

6

Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1

Conclusões

Lembrando os objetivos deste trabalho, elencados no capítulo 1, e de posse dos resultados do capítulo 5, pode-se afirmar que a análise ou transformação wavelet das séries históricas que são as entradas das redes neurais é bastante benéfica, propiciando consideráveis melhorias nas previsões das redes (diminuição do erro MAPE), conforme tabela 5.22.

Por outro lado, a introdução das chuvas previstas pelo modelo ETA, conforme mencionado em 5.3.3, de modo geral, não agregou valor às previsões.

Um fato realmente marcante é que, na previsão sem wavelets, as séries históricas de vazão registradas pelos postos *64617000 – Ivinheima* e *64620000 – Rio dos Patos (Flu_{2,4})* são em muitos casos (em 10 das 15 previsões), as variáveis mais influentes em relação à saída. Mais influentes, até, do que a própria série histórica de vazão incremental (Vinc). Esse é um importante dado para aqueles que futuramente se interessarem em fazer previsões na bacia, usando modelos tipicamente físicos.

A série histórica de vazão incremental (Vinc) só fica realmente importante quando do uso de transformadas wavelet para as previsões semanais. Resumindo, a melhor série histórica para as previsões de vazões semanais usando wavelet é a série de vazão natural incremental de terça-feira (último dia antes da previsão). Já, para as previsões diárias, as melhores séries são as próprias séries do dia da vazão a ser prevista.

Em relação ao processo de seleção de variáveis, ele só se justifica, para o caso de previsões sem wavelet. Esse é mais um ponto a favor da modelagem com wavelet – não há necessidade de um processo de seleção de variáveis.

Prestando atenção nas estruturas das redes, mais especificamente no número de neurônios na camadas escondida das redes, é fácil perceber que em muitas ocasiões, o número de neurônios na camada escondida foi bem mais do

que o dobro do número de entradas nas previsões com modelagem sem wavelet. Ao contrário, já na modelagem com o advento do módulo 2 de wavelet, o número de neurônios na camada escondida foi sempre muito pequeno (máximo de 5, no estudo de caso). Apesar de não ter sido relatado, durante o estudo de caso, nas previsões com modelagem wavelet, ao se tentar estruturas de redes com número maior de neurônios escondidos, tentando uma aproximação com o número de entradas (21 com uso de 2 níveis de decomposição), houve uma grande degradação dos resultados.

Cumprido salientar, também, que o intervalo de tempo das séries históricas utilizado para as previsões (1996 a 2001) pode ter prejudicado em muito os resultados. Usando séries históricas maiores para treinamento e validação, certamente os resultados melhorarão.

6.2

Trabalhos Futuros

Como idéias de possíveis experiências a serem futuramente empreendidas, tendo como subsídio o presente trabalho, pode-se citar:

- fazer previsões para o mesmo trecho da bacia com e sem o uso de transformadas wavelet, utilizando um período histórico maior do que o utilizado neste trabalho. Deve-se atentar para o fato de que este período não pode ser demasiado longo, tendo em vista as características da bacia poderem sofrer mudanças consideráveis ao longo do tempo. Mudanças essas motivadas pela ação da própria natureza, como por exemplo o fenômeno do El Niño, ou o atual efeito estufa, ou motivadas pelo homem, como por exemplo a mudança de cursos de rios, desmatamento, construção de usinas;
- buscar outras ferramentas de transformação de dados que, assim como as transformadas wavelets, trabalhem as séries históricas de entrada das redes neurais;
- implementar o modelo MIP de modelagem wavelets-redes neurais, em outros trechos da Bacia do Rio Paraná, como Iguaçu, e em outras bacias do país;

- tentar implementar a filosofia de integração wavelets-redes neurais em outras áreas, como por exemplo, na reconstrução e reconhecimento de imagens, classificação e análise de sinais. Na área médica, em aperfeiçoamento de exames clínicos como ressonância magnética e ultrasonografia. Na indústria bélica, em guiamento de mísseis e foguetes, e veículos aéreos não tripulados (VANT), nos estudos de radar para reconhecimento de espectro de aeronaves. Na área de meteorologia, no aperfeiçoamento de radares meteorológicos.