



Análise de Metodologias Linear e Não Linear para Previsão de Vazões em Usinas Hidroelétricas.

Tássya Braz Mariano*, Alberto Luiz Francato.

Resumo

Eventos extremos de cheia sempre foram motivos para preocupação da população ribeirinha e dos residentes próximos às barragens de usinas hidroelétricas. Por outro lado, os períodos secos, extremamente severos, vêm afetando cada vez mais o abastecimento de água e os demais usos dos recursos hídricos. Dessa forma, avanços tecnológicos nos modelos para previsão de vazões tem-se apresentado como uma alternativa de grande importância na redução dos prejuízos decorrentes da variação da disponibilidade de água nos cursos d'água. O objetivo da pesquisa foi realizar uma análise comparativa entre modelos estocásticos lineares e não lineares para previsão de vazões. Houve o desenvolvimento de um algoritmo, capaz de efetuar calibração, validação e previsão de vazões em seções de cursos d'água de uma bacia hidrográfica. Os dados usados para a modelagem foram: histórico de vazões no ponto de interesse de previsão, histórico de vazões em pontos de controle a montante, histórico de precipitação na bacia hidrográfica e cenário de previsão pluviométrica na bacia, com horizonte de um ano e intervalo de discretização mensal. Os ajustes de parâmetros dos modelos de previsão foram obtidos via algoritmo de otimização, modelado no Solver do Microsoft Excel. Nos estudos de casos verificou-se um desempenho ligeiramente superior da metodologia não linear sobre a metodologia linear, tal resultado era esperado, principalmente diante das novas técnicas para solução de problemas não lineares, com boa procura por soluções ótimas dentro de um conjunto de soluções ótimas locais.

Palavras-chave:

Previsão de vazão, Modelo Estocástico Linear, Modelo Estocástico Não Linear.

Introdução

O conhecimento prévio da vazão nos cursos d'água sempre foi algo bastante almejado pela comunidade técnica e científica. Tal informação é de extremo valor para o auxílio à tomada de decisões em situações de risco, como por exemplo a ocorrência e o controle de cheias. Também é importante para o setor de geração de energia elétrica, tanto para a definição de políticas de operação de usinas hidroelétricas, como para questões comerciais de energia na definição do preço e estabelecimento de contratos.

Assim, a previsão de vazões tem-se mostrado como uma medida não estrutural e de grande importância na redução dos danos decorrentes das grandes cheias.

Os Modelos Estocásticos têm sido usados com objetivo de trazer maior precisão às estimativas realizadas sem modelagem física. Também existe a hipótese de que um modelo de previsão de vazões do tipo Estocástico Não Linear, que aceitaria maior número de variáveis, poderia retratar melhor o comportamento de diversos eventos. Porém, é necessário pesquisar e avaliar se a não linearidade traz benefícios impactantes à previsão, de forma a compensar o investimento computacional.

Resultados e Discussão

O modelo busca por um conjunto ótimo de parâmetros, baseados em informações históricas de vazões e precipitações. Os valores dos coeficientes a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 e a_6 obtidos no modelo MEL são apresentados na Tabela 1 e os coeficientes a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 e a_6 e seus respectivos expoentes b_1 , b_2 , b_3 , b_4 , b_5 e b_6 obtidos no modelo MENL e são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Coeficientes obtidos para o MEL.

UHE	Erro	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
Barra Bonita	4,54	73,23	1,01	0,21	0,14	0,31	0,01	0,01
Bariri	5,97	0,00	0,09	0,02	0,00	0,45	0,12	0,07
Ibitinga	5,51	0,00	0,20	0,01	0,02	0,50	0,01	0,11
Caconde	3,74	4,36	0,09	0,04	0,01	0,44	-0,01	0,06
Euclides da Cunha	6,79	0,00	0,05	0,01	0,00	0,55	0,01	0,07
Água Vermelha	10,65	0,00	0,24	0,33	-0,15	0,31	0,22	0,05

Tabela 2. Coeficientes obtidos para o MENL.

UHE	Erro	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6
Barra Bonita	4,72	0,00	0,22	0,00	0,00	5,53	-137,57	36,05	1,28	2,99	2,32	0,64	-0,54	-7,39
Bariri	5,43	0,00	0,02	-0,13	-0,20	21,15	-110,40	28,42	1,28	-0,98	-0,69	0,32	-0,10	0,07
Ibitinga	5,04	0,00	0,03	18,26	0,00	6,22	-110,72	30,35	1,38	-0,05	2,52	0,56	-0,01	0,20
Caconde	3,12	0,00	0,00	7,17	0,00	0,86	-105,93	36,05	1,73	0,05	2,16	0,91	-1,00	-7,39
Euclides da Cunha	5,31	0,00	0,00	1,28	0,00	1,27	-105,50	36,05	1,92	-0,23	1,91	0,84	-1,66	-7,39
Água Vermelha	9,68	0,00	0,04	0,00	-0,01	3,12	-137,57	36,05	1,38	2,75	1,44	0,76	-0,28	-7,39

Os desempenhos dos modelos desenvolvidos possibilitam comparações entre o Modelo Estocástico Linear e o Não Linear para previsões mensais. Os erros apresentados na Tab. 3 são somas de desvios.

Tabela 3. Somatórias dos erros do MEL e do MENL.

UHE	Erro minimizado	
	MEL	MENL
Barra Bonita	4,54	4,72
Bariri	5,97	5,43
Ibitinga	5,51	5,04
Caconde	3,74	3,12
Euclides da Cunha	6,79	5,31
Água Vermelha	10,65	9,68

Conclusões

Com os resultados apresentados, é possível avaliar que o MENL, em geral, apresenta melhores resultados do que o MEL de acordo com a otimização feita pelo Solver do Microsoft Excel para previsão de vazões mensais.

Agradecimentos

Agradecemos a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste estudo e também ao CNPq, que financiou o projeto através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC.

BOX, G.E.P. and JENKINS, G.M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day.

Kuvulmaz, J., Usanmaz, S., & Engin, S. N. (2005, November). *Time-series forecasting by means of linear and nonlinear models*. In Mexican International Conference on Artificial Intelligence (pp. 504-513). Springer, Berlin, Heidelberg.