

Análise da variabilidade anual e interanual da precipitação pluviométrica da região de Manuel Ribas, Estado do Paraná

Patrícia de Sousa¹ e Jonas Teixeira Nery^{2*}

¹Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Departamento de Física, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: jonanery@dfi.com.br

RESUMO. Este trabalho analisa a variabilidade anual e interanual da precipitação e do déficit hídrico da região de Manuel Ribas, Estado do Paraná, com o intuito de caracterizá-la e dar subsídios ao melhor aproveitamento agrícola desenvolvido na Reserva Indígena Ivaí. O período de estudo estendeu-se de 1966 a 1997. Foram realizados vários cálculos estatísticos gerados a partir das séries pluviométricas selecionadas. O método de Thornthwaite e Mather foi utilizado para a realização do balanço hídrico da região em estudo. Encontrou-se uma significativa variabilidade interanual da precipitação pluviométrica, principalmente em anos de eventos El Niño e La Niña.

Palavras-chave: anomalia, ENOS, balanço hídrico.

ABSTRACT. *Annual and interannual variability analysis of the rainfall in Manuel Ribas region, Paraná state.* This paper discusses the annual and interannual variability of the rainfall and the hydric balance of Manuel Ribas area. The purpose is to identify the region natural characteristics in order to improve its agricultural development. The research lasted from 1966 to 1997. Based on the selected rainfall series several statistical calculations were done. The Thornthwaite and Mather method was used to analyze the hydric balance of the target area. Significant interannual variability was found mainly in *El Niño* and *La Niña* years.

Key words: anomaly, ENOS, hydric balance.

Introdução

A região de Manuel Ribas localiza-se no centro do Estado do Paraná, onde se encontra a Reserva Indígena Ivaí. A necessidade de se conhecer melhor as características físicas, bem como as atividades humanas da reserva, tiveram por objetivo diagnosticar possíveis problemas dessa área; porém, neste trabalho, serão mencionadas apenas as características relativas ao estudo climático, considerando que as atividades humanas dependem do ritmo e comportamento de cada comunidade.

Sendo assim, o estudo do clima assume evidente e importante papel no planejamento da ocupação e/ou remanejamento de áreas como a Reserva Indígena Ivaí, uma vez que certas variáveis climáticas possuem influência direta no tipo de ocupação agrícola a ser promovida, com ênfase nas características térmicas e hídricas da região. Essas características são os principais fatores que afetam o desenvolvimento vegetal e o bem-estar animal.

A combinação de elementos meteorológicos como altitude, latitude, continentalidade e dinâmica de massas de ar, contribuem para a formação e determinação de diferentes tipos climáticos da Terra. A ocorrência de desequilíbrios, na combinação desses elementos, pode trazer consequências drásticas à sociedade, uma vez que os eventos meteorológicos extremos podem interferir, principalmente, nas atividades agrícolas. As razões físicas dessa variabilidade são complexas e estão relacionadas à circulação atmosférica global. As ocorrências de episódios El Niño/Oscilação do Sul (ENOS), determinados pelas anomalias da pressão atmosférica e da temperatura da superfície do mar ocorridas no Oceano Pacífico Equatorial, também conhecidos por El Niño (fase positiva) e La Niña (fase negativa), estão entre os principais fatores de grande escala que contribuem para as mudanças na circulação atmosférica, responsáveis pela variabilidade interanual da precipitação pluviométrica (Nery *et al.*, 1998). A intensidade dos eventos, no caso do Brasil, pode trazer escassez de

chuvas para parte norte da Região Nordeste e o leste da Amazônia e abundância de chuvas para as Regiões Sul e Sudeste, na fase positiva (El Niño) do evento. Na fase negativa (La Niña), o fenômeno é inverso, para ambas as regiões.

De acordo com a classificação de Köppen, a região de estudo apresenta o clima do tipo Cfa, com verão quente, com média do mês mais frio inferior a 18°C e sem estação seca definida. Essa característica origina-se em decorrência da influência das massas de ar polar e tropical. Os teores de umidade, de acordo com a massa de ar que predomina, variam entre 75 e 95%. Na porção serrana, a precipitação pluviométrica pode chegar a 2000 mm, distribuindo-se em 120 dias, na porção central do *trapp*. Essa precipitação pluviométrica se reduz à metade, distribuída em 90 a 100 dias de precipitação. Na direção oeste, a precipitação aumenta novamente, passando para 1500 mm em 110 dias. Essa precipitação pluviométrica concentra-se, geralmente, nos meses de novembro a janeiro. As temperaturas médias ficam em torno de 20 a 22°C, enquanto as médias das máximas, entre 30 e 32°C e as máximas absolutas, 38°C, aproximadamente. As médias das temperaturas mínimas variam entre 10 e 12°C, com mínima absoluta podendo acusar -2°C, ocorrendo de 12 a 15 dias de geada por ano (Troppmair, 1990).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a região de Manuel Ribas, Estado do Paraná, observando principalmente as variabilidades mensais, anuais e interanuais da precipitação pluviométrica, além de estudar a capacidade de armazenamento de água no solo por meio do balanço hídrico. A partir dessas informações, foi possível compreender melhor o potencial da região, no que tange aos aspectos econômicos, principalmente os agrícolas.

Material e métodos

No estudo da região de Manuel Ribas, não foi possível a utilização dos dados da precipitação pluviométrica da estação ali presente (a qual é a mais próxima da Reserva Indígena Ivaí), por falta de dados complementares. Dessa forma, optou-se pela inclusão das estações de Ivaiporã e de Guarapuava, as quais apresentaram dados que possibilitaram uma análise crítica dentro da metodologia desenvolvida neste trabalho. Ivaiporã (com 650 m de altitude), apesar de estar em altitude mais baixa do que Manuel Ribas (com 880 m), serviu para observação em decorrência da proximidade com a área de estudo. Guarapuava (com 950 m), apesar de mais distante, está em altitude próxima à da área. Essas estações serviram como parâmetro de observação

meteorológica, uma vez que ambas estão sob a influência das massas de ar e da orografia da região onde se encontram.

Foram utilizados dados de precipitação pluviométrica, fornecidos pelo Instituto Agronômico do Paraná (Iapar, Londrina), das estações Ivaiporã e Guarapuava. Na Tabela 1, estão relacionadas as estações pluviométricas com suas respectivas identificações (nome, longitude e latitude). O período de estudo compreendeu os anos de 1966 a 1997. A escolha desse período esteve relacionada a dois fatores importantes: a) tempo mínimo de 30 anos, o necessário para determinar um fenômeno ou uma mudança significativa, na dinâmica climatológica; b) melhor período que se enquadrava com o maior número de dados coletados por estações, para a referida região.

Tabela 1. Relações das estações pluviométricas entre os anos de 1966 a 1997

Número	Nome das Estações	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	Ivaiporã	-24.25	-51.65	650
2	Guarapuava	-25.45	-51.45	950

Foram realizados cálculos estatísticos, como média, mediana, desvio padrão, quartil inferior e superior, amplitude e anomalia, gerados a partir das séries pluviométricas selecionadas. Esses cálculos foram efetuados a partir da planilha *Excel* e do *software Statistica*. O cálculo da anomalia se dá por $(X_i - \bar{X})$, para cada ano civil de todas as séries anuais, dentro do período estudado, sendo que X_i representa o valor anual, e $\bar{X}$ o valor médio anual (média climatológica) do referido período.

Para a realização do balanço hídrico, foi utilizado o método de Thornthwaite e Mather (1995). Foi analisado o período de 1989 a 1997 da estação Guarapuava, por indisponibilidade de dados fornecidos pela instituição já mencionada anteriormente. Os dados de temperatura média mensal do ar (TMED) e precipitação pluviométrica total mensal foram utilizados em números inteiros (P). Esses cálculos foram realizados com base no trabalho de Sentelhas *et al.* (1999), que usaram a planilha de cálculo *Excel*. Ao aplicar o balanço hídrico, considerou-se que a capacidade de água disponível no campo (CAD) é de 100 mm, segundo informações obtidas no Iapar.

Esse tipo de estudo permite identificar eventuais períodos de deficiência ou excesso de água no solo e a frequência com que isso ocorre naquela região. Além disso, permite verificar sua adequação para determinadas atividades, principalmente aquelas relacionadas à agricultura.

Resultado e discussão

Com os dados de precipitação, foi possível analisar a variabilidade temporal dessas séries para a região estudada. Dessa forma, pode-se observar na Tabela 2 que, em ambas as estações meteorológicas, os valores calculados são homogêneos, apresentando uma maior variabilidade em relação ao valor médio da precipitação para cada estação.

Tabela 2. Cálculos estatísticos da precipitação pluviométrica (mm) para o período 1966-1997

Est.	Méd.	DP.	CV.	Máx.	Mín.	Ampl.
E1	1717.5	294.6	0.17	2609.0	1123.0	1486.0
E2	1720.6	339.5	0.20	2580.6	1102.8	1477.8

Est. (estação), Méd. (média), DP. (desvio padrão), CV. (Coeficiente de Variação), Max. (máxima), Min. (mínima) e Ampl. (amplitude)

A região de Manuel Ribas apresenta valores médios anuais de precipitação significativamente elevados (acima de 1700 mm), caracterizando essa região com um alto índice de umidade quando comparada ao noroeste do Estado, que apresenta valores de 1400 mm, ao ano. O mesmo pode ser observado em relação às máximas, na região, que apresentaram valores acima de 2600 mm, e às mínimas, de 1120 mm, com uma amplitude significativa de 1480 mm, o mesmo valor para as médias anuais da região noroeste do Estado.

Nas Figuras 1 e 2, pode-se observar a evolução temporal da precipitação pluviométrica anual, dentro do período estudado, para cada estação pluviométrica. De modo geral, essas estações apresentam evoluções temporais similares com valores entre 1400 e 2000 mm de precipitação; entretanto, observa-se uma variação dos valores que ultrapassam, tanto acima quanto abaixo da média (1720 mm) do período. Esses casos podem ser observados nos anos de 1983 (ano de El Niño com 2600 mm) e 1985 (La Niña com 1100 mm), caracterizando valores significativos para aquela região.

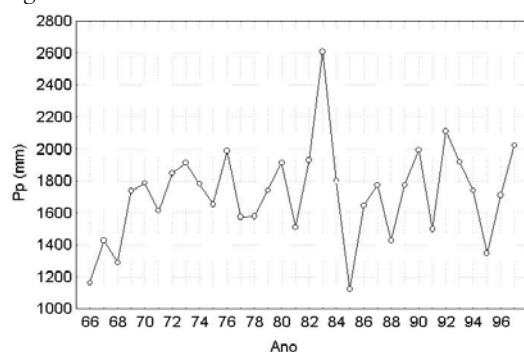


Figura 1. Evolução temporal da precipitação anual (estação E1)

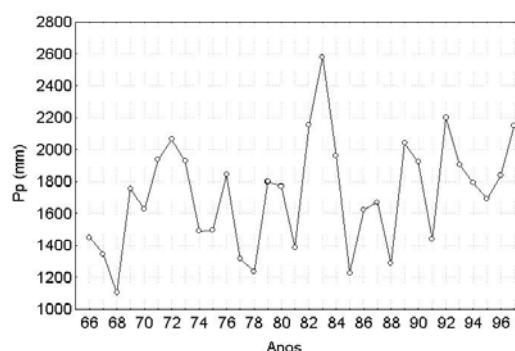


Figura 2. Evolução temporal da precipitação anual (estação E2)

Há ainda anos em que os valores de precipitação também evidenciam esse tipo de comportamento para ambas as estações; porém, não tão significativos quanto para os anos acima citados, como por exemplo, os anos de 1992 (2100 e 2200 mm) e 1997 (2000 e 2200 mm), que tiveram a precipitação pluviométrica acima do normal, e o ano de 1988 (1400 e 1300 mm), abaixo do normal.

Neste estudo, define-se evento extremo como anomalias climáticas que ocorrem extraordinariamente. Foram consideradas anomalias de precipitação pluviométrica os valores que se distanciam da média climatológica, ou seja, anos em que as médias atingiram valores expressivos acima ou abaixo da média (1720 mm) anual.

Nas Figuras 3 e 4, as anomalias ocorreram nos anos mencionados anteriormente. Como se pode observar, as colunas mostram a quantidade de chuva acima ou abaixo do normal considerado para o período. Nos anos mais expressivos, observa-se que a anomalia ultrapassa 800 mm no ano de 1983, enquanto no ano de 1985 o valor atinge de 550 a 600 mm de precipitação abaixo do normal, ou seja, se a média anual da precipitação é de 1720 mm, para esses anos choveu 2520 mm (1983) e 1120 mm (1985). De modo geral, para os demais anos, as estações apresentam, aparentemente, uma homogeneidade na precipitação; porém, pode-se observar uma variabilidade de ano para ano em ambas as estações.

Nas Tabelas 4 e 5, pode-se observar a variabilidade das precipitações para os eventos El Niño e La Niña-Oscilação Sul, segundo Trenberth (1997), dentro do período estudado. Foi realizada uma adaptação na Tabela 3, para a análise deste trabalho, com o objetivo de identificar os anos de El Niño e de La Niña. Na Tabela 4, foi analisada a possível influência dos eventos de El Niño-Oscilação Sul que ocorreram entre 1966 e 1997; o mesmo foi realizado na Tabela 5, porém, para os

fenômenos La Niña-Oscilação Sul. Deve-se ressaltar que os eventos El Niño estão associados às precipitações acima do normal, enquanto os eventos La Niña estão associados à precipitação pluviométrica abaixo do normal.

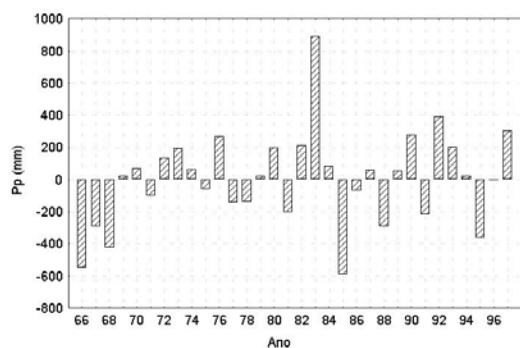


Figura 3. Anomalia anual de precipitação (estação E1)

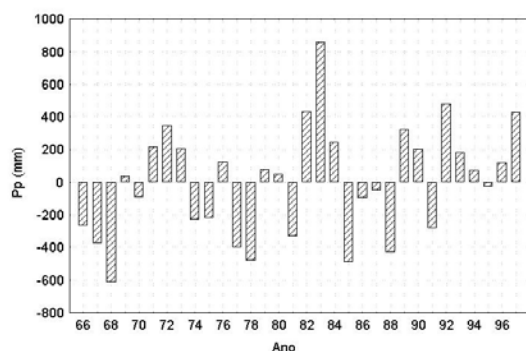


Figura 4. Anomalia anual de precipitação (estação E2)

Tabela 3. Eventos El Niño e La Niña, definidos a partir da temperatura da superfície do mar, para a região do El Niño (1+2), região costeira do Peru e do Equador, excedendo valores de 0,4°C (positivo ou negativo)

Período de El Niño	Duração (meses)	Período de La Niña	Duração (meses)
Mar/65 a jan/66	11	Mar/66 a set/66	7
Mar/69 a jan/70	11	Jun/67 a jul/68	14
Jan/72 a fev/73	14	Mar/70 a dez/71	22
Mai/76 a jan/77	9	Abr/73 a fev/74	11
Jun/79 a jan/80	8	Out/74 a jan/76	16
Jul/82 a dez/83	18	Jan/85 a dez/85	12
Out/86 a dez/87	15	Abr/88 a dez/88	9
Nov/91 a jun/92	8	Mai/89 a set/89	5
Fev/93 a jun/93	5	Mar/94 a set/94	7
Out/94 a fev/95	5	Abr/95 a ago/95	5
Mar/97 e out/98	20	Abr/96 a jan/97	10

Fonte: adaptada por Baldo, 2000 (atualizada)

Há eventos El Niño curtos, de cinco meses, e outros longos, de dezoito meses, destacando-se o fenômeno ocorrido no período de 1982 a 1983, com valores de precipitação significativamente maiores do que os outros fenômenos, dentro do período estudado. Pode-se observar, na Tabela 4, valores de média 220 mm, bem como valores totais de aproximadamente 4000 mm de precipitação pluviométrica, demonstrando uma possível influência do fenômeno El Niño. O mesmo se pode afirmar em relação aos valores dos eventos La Niña, destacando-se o ano de 1985, que apresentou valores de precipitação bem inferiores relativos aos mesmos eventos. Trata-se de valores médios, entre 94 a 102 mm, e valores totais, de 1123 a 1230 mm.

Além desses valores, as máximas e mínimas de precipitação pluviométrica apresentaram uma significativa variabilidade, dependendo do período observado. Por exemplo, nos anos de 1991 e 1992, observam-se valores mínimos, de 33 a 60 mm, bem como valores máximos, de 460 e 545 mm (Tabela 5).

Tabela 4. Eventos El Niño para o período de 1966 a 1997

Est.	Per.	Dur.	Méd.	Medi.	Total	Min.	Máx.	Q.Inf.	Q.Sup.	D.Pad.
E1	3/69-1/70	11	135	143	1486	34	210	83	205	65
E2			124	137	1368	46	248	73	153	58
E1	1/72-2/73	14	169	173	2367	54	336	99	229	84
E2			171	157	2396	13	350	133	200	78
E1	5/76-1/77	9	172	134	1546	59	298	119	236	83
E2			154	151	1388	102	202	133	194	37
E1	6/79-1/80	8	145	143	1156	5	307	101	178	88
E2			163	160	1307	22	338	91	223	101
E1	7/82-12/83	18	207	222	3727	0	406	114	271	122
E2			221	196	3974	6	498	145	282	141
E1	10/86-12/87	15	139	118	2090	33	325	66	200	87
E2			154	127	2153	24	494	96	170	110
E1	11/91-6/92	8	205	219	1638	33	460	87	267	138
E2			190	148	1523	59	545	139	172	148
E1	02/06/93	5	164	167	820	133	192	151	176	23
E2			126	110	632	75	244	80	123	69
E1	10/94-2/95	5	130	115	519	96	193	100	160	44
E2			225	180	1124	176	358	177	233	78

Est. (estações), Dur. (duração em meses), Per. (período), Méd. (média de precipitação pluviométrica de cada estação), Medi. (mediana), Mín. (mínima), Máx. (máxima), Q. Inf. (quartil inferior), Q. Sup. (quartil superior), D. Pad. (desvio padrão)

Tabela 5. Eventos La Niña para o período de 1966 a 1997

Est.	Per.	Dur.	Méd.	Medi.	Total	Mín.	Máx.	Q.Inf.	Q.Sup.	D.Pad.
E1	3-9/66	7	66	67	464	35	92	51	89	21
E2			80	73	558	36	146	39	118	43
E1	6/67-7/68	14	113	118	1585	14	264	43	165	78
E2			107	110	1499	10	205	58	148	60
E1	3/70-10/71	22	142	151	3118	20	420	82	188	88
E2			154	148	3395	15	340	98	200	87
E1	4/73-2/74	11	148	137	1623	40	321	84	216	82
E2			165	175	1816	95	223	119	195	43
E1	10/74-1/76	16	167	155	2674	64	332	94	244	88
E2			143	141	2281	45	293	76	193	76
E1	1-12/85	12	94	75	1123	24	158	53	144	50
E2			102	92	1229	39	232	60	110	60
E1	4-12/88	9	99	66	891	0	284	20	141	99
E2			102	66	922	1	306	39	144	96
E1			103	116	515	52	135	83	129	35
E2	5-9/89	5	133	114	665	45	201	111	194	65
E1	3-9/94	7	130	139	907	3	220	37	204	86
E2			104	92	724	7	197	49	158	67
E1	4-8/95	5	76	78	379	20	134	64	82	41
E2			92	76	459	23	181	31	148	70
E1	4/96-1/97	10	135	108	1353	7	364	26	187	123
E2			134	100	1339	24	321	38	189	108

Est. (estações), Dur. (duração em meses), Per. (período), Méd. (média de precipitação pluviométrica de cada estação), Medi. (mediana), Mín. (mínima), Máx. (máxima), Q. Inf. (quartil inferior), Q. Sup. (quartil superior), D. Pad. (desvio padrão)

Como pode-se observar em todas as tabelas, os resultados indicam que para a região estudada, independente do período de duração dos eventos El Niño e La Niña, a precipitação pluviométrica média tende a apresentar valores altos, em decorrência das características do relevo, principalmente por ser uma região de predomínio das altas altitudes e serras.

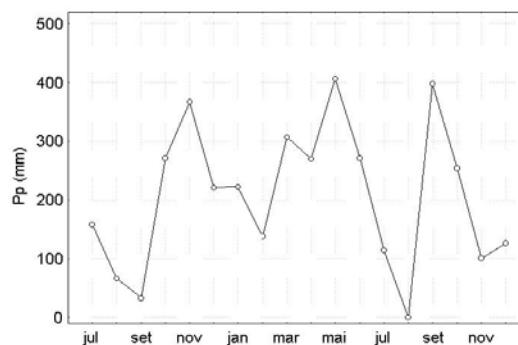
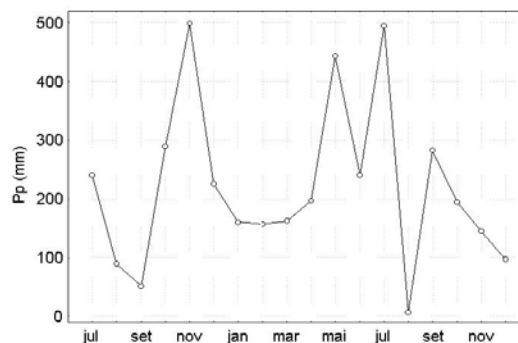
A partir dessas análises (Tabelas 4 e 5 e Figuras 3 e 4) foi possível identificar anos anômalos e observar que os anos de 1982, 1983 e 1985 foram os mais significativos para o período estudado.

Realizaram-se estudos de valores mensais, para esses eventos. Para 1982/83, pode-se observar que existem meses com valores próximos entre si, bem como valores distantes, ou seja, meses em que as precipitações pluviométricas aumentam ou diminuem de um mês para o outro, com valores aproximados. Os meses mais expressivos para esse evento foram setembro (50 mm) e novembro (500 mm) de 1982, maio (400 mm), agosto (0 mm) e setembro (400 mm) de 1983, os quais apresentaram tanto aumento quanto decréscimo na quantidade de precipitação pluviométrica para o mesmo evento.

Para o ano de 1985, pode-se observar que os valores mais elevados estão entre os meses de janeiro a maio; porém, com brusco declínio a partir do mês de junho, mantendo-se relativamente baixo até o final do ano. Os valores para esse ano não ultrapassaram as cotas de 20 a 160 mm de precipitação pluviométrica.

Comparando-se as Figuras 5 e 7, que correspondem à estação Ivaiporã, pode-se observar uma significativa dispersão entre si, na qual as diferenças de valores (400 e 158 mm) são

significativas entre aqueles anos. O mesmo pode-se dizer quanto à estação E2 (Figuras 6 e 8).

**Figura 5.** Evolução temporal da precipitação mensal - evento El Niño 1982/83 (estação E1)**Figura 6.** Evolução temporal da precipitação mensal - evento El Niño 1982/83 (estação E2)

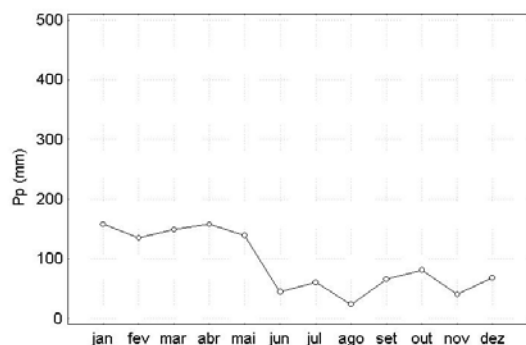


Figura 7. Evolução temporal da precipitação mensal - evento La Niña 1985 (estação E1)

O balanço hídrico constitui uma forma sintética de estimativa da disponibilidade de água no solo. A partir do cômputo das entradas e saídas de água, pode-se identificar eventuais períodos de deficiência ou de excesso de água no solo. Dessa forma, foi calculado o balanço hídrico para a estação de Guarapuava, observando-se que, de modo geral, não houve déficit hídrico significativo para o período de 1989 a 1997, mas apenas excedente. Na Figura 9, estão apresentados os balanços hídricos para alguns anos mais representativos de excedente hídrico, que são 1989, 1992, 1996 e 1997. No ano de 1992, pode-

se observar um pico máximo de 500 mm em maio, mantendo o excedente de 100 mm nos demais meses.

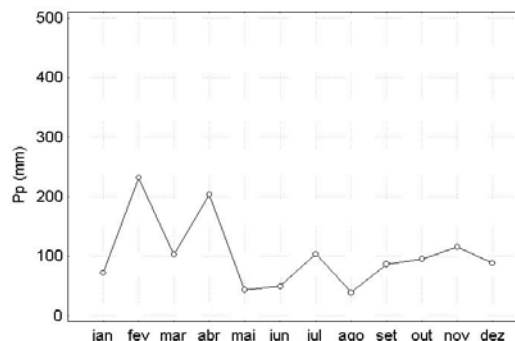


Figura 8. Evolução temporal da precipitação mensal - evento La Niña 1985 (estação E2)

O município de Manuel Ribas, em relação à precipitação pluviométrica, caracteriza-se como uma região com alto índice de precipitação, conseqüentemente sem expressivo déficit hídrico. Considerando que essa região apresenta altas altitudes (900 metros aproximadamente), as características orográficas e as massas de ar polar são as maiores responsáveis por esse alto índice de precipitação e umidade.

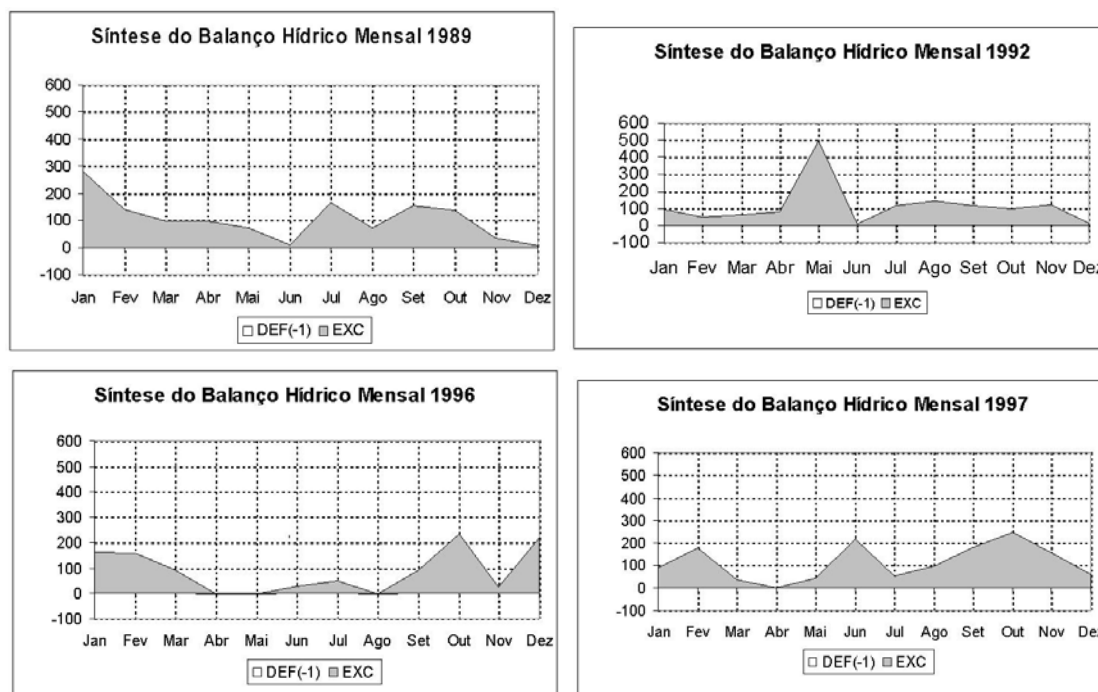


Figura 9. Balanço hídrico mensal (mm), calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), para os anos de 1989, 1992, 1996 e 1997, estação Guarapuava

Dessa forma, no que concerne ao clima, não há escassez de água, uma vez que a própria Reserva Indígena Ivaí possui recursos hídricos em abundância, ao se comparar o tamanho de sua área. Nesse sentido, a comunidade indígena Kaingang pode-se considerar privilegiada, podendo exercer várias atividades agrícolas de acordo com o tipo de clima e de solo da região onde se encontra.

Referências

- BALDO, C.M. *et al.* Análise pluviométrica de Santa Catarina associada com a anomalia da TSM do Pacífico. *Rev. Bras. Agrometeorol*, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 283-293, 2000.
- NERY, J.T. *et al.* Variabilidade interanual: Oscilação Sul-El Niño. *Apontamentos*, Maringá, n. 75, Abril/2º Quinzena, 59p, 1998.
- SENTELHAS, P.C. *et al.* Balanços hídricos climatológicos do Brasil. Piracicaba: Magnético - Esalq/USP, Piracicaba, 1999.
- THORNTHWAITE, C.W; MATHER, J.R. *The Water balance. Publications in Climatology*, New Jersey: Drexel Institute of Technology, v. 8, n. 1, p. 104, 1955.
- TRENBERTH, K.E. The definitino of El Niño. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, Boston, v. 78, n. 12, p. 2771-2777, 1997.
- TROPMAIR, H. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. *Boletim de Geografia* - UEM, Maringá, v. 8, n. 1, p. 67-81, 1990.
- Received on September 13, 2002.*
Accepted on November 11, 2002.