

## **Dinâmica de cheias no Pantanal do rio Paraguai de 1900 a 2009**

Ivan Bergier <sup>1</sup>  
Emiko Kawakami de Resende <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Pantanal - CPAP  
Av. 21 de Setembro, 1880 - Caixa Postal 109  
79320-900 - Corumbá, MS, Brasil  
ivan@cpap.embrapa.br

<sup>2</sup> Embrapa Pantanal - CPAP  
Av. 21 de Setembro, 1880 - Caixa Postal 109  
79320-900 - Corumbá, MS, Brasil  
emiko@cpap.embrapa.br

**Resumo.** Dados de precipitação média (ONDJFM) na Bacia do Alto Paraguai e do nível máximo anual do rio Paraguai em Ladário-MS mostram que a chuva é linearmente responsável por apenas 40% da variabilidade decadal (inter-anual) das cheias ao longo de 1926-2006. A variabilidade decadal do nível máximo do rio nos últimos 109 anos é marcadamente distinguível entre 1900-1962 (elevada oscilação cheia-seca), 1963-1974 (baixa oscilação com regime predominantemente seco) e 1974-2009 (baixa oscilação com regime predominantemente úmido). É possível identificar uma relação entre a magnitude do pulso anual de inundação com a temperatura superficial global do mar (TSM) e outros processos de circulação atmosférica, como a Oscilação do Atlântico Norte (NAO). A análise dos dados sugere haver não-linearidades envolvidas na dinâmica oceano-atmosfera, que conferem um padrão irregular no ritmo decadal de cheias no Pantanal, limitado a um dipolo revelado por análise em espaço de fase.

**Palavras-chave:** pulso de inundação, ciclos decadais, áreas úmidas, sistemas complexos, hidrologia.

**Abstract.** Mean precipitation (ONDJFM) at the “Bacia do Alto Paraguai” and maximum annual river level data in the Paraguay river at Ladário, Mato Grosso do Sul State, evidence that rainfall is linearly responsible for solely 40% of the decadal variability of the floods throughout 1926-2006. The decadal variability of the river level in the last 109 years is markedly distinguished between 1900-1962 (high oscillation dry-wet), 1963-1974 (low oscillation predominantly dry) and 1974-2009 (low oscillation predominantly wet). It is possible to identify a relation between the magnitude of the annual flood-pulse with the global sea surface temperature (SST) and other atmospheric circulation processes as such the North Atlantic Oscillation (NAO). There might have nonlinearities involved in the ocean-atmosphere dynamics that confer an irregular pattern to the decadal flood rhythm of the Pantanal constrained to a dipole revealed by phase-space analysis.

**Key-words:** flood pulse, decadal cycles, wetlands, complex systems, hydrology.

## 1. Introdução

O ritmo de cheias é o principal modulador de áreas úmidas. O ritmo mais reconhecido é aquele derivado das variações climáticas sazonais. No caso de áreas úmidas tropicais, o ritmo é ditado particularmente pelo período chuvoso ao longo de aproximadamente seis meses no verão austral. Em específico ao Pantanal, localizado na porção central da América do Sul, as chuvas concentram-se de outubro a março e, dependendo de sua distribuição, intensidade e duração, desencadeiam mudanças claras na paisagem. A planície inundável é considerada uma parte integral do sistema que é periodicamente acoplado e desacoplado do rio principal na zona de transição aquática terrestre (Junk e Wantzen, 2004). Essa alternância sazonal entre fase aquática e terrestre promove alterações estruturais e funcionais no ecossistema pantaneiro, que por sua vez determina o potencial de uso sustentável da planície pantaneira para as mais diversas atividades humanas, como a pecuária de corte, a pesca, o turismo e a produção de biomassa para biofertilizantes, biocombustíveis e fibras (Junk e Cunha, 2005; Resende, 2008; Bergier *et al.*, 2008).

Há, entretanto, diversas escalas temporais de alternância entre fase aquática e terrestre e o “dipolo aquático-terrestre” pode ocorrer de forma não necessariamente regular ou periódica. É conhecido, por exemplo, que de 1963 a 1974 o Pantanal manteve-se predominantemente em sua “fase terrestre”.

## 2. Objetivo

Este trabalho tem por objetivo avaliar e aprofundar a compreensão da dinâmica de cheias, de modo a contribuir para o manejo e o uso sustentável da planície pantaneira face a eventuais alterações induzidas por interferências humanas na bacia de drenagem e no clima global.

## 3. Material e Métodos

A série histórica de precipitação mensal média de água na Bacia do Alto Paraguai foi obtida a partir da integração temporal de dados da Agência Nacional de Águas – ANA (Tabela 1). Tendo em vista a sazonalidade das chuvas, foi obtida uma série temporal de precipitação acumulada para o período de outubro a março (ONDJFM). Para tanto, foram calculados *ensembles* ou médias mensais ao longo dos anos para as estações analisadas, notando-se que o número de estações que compunham o *ensemble* aumentou ( $N \rightarrow 106$ ) à medida que crescia o número de estações na rede observacional.

A série temporal de nível diário do rio Paraguai foi obtida a partir de informações disponibilizadas pelo 6º Distrito Naval da Marinha em Ladário-MS. Os valores máximos anuais, usualmente entre MJJ, foram identificados para a geração de uma série histórica de cheias anuais. Esses dados foram organizados na forma de tabelas decadais, de modo a

classificar eventos e períodos de cheia e seca ao longo de cada uma das décadas.

Para verificar relações das cheias com condições oceânicas e atmosféricas, as séries históricas de máximos anuais em Ladário (MJJ) e da Oscilação do Atlântico Norte ou NAO (ONDJFM) foram correlacionadas com a temperatura superficial global do mar ou TSM (ONDJFM) através de serviço online disponível do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA/ESRL/PSD, <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/>).

**Tabela 1.** Descrição e coordenadas geográficas (decimais) dos pontos de observação pluviométrica na Bacia do Paraná (sub-bacias 66 e 67, N = 106 estações), utilizados para estimar a média mensal e o acumulado ONDJFM de precipitação na Bacia do Alto Paraguai.

Código Estação	Nome Estação	Latitude	Longitude	Código Estação	Nome Estação	Latitude	Longitude
1456009	PARECIS (BR-364)	s14,156	o56,932	1755000	SANTO ANTÔNIO DO PARAÍSO	s17,492	o55,233
1456003	NORTELÂNDIA	s14,451	o56,814	1754002	POSTO CORRENTES (MT-163)	s17,587	o54,757
1456001	ARENÁPOLIS (CANAA)	s14,520	o56,849	1756003	PORTO DO ALEGRE	s17,623	o56,965
1457004	PRÓXIMO ILHOCA	s14,584	o57,925	1757003	BELA VISTA DO NORTE	s17,641	o57,691
1457001	TANGARÁ DA SERRA	s14,632	o57,468	1755001	UNIÃO	s17,785	o55,789
1456004	QUEBÓ	s14,653	o56,123	1754004	PEDRO SEVERO	s17,831	o54,313
1455010	FAZENDA CAMPO VERDE	s14,769	o55,234	1756002	RETIRO SEGURO	s18,021	o56,732
1456008	ROSÁRIO OESTE	s14,834	o56,412	1857001	AMOLAR	s18,039	o57,489
1455008	FAZENDA RAIZAMA (COIMBRA)	s14,845	o55,856	1854001	PEDRO GOMES	s18,116	o54,560
1457000	TAPIRAPUÁ	s14,851	o57,768	1853002	CACHOEIRA POLVORA	s18,191	o54,258
1557001	BARRA DO BUGRES	s15,068	o57,178	1857003	SÃO FRANCISCO	s18,394	o57,391
1557005	SÃO JOSÉ DO SEPUTUBA	s15,093	o57,811	1854004	COXIM	s18,433	o54,800
1556005	ACORIZAL	s15,207	o56,366	1854003	JAURU	s18,649	o54,357
1555008	FAZENDA ESTIVA PR3	s15,234	o55,738	1853005	COLÔNIA FIGUEIRÃO	s18,692	o53,641
1558000	COLÔNIA RIO BRANCO	s15,245	o58,113	1854006	PONTE NOVA	s18,724	o54,599
1557000	PORTO ESTRELA	s15,326	o57,231	1854002	RIO VERDE DE MATO GROSSO	s18,910	o54,832
1556000	NOSSA SENHORA DA GUIA	s15,356	o56,218	1956004	CAMPO ALTO	s19,003	o56,089
1555007	USINA CASCA III PR2	s15,366	o55,437	1956001	PARAÍSO	s19,173	o56,712
1558004	ALTO JAURÚ	s15,441	o58,586	1957003	PORTO DA MANGA	s19,258	o57,235
1555001	CHAPADA DOS GUIMARÃES	s15,469	o55,729	1954006	FAZENDA CARANDA	s19,303	o54,173
1558001	PONTE CABACAL MT-125	s15,469	o57,894	1957005	PIRAPUTANGA	s19,305	o57,593
1556002	CUIABÁ	s15,622	o56,108	1956008	SÃO SEBASTIÃO	s19,359	o56,406
1556006	SECO (FAZENDA SECO)	s15,635	o56,096	1954003	RIO NEGRO	s19,440	o54,983
1557003	BARRANQUINHO	s15,643	o57,476	1954004	CAMAPUÁ	s19,534	o54,036
1556007	SANTA EDWIGES	s15,699	o56,134	1957006	PORTO ESPERANÇA	s19,601	o57,437
1556001	N.S. LIVRAMENTO - BOSQUE F. BARROS	s15,774	o56,351	1956003	ENTRE RIOS	s19,678	o56,204
1554004	POXORÉO	s15,827	o54,395	1956005	BODOQUENA	s19,862	o56,985
1558005	PORTO ESPERIDIÃO	s15,853	o58,466	1954005	BANDEIRANTES	s19,918	o54,360
1554006	JACIARA	s15,988	o54,967	1957004	FORTE COIMBRA	s19,919	o57,789
1657004	FLECHAS	s16,036	o57,256	1955000	IGUAÇU	s19,943	o55,792
1657003	CÁCERES (DNPVN)	s16,076	o57,702	1954002	ROCHEDO	s19,951	o54,893
1657000	CÁCERES	s16,131	o57,794	2057001	SÃO SIMÃO	s20,050	o57,321
1655002	BARÃO DE MELGAÇO	s16,194	o55,946	2055004	TABOCO	s20,070	o55,644
1659001	DESTACAMENTO DA FORTUNA	s16,281	o59,493	2056005	GUAIÇURUS	s20,102	o56,795
1656002	POCONE	s16,320	o56,546	2055001	CIPOLÂNDIA	s20,128	o55,393
1655000	BAIA NOVA	s16,357	o55,588	2056001	MIRANDA	s20,241	o56,368
1654005	VALE RICO	s16,391	o54,152	2057000	TARUMA	s20,291	o57,648
1658000	DESTACAMENTO DA CORIXA	s16,396	o58,340	2055003	FAZENDA LAJEADO	s20,291	o55,445
1654000	RONDONÓPOLIS	s16,471	o54,656	2055002	PALMEIRAS	s20,448	o55,428
1656001	PORTO CERCADO (Ex-Retiro Biguaçu)	s16,512	o56,376	2055000	AQUIDAUANA	s20,457	o55,671
1655001	ACIMA DO CÓRREGO GRANDE	s16,608	o55,206	2054009	SANTA ELISA	s20,495	o54,872
1654001	SANTA TEREZINHA	s16,673	o54,264	2056003	ESTRADA MT-738	s20,762	o56,091
1655003	TAIAMÁ	s16,728	o55,521	2056007	SANTA ROSA	s20,927	o56,984
1657002	DESCALVADOS	s16,733	o57,749	2157006	BARRANCO BRANCO	s21,099	o57,844
1654004	SANTA ESCOLÁSTICA	s16,842	o54,407	2156000	BONITO	s21,115	o56,517
1655004	SANTA LÚCIA	s16,888	o55,906	2155001	NIOAQUE	s21,149	o55,824
1656003	SÃO JOSÉ DO BORIRÉU	s16,925	o56,224	2157003	SANTA OTÍLIA	s21,190	o57,038
1656004	SÃO JOÃO	s16,944	o56,633	2156001	JARDIM	s21,440	o56,090
1756000	ILHA CAMARGO	s17,056	o56,581	2157005	MARABÁ	s21,688	o57,358
1757001	PORTO CONCEIÇÃO	s17,143	o57,359	2157004	PORTO MURTINHO	s21,694	o57,885
1755003	SÃO JERÔNIMO	s17,202	o56,009	2257000	CARACOL	s22,031	o57,029
1754000	ITIQUIRA	s17,207	o54,139	2256001	BELA VISTA	s22,109	o56,526
1756001	SÃO JOSÉ DO PIQUIRI	s17,292	o56,387	2257001	SÃO CARLOS	s22,224	o57,304

#### 4. Resultados e Discussão

A **Tabela 2** apresenta os valores médios mensais de precipitação entre 1913-2006 para as estações avaliadas. Verifica-se na **Tabela 2** uma predominância de médias elevadas no período chuvoso de ONDJFM e desvios padrão da mesma ordem de magnitude para todos os meses. Isso confere um maior Coeficiente de Variação (desvio padrão dividido pela média) no período mais seco, isto é, o período seco tende a ser mais variável (> 100 % entre JJA) de ano para ano que o período chuvoso, cujo Coeficiente de Variação situa-se entre 40 e 50 % (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Precipitação Mensal Média ( $\pm 1$  Desvio Padrão e Coeficiente de Variação) no Pantanal (1926-2006). Dados da Agência Nacional de Águas (ANA).

	Precipitação Mensal Média	Coeficiente de Variação (%)
Janeiro	189,6 $\pm$ 86,1	45,4
Fevereiro	168,6 $\pm$ 68,0	40,3
Março	156,5 $\pm$ 61,7	39,4
Abril	103,8 $\pm$ 52,3	50,4
Mai	78,3 $\pm$ 67,0	85,6
Junho	55,1 $\pm$ 66,9	121,5
Julho	47,3 $\pm$ 64,1	135,6
Agosto	47,3 $\pm$ 56,5	119,6
Setembro	75,1 $\pm$ 58,1	77,3
Outubro	118,1 $\pm$ 51,5	43,6
Novembro	142,0 $\pm$ 67,6	47,6
Dezembro	170,3 $\pm$ 82,2	48,3

Considerando-se a evolução temporal da quantidade de água precipitada acumulada na bacia de drenagem entre ONDJFM e o nível máximo do rio Paraguai em Ladário nota-se certo grau de correspondência entre ambos (**Figura 1**). Entretanto, a quantidade média de água precipitada no período chuvoso explica somente 40% (Coeficiente de Determinação  $R^2 = 0,4062$  da análise de regressão linear) da variabilidade do nível do rio Paraguai. Outros fatores, como a evapotranspiração e o uso e ocupação humana nas cabeceiras da bacia, devem influenciar na quantidade de águas disponível na planície pantaneira, e conseqüentemente, no nível do rio em Ladário.

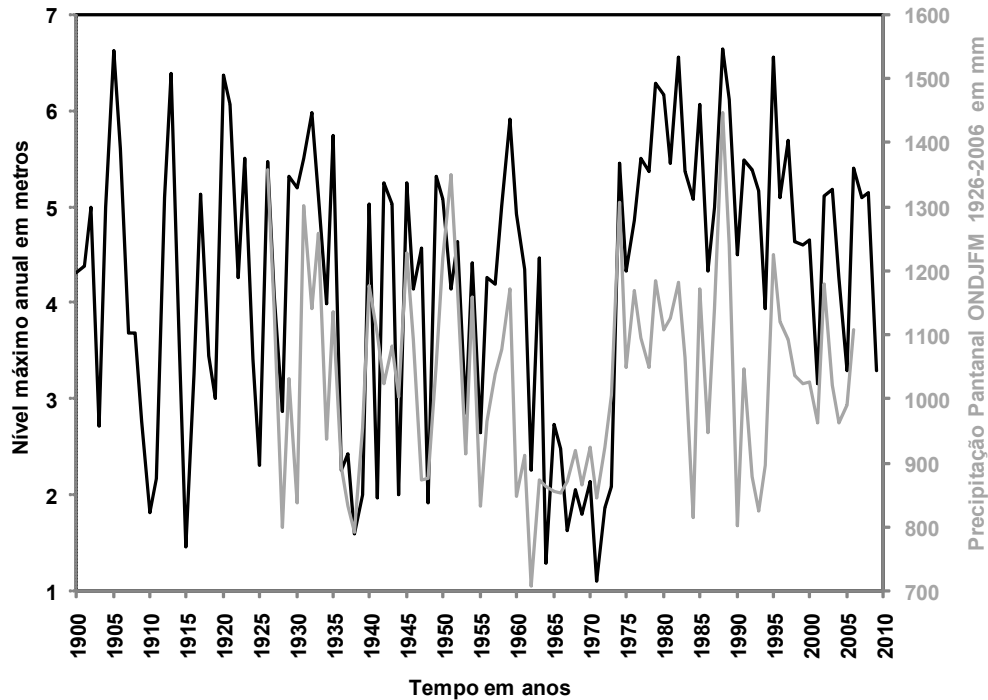
Uma análise do comportamento do rio Paraguai do ponto de vista decadal é apresentada na **Tabela 3**. Um sistema relativamente simples de classificação de cheia (ver texto e legenda na **Tabela 3**) permite identificar de forma clara eventos e períodos persistentes de cheia e seca em mais de um século de variabilidade. Nota-se que:

**i)** eventos isolados de cheia inferior a 3 metros ocorreram especialmente nas décadas de 1900-1909 e 1910-1919 (1 evento), 1920-1929 e 1950-1959 (2 eventos) e 1940-1949 (3 eventos);

**ii)** eventos persistentes de seca ocorreram entre 1909-1911 (3 anos seguidos), 1936-1939 (4 anos seguidos) e 1964-1973 (10 anos seguidos);

**iii)** eventos extremos de cheia superiores a 6 metros ocorreram esporadicamente de 1900 a 1932, tornando-se mais frequentes na década de 1980 (5 eventos); e

**iv)** não foram observados eventos extremos de cheia (> 6 metros) ou seca (< 3 metros) na década de 2000.



**Figura 1.** Variação interanual da precipitação no Pantanal (ANA) no período chuvoso (acumulado ONDJFM) e cheia (nível máximo anual) do rio Paraguai em Ladário-MS.

Tabela 3. Classificação das cheias em Ladário-MS ao longo das décadas, caracterizando eventos e períodos persistentes de elevada cheia (> 3 metros) e pouca cheia ou seca (< 3 metros), conforme a legenda abaixo. Somando-se os cabeçalhos (coluna e linha) obtém-se o ano de cada valor da tabela.

coluna + linha = ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900	4,3	4,4	5,0	2,7	5,0	6,6	5,6	3,7	3,7	2,8
1910	1,8	2,2	5,1	6,4	3,6	1,5	3,3	5,1	3,5	3,0
1920	6,4	6,1	4,3	5,5	3,4	2,3	5,5	4,1	2,9	5,3
1930	5,2	5,5	6,0	5,1	4,0	5,7	2,3	2,4	1,6	2,0
1940	5,0	2,0	5,3	5,0	2,0	5,2	4,2	4,6	1,9	5,3
1950	5,1	4,2	4,6	2,9	4,4	2,6	4,3	4,2	5,0	5,9
1960	4,9	4,3	2,3	4,5	1,3	2,7	2,5	1,6	2,1	1,8
1970	2,1	1,1	1,9	2,1	5,5	4,3	4,9	5,5	5,4	6,3
1980	6,2	5,5	6,6	5,4	5,1	6,1	4,3	5,0	6,6	6,1
1990	4,5	5,5	5,4	5,2	3,9	6,6	5,1	5,7	4,6	4,6
2000	4,7	3,2	5,1	5,2	4,3	3,3	5,4	5,1	5,2	3,3



**Legenda:**

- Cheia superior a 6 metros
- Anos seguidos de cheia inferior a 3 metros
- Cheia inferior a 3 metros
- Menores cheias entre 2000-2009

A análise das cheias máximas e mínimas das décadas em Ladário (ver legendas na **Tabela 4**) evidencia que as décadas com menores máximos foram as 1940-1949, 1960-1969 e 2000-2009, ao passo que as décadas com os maiores mínimos foram as três últimas (**Tabela 4**, em azul claro). Isto sugere que o Pantanal esteve relativamente mais cheio nas décadas de 1980, 1990 e 2000, muito embora a década de 2000 tenha apresentado máximas similares às décadas mais secas, inferiores a 6 metros em Ladário (**Tabela 4**, em azul escuro).

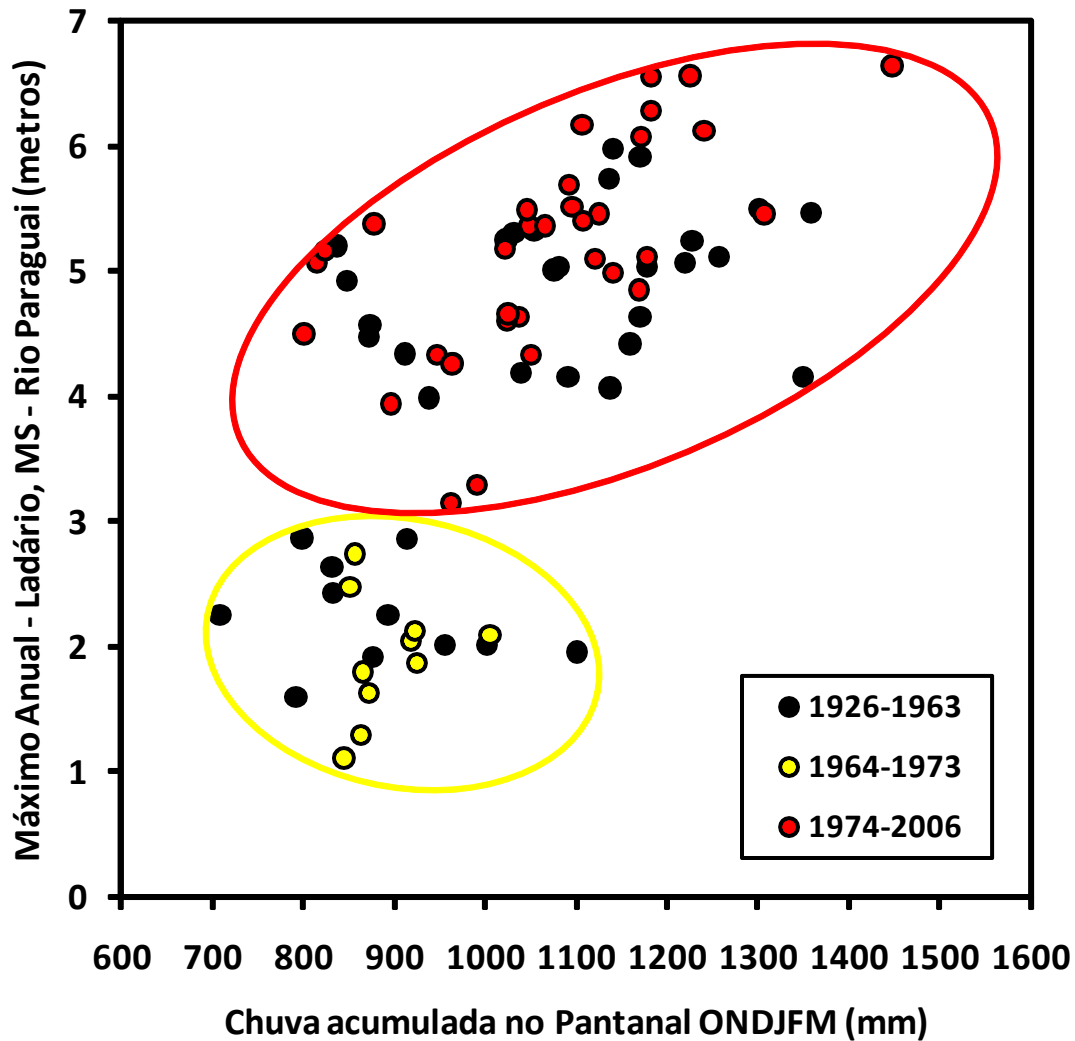
**Tabela 4.** Cheias máximas e mínimas para cada uma das décadas avaliadas. As décadas com menores máximos e as décadas com os maiores mínimos.

	Máximo da Década	Mínimo da Década
1900-1909	6,6	2,7
1910-1919	6,4	1,5
1920-1929	6,4	2,3
1930-1939	6,0	1,6
1940-1949	5,3	1,9
1950-1959	5,9	2,6
1960-1969	4,9	1,3
1970-1979	6,3	1,1
1980-1989	6,6	4,3
1990-1999	6,6	3,9
2000-2009	5,4	3,2

**Legenda:**  
 Décadas com menores máximos  
 Décadas com maiores mínimos

Outra abordagem de análise em espaço de fase (**Figura 2**) permite visualizar que de 1900 a 1963 o Pantanal experimentou grande flutuação inter-anual de disponibilidade hídrica, oscilando entre períodos cheios (> 3 metros em Ladário) e secos (< 3 metros em Ladário). Todavia, de 1964 a 1973, as chuvas e os níveis máximos anuais foram sempre relativamente baixos, restringindo a dinâmica temporal no canto inferior esquerdo do espaço de fase (em amarelo na **Figura 2**). No pólo oposto restringe-se a dinâmica de 1974 até os dias atuais, com precipitações sazonais usualmente acima dos 1000 mm e níveis máximos anuais quase sempre superiores a 4 metros (**Figura 2**, em vermelho). A análise em espaço de fase revela, portanto, a possibilidade de ocorrência de um dipolo ou oscilação bimodal nas escalas inter-anual e decadal.

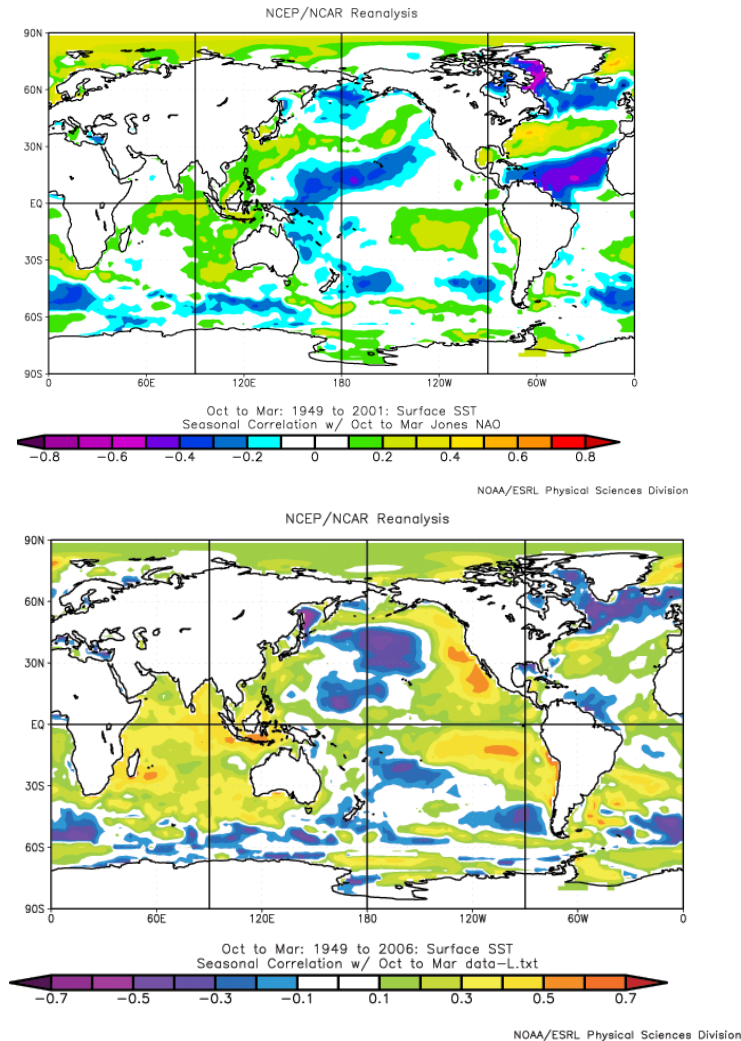
É interessante verificar que as décadas de 1960 e 1970 corresponderam aos valores mais elevados da maior parte dos índices de vulcanismo global no Hemisfério Sul (Robock e Free, 1995). Tais índices, associados a registros de deposição de sulfatos de sais não marinhos em amostras de gelo na Península Antártica, apresentaram valores elevados também nos períodos de 1909-1912 e 1936-1940. Os aerossóis destes sulfatos são altamente refletores e reduzem o fluxo de energia solar incidente na superfície, produzindo um resfriamento na Amazônia e no Nordeste do Brasil e provocando estacionalidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) ao norte, fora da bacia do rio Paraguai. Nestas condições, as chuvas caem sobre os afluentes do rio Solimões, enquanto o rio Paraguai sofre secas (Sá *et al.*, 1998; Bergier *et al.*, 2008).



**Figura 2.** Dipolo de cheia no Pantanal revelado através de análise em espaço de fase.

O fato de o Pantanal estar relativamente mais cheio, limitando-se a um modo do dipolo (em vermelho na **Figura 2**), pode ter diversas causas. Há a projeção de um aumento da precipitação na região do Pantanal com as mudanças climáticas (Marengo, 2008), devido ao aumento de temperatura dos oceanos e mudanças na circulação atmosférica sobre a América do Sul. A Oscilação do Atlântico Norte (NAO, diferença de pressão atmosférica entre a região Ibérica e o sul da Islândia) interfere em diversos processos climáticos em escala decadal (Hurrell, 1995), embora um eventual efeito sobre a precipitação na América do Sul tenha sido pouco analisado. Existe a possibilidade do NAO interferir (ou estar de alguma forma ligado) nos ventos alísios equatoriais sobre o Atlântico Tropical que trazem umidade oceânica para a Amazônia (Davis e Thompson, 2006). Isso pode repercutir sobre a precipitação em toda a América do Sul, inclusive no Pantanal.





**Figura 3.** Correlação linear entre SST (sigla em Inglês de Temperatura Superficial do Mar, TSM) em ONDJFM e Oscilação do Atlântico Norte (Jones NAO) em ONDJFM e nível máximo anual do rio Paraguai em Ladário (data-L.txt) de 1949 a 2006.

Ao correlacionar NAO com a temperatura global da superfície do mar (TSM) são revelados padrões espaciais de dipolo em ambos os hemisférios (**Figura 3**). Padrão similar pode ser verificado ao comparar-se TSM e a cheia anual do Rio Paraguai em Ladário (**Figura 3**). Portanto, a temperatura superficial do mar pode estar modulando (por teleconexão) tanto o NAO quando a cheia no Pantanal, ou NAO e TSM podem influenciar conjuntamente na magnitude da cheia no Pantanal. Note que há correspondência inversa entre a cheia no Pantanal (e o NAO) com temperaturas mais baixas no Oceano Atlântico Tropical que banha o Norte da América do Sul. De outro lado, há correspondência positiva com a temperatura no Pacífico Equatorial, associado ao ENOS ou El Niño Oscilação Sul (**Figura 3**). De certo modo, é possível identificar padrões similares entre TSM x NAO e TSM x Cheia no Pantanal em várias partes do globo, como uma faixa de correlação inversa situada entre as latitudes s40° e s60°, embora as teleconexões envolvidas, se fisicamente prováveis, são complexas e ainda desconhecidas.



## 5. Conclusões e Sugestões

O ritmo de cheias no Pantanal está em boa medida ligado ao regime de chuvas, embora outros fatores possam estar envolvidos direta e indiretamente. Tendo em vista a não-linearidade dos fenômenos climáticos, a eventual presença de dipolos permite compreender melhor os processos envolvidos (temperatura do mar, vulcões, oscilações de pressão atmosférica, etc). Contudo, também evidencia que a detecção de periodicidades na flutuação das cheias possa ser mera casualidade ou artefato computacional de análise espectral (seja por técnicas convencionais como o Espectro de Fourier ou avançadas como Espectro de Ondeletas) e que previsões precisas dos estados “fase terrestre” ou “fase aquática” de longo prazo são muito improváveis. É possível somente indicar tendências de curto prazo de cheia ou seca em função dos dipolos possivelmente associados a campos geofísicos mais amplos, como a temperatura superficial do mar. Estudos mais detalhados sobre estes acoplamentos e teleconexões são essenciais para um melhor manejo e uso sustentável do Pantanal como um todo no longo termo, especialmente considerando prognósticos de mudanças estruturais na bacia e mudanças climáticas globais.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos à Agência Nacional de Águas (ANA), em especial ao Dr. João Carlos Carvalho, pelo fornecimento de dados das estações pluviométricas que recobrem o Pantanal e à Marinha do Brasil e à Capitania Fluvial do Pantanal pela disponibilização dos dados de nível do rio Paraguai.

## 7. Referências

- Bergier, I ; Ishii, I. H.; Salis, S. M. S.; Pellegrin, L. A.; Resende, E. K.; Tomas, W. M.; Soares, M. T. S. S. **Cenários de Desenvolvimento Sustentável no Pantanal em Função de Tendências Hidroclimáticas**. Documentos - Embrapa Pantanal, Corumbá , 2008. 21p.
- Davis, M. E.; Thompson, L. G. **Andean ice core record of a Middle Holocene Mega-drought in North Africa and the Middle East**. *Annals of Glaciology*, v. 43, p. 34-41, 2006.
- Hurrell, J. W. **Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation**. *Science*, v. 269, p. 676-679, 1995.
- Junk, W. J. e Cunha, C. N. Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. **Ecol. Eng.** , V. 24, p. 391-401, 2005.
- Junk, W. J. e Wantzen, K. M. **The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications - an update**. In: **Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries**. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 2004, 117-149.
- Marengo, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 83-96, 2008.
- Resende, E. K. **Pulso de inundação: processo ecológico essencial à vida no Pantanal**. Documentos - Embrapa Pantanal, Corumbá , 2008. 16 p.
- Robock, A. e Free, M. P. Ice cores as an index of global volcanism from 1850 to the present. **Journal of Geophysical Research**: v. 100, p. 11549-11568, 1995.
- Sá, L. D. A; Sambatti, S. B. M.; Galvão, G. P. Ondeleta de Morlet aplicada ao estudo da variabilidade do nível do Rio Paraguai em Ladário, MS. **Pesq. Agropec. Bras.** V. 33, p. 1775-1785, 1998.