

# ACOPLAMENTO DE TÉCNICAS LINEARES E NÃO-LINEARES A REDES NEURAS ARTIFICIAIS PARA MODELAGEM CHUVA- VAZÃO.

Fátima Franciella Schons, Pedro Henrique de Almeida Konzen, Juan de Dios Garrido, Glaucio Roloff

UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana; Av. Tancredo Neves, 6731 – Bloco 04  
CEP 85867-970 – Fone: +55(45)3576-7335; Foz do Iguaçu – Paraná – Brasil  
Voluntária PROIC-V, e-mail: fatima.schons@unila.edu.br

## Objetivo Geral

Avaliar o emprego de modelos lineares multivariados para descrever a correlação chuva-vazão.

## Objetivos Específicos

• Comparar os resultados obtidos da modelagem linear com os obtidos via RNAs do tipo *perceptron* multicamadas.

• Avaliar o acoplamento do modelo linear com RNAs buscando o desenvolvimento de uma metodologia robusta e acurada para a modelagem chuva-vazão em rios.

## Metodologia

Buscamos estabelecer a relação

$$Q = PU$$

onde,  $Q$  é o vetor  $n$ -dimensional das vazões observadas,  $P$  é a matriz  $(n \times m)$ -dimensional das medidas dos parâmetros climáticos observados (por exemplo, precipitações) e,  $U$  é o vetor incógnita  $m$ -dimensional que relaciona linearmente os parâmetros climáticos observados e as precipitações medidas.

Pelo Método dos Mínimos Quadrados, temos:

$$U = (P^T P)^{-1} P^T Q$$

## Resultados

Como estudo de caso, estudamos a correlação chuva-vazão diária (entre os anos 2000-2011) no Rio Ibicuí, localizado no Rio Grande do Sul, com extensão de 385 km, que corre na direção leste/oeste, nascendo no encontro do Rio Toropi com o Rio Ibicuí-Mirim e desembocando (com foz) no rio Uruguai.

Analisou-se 5 modelos :

- A) 2 entradas fluviométricas.
- B) 2 entradas fluviométricas e uma pluviométrica.
- C) 4 entradas fluviométricas.
- D) 4 entradas fluviométricas e uma pluviométrica.
- E) 4 entradas fluviométricas e 4 pluviométricas.

### Resultados obtidos com o modelo linear

MODELO	CORREL - TRAIN	CORREL - VALID	ERRO - TRAIN	ERRO - VALID
A	97,2%	97,69%	30,7%	22,98%
B	97,62%	97,7%	20%	23,25%
C	97,88%	98,06%	30,1%	23,45%
D	97,96%	98,1%	21,26%	24,28%
E	97,85%	98,01%	33,15%	26,89%

Verifica-se que o desvio padrão da validação é em média 24,17% e a distribuição do erro é de 97,91%.

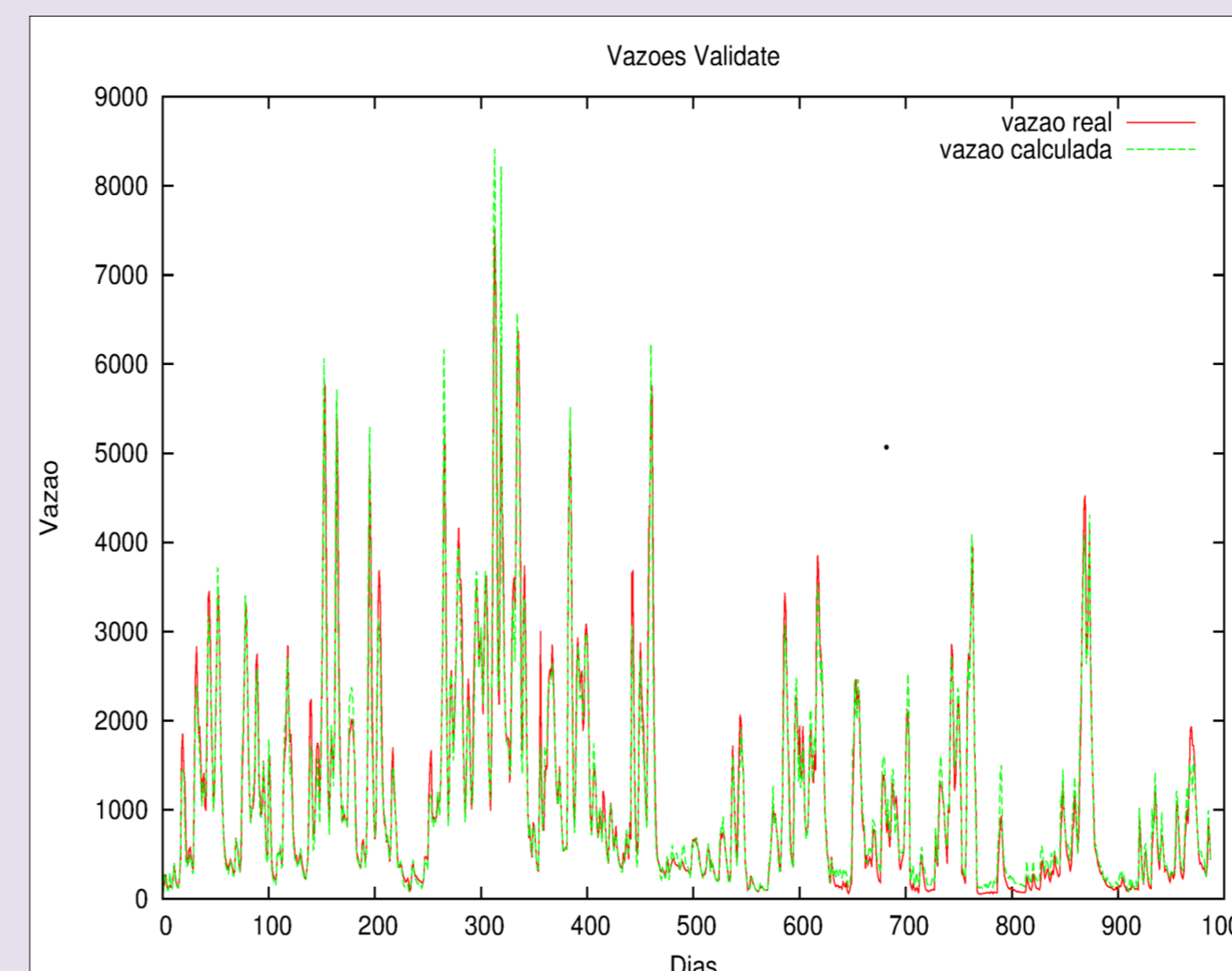


Figura 1. Histograma das vazões. (D)

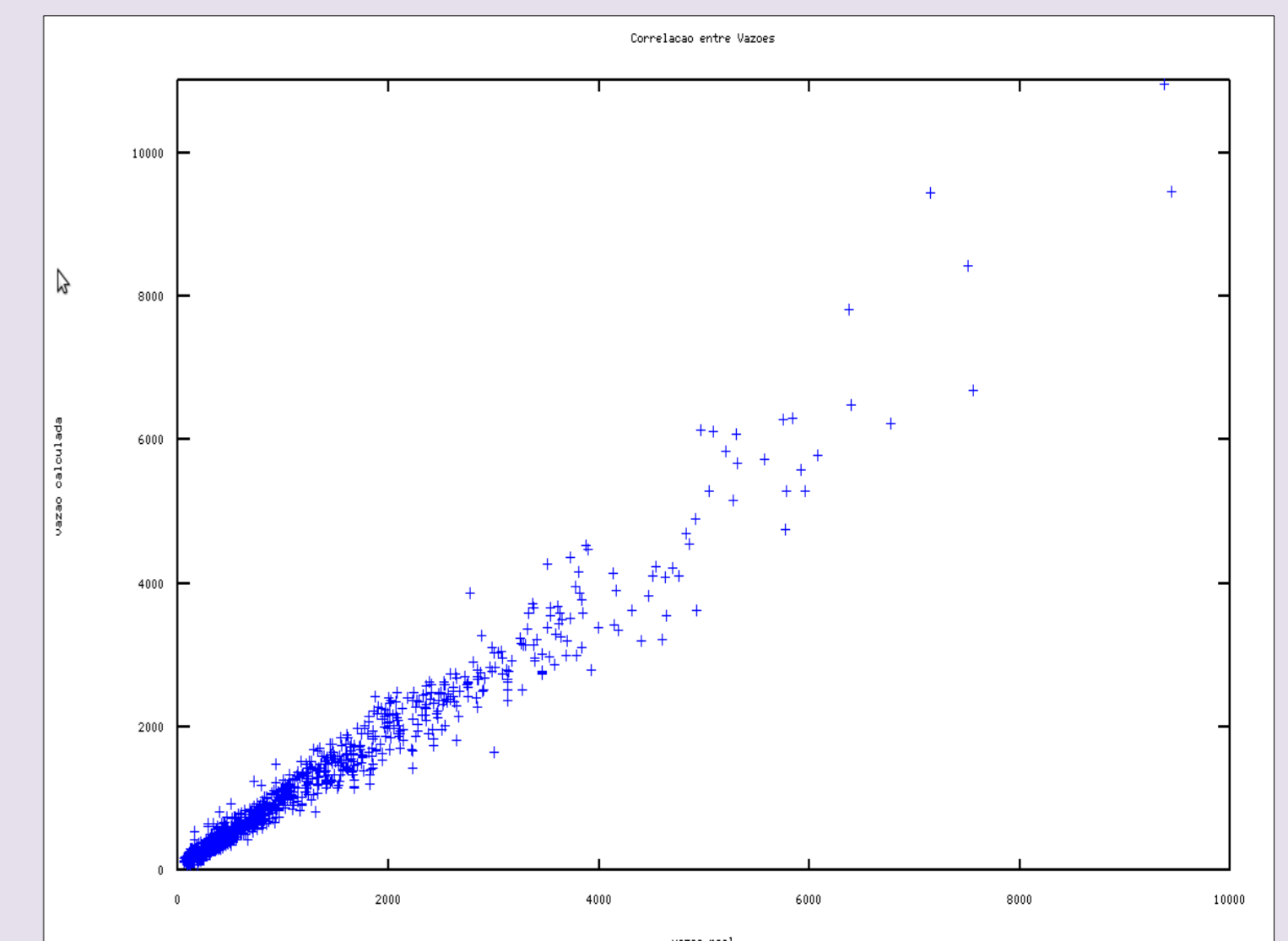


Figura 2. Correlação entre as vazões. (D)

## Comparação: Modelo Linear x RNAs

MODELO	CORR - T	CORR - T RNA	ERRO - T	ERRO - T RNA	CORR - V	CORR - V RNA	ERRO - V	ERRO - V RNA
A	97,52%	97,71%	30,7%	16,91%	97,69%	97,89%	22,98%	15,25%
B	97,62%	97,81%	20%	24,79%	97,7%	98,08%	23,25%	22,80%
C	97,88%	98,46%	30,1%	12,98%	98,06%	98,54%	23,45%	12,65%
D	97,96%	98,45%	21,26%	12,98%	98,1%	98,6%	24,28%	12,38%
E	97,85%	98,83%	33,15%	11,06%	98,01%	98,61%	26,89%	12,01%

Observou-se que a técnica linear produziu modelos com correlação média de 97,83% enquanto a modelagem com RNAs obteve correlação média de 98,29%, entre os dados observados e os calculados. O mesmo acontece em relação ao erro onde a média linear foi de 24,17% em contrapartida com a RNA a 15,01%. Isto demonstra que utilizando RNAs foi possível obter um modelo mais preciso, o que reforça a ideia de acoplar o modelo (1) as RNAs, que propomos como sequência deste trabalho

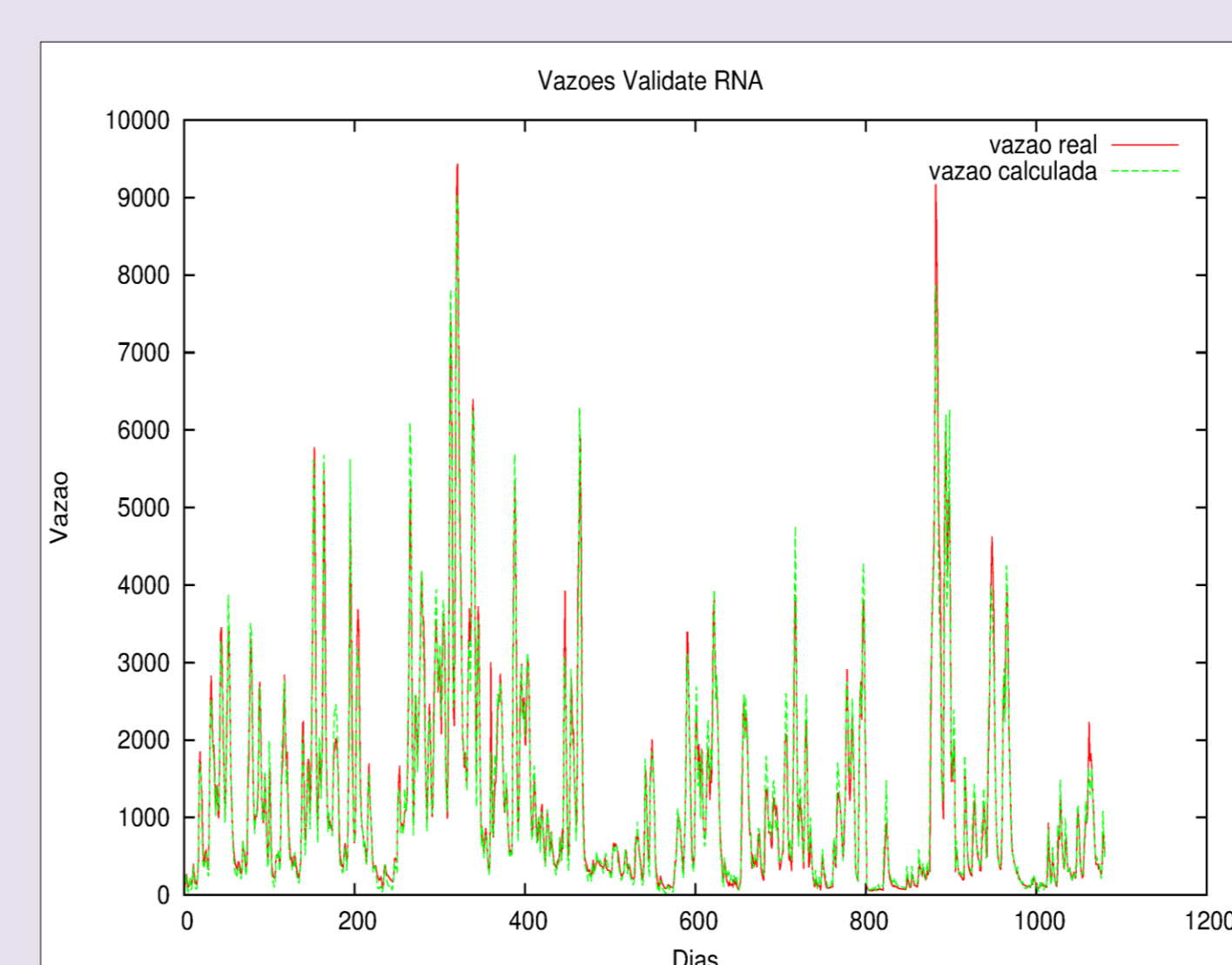


Figura 3. – Histograma das Vazões RNA. (C)

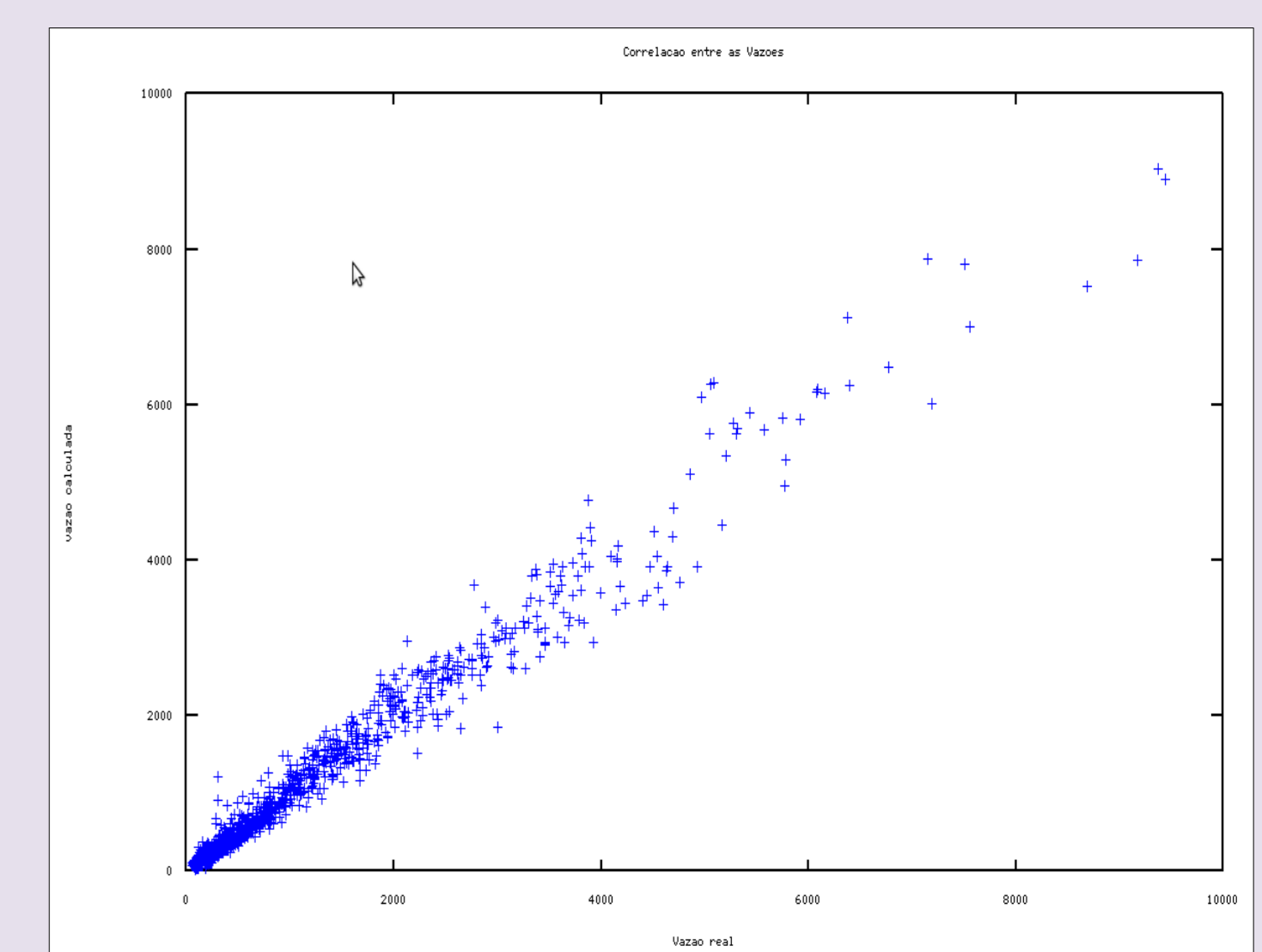


Figura 4. Correlação entre as vazões RNA (C)

## Referências Bibliográficas

- [1] T. Davie, Fundamentals of Hydrology, Routledge, 2. ed., 2008.
- [2] L. Fausett, Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications, Prentice Hall, 1993.
- [3] M.P. Rajurkar et al., Modeling of the daily rainfall-runoff relationship with artificial neural network, Journal of Hydrology, 285 (2004), 96—113.
- [4] F. A. Scheidt, Modelagem Chuva-Vazão utilizando Redes Neurais artificiais, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina, 2010.
- [5] Machado, F. W., Modelagem chuva-vazão mensal utilizando Redes neurais artificiais, Curitiba, 2005.