

Análise de sensibilidade em uma rede neural para previsão hidrológica de alta resolução temporal

Cintia Pereira de Freitas¹

Emerson Jean da Silva²

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP

Leonardo Bacelar Lima Santos³

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, São José dos Campos, SP

Eventos meteorológicos extremos tem ocorrido com uma frequência e severidade cada vez maior. Com isso, é cada vez mais importante o estudo e a criação de ferramentas que possam simular com maior precisão os processos ambientais, em especial os que envolvem observáveis meteorológicos, como chuva, e hidrológicos, como nível dos rios. Neste contexto, o presente trabalho visa analisar o desempenho de uma rede neural para a previsão de nível de água, utilizando a análise de sensibilidade.

A área de estudo foi a Bacia do rio Grande, localizada na cidade de Nova Friburgo, região Serrana do Rio de Janeiro. Segundo [1], esta é uma área suscetível a desastres naturais como inundações e deslizamentos de terra, com potencial para causar sérios danos à população local. Os dados utilizados neste trabalho foram coletados por 5 estações de monitoramento hidrológico do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), sendo composto por medidas de nível de água e chuva adquiridas com resolução temporal de 15 minutos. Os dados foram coletados entre 1^o de dezembro de 2011 e 24 de março de 2013, totalizando 46.080 amostras para cada estação.

Foi criada uma rede do tipo MLP (Multilayer Perceptron) para previsão de séries temporais de nível de água para esta bacia. Tal arquitetura de rede é composta por múltiplas camadas que permitem resolver problemas complexos relacionados a conjuntos de dados não linearmente separáveis em diversas áreas de estudo e bons resultados tem sido obtidos em previsão hidrológica, como pode ser visto em [3]. A implementação foi feita na linguagem Python, utilizando a biblioteca Tensorflow e a API Keras. Na camada de entrada, foi utilizado os dados de nível de água e chuva das 5 estações no tempo presente, com um neurônio para cada uma das entradas e uma camada oculta, com 5 neurônios. Em todas as análises a saída da rede foi a previsão de nível de água na estação Conselheiro Paulino com até 2 horas de antecedência. O código-fonte e o conjunto de dados utilizados neste trabalho estão disponíveis no repositório do GitHub⁴. Os dados foram divididos considerando 70% para treinamento, 17.5% para validação e 12.5% para teste, sendo divididos dessa forma para garantir que os testes pudessem ser feitos com um período chuvoso (Fevereiro a Março de 2013). Os resultados da previsão foram avaliados pelo coeficiente Nash-Sutcliffe (NSE) e pela raiz do erro quadrático médio (RMSE), mostrando uma boa concordância entre valores previstos e observados na série temporal do nível de água, especialmente quando combinados dados de nível de água e chuva. Nesse caso, os valores de NSE atingiram 0.9944 para previsão com antecedência de 15 minutos, e 0.9016 para 120 minutos. Mais detalhes sobre a estrutura da rede e os resultados obtidos podem ser vistos em [2].

¹cintia.cpfreitas@gmail.com

²eng.emersonjsilva@gmail.com

³santoslbl@gmail.com

⁴https://github.com/cpfreitas/redes_neurais/

Uma análise de sensibilidade foi feita para essa rede, com o objetivo de avaliar a sensibilidade da rede em relação a cada uma das variáveis de entrada. A análise foi feita considerando a previsão para 15 e 120 minutos e tendo como entrada da rede os dados de nível de água e chuva. Em cada análise foi removida uma das variáveis de entrada da rede e todo o processo de treinamento, validação e teste foi executado. Os resultados obtidos estão nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Previsão de 15 minutos			Tabela 2: Previsão de 120 minutos		
Variável removida	RMSE	NSE	Variável removida	RMSE	NSE
Nível-Con. Paulino	0.02067	0.65103	Nível-Con. Paulino	0.02000	0.67000
Chuva-Con. Paulino	0.00135	0.99379	Nível-Olaria	0.00612	0.90589
Nível-Ypu	0.00133	0.99412	Chuva-Suspiro	0.00618	0.90608
Chuva-Olaria	0.00132	0.99437	Nível-Ypu	0.00609	0.90695
Nível-Ven. das Pedras	0.00131	0.99440	Chuva-Ypu	0.00613	0.90709
Chuva-Ven. das Pedras	0.00129	0.99441	Chuva-Ven. das Pedras	0.00614	0.90710
Nível-Suspiro	0.00129	0.99446	Nível-Suspiro	0.00610	0.90723
Chuva-Ypu	0.00134	0.99448	Nível-Ven. das Pedras	0.00609	0.90778
Chuva-Suspiro	0.00130	0.99449	Chuva-Olaria	0.00607	0.90905
Nível-Olaria	0.00132	0.99451	Chuva-Con. Paulino	0.00607	0.90922

Os resultados mostram que o alvo da rede (Nível para a estação de Conselheiro Paulino) no instante anterior é a entrada mais importante tanto para a previsão de 15 minutos como para 120 minutos. Na previsão de 15 minutos a variável chuva da estação alvo indica ser importante, porém, na previsão de 120 minutos não. Dentre as perspectivas do trabalho está a realização de testes estatísticos para uma melhor compreensão dos resultados.

Agradecimentos

Os autores agradecem: FAPESP 2015/50122-0, DFG-IRTG 1740/2 e CNPq 420338/2018-7.

Referências

- [1] de Lima, G. R. T., Santos, L. B. L., de Carvalho, T. J., Carvalho, A. R., Cortivo, F. D., Scofield, G.B. and Negri, R.G. An operational dynamical neuro-forecasting model for hydrological disasters, *Modeling Earth Systems and Environment*, volume 2, 94, 2016. DOI: 10.1007/s40808-016-0145-3.
- [2] Freitas, C. P., Diniz, M. M., de Lima, G. R. T., Quiles, M. G., Stephany, S. and Santos, L. B. L. Combining Rainfall and Water Level Data for Multistep High Temporal Resolution Empirical Hydrological Forecasting, *Anais do XXIII ENMC – Encontro Nacional de Modelagem Computacional e XI ECTM – Encontro de Ciências e Tecnologia de Materiais*, Palmas-TO, 798–807, 2020.
- [3] Mosavi, A., Ozturk, P. and Chau, K. W. *Flood prediction using machine learning models: literature review*, *Water*, volume 10, 11, 2018. DOI: 10.3390/w10111536