



**08, 09 e 10 de outubro de 2014**

Porto Alegre - RS

Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS

# **Uso das redes neurais artificiais na predição da turbidez da água no processo de coagulação de uma ETA**

**AUTORES**

**Valder Adriano Gomes de Matos Rocha;  
Luis Henrique Magalhães Costa;  
Gustavo Paiva Weyne Rodrigues.**

# 1. Introdução

A representação dos fenômenos ocorridos nas etapas de uma estação de tratamento de água (ETA) é uma tarefa bastante complexa, pois devem ser considerados, simultaneamente, inúmeros processos distintos. Para tanto, alguns modelos foram desenvolvidos (ex. Otter, Stimela, Metrex e Tapwat).

Entretanto, a maioria desses modelos pode ser considerada como do tipo “caixa preta” devido à ausência de informações precisas e detalhadas sobre as técnicas utilizadas para atingir os fins a que se destina.

# 1. Introdução

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um modelo baseado em RNAs que tenha a capacidade de replicar os processos envolvidos na etapa da coagulação e, com isto, determinar a turbidez da água coagulada a partir de parâmetros da água bruta e quantidade de coagulantes utilizados.

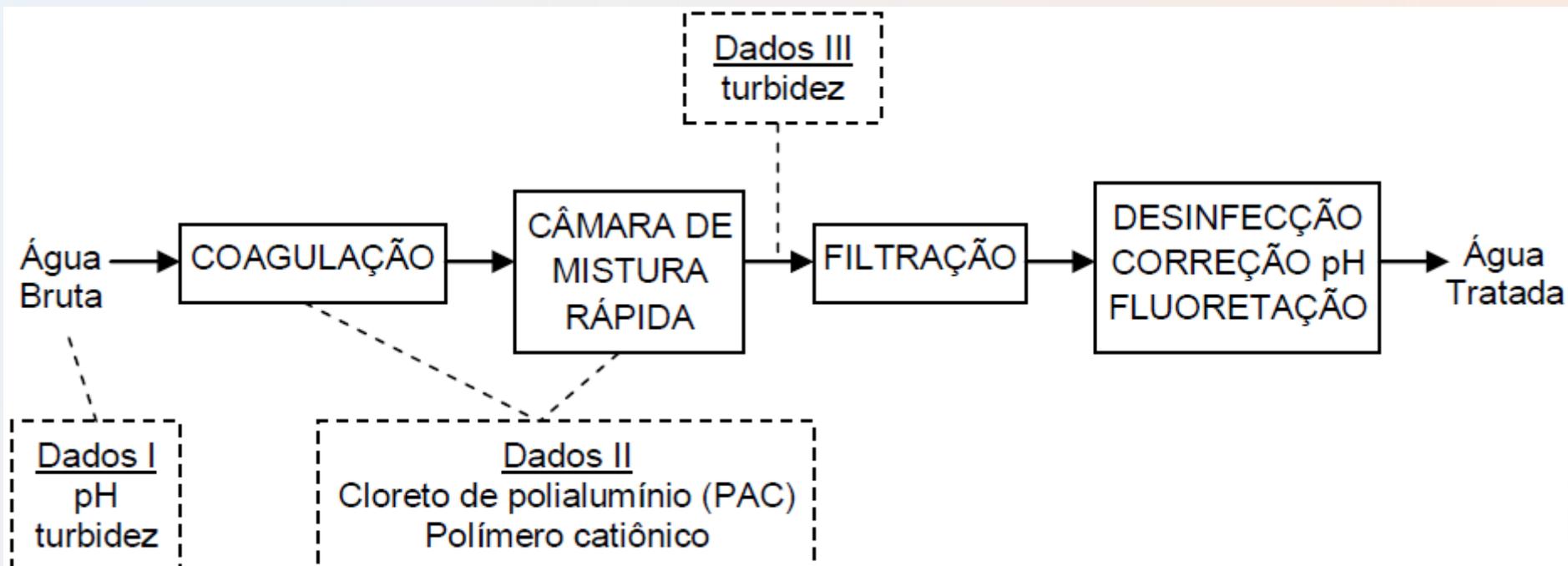
## 2. Material e métodos

A ETA Gavião, projetada para o tratamento convencional e operada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) desde 1981, foi transformada em uma instalação de filtração direta descendente em 1995.

As etapas do tratamento da ETA Gavião e os dados utilizados na criação do modelo são apresentados de forma esquemática na Figura 1.

## 2. Material e métodos

Figura 1: Fluxograma esquemático da ETA Gavião



## 2. Material e métodos

O monitoramento da qualidade da água mediante análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos, em quantidade e frequência de acordo com a Portaria N° 2.914/11.

## 2. Material e métodos

Após a filtragem da série escolhida por meio da exclusão de informações irregulares, somou-se 4341 dados a serem aplicados à RNA. Os valores de entrada (inputs) da RNA são formados pelo conjunto dos seguintes vetores: pH (pHb) e turbidez (Turbb) da água bruta (dados I); quantidades de PAC e polímero catiônico (PC) (dados II)

Os dados de saída (output) são o vetor contendo a turbidez coagulada (Turbc) (dados III).

## 2. Material e métodos

A RNA utilizada constitui-se uma perceptron com uma camada oculta e o backpropagation foi o algoritmo de aprendizado escolhido.

70% dos dados são utilizados no treinamento e 30% na validação.

Eficiência: Coeficiente de Pearson e o erro quadrático médio (EQM), ambos aplicados nos valores preditos e reais.

## 2. Material e métodos

Foram realizados 200 diferentes treinamentos e validações, repetindo-se para cada topologia analisada 10 avaliações. A cada iteração duas condições são avaliadas.

Na primeira verificam-se os parâmetros que quantificam a proximidade entre os valores calculados e reais. Já na segunda, devido o conhecimento sobre as influências das variáveis no processo de coagulação criou-se uma ordem de influência sobre os inputs.

# 3. Resultados e discussão

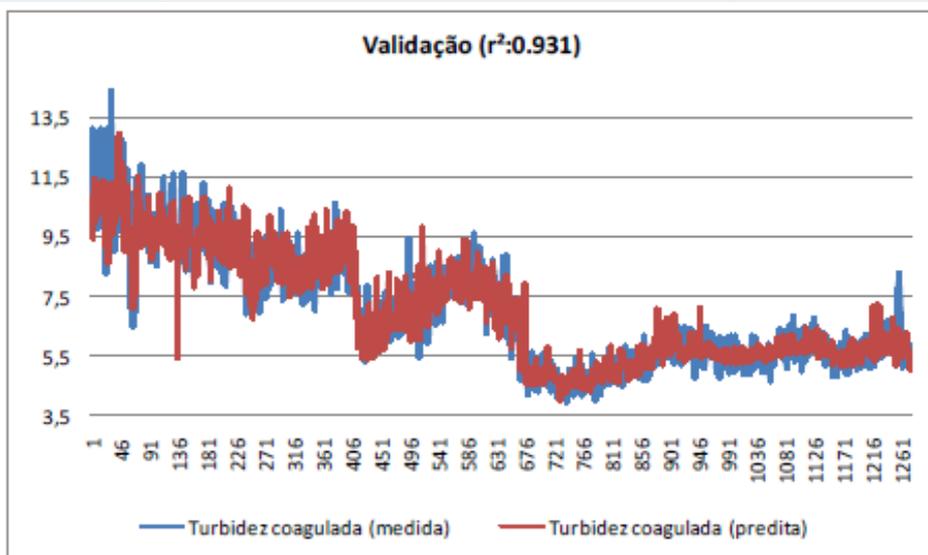
Após serem realizadas todas as iterações, somente oito soluções (matriz pesos) atenderam as condições de proximidade entre os valores calculados e observados ( $r^2 > 0.9$ ) e as da ordem de influência das variáveis inputs. A tabela 1 apresenta tais soluções com suas respectivas topologias, correlações (treinamento e validação) e as influências das variáveis inputs.

# 3. Resultados e discussão

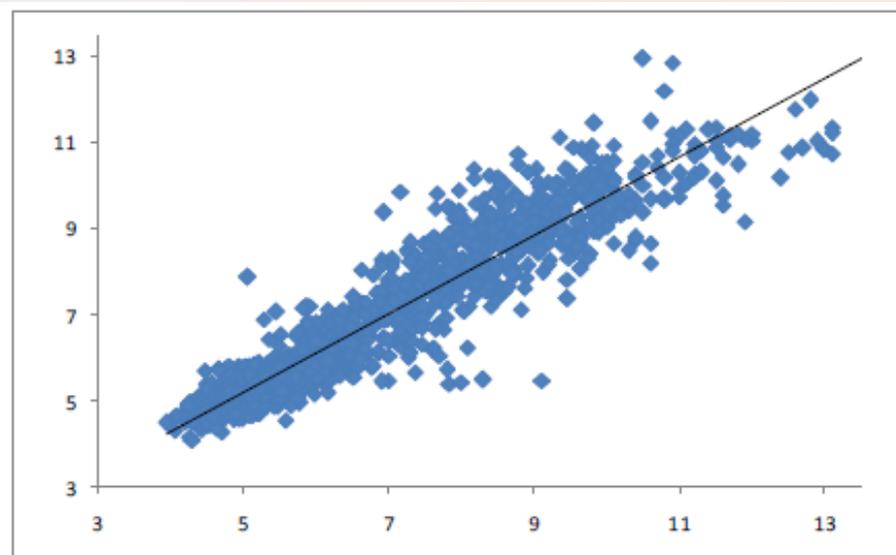
Solução	Topologia	r <sup>2</sup> (tr.)	r <sup>2</sup> (val.)	pHB (%)	TURBB(%)	PAC(%)	PC(%)
1	4-4-1	0,932	0,931	3,81	58,69	23,33	14,16
2	4-4-1	0,931	0,931	0,63	42,21	33,66	23,49
3	4-6-1	0,933	0,931	0,03	45,59	29,38	24,99
4	4-11-1	0,932	0,925	0,51	56,59	40,81	2,08
5	4-12-1	0,931	0,925	0,37	48,62	36,13	14,87
6	4-12-1	0,931	0,924	3,19	57,93	26,82	12,04
7	4-14-1	0,932	0,923	4,75	36,13	31,98	27,12
8	4-16-1	0,931	0,921	7,04	68,65	16,59	7,70

# 3. Resultados e discussão

Os gráficos a seguir apresentam os valores reais e preditos pela RNA para a validação.



**Figura 2: Valores medidos e preditos de turbidez coagulada para o treinamento**



**Figura 3: Valores medidos e preditos de turbidez coagulada para a validação**

## 4. Conclusões

A RNA escolhida para o uso da previsão da turbidez coagulada demonstrou grande capacidade na modelagem desse fenômeno. A sua capacidade de representar adequadamente relações fortemente não-lineares entre suas variáveis propiciou a ampla proximidade entre os valores preditos e observados.

Obrigado!!