

Anomalias decadais do regime hídrico do RS no período de 1977 a 2006

Morgana Vaz da Silva, Cláudia Rejane Jacondino de Campos

*Faculdade de Meteorologia
Universidade Federal de Pelotas, RS
e-mail: morganapel@gmail.com*

Resumo

Neste trabalho, foram determinadas e analisadas as anomalias dos componentes dos Balanços Hídricos Decadais de 1977 a 1986, 1987 a 1996 e 1997 a 2006 em relação aos componentes do Balanço Hídrico Climatológico de 1977 a 2006. Para os cálculos dos Balanços Hídricos (BH), utilizaram-se dados mensais de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica de 16 estações meteorológicas de superfície do Rio Grande do Sul (RS), do período de 1977 a 2006. Os métodos propostos por Thornthwaite e Mather (1955) e Thornthwaite (1948) foram usados para calcular os BH e a evapotranspiração, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, as décadas 1977-1986 e 1987-1996 foram mais secas do que a normal climatológica na maior parte do RS. Porém não ocorreu falta de água, porque, mesmo que os excedentes hídricos tenham sido inferiores à média normal climatológica, foram suficientes para repor a demanda evaporativa dessas décadas. A década 1997-2006 foi mais úmida do que a normal climatológica estudada, portanto, nessa década, houve excesso de água no RS.

Palavras-chaves: balanço hídrico, anomalias, precipitação pluviométrica

Abstract

In this work were determined and analyzed the anomalies of the Decadal Water Balance components of 1977-1986, 1987-1996 and 1997-2006 in relation to Climatological Water Balance components 1977-2006. Air temperature and rainfall monthly data from 1977-2006, distributed in 16 surface meteorological stations of the Rio Grande do Sul (RS) were used to calculate the Water Balance (WB). The methods proposed by Thornthwaite e Mather (1955) and Thornthwaite (1948) were used to calculate the WB and the evapotranspiration, respectively. According to the results obtained decades 1977-1986 and 1987-1996 were drier than the

climatological normal for most of the RS, but there was not lack of water because even the excess water being lower than the climatological normal, it was sufficient to restore the demand evaporative of these decades. The 1987-2006 decade was wetter than the climatological normal studied, so in this decade there was excess water in the RS.

Keywords: Water Balance, anomalies, rainfall

1. Introdução

Estudos mostram que a precipitação no RS é bem distribuída ao longo do ano, porém há uma variabilidade espacial significativa, uma vez que a precipitação anual na Metade Sul é inferior à Metade Norte do Estado (MATZNAUER et al., 2007). Além disso, observa-se uma variabilidade interanual da precipitação bastante expressiva no Estado (BERLATO e CORDEIRO, 2005). Segundo Grimm et al. (2000), a variabilidade interanual da precipitação em toda a Região Sul do Brasil está relacionada a fenômenos de circulação atmosférica, tanto em escala regional quanto global.

Dentre os fenômenos de grande escala que alteram a circulação global e os padrões de precipitação em diversas partes do globo, pode-se citar o evento climático ENOS (El Niño-Oscilação Sul), cuja duração do fenômeno varia entre 6 e 18 meses.

Diversos pesquisadores (KOUSKY e CAVALCANTI, 1984; FONTANA e BERLATO, 1997; DIAZ et al., 1998; GRIMM et al., 2000) demonstraram que existe no Sul do Brasil um evidente sinal de variabilidade climática relacionado com o fenômeno ENOS, ou seja, os episódios quentes (El Niño-EN) estão relacionados com a precipitação pluvial acima da normal e os episódios frios (La Niña-LN), relacionados à diminuição da precipitação pluvial no RS. Porém, a influência dos episódios ENOS ainda não é totalmente bem entendida, pois episódios com diferentes intensidades e posicionamento do máximo de aquecimento resultam em totais pluviométricos não homogêneos sobre várias partes do globo (SILVA, 2009). Isso é comprovado quando em anos de El Niño, que se esperam anomalias positivas de precipitação, observa-se estiagens prolongadas no RS, provocando quebras de safras (BERLATO, 1991; BERLATO e CORDEIRO, 2005). Esse fato está associado a uma forma atípica do fenômeno El Niño encontrada no Oceano Pacífico Tropical, o El Niño Modoki (palavra em japonês que significa similar, porém diferente). Esse fenômeno se caracteriza por apresentar anomalias positivas de TSM na região central do Oceano Pacífico (e não no leste do Oceano pacífico próximo à costa peruana como é observado no El Niño tradicional) e provoca efeitos contrários daqueles do El Niño no regime de precipitação, ou seja, causa estiagem nas regiões sul e sudeste e chuvas acima da média climatológica no nordeste do

Brasil (ASHOK et al., 2007; WANG e HENDON, 2007; WENG et al., 2007).

Outro fenômeno de grande escala que também altera a circulação global e os padrões de precipitação em diferentes regiões no mundo é a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). Mantua et al. (1997) descreveram a ODP como um evento ENOS de longa duração, que exhibe oscilações no período de 20 a 30 anos e que apresenta duas fases. A fase fria é caracterizada por anomalias negativas de TSM ao longo da costa Oeste da América do Norte (Oceano Pacífico Extratropical), enquanto o centro do Oceano Pacífico Norte permanece com anomalias positivas de TSM. Por outro lado, a fase quente da ODP apresenta comportamento oposto, ou seja, anomalias positivas de TSM na costa Oeste da América do Norte e anomalias negativas no centro do Oceano Pacífico.

Nos últimos cem anos, a ODP apresentou duas fases quentes (1925-1946 e 1977 e 1998) e uma fase fria (1947-1976) (PDO, 2010). Atualmente, há indicativo de estarmos numa nova fase fria (1998 ...) (MOLION, 2005).

Durante a fase fria da ODP, estudos têm mostrado que há um aumento na frequência e intensidade de eventos La Niña, enquanto que durante a fase quente da ODP tem-se observado um número maior e com maior intensidade de episódios de El Niño (MANTUA et al., 1997; MESTAS-NUÑEZ e ENFIELD, 2001). Resultados de pesquisas para o RS mostram que existe uma boa relação entre as fases da ODP e as anomalias de precipitação, porém, mesmo na fase quente da ODP, podem ocorrer anomalias negativas de precipitação (REBELLO, 2006; SPERLING et al., 2009; CERA et al., 2009).

Pelo exposto, fica claro que a distribuição da precipitação no RS, que pode ser influenciada pela ocorrência de fenômenos que tendem a modificar a sua normalidade, afeta o seu regime hídrico e pode gerar épocas e regiões com excesso ou déficit de água, além de causar, de diversas formas, prejuízos à sua economia. Uma forma de se monitorar esta variação do armazenamento de água no solo é se contabilizar a entrada (precipitação) e a saída (evapotranspiração) de água no solo. Esse processo pode ser estimado com aceitável precisão utilizando-se o Balanço Hídrico (BH), que é uma ferramenta extremamente útil para se determinar o regime hídrico de uma região (COSTA et al., 1998; SILVA et al., 1998).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar e analisar as anomalias decadais do regime hídrico do RS no período de 1977 a 2006. Ou seja, analisaram-se as anomalias dos componentes dos Balanços Hídricos Decadais (BHD) de 1977 a 1986 (BHD1), 1987 a 1996 (BHD2) e 1997 a 2006 (BHD3) em relação aos componentes do Balanço Hídrico Climatológico de 1977 a 2006 (BHC).

2. Materiais e métodos

Neste trabalho, para o cálculo dos BH, foram utilizados dados mensais de temperatura média do ar (T_m) e precipitação pluvial (P), do período de 1977 a 2006, de 16 estações meteorológicas de superfície do RS (Figura 1), fornecidos pelo 8º DISME/INMET (8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia). As 16 estações meteorológicas de superfície foram escolhidas por estarem bem distribuídas, por apresentarem uma série completa de dados e por pertencerem a diferentes regiões ecoclimáticas (regiões com características climáticas semelhantes) do RS.

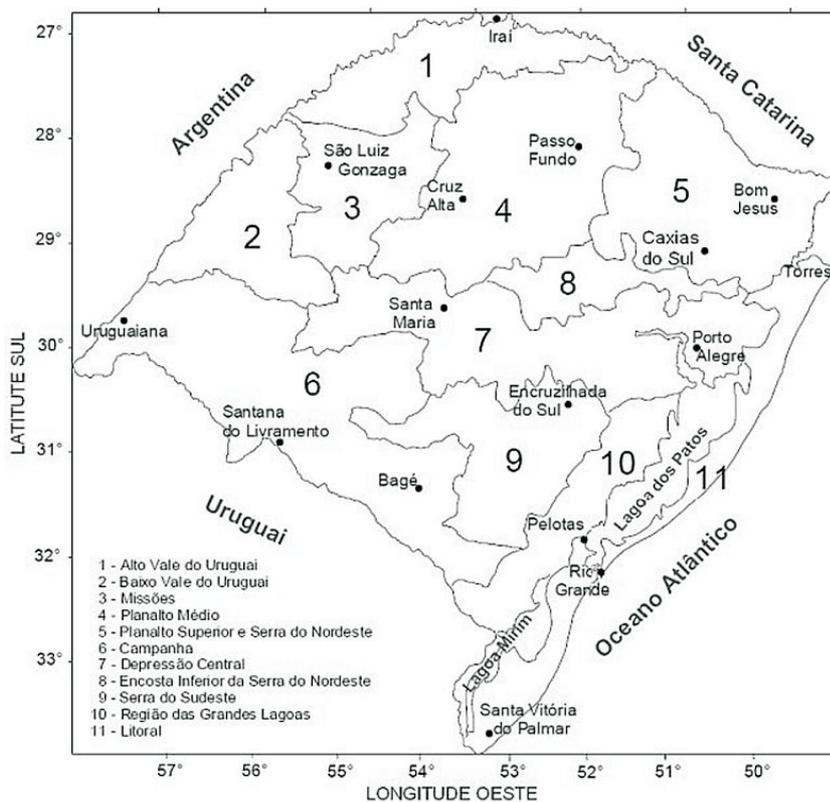


Figura 1. Distribuição espacial das estações meteorológicas utilizadas neste trabalho, em suas respectivas regiões ecoclimáticas.

Para cada uma das 16 estações meteorológicas de superfície que fazem parte do estudo, foram calculados o Balanço Hídrico Climatológico de 1977 a 2006 (BHC) e os Balanços Hídricos Decadais (BHD) de 1977 a

1986 (BHD1), 1987 a 1996 (BHD2) e 1997 a 2006 (BHD3).

O método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) foi utilizado para o cálculo dos BH, uma vez que esses pesquisadores utilizam em seus cálculos elementos climatológicos que são os mais observados e de melhor qualidade (P e Tm) (TOLEDO et al., 2002). Esse método é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, pela precipitação (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD), o BH fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), para cada mês do ano (CAMARGO, 1971; PEREIRA et al., 1997).

Para a estimativa da ETP, foi utilizado o procedimento proposto por Thornthwaite (1948), o qual tem a vantagem de necessitar apenas dos dados de Tm dos períodos e da latitude local, fornecendo resultados confiáveis entre as latitudes de 40°N e 40°S (DOURADO e LIER, 1991).

Para a capacidade de campo (CAD), considerou-se o valor de 100 mm, uma vez que Camargo (1971) e Tubelis e Nascimeto (1983) sugerem que esse valor pode ser considerado para as plantas agrícolas em geral.

Foi adotada uma planilha EXCEL, para o cálculo dos BH, desenvolvida por Rolim et al., (1998), que utiliza o método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) e, para o cálculo da evapotranspiração (ETP), o método Thornthwaite (1948).

Após a determinação, para cada uma das 16 estações meteorológicas de superfície que fazem parte do estudo dos BH (BHC, BHD1, BHD2 e BHD3), foram calculadas as anomalias dos seguintes componentes dos BHD em relação aos componentes do BHC: precipitação pluvial (P), disponibilidade hídrica (P-ETP), déficit hídrico (DEF) e excesso hídrico (EXC).

Também foram utilizados dados mensais de ocorrência de ENOS (NOAA, 2010) e de ODP (PDO, 2010) para auxiliar na discussão dos resultados.

Na Tabela 1, é apresentada a distribuição do número de meses com ocorrência de ENOS nas três décadas que compõem o período de estudo, bem como as anomalias dessas ocorrências em relação à normal decadal do período de 1977-2006

Vale destacar que as décadas 1977-1986 (D1) e 1987-1996 (D2) e os dois primeiros anos da terceira década 1997-2006 (D3) encontravam-se na fase quente da ODP e que o restante dos anos da D3 (1999-2006) encontravam-se na fase fria da ODP (PDO, 2010).

Tabela 1. Distribuição do número de meses com ocorrência de ENOS nas décadas 1977-1986 (D1), 1987-1996 (D2) e 1997-2006 (D3), e as anomalias dessas ocorrências em relação à normal decadal do período de 1977- 2006

ENOS	Normal decadal	Número de meses em cada década			Anomalias		
	1977-2006	D1	D2	D3	D1	D2	D3
EN	35,3	25	45	36	-10,3	+9,7	+0,7
LN	21,0	14	20	29	-7,0	-1,0	+8,0
Neutro	63,7	81	55	55	+17,3	-8,7	-8,7

3. Resultados e discussão

Na Figura 2, é indicada a distribuição de precipitação pluvial para o RS no período de 1977 a 2006. Pode-se notar que na metade Norte do Estado ocorreram os maiores volumes anuais de chuva, quando comparado com a metade Sul do Estado. Pode-se observar, na Figura 2, uma isoieta de 1.600 mm que corta o Estado de leste a oeste, próximo à latitude central do RS (30°S), com valores superiores ao Norte e inferiores ao Sul. Na região noroeste da metade Norte, o volume de chuvas ultrapassa 1.900 mm anuais. Na metade Sul, ao contrário, no extremo Sul do Estado, o volume de chuvas é inferior a 1.400 mm, caracterizando, portanto, uma variabilidade espacial significativa na distribuição da precipitação pluvial no RS. Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho também foram obtidos por Matzenauer et al., (2007), quando estudaram o regime de chuvas do RS para o período de 1976 a 2005, utilizando 24 estações meteorológicas distribuídas nas diferentes regiões Ecoclimáticas do RS.

Na Figura 3, são apresentadas as anomalias dos componentes (P, P-ETP, DEF, EXC) do BHD1 (1977 a 1986) em relação ao BHC (1977 a 2006). Pode-se notar que na D1 ocorreram anomalias negativas de precipitação (Figura 3a) e disponibilidade hídrica (Fig. 3b) no norte, noroeste, centro e sul do RS e anomalias positivas desses componentes nas regiões oeste e leste do Estado. A ocorrência de menores volumes pluviométricos, associados a maiores índices evaporativos (menor disponibilidade de água), gerou anomalias positivas de DEF (Fig. 3c) em praticamente todo o Estado e anomalias negativas de EXC (Fig. 3d) no Norte, Nordeste e Sudoeste do RS. Já os maiores volumes de chuva, associados a menores índices evaporativos observados nas regiões Oeste e Leste do RS, geraram anomalias positivas de EXC e DEF nessas regiões.

Portanto, a ocorrência de anomalias negativas de P, P-ETP, EXC e de anomalias positivas de DEF, na maior parte do Estado, mostra que a década de 1977 a 1986 foi mais seca do que a normal climatológica do período de 1977 a 2006 (Tabela 2).

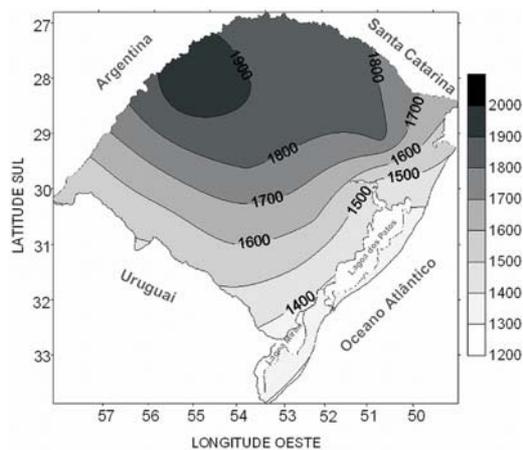


Figura 2. Distribuição média anual da precipitação pluvial no RS para o período de 1977 a 2006.

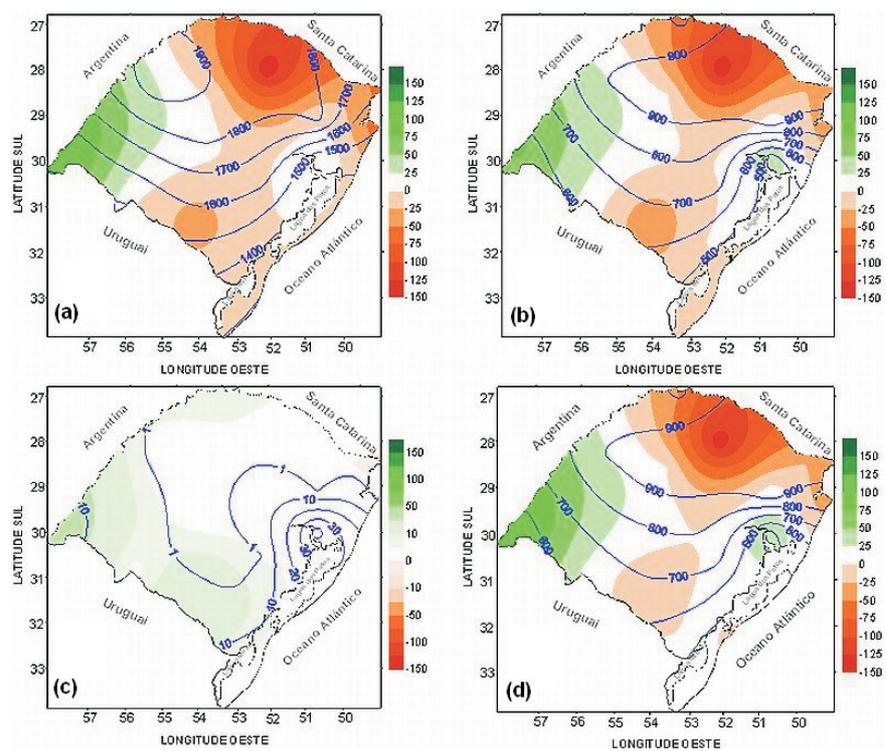


Figura 3. Anomalias dos componentes do BH de 1977 a 1986 (contornos em laranja e verde) em relação ao BHC - 1977 a 2006 (isolinhas): (a) precipitação pluvial, (b) disponibilidade hídrica, (c) deficiência hídrica e (d) excesso hídrico.

Conforme citado na metodologia, a D1 estava na fase quente da ODP, onde se espera ocorrência de anomalias positivas de P, mas, segundo Rebello (2006), mesmo na fase quente da ODP, podem ocorrer anomalias negativas de precipitação no RS. Além disso, segundo alguns estudos (MANTUA et al., 1997; MESTAS-NUÑEZ e ENFIELD, 2001), na fase quente da ODP, há uma tendência à ocorrência de maior número de episódios El Niño e mais intensos. Apesar disso, como mostra a Tabela 1, nessa década (1977 a 2006), ocorreram anomalias negativas de meses com ocorrência de El Niño (-10,3 meses). Por essa razão, na maior parte do RS, ocorreram anomalias negativas de precipitação, já que, na maioria dos meses que compõem esta década, houve predominância de eventos Neutros (81 meses) que, somados aos eventos La Niña (14 meses), tenderam a gerar precipitação próxima e abaixo da normal.

Observou-se ainda que na D1 a porção oeste do RS foi a região que sofreu maior influência da ODP, pois foi onde ocorreram anomalias positivas de precipitação, o que está de acordo com Sperling et al. (2009).

Cabe destacar que, apesar de a D1 ter sido mais seca do que a normal climatológica (1977-2006) em praticamente todo o RS, não houve falta de água no RS nessa década. A configuração de falta de água não ocorreu porque mesmo os excedentes hídricos, tendo sido inferiores à normal climatológica (-29 mm), foram suficientes para repor a demanda evaporativa do período, conforme mostram os totais de DEF que foram bem menores do que os de EXC (Tabela 2).

Tabela 2. Déficits (DEF) e excessos (EXC) hídricos observados nas décadas 1977-1986 (D1), 1987-1996 (D2) e 1997-2006 (D3) e as anomalias decadais desses componentes em relação ao período 1977- 2006.

	Normal (mm)	Totais decadais (mm)			Anomalias (mm)		
	1977-2006	D1	D2	D3	D1	D2	D3
DEF	105	206	115	116	101	10	11
EXC	11.787	11.758	10.877	12.541	-29	-910	754

Na Figura 4, são apontadas as anomalias dos componentes do BHD2 (1987 a 1996) em relação ao BHC. Na segunda década do período de estudo (1987-1996: D2), observaram-se anomalias negativas de P (Figura 4a) e P-ETP (Figura 4b) na maior parte do RS, exceção ocorreu no extremo norte do Estado, onde ocorreram anomalias positivas de P e P-ETP. A ocorrência de menores volumes pluviométricos associados a maio-

res índices evaporativos na maior parte do Estado gerou anomalias negativas de EXC (Figura 4c) e levou a um comportamento dos DEF (Figura 4d) próximo a normal climatológica de 1977 a 2006, nessas regiões. Por outro lado, os maiores volumes de chuva, associados aos menores índices evaporativos geraram anomalias positivas de EXC no extremo norte do RS.

Assim, na D2, observaram-se anomalias negativas de P, P-ETP e EXC em grande parte do RS, o que mostra que esta década foi mais seca do que a normal climatológica de 1977 a 2006 (tab. 2). Observou-se também que a D2 foi mais seca quando comparada à D1.

Destaca-se que a D2, assim como a D1, encontrava-se na fase quente da ODP. Nesta década, foram observados aproximadamente 10 meses a mais com ocorrência de El Niños do que a normal decadal do período de 1977 a 2006 (Tabela 1). Como a D2 teve maior incidência de fenômenos El Niño, seria esperado que em grande parte do Estado ocorressem anomalias positivas de P. Uma possível justificativa para a não ocorrência desse fato foi a atuação do fenômeno El Niño Modoki, que, conforme é sugerido por diversos autores (ASHOK et al., 2007; WANG e HENDON, 2007; WENG et al., 2007; TEDESCHI e CAVALCANTI, 2010), tende a causar efeito oposto ao do El Niño tradicional, ou seja, pode favorecer a ocorrência de anomalias negativas de precipitação na região sul do Brasil. Ashok et al. (2007) estudaram as ocorrências de El Niño Modoki no período de 1979 a 2005 e verificaram que a maioria dos eventos El Niño Modoki ocorreu na D2. Também mostraram que em algumas regiões da AS, inclusive na região sul do Brasil, os impactos desses fenômenos são opostos aos do EN tradicional, durante os meses de JJAS. Em outro estudo, Tedeschi e Cavalcanti (2010) analisaram a influência dos ENOS tradicional e Modoki na precipitação da América do Sul (AS), nas quatro estações do ano, no período de 1979 a 2009. Eles observaram que algumas regiões da AS tiveram um comportamento oposto entre ENOS tradicionais e Modoki, como é o caso do Sul do Brasil. Portanto, os eventos El Niño Modoki detectados na D2 podem ter favorecido a ocorrência de anomalias negativas de precipitação no RS. Análises mais aprofundadas são necessárias para confirmar essa suposição. Isso porque os resultados obtidos por Ashok et al. (2007) e por Tedeschi & Cavalcanti (2010) se referem a 26 e 30 anos de dados, respectivamente. Portanto, interpretações sobre esses resultados devem ser feitas com precaução, pois um maior número de anos de estudo é necessário para se ter resultados mais conclusivos sobre variações decadais e também sobre impactos sazonais deste evento em diferentes partes do globo. Além disso, Ashok e Yamagata (2009) ressaltam que os modelos acoplados atuais são menos eficientes na previsão do índice de ENOS Modoki do que do índice de ENOS tradicional. Portanto, os métodos de assimilação de dados observados pelos modelos necessitam ser aprimorados, assim como os modelos

de previsão sazonal, a fim de se obter resultados mais confiáveis sobre ENOS Modoki.

Observou-se ainda que na D2 as regiões nordeste e extremo norte do RS foram as que sofreram a maior influência da ODP, pois foi onde ocorreram anomalias positivas de precipitação, o que está de acordo com Cera et al. (2009) que mostram que esta região possui maior correlação entre a ODP e a precipitação no RS.

Cabe destacar que, apesar de a D2, assim como a D1, ter sido mais seca do que a normal climatológica (1977 a 2006) em praticamente todo o Estado, essa configuração não causou falta de água no RS nessa década. Isso porque mesmo os excedentes hídricos tendo sido inferiores à normal climatológica (-910 mm), eles foram suficientes para repor a demanda evaporativa do período, conforme mostram os totais de DEF, que foram bem menores do que os de EXC (Tabela 2).

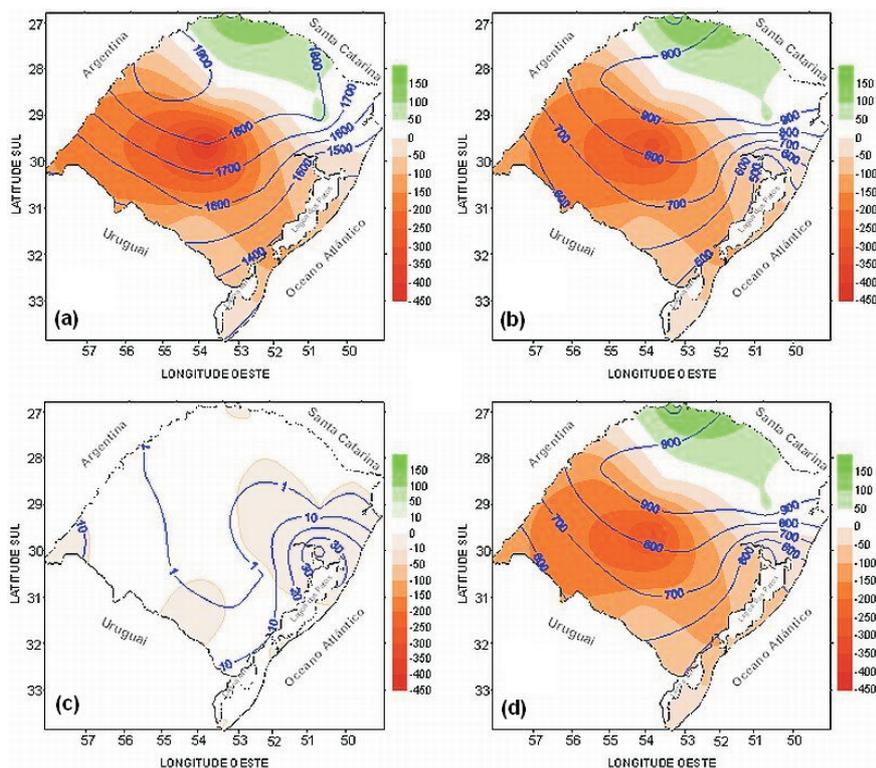


Figura 4. Anomalias dos componentes do BH de 1987 a 1996 (contornos em laranja e verde) em relação ao BHC -1977 a 2006 (isolinhas): (a) precipitação pluvial, (b) disponibilidade hídrica, (c) deficiência hídrica e (d) excesso hídrico.

Na Figura 5, são mostradas as anomalias dos componentes do BHD3 (1997 a 2006) em relação ao BHC (1977 a 2006). Na maioria das regiões do RS, observaram-se anomalias positivas de P e P-ETP, somente nas regiões de Porto Alegre e Iraí ocorreram anomalias negativas de P (Fig. 5a) e P-ETP (Fig. 5b). Os maiores volumes pluviométricos associados a menores índices evaporativos geraram anomalias positivas de EXC (5d) na maior parte do Estado. Por outro lado, o menor volume pluviométrico associado a maiores índices evaporativo gerou EXC hídrico abaixo da normal climatológica na região de Porto Alegre e Iraí. Pode-se notar que a DEF (5c) manteve-se próxima à normal climatológica do período de 1977 a 2006, com variação entre mais ou menos 10 mm.

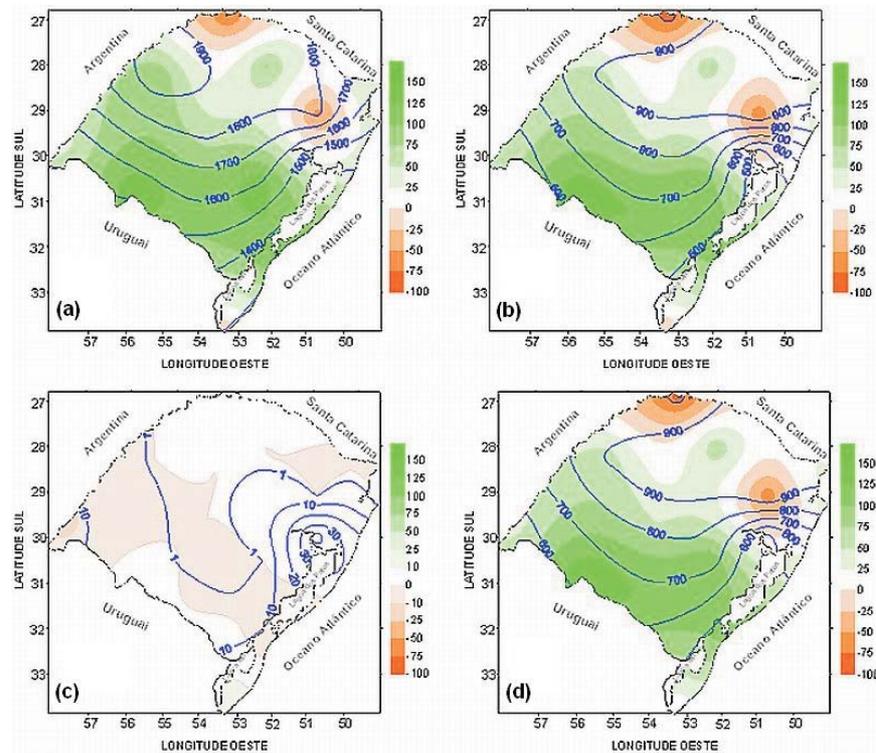


Figura 5. Anomalias dos componentes do BH de 1997 a 2006 (contornos em laranja e verde) em relação ao BHC-1977 a 2006 (isolinhas): (a) precipitação pluvial, (b) disponibilidade hídrica, (c) deficiência hídrica e (d) excesso hídrico.

Logo, a terceira década do período de estudo (D3) foi mais úmida do que a normal climatológica, pois ocorreram anomalias positivas de P, P-

ETP e EXC na maior parte do RS e, portanto houve excesso d'água nesta década.

Vale lembrar que os dois primeiros anos da D3 (1997-1998) encontravam-se na fase quente da ODP e que o restante dos anos desta década (1999-2006) encontrava-se no começo de uma nova fase fria da ODP. Conforme mencionado anteriormente (MANTUA et al., 1997; MESTAS-NUÑEZ e ENFIELD, 2001), nas fases quentes e frias da ODP, espera-se a ocorrência de um maior número de fenômenos El Niño (anomalias positivas de P) e La Niña (anomalias negativas de P), respectivamente. Destaca-se que, nesta década, conforme mostra o site do Centro de Pesquisas e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), ocorreram 4 eventos El Niño (1997-1998: forte, 2002-2003: moderado, 2004-2005: fraco e 2006-2007: fraco) e um evento La Niña (1998-2001: moderado) (CPTEC, 2010). Nesse sentido, a atuação do ENOS e da ODP nesta década gerou precipitação acima da média climatológica em quase todo o Estado e mostrou que a região nordeste do RS foi a mais influenciada pela ODP, pois esta região apresentou anomalias negativas de precipitação, o que também foi verificado por Cera et al. (2009) ao analisar a influência da ODP no RS, no período de 1991-2005.

4. Conclusão

Neste trabalho, foram analisadas as anomalias das componentes dos BH decadais em relação ao BHC de 1977 a 2006.

De acordo com os resultados encontrados, pode-se concluir que:

- as décadas D1 e D2 foram mais secas do que a normal climatológica do período de 1977 a 2006 na maior parte do Estado. A exceção ocorreu nas regiões oeste (D1) e nordeste (D2) do Estado que se mostraram mais úmidas do que a normal climatológica estudada. Não houve falta de água no RS nestas duas décadas, porque, mesmo que os excedentes hídricos tenham sido inferiores à normal climatológica, eles foram suficientes para repor a demanda evaporativa dos períodos em questão;

- a D3 foi mais úmida do que a normal climatológica de 1977 a 2006 na maior parte do RS, exceto nas regiões de Porto Alegre e Iraí, onde ocorreram anomalias negativas de P e P-ETP. Portanto, nessa década houve excesso d'água no RS.

Pode-se observar que eventos de grande escala como o ENOS e a ODP influenciam o regime hídrico do RS, porém de forma diferenciada, dependendo do período e da região. Portanto, estudos específicos para cada região são necessários para um melhor entendimento do comportamento do seu regime hídrico.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (pela bolsa de Mestrado - 1º autor) e ao CNPq (pela bolsa PQ - 2º autor).

6. Referências

ASHOK, K.; BEHERA, S. K.; RAO, S. A.; WENG H.; YAMAGATA T. El Niño Modoki and its possible teleconnection. **Journal of Geophysical Research**, 112, C11007, 2007, doi:10.1029/2006JC003798.

ASHOK, K.; YAMAGATA, T. Climate change: The El Niño with a difference. **Nature**, 461, 481-484, 2009, doi:10.1038/461481a.

BERLATO, M. A.; CORDEIRO, A. P. A. Variabilidade Climática e Agricultura do Rio Grande do Sul. In: FEDERACITE. **As Estiagens e as Perdas na Agricultura: Fenômeno Natural ou Imprevidência?** Esteio/RS - EXPOINTER, cap. 13, 2005.

BERLATO, M. A.; As Estiagens e seus impactos na produção agrícola no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., p.46-48 1991, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa-MG, 1991.

CAMARGO, A. P. **Balço hídrico do Estado de São Paulo**. Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas, 116: 1-24, 1971.

CERA J. C.; FERRAZ S. E. T.; BENDER F. D.; Influência da Oscilação Decadal do Pacífico e as mudanças no regime de chuva do Rio Grande do Sul. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE MICROMETEOROLOGIA, 6. p.317-320. Santa Maria, 2009. **Anais...** Santa Maria, 2009.

COSTA J. P. R.; ELOI C. M. A.; MORAES J. C.; Avaliação do comportamento da evapotranspiração em área de floresta tropical úmida da Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10. 1998. Brasília. **Anais...** Brasília, 1998.

CPTEC, 2010. El Niño e La Niña. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 09 jul. 2010.

DIAZ, A. E; STUDZINSKI, C. D.; MECHOSO, C. R. Relationships between precipitation anomalies in Uruguai and Southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic oceans. **Journal of Climate**, v.11, n.2, p. 251-271, 1998.

DOURADO N. D.; LIER, Q. J. V. **Programa para elaboração do balanço hídrico para culturas anuais e perenes**. Piracicaba: Departa-

mento de Agricultura da ESALQ/USP, 1991. 58 p. (Apostila).

FONTANA, D. S.; BERLATO, A. M. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 5, n. 1. p. 127-132, 1997.

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v.13, n.1, p. 35-58, 2000.

KOUSKY, V. E.; CAVALCANTI, I. F. A. Eventos Oscilação Sul - El Niño: Características, evolução e anomalias de precipitação. **Ciência e Cultura**, Vol. 36, n. 11, p. 1888-1899, 1984.

MANTUA, N. J., HARE, S. R., ZHANG, Y. et al; A Pacific Decadal Interdecadal Climate Oscillation with impacts on Salmon production, **Bulletin of American Meteorological Society**, 78, p.1069- 1079, 1997.

MATZENAUER R.; VIANA D. R.; BUENO A. C.; MALUF J. R. T.; CARPENEDO C. B. Regime Anual e Estacional De Chuvas No Rio Grande Do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15, Aracaju-SE, 2007. **Anais...** Aracaju-SE, 2007.

MESTAS-NUÑEZ, A. R.; ENFIELD, D. B.. Eastern equatorial Pacific SST variability: ENSO and non-ENSO components and their climatic associations. **Journal climate**, v.14, p. 391-402, 2001.

MOLION, L. C. B., Aquecimento Global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. **Revista Climanalise**, ano 3, nº 1, 2005.

<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista>.

NOAA, 2010. Cold and warm episodes by season. Disponível em: <http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acesso em: 14 jul. 2010.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA. N. A.; SEDIYAMA. G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PDO Index Monthly Values. Disponível em: <<http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest>>. Acesso em: jul 2010.

REBELLO E. R. G. A oscilação decadal do pacífico e sua possível influência no regime de precipitação do rio grande do sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, Florianópolis, 2006. **Anais...** Florianópolis, 2006.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI V. Planilhas no ambiente exceltm para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de

cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SILVA, L. M. P.; MARCELINO, B.C.; LIMA, M. V.; SIAS, E. K. Balanço hídrico para diferentes locais do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10. 1998, Brasília. **Anais...** Brasília, 1998.

SILVA G. A. M. **Evolução dos eventos El Niño em fases distintas da oscilação decadal do pacífico: impactos no jato de baixos níveis a leste dos Andes e nos ciclones extratropicais da América do sul.** 2009. 112p. Tese de doutorado, USP, São Paulo, 2009.

SPERLING, V.; FERNANDES, V.; MARQUES, J. R.; Relação entre a oscilação decadal do pacífico (odp) e precipitação de verão no rio grande do sul. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18, ENPOS, 9 E mostra científica, 1 – UFPel, 2009. **Anais...** Pelotas-RS, 2009.

TEDESCHI, R. G.; CAVALCANTI, I. F. A. Influência dos ENOS Canônico e Modoki na precipitação da América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 16. 2010. Belém do Pará-Pa. **Anais ...** Belém do Pará-Pa, 2010

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographic Reviews**, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATTER, J. R. **The water balance.** Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Technology, p. 104, 1955.

TOLEDO, L. B.; ROLIM, P. A. M.; NEVES, D. G.; BRAGA, A. P.; NASCIMENTO, M. J. C.; SANTOS, D. N.; LIMA, K. C. Balanço hídrico de Altamira-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12. 2002 Foz do Iguaçu- PR. **Anais...** Foz do Iguaçu- PR, 2002.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia Descritiva. Fundamentos e Aplicações Brasileiras.** 1º ed. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1983. 374p.

WANG, G.; HENDON H. H.; Sensitivity of Australian rainfall to inter El Niño variations. **Journal Climatic.** v. 20, p. 4211-4226, 2007.

WENG, H.; ASHOK, K., BEHERA, S. K.; RAO, S. A.; YAMAGATA, T. Impacts of recent El Niño Modoki on dry/wet conditions in the Pacific rim during boreal Summer. **Climate Dynamics**, 29, p. 113-129, 2007.

Submetido: 22/julho/2010

Aceito: 22/outubro/2010

