



## **BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO PARA URUGUAIANA-RS**

**SILVA, Morgana Vaz<sup>1</sup>; CAMPOS, Cláudia Rejane Jacondino<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Programa de Pós-Graduação em Meteorologia - PPGMET/UFPEL  
Campus Universitário - Caixa Postal 354 - CEP 96010-900 – [morganapel@gmail.com](mailto:morganapel@gmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

A água é vital para a nossa sobrevivência. Especialistas afirmam que é mais difícil suportar a sede do que a fome. Além de sua importância em nosso organismo, a água é fundamental em processos produtivos da agricultura e da indústria.

Segundo Pereira et al.(2002), a disponibilidade hídrica pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico, no qual fica evidenciada a flutuação temporal de períodos com excedente e deficiência, permitindo, dessa forma, o planejamento das atividades agrícolas e a quantificação de irrigação.

Para a agricultura, as informações do balanço hídrico estão relacionadas ao conhecimento do regime hídrico de uma região, da época mais apropriada ao longo do ano para o preparo do solo, semeadura e plantio e a viabilidade de implantação de sistemas de irrigação ou drenagem. O balanço hídrico permite também definir os períodos de deficiência hídrica em que há necessidade de irrigação suplementar e a identificação dos períodos de excesso, os quais poderão ser aproveitados para o armazenamento superficial da água da chuva (Angiolella et al, 2005).

Para o Rio Grande do Sul essas informações são de suma importância, já que sua economia é baseada na agricultura e pecuária. Na economia uruguaianense destacam-se a cultura de arroz, maior produtora da América Latina, gado de corte e comércio exterior. Segundo Leivas et al.(2006), a região da campanha do RS, tem a maior probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica decenal, pois a quantidade de precipitação é menor que a metade norte do Estado. Esse fato conduz a uma maior importância nos estudos no que diz respeito ao manejo e utilização correta do uso da água, já que cenários futuros mostram uma tendência na diminuição de água potável.

Pelo exposto acima, o objetivo deste trabalho é avaliar o balanço hídrico climatológico para Uruguaiana, no período de 1977 a 2006.

### **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O município de Uruguaiana está localizado na região da Campanha, oeste do Estado do Rio Grande do Sul, na fronteira do Brasil com a Argentina. Situa-se em uma altitude de 74 m; latitude 29 °45 ' S e longitude de 57 °05 ' W. O clima da região é do tipo Cfa 2, com precipitação pluvial média anual de 1.171 mm e temperatura média anual de 19,8 °C (Motta, 1986)

Foram utilizados dados mensais de temperatura e precipitação do período de 1977 a 2006, obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (8º Distrito de Meteorologia).

Para calcular o balanço hídrico (BH), foi adotada uma planilha EXCEL, desenvolvida por Rolim et al. (1998), que utiliza o método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) e para calcular a evapotranspiração utiliza o método de Thornthwaite (1948).

Primeiramente foi estimado o balanço hídrico normal, de 1977 a 2006 e depois calculado o BH decadal dos períodos de 1977 a 1986, 1987 a 1996 e 1997 a 2006, a fim de avaliar o comportamento das variáveis em cada período e comparar com o BH obtido para todo o período.

E por último foi determinada, para cada período de dez anos, a anomalia das variáveis envolvidas no cálculo do BH em relação ao balanço hídrico normal.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisado o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) apresentado na Tabela 1, observa-se que há um total anual de precipitação de 1532,67mm, associado a uma evapotranspiração (ETP) anual de 988,44mm, com superávit de água de 544,24mm. Esse balanço hídrico apresenta dois meses de deficiência hídrica (dezembro e janeiro), com total anual de 13,36mm e nove meses com excedente hídrico (EXC), totalizando 557,60mm. O armazenamento mínimo de água no solo (ARM) foi de 56,8mm. Resumindo, não ocorreu falta de água em Uruguaiana, pois o aporte de água foi superior à demanda evaporativa.

**Tabela 1.\*** Balanço hídrico climatológico para Uruguaiana, do período de 1977 a 2006. Os valores estão em mm.

Mês	T	P	ETP	P-ETP	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	26,16	133,86	157,77	-23,91	56,80	-15,34	149,20	8,57	0,00
Fevereiro	24,93	154,46	121,02	33,44	90,24	33,44	121,02	0,00	0,00
Março	23,84	165,47	114,22	51,25	100,00	9,76	114,22	0,00	41,49
Abril	20,11	208,29	70,65	137,64	100,00	0,00	70,65	0,00	137,64
Mai	16,78	125,76	45,76	80,00	100,00	0,00	45,76	0,00	80,00
Junho	14,35	99,63	30,32	69,31	100,00	0,00	30,32	0,00	69,32
Julho	13,97	77,45	30,11	47,34	100,00	0,00	30,11	0,00	47,34
Agosto	15,66	58,92	40,84	18,08	100,00	0,00	40,84	0,00	18,08
Setembro	16,92	99,60	50,35	49,25	100,00	0,00	50,35	0,00	49,25
Outubro	20,17	159,37	81,88	77,49	100,00	0,00	81,88	0,00	77,49
Novembro	22,23	140,82	103,83	37,00	100,00	0,00	103,83	0,00	37,00
Dezembro	24,83	109,05	141,70	-32,65	72,14	-27,86	136,91	4,79	0,00
Total	20,00	1532,67	988,44	544,24	-	0,00	975,08	13,36	557,60

\*T= temperatura; P= precipitação; ETP= evapotranspiração potencial; ARM= armazenamento; ALT= alteração; ETR=evapotranspiração real; DEF= deficiência; EXC= excesso hídrico.

Analisado o BH de 1977 a 1986 (Tabela 2), observa-se um total de precipitação de 1649,42mm, associado a uma ETP de 1026,01mm, com um superávit de água de 623,41mm. Neste período observam-se dois meses com deficiência hídrica, totalizando 52,24 mm, e dez meses com excesso, totalizando 675,65mm. Esta 1ª década apresentou comportamento semelhante ao BHC .

**Tabela 2:** Balanço hídrico decadal para Uruguaiana, do período de 1977-1986. Os valores estão em mm.

Mês	T	P	ETP	P-ETP	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	27,10	120,17	170,90	-50,73	29,22	-19,31	139,48	31,42	0,00
Fevereiro	25,70	213,59	129,16	84,43	100,00	70,78	129,16	0,00	13,66
Março	23,96	146,99	114,65	32,34	100,00	0,00	114,65	0,00	32,34
Abril	20,47	198,29	71,97	126,32	100,00	0,00	71,97	0,00	126,32
Maio	17,81	154,01	50,50	103,51	100,00	0,00	50,50	0,00	103,51
Junho	14,32	90,31	28,70	61,61	100,00	0,00	28,70	0,00	61,61
Julho	14,72	99,78	32,21	67,57	100,00	0,00	32,21	0,00	67,57
Agosto	15,77	74,16	39,75	34,41	100,00	0,00	39,75	0,00	34,41
Setembro	17,35	128,75	51,45	77,30	100,00	0,00	51,45	0,00	77,30
Mês	T	P	ETP	P-ETP	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Outubro	20,49	156,00	83,02	72,98	100,00	0,00	83,02	0,00	72,98
Novembro	22,47	190,91	104,96	85,95	100,00	0,00	104,96	0,00	85,95
Dezembro	25,42	76,46	148,75	-72,29	48,53	-51,47	127,93	20,82	0,00
Total	20,46	1649,42	1026,01	623,41	-	0,00	973,77	52,24	675,65

O BH para o período de 1987 a 1996 (Tabela 3) apresenta um total de precipitação de 1372,78mm, com uma evapotranspiração de 963,80mm. Neste BH observam-se três meses com deficiência, totalizando 11,72mm e nove meses com excesso, totalizando 420,71 mm. O armazenamento mínimo de água foi de 59,06mm. Assim não ocorreu falta de água nesta década.

**Tabela 3:** Balanço hídrico decadal para Uruguaiana, do período de 1987-1996. Os valores estão em mm.

Mês	T	P	ETP	P-ETP	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	25,39	143,66	148,14	-4,48	62,80	-2,88	146,54	1,60	0,00
Fevereiro	24,19	107,77	113,91	-6,14	59,06	-3,74	111,51	2,40	0,00
Março	23,70	171,95	113,48	58,47	100,00	40,94	113,48	0,00	17,53
Abril	19,96	228,39	70,72	157,67	100,00	0,00	70,72	0,00	157,67
Maio	16,25	98,82	44,02	54,80	100,00	0,00	44,02	0,00	54,80
Junho	13,49	97,35	27,68	69,67	100,00	0,00	27,68	0,00	69,67
Julho	13,01	71,51	27,02	44,49	100,00	0,00	27,02	0,00	44,49
Agosto	15,31	40,54	40,26	0,28	100,00	0,00	40,26	0,00	0,28
Setembro	16,54	82,58	49,39	33,19	100,00	0,00	49,39	0,00	33,19
Outubro	19,83	116,26	80,33	35,93	100,00	0,00	80,33	0,00	35,93
Novembro	22,17	111,52	104,38	7,14	100,00	0,00	104,38	0,00	7,14
Dezembro	25,02	102,43	144,47	-42,04	65,68	-34,32	136,75	7,72	0,00
Total	19,57	1372,78	963,80	408,98	-	0,00	952,07	11,72	420,71

Na Tabela 4 é apresentado o BH para o período de 1997 a 2006. Nela observa-se um total de precipitação de 1575,82mm, associado a uma evapotranspiração de 979,03mm. Ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de janeiro, com um valor de 1,49mm e excesso em onze meses, totalizando 598,28mm. O armazenamento mínimo foi de 83,73mm, ou seja, não ocorreu falta de água.

**Tabela 4:** Balanço hídrico decadal para Uruguaiana, do período de 1997 a 2006. Os valores estão em mm.

Mês	T	P	ETP	P-ETP	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	25,99	137,76	155,52	-17,76	83,73	-16,27	154,03	1,49	0,00
Fevereiro	24,90	142,01	120,76	21,25	100,00	16,27	120,76	0,00	4,98
Março	23,87	177,47	114,58	62,89	100,00	0,00	114,58	0,00	62,89
Abril	19,91	198,18	69,30	128,88	100,00	0,00	69,30	0,00	128,88
Maio	16,29	124,45	43,07	81,38	100,00	0,00	43,07	0,00	81,38

Junho	15,25	111,24	34,81	76,43	100,00	0,00	34,81	0,00	76,43
Julho	14,18	61,05	31,29	29,76	100,00	0,00	31,29	0,00	29,76
Agosto	15,92	62,05	42,51	19,54	100,00	0,00	42,51	0,00	19,54
Setembro	16,87	87,46	50,25	37,21	100,00	0,00	50,25	0,00	37,21
Outubro	20,21	205,84	82,37	123,47	100,00	0,00	82,37	0,00	123,47
Novembro	22,05	120,04	102,18	17,86	100,00	0,00	102,18	0,00	17,86
Dezembro	24,06	148,27	132,38	15,89	100,00	0,00	132,38	0,00	15,89
Total	19,96	1575,82	979,03	596,79	-	0,00	977,54	1,49	598,28

A Tabela 5 apresenta um resumo das variações das componentes do BH para cada década, em relação aos elementos climáticos do BHC. Observa-se que a temperatura diminuiu ao longo das décadas e também a ETP (que é função da temperatura). A precipitação apresentou o seguinte comportamento: na 1ª e 3ª décadas esta aumentou e na 2ª década observou-se uma diminuição de 159,89 mm, relativamente ao valor médio. A diferença de água (Precipitação - ETP) mostra que na 1ª e 3ª décadas não houve falta de água. Por outro lado na 2ª década o aporte de água foi inferior à demanda evapotranspirativa em 135,24 mm caracterizando menor quantidade de água disponível nesta década em relação à normal.

**Tabela 5:** Anomalia das variáveis envolvidas no balanço hídrico.

Componentes do balanço	1977-1986	1987-1996	1997-2006
Temperatura (°C)	0,47	-0,43	-0,04
Precipitação (mm)	116,75	-159,89	43,15
Evapotranspiração (mm)	37,57	-24,64	-9,40
Deficiência (mm)	38,88	-1,64	-11,87
Excedente (mm)	118,06	-136,89	40,68
Precipitação - ETP (mm)	79,18	-135,25	52,55

#### 4. CONCLUSÕES

Conclui-se a partir do BHC que a cidade de Uruguaiana é bem suprida de água, pois apresenta excesso hídrico em nove meses do ano, sendo seu armazenamento mínimo de 56,8mm. A precipitação é bem distribuída, totalizando um total anual de 1532,67mm, associado a uma ETP de 988,44mm.

De forma geral, o BH para cada uma das décadas estudadas comportou-se de maneira similar ao BHC, pois apresentou excesso hídrico em praticamente todo ano. Porém quando se comparou a anomalia da diferença entre precipitação e evapotranspiração das três décadas, observou-se que a 2ª década foi a que apresentou a menor quantidade de água disponível.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGIOLELLA, G.; VASCONCELLOS, V. L. D.; ROSA, J. W. C.; Estimativa e espacialização do balanço hídrico na mesorregião sul da Bahia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 83-90.
- LEIVAS, J. F.; A. BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.10, n.2, p.397-407, 2006, Campina Grande, PB
- MOTTA, S.F. Clima e agricultura no Brasil. Porto Alegre, Sagra, 1986. 151p.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCO, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações praticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de agrometeorologia, santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, n. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, R.J. **The water Balance**. New Gersey : Laboratory of Climatology, v. 8, 1955, 104 p. (Publication in Climatology)