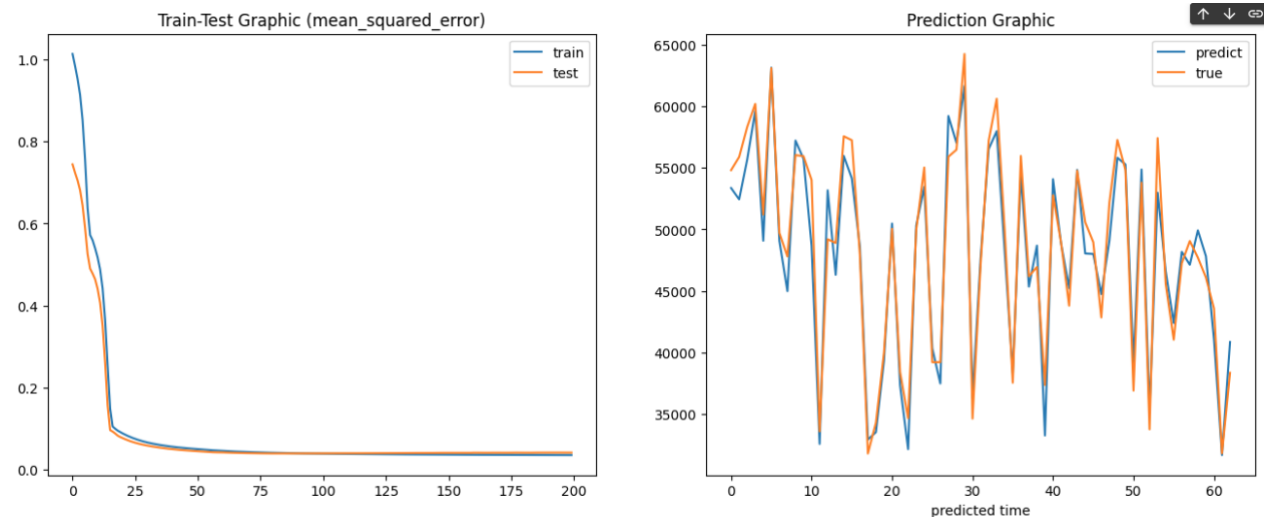
- Substituição do MinMaxScaler pelo StandartScaler

Para o gráfico train-test a escala do gráfico aumentou (de [0;0.3] para [0, 1], como era de se esperar), apesar de continuar com valores menores que a unidade, e percebe-se deslocamento entre o train e test. Com relação à predição, visualmente sem grandes alterações. RMSE ligeiramente maior, sem relevância. Será mantido normalização dos dados pelo MinMaxScaler.

```
Test RMSE: 2006.856
Model: "sequential"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
lstm (LSTM)	(None, 1, 16)	1408
lstm_1 (LSTM)	(None, 5)	440
dense (Dense)	(None, 1)	6

```
=====  
Total params: 1,854  
Trainable params: 1,854  
Non-trainable params: 0
```





# 5 Implemento ANÁLISE DE SENTIMENTOS

Mantendo-se a janela de tempo para preço e sentimento: Manteve-se aderência dos gráficos train-test e predição, visualmente sem alteração relevante. Valor RMSE sem alteração significativa. (1977, 2045)

```
Test RMSE: 1977.188
Model: "sequential_1"

Layer (type)              Output Shape              Param #
=====
lstm_2 (LSTM)              (None, 1, 16)            1728
lstm_3 (LSTM)              (None, 5)                440
dense_1 (Dense)            (None, 1)                 6
=====
Total params: 2,174
Trainable params: 2,174
Non-trainable params: 0
```

