

ISSN 0104-1347

Variabilidade da precipitação pluvial e disponibilidade hídrica na Região Noroeste do Estado do Paraná

Rainfall variability and hidric availability in Northwest Region of the Parana, Brazil.

Jonas Teixeira Nery¹, Maria de Lourdes Orsini Fernandes Martins², Wilson Flávio Feltrin Roseghini e Flavio Feltrim Roseghini³

Resumo - O objetivo deste trabalho foi estudar-se a precipitação pluvial da Região Noroeste do Estado do Paraná considerando a sua grande importância para a agricultura, principal atividade econômica da região. Para tanto, foram utilizadas séries de precipitação pluvial cedidas pela Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para o período de 1972 a 1997. Foram calculadas médias de precipitação pluvial, número de dias com precipitação pluvial, balanço hídrico e correlação entre déficit e excesso hídricos com anomalia da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico. Pode-se constatar que a Região Noroeste do Estado do Paraná embora tenha menos chuva em relação ao Estado, também é uma região influenciada pelo fenômeno ENOS, com aumento da precipitação pluvial no período de El Niño e diminuição no período de La Niña.

Palavras-chave: Paraná, noroeste, precipitação pluvial, El Niño e La Niña.

Abstract - The purpose of this paper was study the precipitation in the northwestern region of Parana, Brazil, due to its great importance to agriculture, which is the main economic activity in this region. Historical series of precipitation were obtained from the Main Climatic Station of Maringa (ECPM), Agronomic Institute of Parana (IAPAR) and Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL), from 1972 through 1997. The ENOS impacts were assessed through the analysis of precipitation averages and frequency of rainy days, water balance and correlation between water deficit and excess and anomaly of the Pacific's SST. It could be verified that in the northwestern region of Parana, despite the fact that it rains less compared to the state, there is a considerable influence of El Niño/Southern Oscillation (ENSO), with increases of precipitation in the periods of El Niño and decreases it the periods of La Niña.

Key words: Parana, northwestern, precipitation, El Niño e La Niña.

Introdução

O Estado do Paraná apresenta diversas ocorrências de clima, solo e cobertura vegetal, possui diferenciada formação geológica e conformação geomorfológica, apresenta todas as características de zona de clima tropical, na sua Região Norte e de zona

de clima subtropical, em quase todo o restante de seu território (ATLAS DO PARANÁ, 1987; CARTAS CLIMÁTICAS DO PARANÁ, 2000). Segundo SANTOS (1995) existe um forte vínculo entre a produção agrícola e as condições do tempo, particularmente nos seus aspectos térmicos e hídricos.

¹Prof. Dr. UNESP-Ourinhos, Rua Don José Marelllo, 749, Vila Perino, Ourinhos (SP), CEP 19911-760. Email: jonas@ourinhos.unesp.br.

²Técnica de Nivel Superior - Física - mlurdes@dfi.uem.br.

³Graduado em Geografia - Mestrando em Geografia UNESP - feltrim@hotmail.com.

Devido à sua posição geográfica, a região é cortada pelo Trópico de Capricórnio, sofre influência da Massa Tropical Atlântica e Continental, dos efeitos da continentalidade e da dinâmica de incursão das massas de ar polares. Em relação à variabilidade estacional e anual da precipitação, a Região Sul (da qual faz parte o Paraná) possui os menores desvios anuais do Brasil (NIMER, 1979).

O clima subtropical que predomina na Região Sul do Brasil, mais precisamente abaixo do Trópico de Capricórnio, caracteriza-se por apresentar temperaturas médias inferiores a 20°C e amplitude térmica entre 9 e 13°C, podendo atingir até 30°C no verão e 0°C no inverno. Nas áreas mais elevadas, o verão é suave e o inverno frio, com precipitação pluvial ocasionais de neve (ATLAS DO PARANÁ, 1987; CARTAS CLIMÁTICAS DO PARANÁ, 2000).

Segundo diversos estudos de KOUSKY & CAVALCANTI (1984), as anomalias de precipitação no Brasil estão associadas ao fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS). No período de El Niño de 1982-1983 (fase negativa da Oscilação Sul), uma corrente de jato subtropical bem marcada sobre a América do Sul e a Oeste do Pacífico Sul com várias situações de bloqueio, em latitudes médias, favoreceram o ingresso de sistemas frontais ativos no Sul do Brasil. Decorrente disso houve excessiva precipitação nessa região, no período.

Para o Estado do Paraná as ocorrências dos eventos El Niño (anomalias positivas da TSM no Oceano Pacífico), e eventos La Niña (anomalias negativas de TSM no Oceano Pacífico) são um dos maiores responsáveis pelos desvios em relação às normais climatológicas ocorridas no Estado (NERY *et al.*, 1998; GRIMM & FERRAZ., 1997).

Segundo NERY *et al.* (2002), informações sobre o número de dias com precipitação pluvial, são úteis tanto no planejamento agrícola em curto prazo (práticas agronômicas cuja umidade do solo e/ou ar são condicionantes) como em longo prazo (definições das regiões e épocas mais adequadas para a semeadura de culturas).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade da precipitação pluvial e o número de dias com precipitação pluvial na região noroeste do Estado do Paraná e também encontrar relação entre excesso ou déficit hídrico com esses fenômenos, para a produção agrícola do noroeste do Estado em diferentes anos.

Material e métodos

Foram utilizados dados de precipitações pluviométricas, do período de 1972 a 1997, cedidos pela Estação Climatológica de Maringá (ECPM), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), com estações distribuídas de forma a oferecer informações diferenciadas da área em estudo, dessas oito estações são do Paraná, seis de São Paulo e uma do Mato Grosso do Sul (Tabela 1). Também foram utilizadas seis séries de temperatura de algumas localidades do Estado do Paraná (Apucarana, Bela Vista do Paraíso, Cianorte, Palotina, Paranavaí e Umuarama) que foram cedidas pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

A região noroeste do Estado do Paraná apresenta altitudes variando de, aproximadamente 700m, na porção leste a valores de 250m na porção sudoeste da mesma (Tabela 1). A partir da série de dados, foram realizados cálculos de total anual da precipitação pluvial e número de dias de chuva (precipitação maior que 0,6mm), para o período de estudo, considerando alguns anos anômalos, com precipitação acima (abaixo) da média do período estudado. Também estudaram-se precipitações pluviométricas mensais: período chuvoso (dezembro, janeiro e fevereiro) e período seco (junho, julho e agosto).

Com a utilização do *software surfer* construíram-se as isoietas, a partir do método de interpolação de *Kriging*, por oferecer uma melhor distribuição das mesmas.

Para algumas séries foram calculados os balanços hídricos por meio do método Thornthwaite-Mather. O balanço hídrico, por esse método, utiliza a temperatura média, a precipitação e a latitude para a determinação do número de horas de insolação e a capacidade de armazenamento de água no solo (CAD), igual e constante de 100mm. Para a elaboração do balanço hídrico, para cada uma das estações, utilizou-se a planilha, em Excel, elaborada por SENTELHAS *et al.* (1999) e se realizaram os cálculos para alguns anos, dentro do período de análise desse trabalho.

Com base na análise da série de dados, foram selecionados alguns anos mais significativos para os cálculos do excesso hídrico e déficit hídrico, correlacionando-os às anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Pacífico Equatorial (Niño 1+2 – costa equatorial da América do Sul), conforme BALDO *et al.* (2000), a qual adaptou a ta-

Tabela 1. Postos pluviométricos do Noroeste do Estado Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, utilizados com respectivas latitudes, longitudes, altitudes e períodos.

Nº	Estação	Latitude S	Longitude O	Altitude (m)	Período
01	Apucarana	23° 30'	51° 32'	746	1972 – 1997
02	Bela Vista do Paraíso	22° 57'	51° 12'	600	1972 – 1997
03	Cianorte	23° 40'	52° 35'	530	1972 – 1997
04	Corbélia	24° 38'	53° 06'	330	1972 – 1997
05	Guairá	24° 04'	54° 15'	218	1972 – 1997
06	Ibiporã	23° 16'	51° 01'	484	1973 – 1997
07	Ivaiporã	24° 15'	51° 39'	650	1972 – 1997
08	Londrina	23° 18'	51° 09'	585	1972 – 1997
09	Mariluz	23° 55'	53° 08'	320	1972 – 1997
10	Maringá	23° 25'	51° 57'	542	1976 – 1997
11	P. Paraíso do Norte	23° 19'	52° 40'	250	1972 – 1997
12	P. Mendes Gonçalves	24° 30'	54° 20'	150	1972 – 1992
13	Palotina	24° 18'	53° 55'	310	1972 – 1993
14	Paranavaí	23° 05'	52° 26'	480	1972 – 1997
15	Sta. Isabel do Ivaí	23° 00'	53° 11'	400	1972 – 1997
16	Umuarama	23° 44'	53° 17'	480	1972 – 1993
17	Pontal – SP	22° 37'	52° 10'	255	1972 – 1997
18	Euclides da Cunha – SP	22° 32'	52° 35'	300	1972 – 1997
19	Faz. Nova Pontal – SP	22° 35'	52° 49'	260	1972 – 1997
20	Rosana – SP	22° 35'	53° 03'	240	1972 – 1997
21	Rosanela – SP	22° 33'	52° 25'	300	1972 – 1997
22	Teodoro Sampaio – SP	22° 30'	52° 10'	350	1972 – 1997
23	Naviraí – MS	23° 05'	54° 14'	476	1972 – 1995

bela de TRENBERTH (1997) utilizando o mesmo critério para a região (Niño 1+2), pois essa permitiu uma melhor correlação com a região estudada.

Resultados e discussão

A precipitação pluviométrica anual, na Região Noroeste do Estado do Paraná, apresentou uma significativa variabilidade, podendo-se notar a sudeste da região, valores de 1700mm, aproximadamente e 1300mm a noroeste (Figura 1A). Nas figuras subsequentes foram analisados alguns anos com anomalias positivas ou negativas em relação ao valor médio da precipitação pluvial, no período estudado, podendo-se observar significativa variabilidade de ano para ano, (Figuras 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G e 1H). Nas Figuras 1B e 1C foram analisados os anos de 1973-74, observando-se que não houve significativa variabilidade na precipitação. Nas Figuras 1D e 1E foram analisados dois anos com anomalias altamente significativas, em relação ao período de estudo. Obser-

vou-se um aumento da precipitação, com valores superiores a 2000mm em 1983. Os anos de 1985 e 1988, (Figuras 1F e 1G), apresentaram precipitações anuais bem inferiores à média climatológica do período de estudo. O ano de 1989 apresentou precipitações anuais normais na região estudada (Figura 1H). Observou-se nessas figuras que, embora essa região esteja dominada pela massa tropical continental, com sua gênese na região envolvendo o pantanal matogrossense, Paraguai e Bolívia, a precipitação dessa região sofre influência em alguns anos, nos quais os eventos El Niño (aumentando a chuva na região) e La Niña (diminuindo a chuva na região), estão presentes de forma significativa. Embora neste trabalho não tenham sido analisados os períodos dos eventos El Niño e La Niña, de acordo com a classificação de Trenberth, pode-se observar, por exemplo, que o fenômeno El Niño 1982/83 que começou em julho de 1982 e terminou em dezembro de 1983,

provocou chuvas intensas nessa região a partir de 1982, aumentando em 1983. Já o La Niña analisado, referente ao evento 1985, embora sendo um dos fenômenos menos representativos daqueles classificados dentro do período, apresentou, na região anomalias de precipitação pluvial bem marcada, ao longo de todo o ano.

Embora a Região Noroeste do Estado do Paraná, não apresente uma complexidade de relevo em toda a sua extensão, a dinâmica de circulação de massas de ar sobre esta região possibilita uma significativa variabilidade da precipitação pluvial com maiores alturas pluviométricas, principalmente, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e menores valores de alturas pluviométricas nos meses de junho, julho e agosto, como mostram as Figuras 2A a 2F).

Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro estão sob influência de uma dinâmica de circulação bem marcada. A radiação solar incidente sob o continente sul americano é mais intensa provocando maior libe-

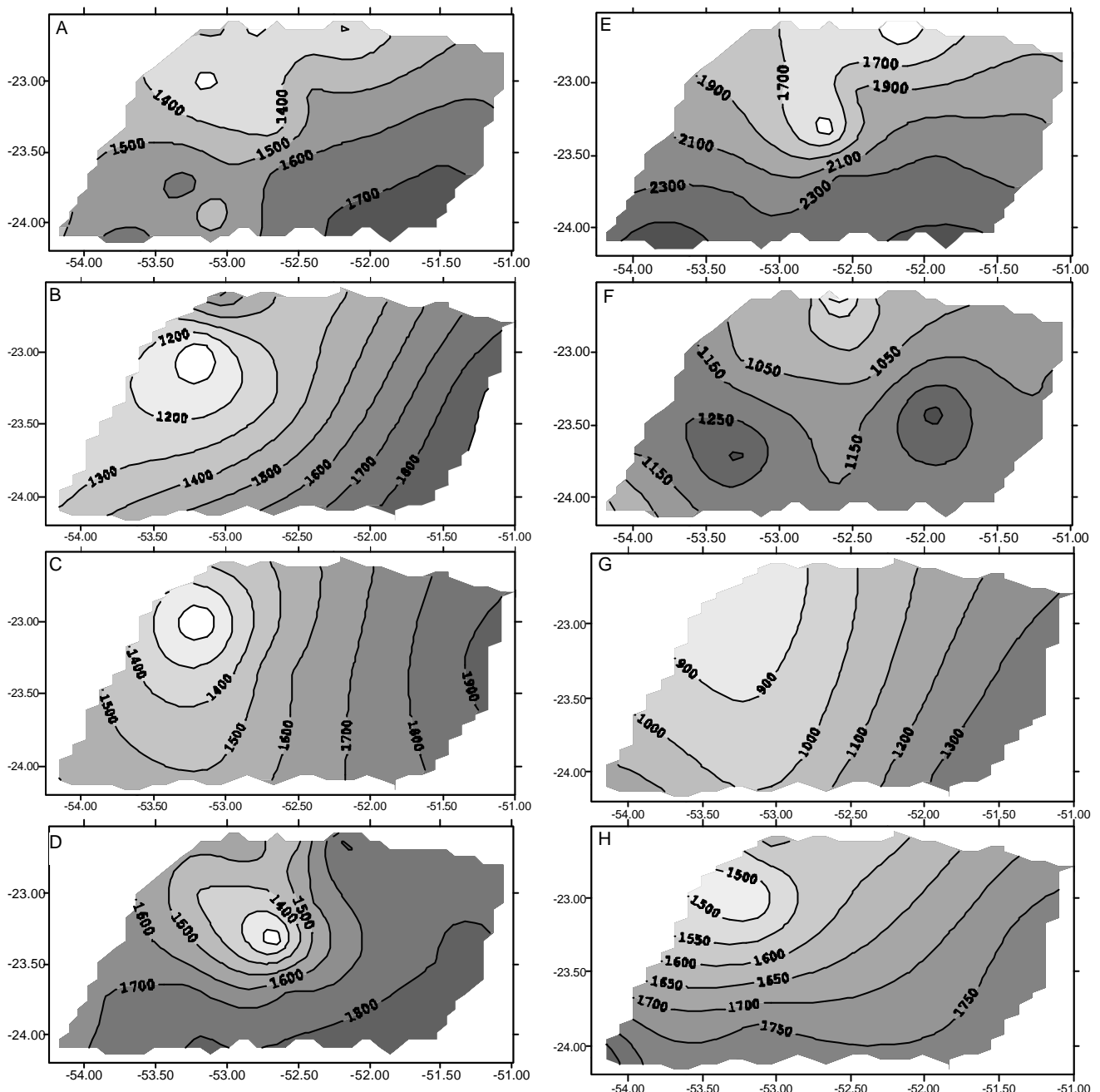
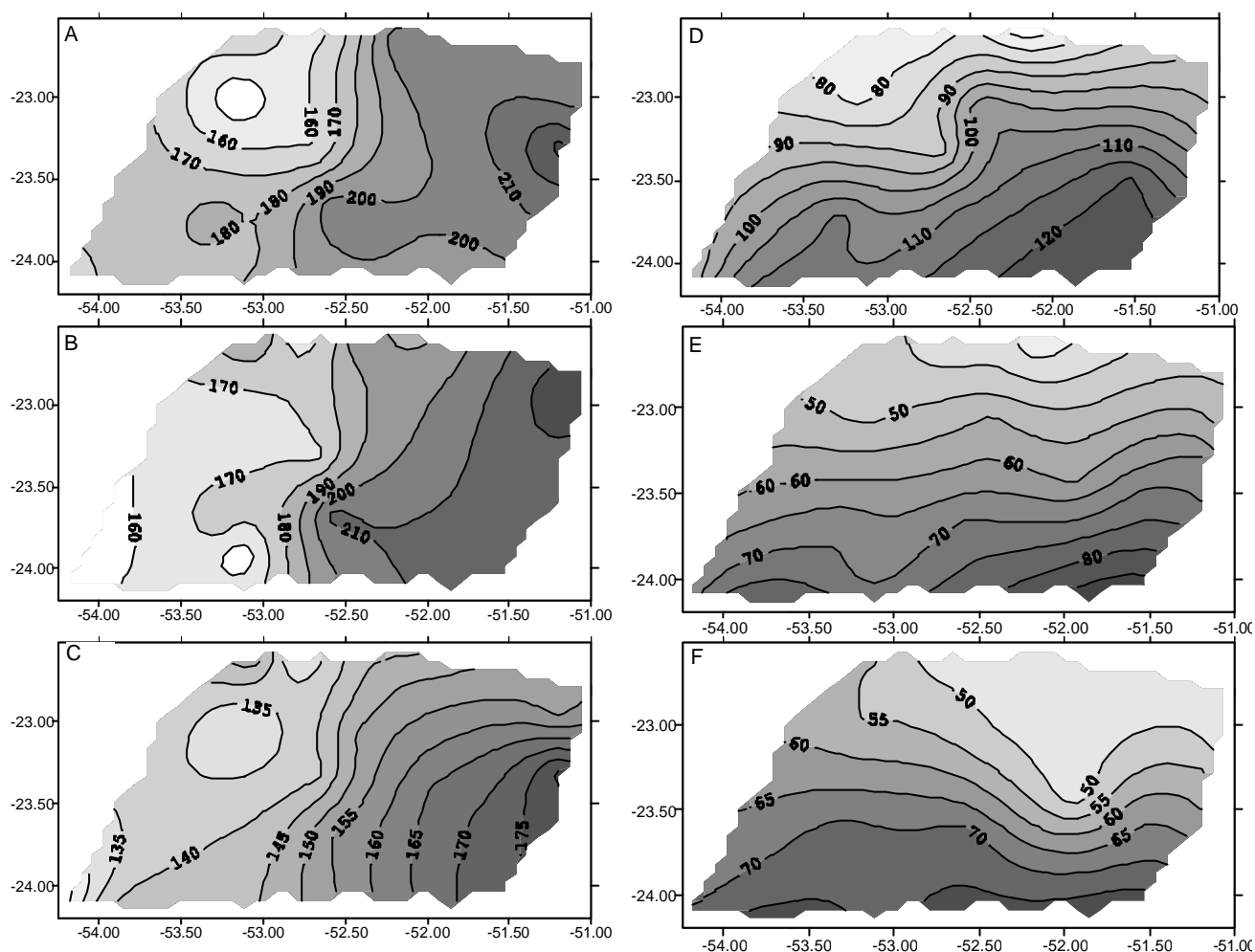


Figura 1. Total de precipitação em mm: (A) média anual para o período de 1972-97; (B) para o ano de 1973; (C) ano 1974; (D) 1982; (E) 1983; (F) 1985; (G) 1988 e (H) 1989, para a região noroeste do Estado do Paraná.

ração de calor sensível e latente na Amazônia legal. Há maior transporte de massa e energia para a parte continental do Brasil, atingindo Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná, principalmente. Esse vapor de água e essa energia formam complexos de nuvens cumulinimbus, denominados Complexos Convectivos de Mesoescala (MMC) que, em uma variabilidade temporal maior (aproximadamente cinco dias) são denominados Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Esses complexos associados

com as entradas de massas polares provocam intensas chuvas sob os Estados referenciados acima.

Já no período seco (junho, julho e agosto), essa dinâmica se altera, pois a incidência de radiação solar torna-se maior no Hemisfério Norte (diminui, portanto, no Hemisfério Sul), diminui a liberação de calor latente e sensível sob a Amazônia legal, o que propicia a entrada de frentes frias com mais intensidade, provocando chuvas mais homogêneas e de maior intensidade, além de frio, devido à



Figuras 2. Precipitação média (mm) dos meses de: (A) dezembro, (B) janeiro e (C) fevereiro – período chuvoso; (D) junho, (E) julho e (F) agosto – período seco, para a região noroeste do Estado do Paraná.

instalação de anticlones migratórios, da região polar.

A Figura 3A apresenta o número de dias de chuva anual para o período de 1972 a 1997, para a região noroeste do Estado do Paraná, valores esses que variaram entre 90 e 114 dias.

Nas figuras 3B, 3C, 3F e 3H analisaram-se os dias de chuvas dos anos 1973, 1974, 1985 e 1988, podendo observar-se que os dias de chuvas foram menores, comparativamente ao período estudado. Já os anos 1982, 1983 e 1989 (Figura 3D, 3E e 3H) apresentaram dias de chuva mais significativos, em relação ao período analisado. Nota-se, portanto, que chove mais em alguns anos e o número de dias de chuva também aumenta ou diminui conforme o ano analisado.

Nas Figuras 4(A, B e C) são apresentados os meses do período chuvoso – dezembro, janeiro e fe-

vereiro, com número de dias de chuva mensal oscilando entre 8 e 14 dias na região. Para o período seco – junho, julho e agosto esses valores variam entre 4 e 7 dias conforme mostram as Figuras 4(D, E e F).

Foram calculados também balanços hídricos para cada ano e selecionados alguns mais significativos. As Figuras 5A a 5F) apresentam os balanços hídricos, calculados para Apucarana e Bela Vista do Paraíso, para os anos 1982, 1983 e 1985. Nas Figuras 6A a 6C) estão representados os balanços hídricos para Cianorte, para os mesmos anos. Tanto em 1982 como em 1983, os balanços hídricos apresentaram excedentes hídricos significativos, ao longo dos anos, com exceção de Cianorte que apresentou excedente a partir do mês de maio em 1982 (Figura 6A). Embora haja excedentes hídricos no ano de 1985 para as mesmas séries anteriores, estes valores de excedentes não são tão significativos quanto aos outros anos apre-

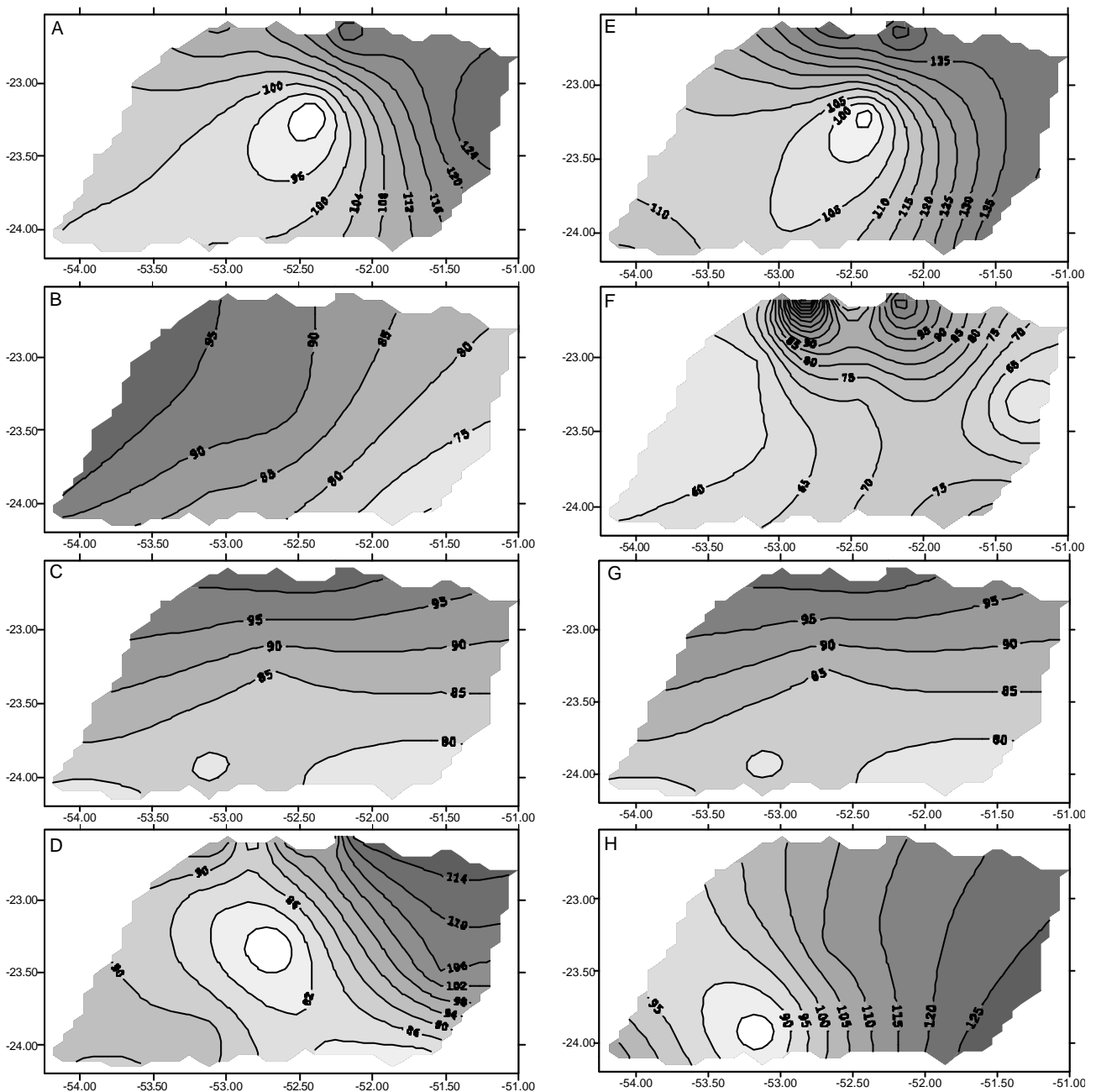


Figura 3. Totais anuais de dias de chuva na região Noroeste: (A) para a série –1972 -1997; (B) para o ano de 1973; (C) ano 1974; (D) 1982; (E) para o ano de 1983 e (F) para o ano de 1985, (G) para o ano de 1988 e (H) para o ano de 1989, para a região noroeste do Estado do Paraná.

sentados neste trabalho, mas contêm valores expressivos de déficits.

Com base nesses resultados do balanço hídrico, foram realizadas correlações lineares entre o déficit e/ou excedente hídrico (de períodos comuns ou defasando de um mês, dois meses e três meses) e as anomalias de TSM no Pacífico Equatorial (Niño 1+2) obtendo-se a Tabela 2. Pode-se observar uma varia-

bilidade significativa de séries para séries e de eventos para eventos. Por exemplo, Bela Vista do Paraíso apresentou no evento de 1982, sem defasagem, correlação de 0,71 e para defasagem de um mês (Def1), em relação à anomalia da TSM, valor de correlação de 0,76. As localidades Apucarana e Cianorte apresentaram valores de correlações também significativas para as respectivas defasagens. Já Paranavaí apresentou correlação significativa para Def1 e Def3. O

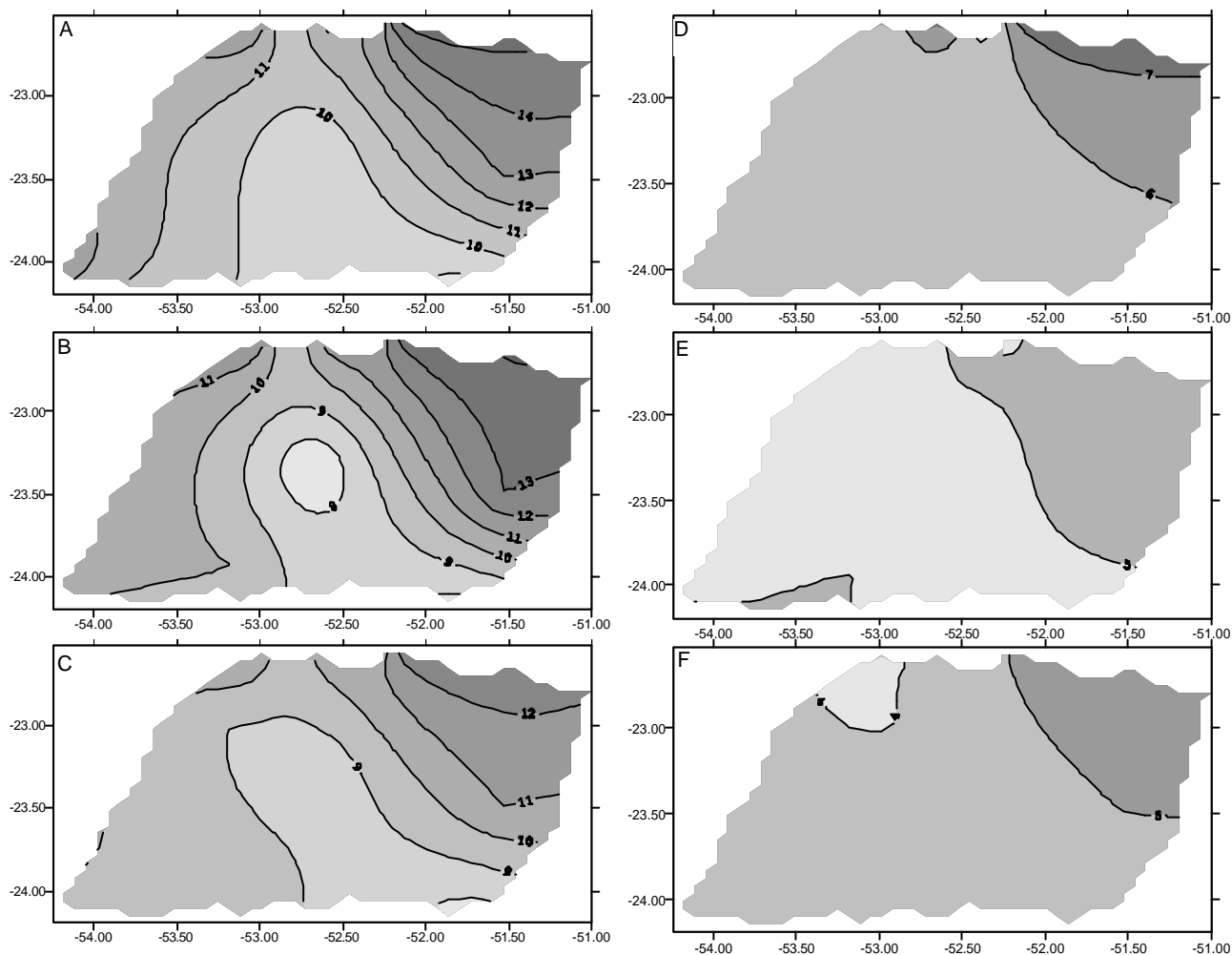


Figura 4. Média dos dias com chuvas para os meses de: (A) dezembro, (B) janeiro e (C) fevereiro – período chuvoso; (D) junho, (E) julho e (F) agosto – período seco, para a região noroeste do Estado do Paraná.

evento de 1985 apresentou correlação significativa para Cianorte, Palotina, Paranavaí e Umuarama.

Conclusões

Embora não tenham sido analisados os períodos correspondentes aos eventos El Niño e La Niña (analisaram-se anos inteiros), pode-se observar que não somente a quantidade de precipitação pluvial sofre alterações durante os anos com ocorrência de El Niño e La Niña, mas também o número médio de dias de precipitação pluvial, tanto em seus valores anuais como para cada um dos meses verificados, ocasionando alterações na distribuição das chuvas.

Existe correlação linear significativa entre déficits e excedentes hídricos e anomalia da TSM para algumas localidades da região noroeste do Paraná.

Pode-se observar, portanto, que parte da variabilidade da precipitação pluvial, na região noroeste do Paraná, está associada à temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico equatorial.

Referências bibliográficas

ATLAS DO PARANÁ. **Atlas Geográfico do Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento/Instituto de Terras, Cartografias e Florestas, 1987. 73 p

BALDO, M.C. et al. Análise da precipitação pluvial do Estado de Santa Catarina associada com a anomalia da temperatura da superfície do oceano Pacífico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8 n. 2, p. 283-293, 2000.

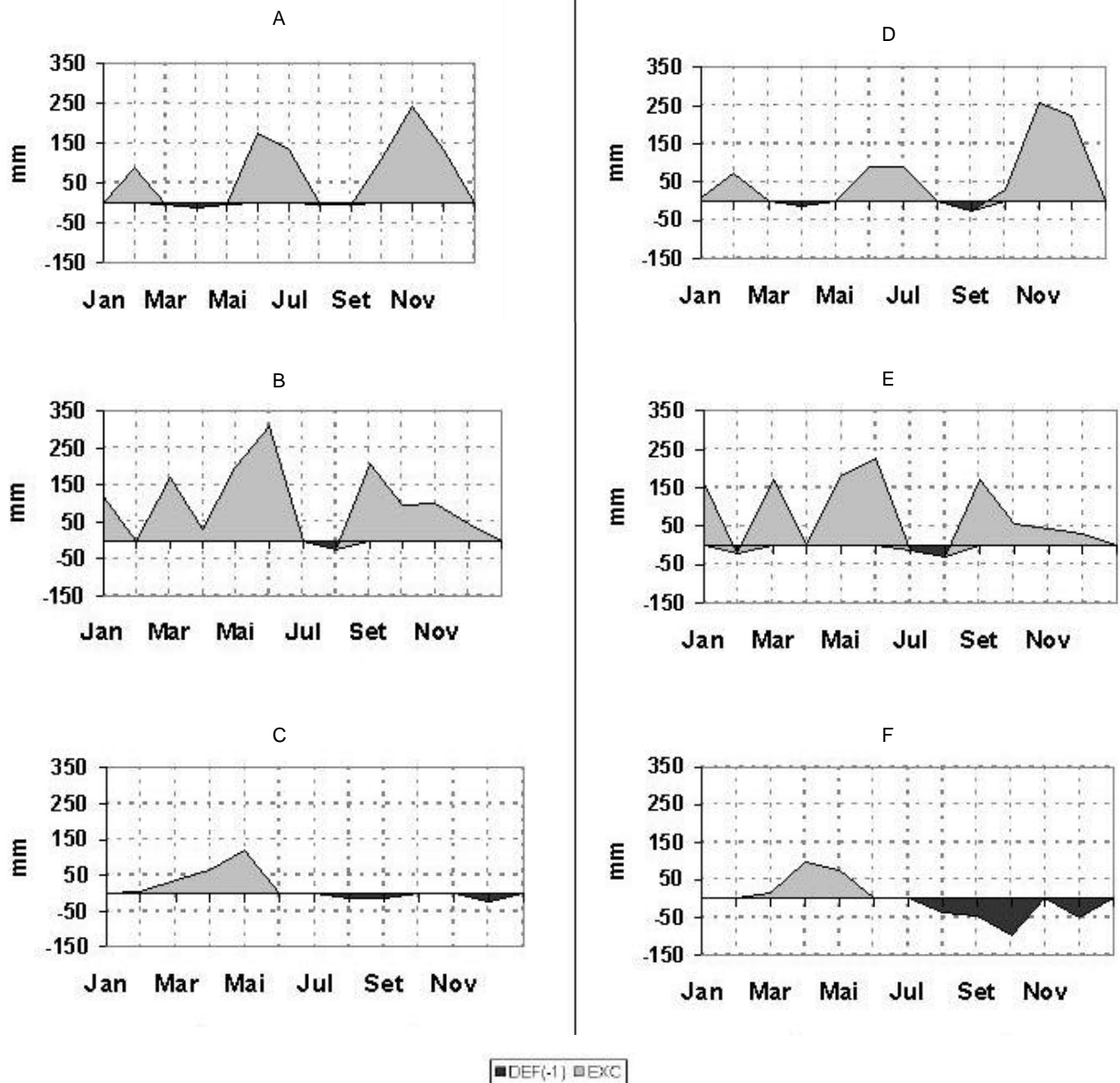


Figura 5 Balanço hídrico anual de Apucarana (PR) para: (A) ano 1982, (B) 1983 e (C) 1985; balanço hídrico anual de Bela Vista (PR) para: (D) ano 1982, (E) 1983 e (F) 1985.

CARTAS CLIMÁTICAS DO PARANÁ. Edição ano 2000, 1. ed., Londrina: IAPAR, 2000. (disponível em CD ROOM).

GRIMM, A.M.; FERAZ, S.E.T. Variabilidade sazonal e interanual da precipitação no Estado do Paraná: Efeitos de El Niño e La Niña. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 1997. Vitória, Espírito Santo, **Proceedings...**, São Paulo: ABRH, 1997.

KOUSKY, V.E.; CAVALCANTI, I.F. Eventos Oscilação Sul – El Niño: características, evolução e anomalias de

precipitação. **Ciências e Cultura**. v. 36, n. 11, p. 1188-1199, 1984.

NERY, J.T.; M.C.; BALDO, M.C. MARTINS, M.L.O.F. **Variabilidade interanual: Oscilação Sul-El Niño**. Maringá: UEM, n. 75, 1998. (Apontamentos).

NERY, J.T.; *et al.* Número de dias com precipitação pluvial do Estado do Paraná; In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002. Foz do Iguaçu, PR, **Anais...**, Foz do Iguaçu, PR: SBMet, 2002.

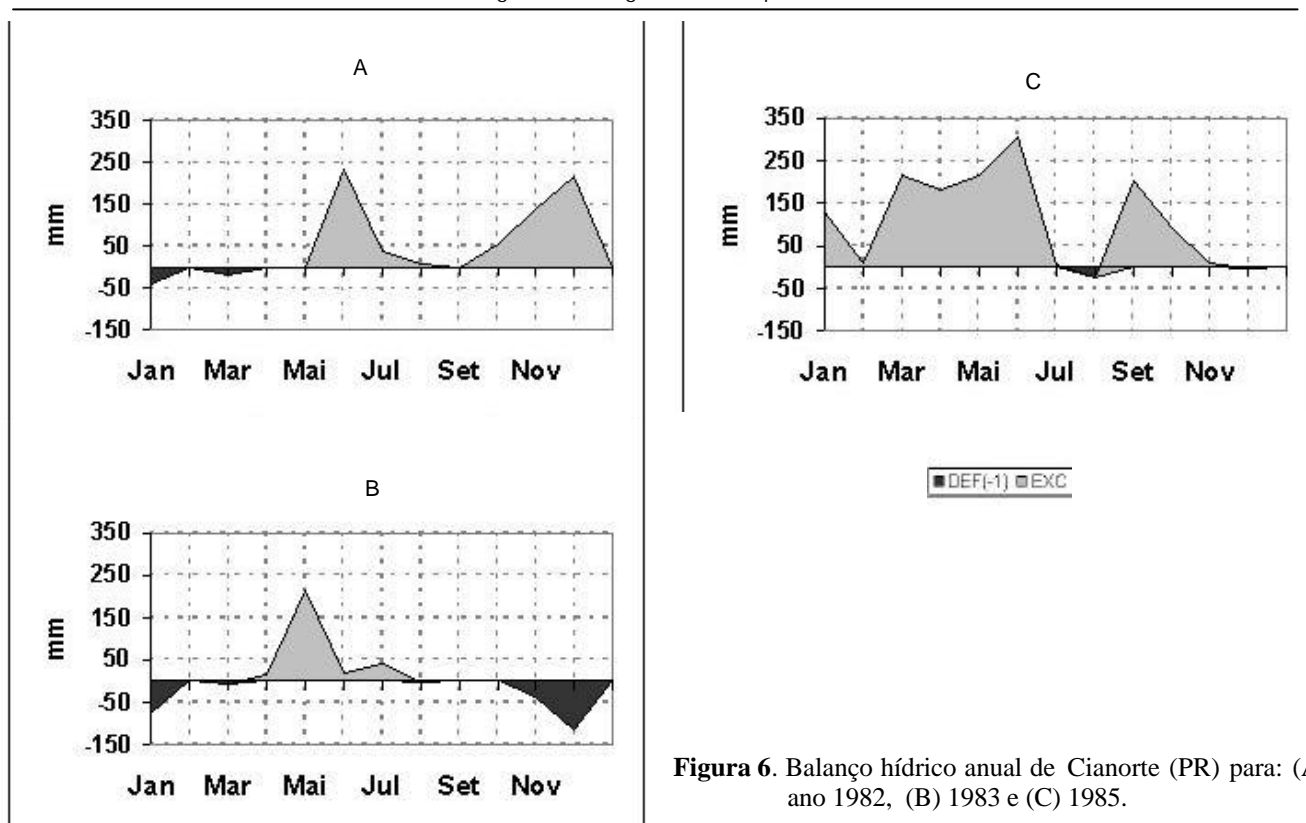


Figura 6. Balanço hídrico anual de Cianorte (PR) para: (A) ano 1982, (B) 1983 e (C) 1985.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Superintendência dos Recursos Naturais e Meio Ambiente, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1979, 421 p. (Série Recursos Naturais e Meio Ambiente. n. 24).

SANTOS, R.L. Estudo comparativo de dois métodos de análise climática utilizado na agricultura: A curva ombrotérmica e o balanço hídrico. **Boletim Geografia Teórica**, Rio Claro, v. 49-50, n. 25, p. 253-265, 1995.

SENTELHAS, P.C. *et al.* Balanços hídricos climatológicos do Brasil. Piracicaba: ESALQ-USP, 1999 (CD-ROM).

TRENBERTH, K.E. The definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 12, p. 2771-2777. 1997

Tabela 2. Correlação linear de excedentes do ano de 1982 e 1983 e dos déficits do ano de 1985, em relação à anomalia da TSM, no Oceano Pacífico (Niño 1+2), com defasagem (Def) de até 3 meses. Os valores de correlação mais significativos estão destacados em negrito.

	Apucarana	Bela Vista	Cianorte	Palotina	Paranavaí	Umuarama
1982	0.56	0.71	0.54	0.38	-0.11	0.37
Def1	0.57	0.76	0.62	0.19	0.54	0.22
Def2	0.12	0.37	0.15	0.19	0.43	-0.21
Def3	0.06	0.28	0.23	0.02	0.64	-0.24
1983	0.25	0.32	0.47	0.31	0.44	0.20
Def1	0.08	0.12	0.28	0.17	0.24	0.05
Def2	0.19	0.21	0.29	0.22	0.22	0.17
Def3	0.13	0.19	0.15	0.42	0.18	0.40
1985	0.17	0.24	0.56	0.65	0.53	0.53
Def1	0.22	0.17	0.40	0.23	0.15	0.23
Def2	0.44	-0.06	0.45	0.25	0.07	0.15
Def3	0.28	-0.01	0.26	-0.25	-0.33	-0.26