

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE *DEEP LEARNING* NA PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS NO CONTEXTO DO FENÔMENO ENOS¹

Bruna Cerati Carvalho², Rafael Rodrigues Camargo de Lima³

¹ Vinculado ao projeto “Astrofísica Relativista”.

² Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV – Bolsista PROBIC/UDESC

³ Orientador, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária - CAV – rafael.lima@udesc.br

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um dos sistemas climáticos resultantes da interação Sol-Terra, pois ocorre devido à relação entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera. Os processos de troca de energia e umidade entre esses dois componentes são determinantes no comportamento do clima terrestre. Quando esses processos sofrem alterações, o clima regional e global pode ser afetado. Durante eventos de El Niño e La Niña, as fases quente e fria do fenômeno ENOS, respectivamente, ocorrem mudanças nos padrões de transporte de umidade na atmosfera, o que acarreta em variações na distribuição de chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas. Aumentos e quedas de temperatura também são observados em algumas regiões do globo.

Dessa forma, o objetivo da presente pesquisa consistiu no desenvolvimento e aplicação de um modelo de redes neurais recorrentes (RNNs) do tipo *Long Short-Term Memory (LSTM)* na identificação de tendências comportamentais e previsão de índices de precipitação total mensal e temperaturas médias mensais para o município de Florianópolis, Santa Catarina, a partir de séries temporais de dados meteorológicos locais e índices relacionados ao fenômeno ENOS.

Foram utilizados dados mensais de séries temporais para o município de Florianópolis, entre os meses de janeiro de 1984 a dezembro de 2018, totalizando 420 meses. Para previsão da temperatura média mensal (°C), foram utilizados os parâmetros de entrada temperatura média mensal (°C), umidade relativa do ar (%), fluxo radioativo de infravermelho térmico descendente (ondas longas) (mJ/m².dia), índice de insolação total (mJ/m².dia), Índice de Oscilação Sul (IOS) e Índice El Niño 3.4 (NIÑO 3.4). Para a previsão da precipitação total mensal, foi utilizada a mesma série de dados de entrada, com a adição do parâmetro precipitação total mensal (mm).

O modelo de previsão foi elaborado em linguagem de programação *Python 3.6* no ambiente de desenvolvimento integrado para programação computacional *PyCharm*. Foram aplicadas as bibliotecas *TensorFlow* e *Keras*, utilizadas especialmente para o desenvolvimento de redes neurais artificiais. Os parâmetros do modelo foram calibrados através da utilização de um algoritmo genético. Foram utilizados 27% dos dados para treinamento da rede neural e 73% para a sua validação. Para determinar a eficácia do modelo, foi utilizada a métrica de Erro Médio Absoluto (MAE) a cada iteração e, após a previsão, as métricas Erro Quadrático Médio (RMSE) e Erro Médio Absoluto Percentual (MAPE).

Os resultados indicaram que o modelo foi eficaz na previsão de temperaturas médias mensais, atingindo uma acurácia de 95,2% e um RMSE de 1,09°C. Por outro lado, na previsão das precipitações totais mensais, a acurácia do modelo foi de apenas 48,63% e o RMSE foi de 63,97mm. Os resultados obtidos podem se dever ao fato de o modelo não ser bom o suficiente na previsão de valores extremos, que se distanciam muito das médias observadas. Ao contrário da variável temperatura média mensal que, mesmo afetada pelo fenômeno ENOS, não apresenta

variações bruscas, a variável precipitação total mensal apresentou valores ao longo da série que chegaram a variar em quase 200mm da média observada para o mês. Ademais, não existem séries temporais de precipitação longas o suficiente para permitir que o modelo entenda com máxima eficácia as relações entre os ciclos de ocorrência do El Niño e da La Niña, em suas diferentes intensidades, com as chuvas locais.

Ao final da pesquisa, concluiu-se que o modelo de previsão de séries temporais proposto não é eficaz na previsão de valores extremos de precipitação e temperatura relacionados à ocorrência do fenômeno ENOS, sendo ineficiente na previsão de eventos extremos como enchentes e secas para localidades específicas do globo. Para a previsão de eventos dessa natureza, faz-se necessário um modelo que seja capaz de identificar os ciclos do fenômeno ENOS e de relacioná-los com variações bruscas de temperatura e precipitação de forma local. Entretanto, o modelo teve bom desempenho na previsão de temperaturas médias mensais e, devido a isso, pode apresentar utilidade em problemas mais simplificados de séries temporais, que envolvam variáveis naturalmente mais constantes e não sujeitas a ocorrência de picos ou valores extremos.

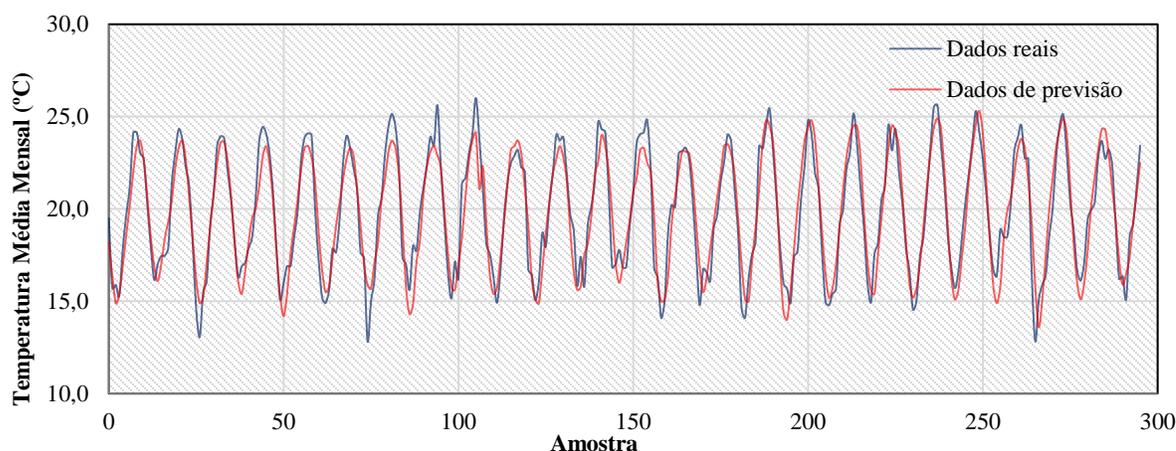


Figura 1. Gráfico comparativo entre valores observados e valores previstos para a temperatura média mensal.

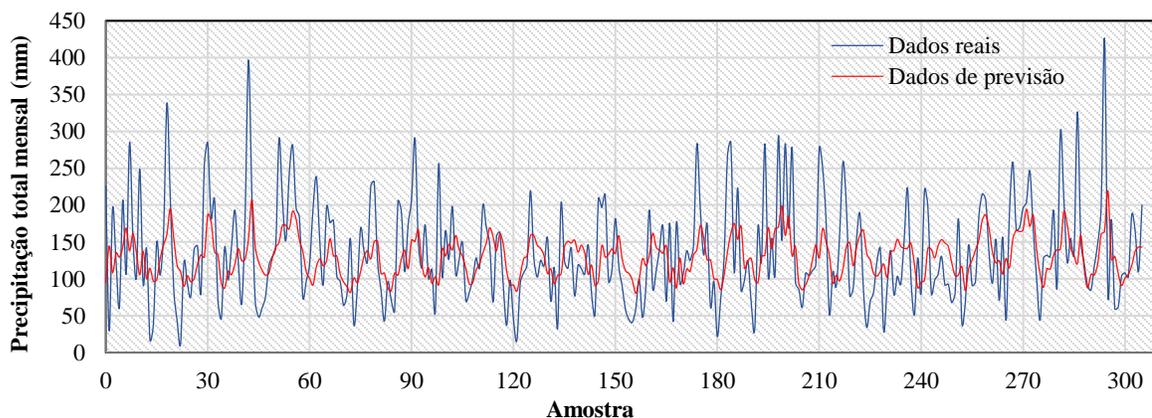


Figura 2. Gráfico comparativo entre valores observados e valores previstos para a precipitação total mensal.

Palavras-chave: Programação. Modelagem. El Niño.