

Desempenho do método probabilístico de previsão do pico de cheia do Rio Paraguai, em Ladário (MS) - Pantanal

Sérgio Galdino¹; Robin T. Clarke²

¹Embrapa Pantanal, Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79.320-900, Corumbá, MS.
Site: www.cpap.embrapa.br; E-mail: galdino@cpap.embrapa.br.

²Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 90.650-001, Porto Alegre, RS. Site: www.iph.ufrgs.br; E-mail: clarke@iph.ufrgs.br.

Resumo

A previsão das cheias do Pantanal é fundamental para o planejamento, de importantes atividades socioeconômicas da região, bem como de ações emergenciais da Defesa Civil. Nesse sentido a Embrapa Pantanal, juntamente com o IPH/UFRGS, desenvolveram um método probabilístico, capaz de prever com antecedência de 3 a 6 meses, o pico da cheia no Rio Paraguai, em Ladário (MS). Considerando a grande demanda pelas previsões desse método, faz-se necessário analisar o seu desempenho nos anos de 1997 a 2004. Para tanto foram avaliados o erro médio entre os valores do pico de cheia observados e previstos pelo método probabilístico, discriminado por ano, bem como para diferentes datas (dia e mês) desses anos. O erro médio do método probabilístico foi de 0,57 m, que pode ser considerado bom. O método apresentou melhor desempenho nos anos 1997 e 2002 e foi pior em 1999, 2001 e 2003. Quanto as diferentes datas de previsão, em termos gerais, o desempenho do método melhorou a cada nova previsão. Apenas nas quatro primeiras previsões do ano, ou seja, até a previsão do dia 1º de fevereiro, o método probabilístico apresentou desempenho insatisfatório.

Termos para Indexação: cheia, Pantanal, previsão, Rio Paraguai.

Abstract

Forecasting of peak flows in the Pantanal is fundamental for both regional socio-economic planning and for civil defence emergency action. For this reason Embrapa Pantanal, together with IPH/UFRGS, have developed a probabilistic method capable of forecasting flood peaks in the River Paraguay, 3 to 6 months in advance, at Ladário (MS). Because of the great demand for such forecasts, it was necessary to analyse the method's performance for the years 1997-2004. The mean error was therefore calculated between observed flood levels and those predicted by the probabilistic method, taking both the year as a whole and different times (day and month) within each year. The mean error for the probabilistic method was 0.57m, which can be considered fair. The method performed best in the years 1997 and 2002 worst in 1999, 2001 and 2003. For forecasting at different within-year times, performance generally improved with each new forecast. Only in the first four

forecasts in the year, issued up to 1 February, the probabilistic method gave unsatisfactory forecasts.

Index terms: flood, forecasting, Pantanal, River Paraguay.

Introdução

A previsão da magnitude da cheia no Pantanal com antecedência de dois ou mais meses possibilita o planejamento, não só da pecuária bovina, principal atividade econômica da região, como também do turismo, da pesca, da navegação, de obras de engenharia e de ações da defesa civil (remoção da população ribeirinha). Para atender a essa demanda, a Embrapa Pantanal, juntamente com o Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH/UFRGS, desenvolveram um método probabilístico (GALDINO & CLARKE, 1997) capaz de realizar previsões do nível máximo anual (pico de cheia) do Rio Paraguai, em Ladário (MS), com antecedência de três a seis meses.

O posto fluviométrico de Ladário, localizado no 6º Distrito Naval da Marinha do Brasil, apresenta a maior série de dados hidrométricos de toda a Bacia do Alto Paraguai (BAP), são mais de um século de registros diários (1900 a 2004). Pela sua seção controle passam cerca de 81% do deflúvio total da BAP (BRASIL, 1979). Assim, o pico de cheia no Rio Paraguai, em Ladário, constitui o principal referencial de cheia ou de seca no Pantanal. Historicamente quando o nível máximo anual é igual ou superior a 4 metros, que corresponde ao nível de alerta de enchente (BRASIL, 1974), esse ano é considerado como de cheia, caso contrário como de seca (GALDINO & CLARKE, 1995).

O método probabilístico, desenvolvido por GALDINO & CLARKE (1997), baseia-se na comparação dos níveis atuais com os registros de anos anteriores do Rio Paraguai, em Ladário, para a mesma data do ano (dia e mês), levando-se em consideração o que se sucedeu nos dias seguintes (pico de cheia). O método determina as probabilidades, em porcentagem, de ocorrerem picos de cheia iguais ou superiores a 4, 4,5, 5, 5,5 e 6 m, a partir do nível do Rio Paraguai, em Ladário em várias datas do ano (dias 1º, 11 e 21, dos meses de janeiro à junho). Esse método determina também a data provável (mês) de ocorrência do pico de cheia.

Previsões em caráter experimental foram realizadas para as cheias de 1995 e 1996, por GALDINO & CLARKE (1997). De acordo com esses autores os resultados obtidos pelo método probabilístico foi muito bom, sinalizando com grande antecedência as magnitudes dos picos dessas cheias e as datas (meses) de suas ocorrências.

Nos últimos dez anos (1995 a 2004), em atendimento a demanda, principalmente de produtores rurais e da Defesa Civil dos municípios de Corumbá e Ladário e do Estado de Mato Grosso do Sul, a Embrapa Pantanal vem divulgando amplamente as previsões do método probabilístico.

Diante da importância do método probabilístico na previsão do pico da cheia no Rio Paraguai, em Ladário, faz-se necessário, analisar as suas previsões no período de 1997 a 2004, de modo a ratificar ou melhorar o desempenho das previsões do método.

Material e Métodos

O cálculo do erro entre o pico da cheia observado e previsto pelo método probabilístico, seguiu os passos do exemplo da Tabela 1.

Tabela 1. Cálculo do erro entre o pico de cheia observado e previsto pelo método probabilístico para a cheia de 1997 no Rio Paraguai, em Ladário (MS).

Data da previsão	Cota (m)	Probabilidade (%) de ocorrência do pico de cheia						Intervalo provável	Pico		Erro ($h_o - h_p$)
		< 4	4	4,5	5	5,5	6		Previsto (h_p)	Observado (h_o)	
01/01	1,97	7	93	81	72	26	11	5 a 5,49	5,25	5,69	0,44
11/01	2,04	7	93	88	83	33	13	5 a 5,49	5,25	5,69	0,44
21/01	2,20	7	93	84	78	28	11	5 a 5,49	5,25	5,69	0,44
01/02	2,45	1	99	99	96	35	15	5 a 5,49	5,25	5,69	0,44
11/02	2,71	1	99	99	96	41	18	5 a 5,49	5,25	5,69	0,44
21/02	3,00	1	99	99	99	53	21	5,5 a 5,99	5,75	5,69	-0,06
01/03	3,30	1	99	99	99	53	23	5,5 a 5,99	5,75	5,69	-0,06
11/03	3,66	1	99	99	99	50	9	5 a 5,49	5,25	5,69	0,44
21/03	4,36	-	-	99	99	55	13	5,5 a 5,99	5,75	5,69	-0,06
01/04	5,01	-	-	-	-	83	1	5,5 a 5,99	5,75	5,69	-0,06
11/04	5,33	-	-	-	-	99	1	5,5 a 5,99	5,75	5,69	-0,06
21/04	5,58	-	-	-	-	-	1	5,5 a 5,99	5,75	5,69	-0,06

A partir da cota observada no Rio Paraguai, em Ladário, na data da previsão, foram determinadas as probabilidades, expressas em porcentagem, da ocorrência de picos de cheia para diferentes valores propostos por GALDINO & CLARKE (1997). Com base nessas probabilidades, foi então definido o intervalo provável do pico da cheia. O limite inferior desse intervalo apresentava probabilidade superior a 50%, enquanto que o limite superior, a probabilidade era igual ou menor a 50%. Para exemplificar, no dia 1º de janeiro de 1997 (Tabela 1), havia 72% de probabilidade de que o pico da cheia fosse igual ou superior a 5 m (> 50%). Já a probabilidade de que a cheia fosse igual ou superior a 5,5 m, era de apenas 26% (< 50%). Assim, o intervalo provável para o pico da cheia era de 5 a 5,49 m.

O valor do pico da cheia previsto era o valor central dos intervalos. Quando a previsão era de o pico da cheia ser inferior a 4 m, o valor previsto era a média das cheias anuais inferiores a 4 m, ou seja, 2,69 m. No caso da previsão de uma cheia igual ou superior a 6 m, o valor previsto era a média das cheias ocorridas nesse intervalo, que foi de 6,35 m.

O desempenho das previsões do método probabilístico foi avaliado por evento de cheia e pela data da previsão (dia e mês), utilizando o erro médio entre os valores observados e previstos, através da equação:

$$E.M. = \frac{\sum_{i=1}^n |h_o - h_{p_i}|}{n} \quad \text{onde } E.M. = \text{erro médio (m); } h_o = \text{pico de cheia observado (m); } h_{p_i} =$$

pico de cheia previsto na data i (m); n = número de previsões.

Resultados e Discussão

Para o período de 1997 a 2004, o erro médio entre os valores do pico de cheia observados e previstos pelo método probabilístico, foi de 0,57 m.

A Tabela 2 apresenta o desempenho do método probabilístico discriminado para cada evento de cheia, ou seja, por ano.

Tabela 2. Picos das cheias observados, números de previsões e erro médio das previsões para os anos de 1997 a 2004, no Rio Paraguai, em Ladário (MS).

	Ano							
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Pico da cheia	5,69	4,64	4,60	4,66	3,15	5,11	5,18	4,26
n	12	17	16	16	18	15	18	18
E. M.	0,25	0,52	0,81	0,40	0,90	0,14	0,93	0,39

O método probabilístico apresentou melhor desempenho nos anos 1997 e 2002, com erro médio inferior a 0,26 m. O desempenho do método foi pior nos anos de 1999, 2001 e 2003, com erro médio entre 0,81 a 0,93 m.

Na Figura 1 pode-se visualizar o erro médio do método probabilístico para diferentes datas (dia e mês) do período de 1997 a 2004.

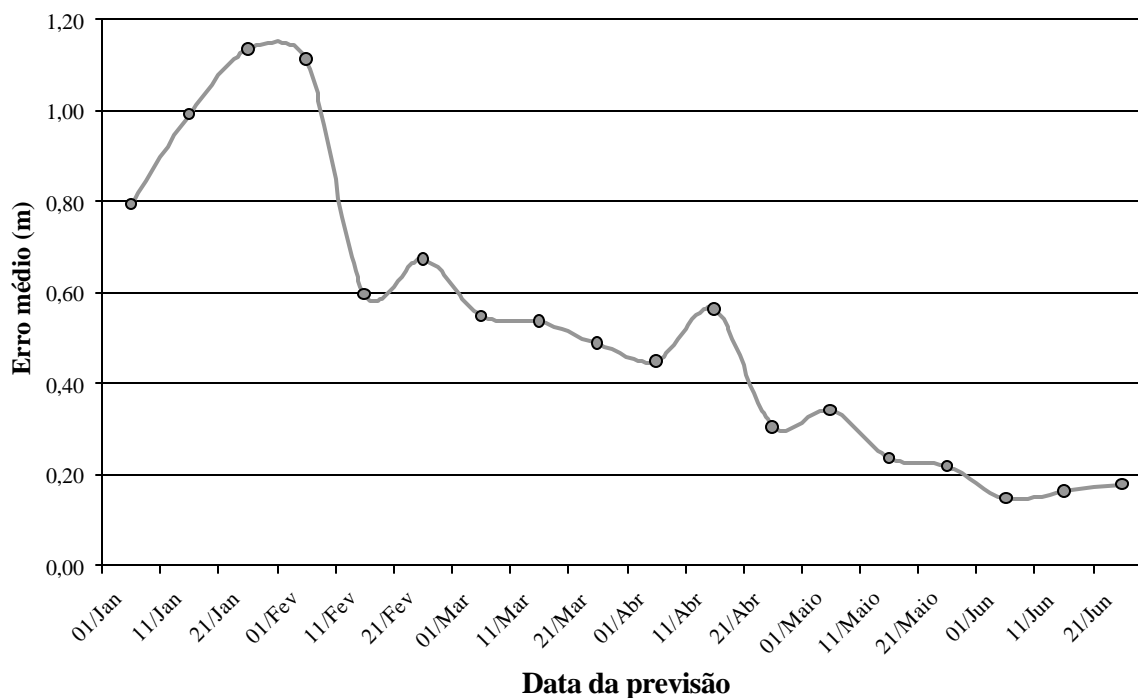


Figura 1. Erro médio do método probabilístico para diferentes datas de previsão do período de 1997 a 2004.

De modo geral, o erro médio do método probabilístico diminuiu ao longo do ano, ou seja, o seu desempenho melhorou a cada nova previsão. As primeiras quatro previsões anuais, foram as de pior desempenho, com erro médio entre 0,80 a 1,14 m. Para as demais previsões, o erro médio ficou compreendido entre 0,15 e 0,67 m.

Conclusões

Nos oito anos (1997 a 2004) de uso do método probabilístico na previsão do pico da cheia anual do Rio Paraguai, em Ladário (MS), o desempenho desse método pode ser considerado bom. Exceção às quatro primeiras previsões anuais, que apresentaram erro médio entre os valores de pico de cheia observados e previstos, superior a 0,79 m. Assim, as previsões do método probabilístico, para o período de 1º de janeiro à 1º de fevereiro, possibilitam apenas descartar a ocorrência de eventos extremos, ou seja, de cheia inferior a 4 m, ou então de cheia igual ou superior a 6 m.

Referências bibliográficas

- BRASIL. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras e Saneamento. **Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai**. Rio de Janeiro, 1974. v.1, 284 p.
- Brasil. Ministério do Interior. **Estudo de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai (EDIBAP)**. Relatório da 1ª fase - Descrição Física e Recursos Naturais. Tomo II. Brasília. 1979. 249 p.
- GALDINO, S.; CLARKE, R. T. **Levantamento e estatística descritiva dos níveis hidrométricos do Rio Paraguai em Ladário, MS - Pantanal - Período 1900/1994**. Corumbá: Embrapa-CPAP, 1995. 71 p. (Embrapa-CPAP. Documentos, 14).
- GALDINO, S.; CLARKE, R. T. **Probabilidade de ocorrência de cheia no rio Paraguai, em Ladário, MS - Pantanal**. Corumbá: Embrapa-CPAP, 1997. 58 p. (Embrapa-CPAP. Circular Técnica, 23).