

# TENDÊNCIAS HIDROLÓGICAS A PARTIR DE REGISTROS DE NÍVEL DOS RIOS DA BACIA DO ALTO PARAGUAI, PANTANAL

CARLOS PADOVANI; VITOR GOMES; IGOR VIEIRA

## RESUMO

Foram calculadas as tendências hidrológicas, a partir do nível dos rios da Bacia do Alto Paraguai – Pantanal (BAP), para estações representativas no planalto e planície. Em geral, as tendências foram pouco significativas e insuficientes para concluir que a bacia está tendendo para um período mais seco ou com maior volume de água nas últimas décadas.

Termos para indexação: pantanal, hidrologia, regressão linear.



# HYDROLOGIC TRENDS CALCULATED FROM RIVER LEVEL RECORDS IN THE UPPER PARAGUAY BASIN, PANTANAL (HPRB)

## ABSTRACT

*Hydrologic trends were calculated from the river highs records in the Upper Paraguay Basin - Pantanal (HPRB) for representative stations on the highlands and lowlands. In general, trends were negligible and insufficient to conclude that the basin is tending to a drier period or with a larger water volume in the last decades.*

*Index terms: pantanal, hydrology, linear regression.*

## **INTRODUÇÃO**

A análise das tendências das variáveis hidrológicas e a busca de relações com a variabilidade climática natural ou mudanças climáticas induzidas por atividades humanas dentro e fora da Bacia do Alto Paraguai – Pantanal (BAP) são fundamentais para elaboração de políticas públicas em recursos hídricos. Foram calculadas as tendências hidrológicas, a partir dos registros de nível dos rios da Bacia do Alto Paraguai – Pantanal (BAP), para estações representativas no planalto e planície para verificar a hipótese de tendência da bacia na direção de um período mais seco ou com maior volume de água nos últimos 40 anos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizadas análises de tendência com o software Excel das séries temporais diárias de nível de 13 estações dos rios, para identificar tendências nas séries hidrológicas nas principais sub-bacias selecionadas no planalto e dentro da planície do Bioma Pantanal. Foram utilizados os valores máximos, médios e mínimos anuais calculados a partir de dados diários, cedidos gentilmente pelo Serviço Geológico Brasileiro. Não foram preenchidas as falhas nos dados. Optou-se apenas pela análise de nível ou cotas dos rios pelo seu caráter integrador do sistema e devido à grande carência de informações de vazões atualizadas e disponíveis, além de grandes períodos com falhas e pela pequena densidade de estações (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2004, 2013, 2016; BRASIL, 1997).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 1, mostram-se os valores do Coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do Coeficiente de Correlação ( $r$ ), com as respectivas equações de regressão linear, para as séries históricas de nível. As estações do planalto, Cáceres, Cuiabá e São Lourenço ao norte e nordeste e Miranda ao sudeste da bacia, apresentaram tendências negativas para os parâmetros de níveis mínimos, médios e máximos, com exceção do nível máximo de São Lourenço.

**Tabela 1.** Valores de "R<sup>2</sup>", "r" e equações de regressão linear simples para os parâmetros de nível mínimo, médio e máximo de estações limnimétricas dos rios da Bacia do Alto Paraguai – Pantanal, no planalto e planície. O período de análise foi de 40 anos (1974-2014) e foram incluídos os dados da estação de Ladário desde 1900. Os valores de "R<sup>2</sup>" e "r" em negrito são os valores superiores a 0,5.

Fisiografia	Estação	Parâmetro	R <sup>2</sup>	r	Equação
Planalto	Cáceres	Mínimo	0,6752	0,8217	$y = -0,0092x + 474,09$
		Médio	0,6194	0,7870	$y = -0,0086x + 605,55$
		Máximo	0,0127	0,1127	$y = -0,0012x + 558,65$
	Cuiabá	Mínimo	0,5401	0,7349	$y = -0,0056x + 238,34$
		Médio	0,6506	0,8066	$y = -0,0114x + 576,47$
		Máximo	0,2925	0,5408	$y = -0,0181x + 1.318,9$
	São Lourenço	Mínimo	0,7293	0,8540	$y = -0,0051x + 242,34$
		Médio	0,5165	0,7187	$y = -0,0046x + 351,93$
		Máximo	0,0002	0,0141	$y = 0,0002x + 442,75$
	Coxim	Mínimo	0,858	0,9263	$y = 0,0111x - 106,18$
		Médio	0,8927	0,9448	$y = 0,009x + 11,199$
		Máximo	0,1577	0,3971	$y = 0,005x + 274,98$
	Aquidauana	Mínimo	0,4328	0,6579	$y = 0,0042x + 89,37$
		Médio	0,0137	0,1170	$y = 0,0013x + 309,37$
		Máximo	0,0387	0,1967	$y = 0,005x + 629,18$
	Miranda	Mínimo	0,0127	0,1127	$y = -0,0007x + 158,11$
		Médio	0,0255	0,1597	$y = -0,002x + 393,88$
		Máximo	4,00E-05	0,0063	$y = -6E-05x + 699,16$

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Fisiografia	Estação	Parâmetro	R <sup>2</sup>	r	Equação
Pantanal	Porto Cercado	Mínimo	0,424	0,6512	$y = 0,0042x - 47,666$
		Médio	0,0236	0,1536	$y = -0,0009x + 304,11$
		Máximo	0,211	0,4593	$y = -0,0026x + 550,59$
	São Jerônimo	Mínimo	2,00E-06	0,0014	$y = -4E-06x + 208,39$
		Médio	0,1957	0,4424	$y = -0,002x + 355,93$
		Máximo	0,1832	0,4280	$y = -0,0047x + 608,35$
	Porto Zé Viana	Mínimo	1,00E-04	0,0100	$y = -5E-05x + 361,02$
		Médio	0,1361	0,3689	$y = -0,0016x + 543,46$
		Máximo	0,2477	0,4977	$y = -0,0026x + 686,59$
	Bela Vista do Norte	Mínimo	0,2837	0,5326	$y = -0,0039x + 441,21$
		Médio	0,3323	0,5765	$y = -0,0041x + 574,68$
		Máximo	0,1065	0,3263	$y = -0,0045x + 732,21$
	Ladário	Mínimo	0,4307	0,6563	$y = -0,0072x + 395,77$
		Médio	0,3056	0,5528	$y = -0,0079x + 601,77$
		Máximo	0,1916	0,4377	$y = -0,0091x + 816,48$
	Ladário desde 1900	Mínimo	0,0319	0,1786	$y = 0,0011x + 77,621$
		Médio	0,0228	0,1510	$y = 0,0013x + 245,2$
		Máximo	0,0266	0,1631	$y = 0,0019x + 386,52$
Porto Esperança	Mínimo	0,5304	0,7283	$y = -0,0105x + 463,87$	
	Médio	0,371	0,6091	$y = -0,0117x + 712,17$	
	Máximo	0,229	0,4785	$y = -0,0119x + 892,73$	
Forte Coimbra	Mínimo	0,5501	0,7417	$y = -0,0106x + 417,4$	
	Médio	0,3254	0,5704	$y = -0,0101x + 606,37$	
	Máximo	0,1794	0,4236	$y = -0,0083x + 690,28$	

As bacias do Norte e Nordeste são as que contribuem com o maior volume de água para o Pantanal, então os valores negativos de tendência podem indicar uma diminuição da quantidade de água disponível para inundações no Pantanal. As estações de Coxim e Aquidauana que estão à leste e sudeste, apresentaram tendência positiva para todos os parâmetros. Estas bacias influenciam as inundações do Pantanal sul e podem influenciar também os valores de nível da estação de Ladário pelo provável aumento no aporte lateral de água acima e abaixo dessa estação.

Para as estações do Pantanal, as tendências foram todas negativas, com exceção dos níveis mínimos em Porto Cercado. Observou-se valores altos de Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ), na ordem de 0,6752, 0,7293, e 0,8927 para as estações de Cáceres, São Lourenço e Coxim no planalto. Valores de Coeficiente de Correlação para as mesmas estações chegaram à ordem de 0,8217, 0,8540 e 0,9448, respectivamente. Os valores altos de ( $R^2$ ) e ( $r$ ) ocorreram geralmente para os níveis mínimos e médios. O mesmo pode ser observado para as estações de Bela Vista do Norte e Ladário de 1974 até 2014. Para Porto Esperança e Forte Coimbra, isso ocorreu apenas para o Coeficiente de correlação ( $r$ ).

Os Coeficientes Angulares das linhas de tendências foram em geral baixos para todas as estações analisadas, no período de 1974 até 2014, provavelmente em função da grande variabilidade dos dados. O assoreamento dos rios em função do aumento dos processos erosivos no planalto devido ao mau uso da terra, nos últimos 40 anos, pode ter uma influência nas análises realizadas, mas ainda não está claro como se dá essa influência. Quando foi considerada toda a série de dados de nível de Ladário, de 1900 até 2014, os valores observados de todas as estatísticas ( $R^2$ ), ( $r$ ) e os Coeficientes Angulares foram muito baixos, revelando praticamente nenhuma tendência nos dados. Então, se houve tendências, positivas ou negativas, significativas nas estações analisadas, isso aparentemente ocorreu nos últimos 40 anos e não como uma tendência de longo prazo.

## CONCLUSÕES

Embora tenham sido obtidos valores relativamente altos de ( $R^2$ ) e ( $r$ ) para estações de planalto no norte da bacia, as demais estações, principalmente no Pantanal, apresentaram valores relativamente baixos de ( $R^2$ ) e ( $r$ ).

Apesar de a maioria das linhas de tendência ter sido negativas, seus baixos coeficientes angulares, não permitem afirmar uma possível tendência de diminuição da condição hidrológica geral da bacia em direção a um período mais seco nas últimas décadas.

Faz-se necessário analisar também os valores de ( $p$ ) pra verificar se os coeficientes de inclinação das retas foram significativos ou não. O teste de Mann-Kendall também será analisado.

Além disso, é importante considerar que as séries temporais de nível que foram analisadas, embora tenham sido selecionadas, apresentam muitas falhas de dados e alta variabilidade, o que agrega muita incerteza a essas estimativas.

Considerando a série histórica da estação de referência de Ladário desde 1900, que integra mais de 80% da rede de drenagem da bacia, seus baixos valores de ( $R^2$ ), ( $r$ ) e dos coeficientes angulares das linhas de tendência dos níveis mínimos, médios e máximos, corroboram a impossibilidade de se afirmar uma tendência em longo prazo para um período seco ou com maior volume de água nos últimos cem anos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **HidroWeb**: sistema de informações hidrológicas. [Brasília, DF], 2016. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 1 abr 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas de vulnerabilidade a inundações**. [Brasília, DF], 2013. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/>>. Acesso em: 18 ago 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Projeto implementação de práticas de gerenciamento integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai ANA / GEF / PNUMA / OEA**. Brasília: TDA Desenho e Arte Ltda, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal; Secretaria de Coordenação dos Assuntos de Meio Ambiente; Programa Nacional do Meio Ambiente; Projeto Pantanal. **Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal)**: PCBAP. Brasília: PNMA, 1997. 12v. il.