

CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ

CARACTERIZATION OF THE PRECIPITATION OF PARANA STATE

Jonas Teixeira Nery¹, Walter Mario Vargas² e Maria de Lourdes Orsini Fernandes Martins¹

RESUMO

O objetivo do trabalho foi analisar as séries de precipitação pluviométrica, totais mensais, disponíveis no Paraná, no período de 1958 a 1992. Os dados foram cedidos pelo Distrito do DNAEE - PR. Utilizaram-se as séries pluviométricas de 36 postos, buscando uma boa distribuição espacial. Diversos parâmetros estatísticos (análise de variância, média areal e mensal, coeficiente de variação e função de correlação linear), foram utilizados, objetivando diagnosticar os fenômenos físicos atuantes nesta região. Através da Análise Multivariada, denominada Cluster, realizou-se a regionalização das diversas estruturas de precipitação. Com o método de Análise de Fourier buscou-se detectar as séries com marcada onda anual, para procurar entender a regionalização feita através do Cluster.

Palavras-chave: precipitação, séries climatológicas, Cluster, Paraná.

SUMMARY

The aim of this work was to analyse the series of precipitation monthly totals, available to the State of Paraná from 1958 to 1992. These data were furnished by DNAEE - PR. Thirty six series were used, taking into account the spacial distribution inside the period previously considered. Several statistical parameters were used, aiming to find the physical phenomena which act in this region. The regionalization of the precipitation structures was done through Multivariate Analysis (Cluster). Using the method of analysis of Fourier it was tried to detect the series with conspicuous annual waves, with

¹Departamento de Física - Área de Meteorologia, UEM, Maringá-PR, CEP 87020-900.

²Depto Ciências de la Atmósfera, Centro de Ciências Exactas, UBA, Bs As, Argentina.

the objective of understanding the regionalization resultant from the Cluster. Other statistical tests were used to separate the periods of maximum precipitation from the dry periods.

Key words: precipitation, climatologic series, Cluster, Paraná.

INTRODUÇÃO

A atmosfera terrestre, que se comporta como um fluido gasoso podendo sofrer tanto efeitos de compressão como de expansão, é regida por uma circulação geral, que implica basicamente de ar ascendente (regiões mais quentes) e ar descendente (nas regiões menos aquecidas). Esta circulação, sem levar em consideração os efeitos de rotação da terra, é o princípio fundamental para definir as condições climáticas predominantes, particularmente no que diz respeito à precipitação, para as várias regiões do globo, (ALVES et al. 1992).

O Estado do Paraná, com uma superfície equivalente a 2,34% do total do território brasileiro, apresenta uma estrutura de precipitação influenciada por sistemas frontais, pela orografia, pela continentalidade e por brisa marítima, sendo um Estado altamente produtor de grãos, que necessita de um perfeito entendimento do seu regime de chuvas, para um melhor manejo do seu solo.

É bem conhecido que existe uma estreita relação entre a produção agrícola e as condições do tempo que ocorrem durante o ciclo de uma determinada cultura. Também são conhecidos os efeitos altamente daninhos provocados pela anomalia de precipitação que ocorrem nas regiões produtoras de alimentos. Estes efeitos traduzem-se, muitas vezes, na perda quase total da produção de uma determinada região.

O Estado do Paraná é responsável por um percentual significativo na produção de grãos a nível nacional e, geralmente, extremos climáticos afetam esta produção. Em 1982/83, por chuvas excessivas, teve perdas em diversos cultivos, chegando a um milhão e quinhentas toneladas aproximadamente. Em 1993, a economia paranaense, teve um prejuízo de 153 milhões de dólares devido a geadas, (TARIFA, 1975).

Indubitavelmente a variação da precipitação de um ano para outro é um valor importante. Como é conhecido, há vários parâmetros estatísticos que medem esta variabilidade como desvio padrão, desvio médio e desvio de quartis. Estes parâmetros, estatisticamente, não permitem uma comparação adequada de um lugar para outro, porque são valores absolutos. Assim, são necessários outros parâmetros estatísticos que proporcionem medidas relativas desta variabilidade como, por exemplo, o coeficiente de variação e a variabilidade relativa.

Buscando caracterizar a precipitação no Estado do Paraná com o objetivo de sua regionalização NERY et al. (1994), utilizando 36 estações pluviométricas, período 1958-1992, estudaram através da média

mensal e do seu desvio padrão os processos determinísticos das séries. Com o mesmo objetivo o presente trabalho busca através da análise multivariada, definir os períodos mais chuvosos e os mais secos, em cada região do Estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos através do DNAEE (Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica), em Brasília e no distrito do Paraná.

Foram analisadas 36 séries de precipitações, considerando a distribuição espacial e temporal representativas das séries climatológicas, Tabela 1.

As informações utilizadas foram homogeneizadas, originando séries totais mensais no período (1958-1992). A Figura 1, mostra a área de estudo e a localização de cada estação coletora das informações.

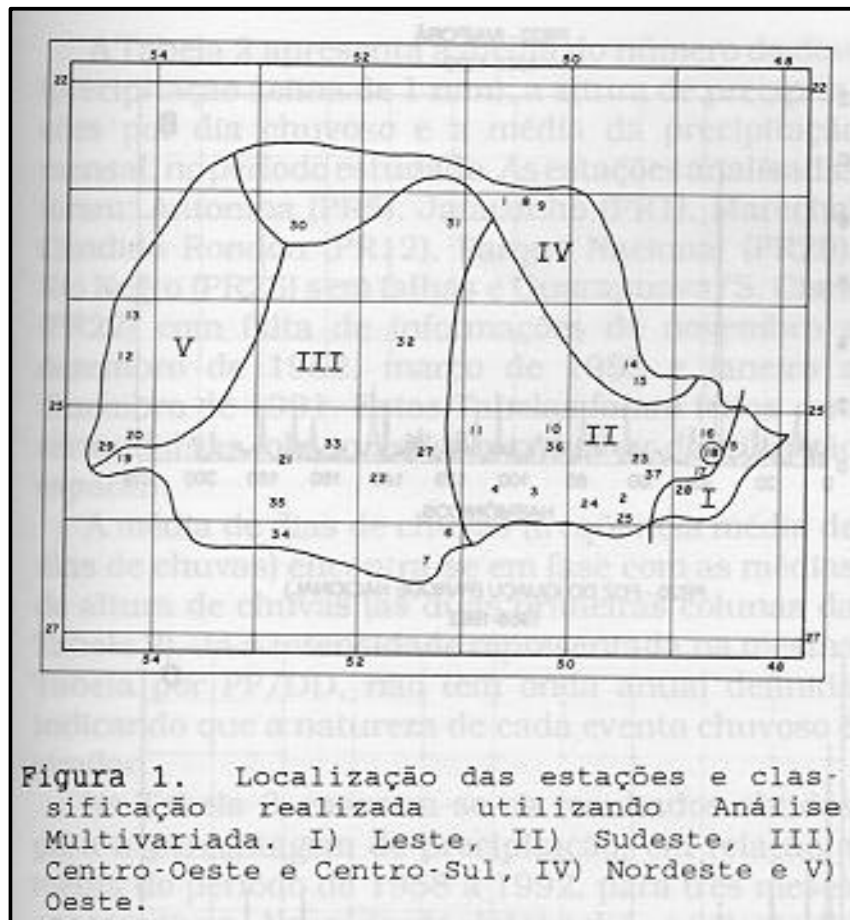


Tabela 1. Estações meteorológicas utilizadas com suas respectivas latitude, longitude, altitude e períodos de observação, Estado do Paraná.

Estação	Lati- tude(S)	Longi- tude(W)	Alti- tude(m)	Período	
PR1	Jataizinho	23°15'	50°59'	340	1938-1992
PR2	Quitandinha	25°57'	49°23'	810	1941-1992
PR3	S. Mateus do Sul	23°52'	50°23'	760	1939-1992
PR4	Mallet	25°56'	50°41'	750	1948-1992
PR5	Antonina	25°14'	48°45'	80	1947-1992
PR6	U. Vitória	26°14'	51°04'	736	1940-1992
PR7	Jangada	26°22'	51°15'	800	1946-1992
PR8	S. Mariana	23°06'	50°27'	340	1946-1992
PR9	Andirá	23°05'	50°17'	375	1946-1992
PR10	P. Grossa	25°15'	50°09'	790	1946-1992
PR11	Prudentópolis	25°12'	50°56'	690	1938-1992
PR12	Itaipu	24°30'	54°20'	150	1941-1992
PR13	Guaira	24°04'	54°15'	218	1946-1992
PR14	Adrianópolis	24°39'	49°00'	180	1939-1992
PR15	Cerro Azul	24°45'	49°20'	400	1947-1992
PR16	Praia Grande	25°10'	48°53'	750	1940-1992
PR17	Morretes	25°28'	48°50'	8	1947-1992
PR18	Vêu de Noiva	25°26'	48°57'	680	1941-1992
PR19	Foz do Iguaçu	25°41'	54°26'	152	1948-1992
PR20	Parque Nacional (Foz)	25°37'	54°29'	100	1942-1992
PR21	Campo Novo (Q. Iguaçu)	25°28'	52°54'	550	1948-1992
PR22	Guarapuava	25°38'	51°58'	740	1948-1992
PR23	Curitiba	25°26'	49°16'	929	1922-1992
PR24	S. Bento	25°56'	49°47'	750	1939-1992
PR25	Rio Negro	26°06'	49°48'	770	1948-1992
PR27	Guarapuava	25°27'	51°27'	950	1953-1992
PR28	Usina Guaricana	25°44'	49°00'	750	1958-1992
PR29	Itaipu	25°33'	54°35'	100	1948-1992
PR30	Paraiso do Norte	23°19'	52°40'	250	1953-1992
PR31	Londrina	23°19'	51°09'	566	1958-1992
PR32	Ivaiporã	24°15'	51°39'	650	1956-1992
PR33	Usina Cavernoso	25°28'	52°12'	560	1951-1992
PR34	Ponte do Vitorino	26°03'	52°48'	550	1957-1992
PR35	S. Jorge do Oeste	25°46'	52°56'	390	1956-1992
PR36	Ponta Grossa	25°13'	50°01'	880	1954-1992
PR37	Piraquara	25°27'	49°04'	900	1958-1992

A eleição das séries foi feita levando-se em conta dois aspectos: 1) distribuição espacial e temporal das estações representativas da região e 2) ter mais de 30 anos de dados, com mínimo de dados faltantes.

A homogeneização foi realizada para exercer um controle das séries. Operou-se com valores acumulados, que possibilitaram determinar a consistência das observações coletadas durante o período e ajustar os valores mais antigos de conformidade com os obtidos posteriormente à mudança de local da estação, (BRUNET, 1979).

Foi usada a análise de variância para determinar a existência ou não de diferenças significativas esta-

tisticamente nos valores médios dos dados de cada grupo e utilizando o percentual da contribuição da média do mês em relação à média do ano para a caracterização do regime das chuvas.

Para a caracterização do regime da chuvas foi utilizado o percentual da contribuição da média do mês em relação à média do ano. Fez-se, também, a combinação de três meses: período seco (maio/julho) e período úmido (dezembro/fevereiro), assim como a combinação de seis meses: período seco (abril/setembro) e período úmido (outubro/março). Outro cálculo realizado foi o percentual de períodos de três meses consecutivos.

Uma das aplicações mais importantes das técnicas analíticas já desenvolvida por Fourier representa uma função por uma soma de funções periódicas. As funções periódicas usadas são senos e co-senos. Consideremos uma função discreta. Podemos supor que deriva de uma função contínua $S(t)$ de duração T , tomando uma amostra de valores espaçados em Δ . Se $N=T/\Delta$, $SR=S(t = r\Delta)$ e, por conveniência, supõe-se que N é par e igual a $2n$, podemos escrever a série finita de Fourier da seguinte forma:

$$S(t) = A_0 + 2\sum [A_m \cos(2p mft) + B_m \sin(2p mft)] + A_n \cos(2p fnt)$$

onde $f=1/N$ representa a frequência fundamental da função $S(t)$ e corresponde a um período igual à longitude mais larga da função. $S(t)$ tem N constante; A_m e B_m podem ser determinadas pois $S(t) = SR$ nos pontos $t = r\Delta$. Para cada $t = r\Delta$ tem-se uma equação ou seja, um conjunto de N equações com N incógnitas.

As expressões finais (JENKINS e WATTS, 1968), para os coeficientes A_m B_m , levando-se em consideração que as funções seno e co-seno são ortogonais são:

$$A_m = \frac{1}{N} \sum SR \cos \frac{2p mr}{N}$$

$$B_m = \frac{1}{n} \sum SR \sin \frac{2p mr}{N}$$

$$m = 0, 1, \dots, n$$

A_0 é a média dos SR . Se N é ímpar o termo A_n desaparece.

Como no processo de agrupamento é desejável ter informações relativas a cada par de objetos, o número de estimativas de medidas de dissimilaridade é relativamente grande, o que torna impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos pelo simples exame visual daquelas estimativas. Para realizar

esta tarefa faz-se uso dos métodos de agrupamentos.

Existe grande número de métodos de agrupamentos disponíveis, dos quais deve-se eleger o mais adequado ao objetivo do trabalho, uma vez que as variadas técnicas podem levar a diferentes padrões de agrupamentos. Dentre estes os mais comumente utilizados, citam-se os hierárquicos e os de otimização.

Para testar qual é o método de agrupamento que melhor classifica os dados, utiliza-se uma representação gráfica (dendograma) de cada método escolhendo aquele que dá uma imagem menos distorcida da realidade. Para testar o grau de deformação, utiliza-se o cálculo dos valores cofenéticos, que são os coeficientes de associação entre objetos reconstituídos a partir do dendograma.. Plotando esses valores em função dos coeficientes originais deve-se obter uma linha reta. O cálculo do coeficiente de correlação linear indica o grau de deformação (para $r < 0.8$, a distorção é considerada importante) (BRIAN et al., 1991).

Neste trabalho utilizou-se os métodos do vizinho mais próximo (Single Linkage Method), o do vizinho mais distante (Complete Linkage Method) e o proposto por Ward (Ward's Method). Todos utilizados em combinação com a distância euclidiana.

A partir da classificação obtida calcula-se o coeficiente cofenético que seleciona o melhor método considerando o maior valor de r ($r = 0.92$, para o método de Ward com a distância euclidiana).

Em cada grupo classificado através da análise multivariada, fez-se o cálculo da média areal que consiste em somar todas as estações de um mesmo grupo e dividir pelo número de estações. Esta metodologia possibilita caracterizar cada região, mostrando as diferenças de chuvas nas diferentes áreas classificadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 apresenta-se os gráficos dos totais mensais de chuvas para diferentes locais do Estado do Paraná, representantes de diferentes regiões, utilizando a Análise de Fourier. Observa-se que ocorre uma onda anual marcada no litoral e no nordeste. As séries de Foz de Iguaçu, Itaipú, Guarapuava, são séries mais aleatórias, não apresentando uma onda anual bem marcada, tendo uma variância explicada e uma amplitude bem menor se compararmos com as séries analisadas anteriormente. No trabalho anterior (NERY, 1994), utilizando-se da média mensal e do desvio padrão para cada série de chuvas, obteve-se uma estrutura semelhante ao cálculo realizado através dos harmônicos.

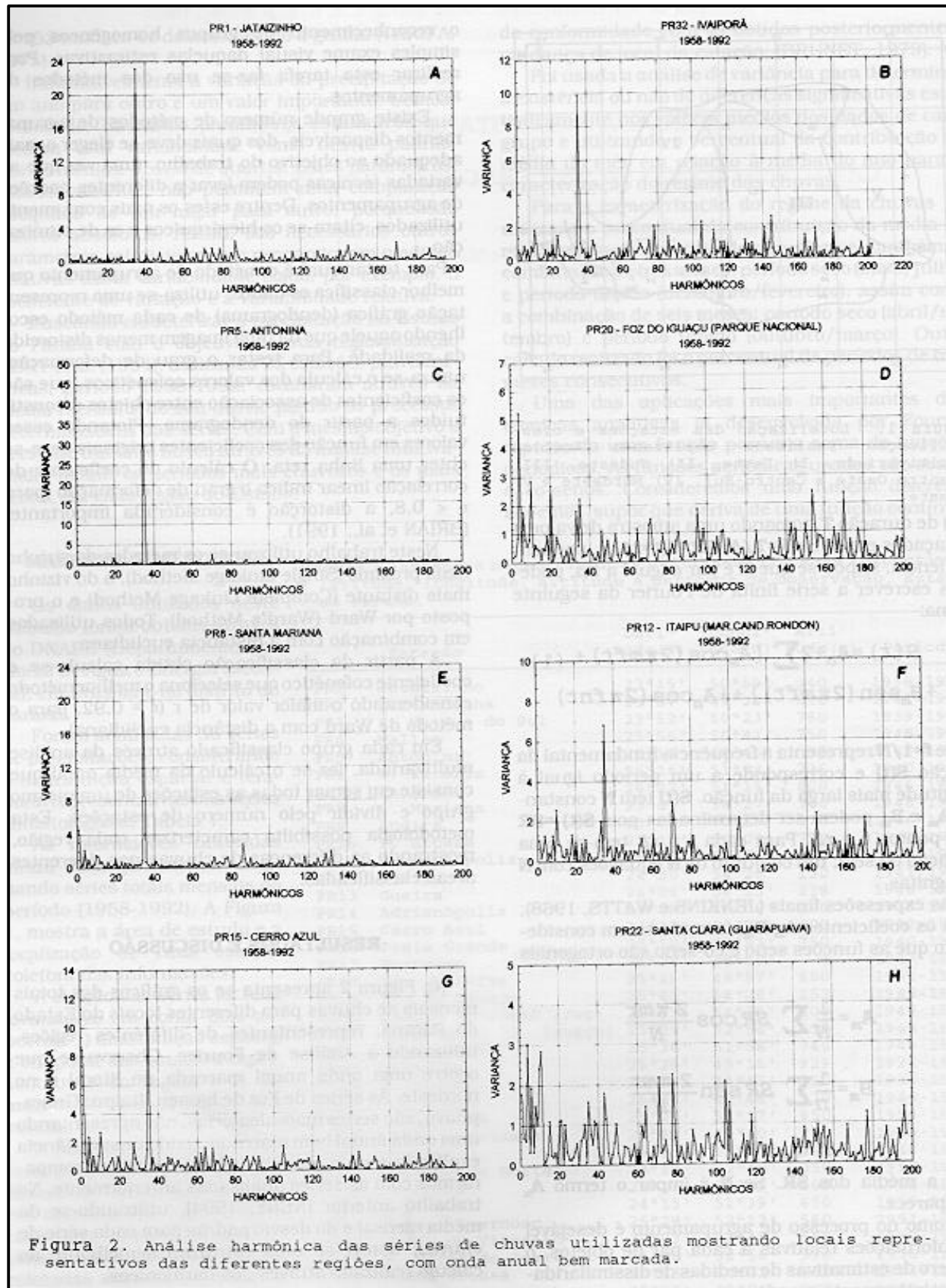


Figura 2. Análise harmônica das séries de chuvas utilizadas mostrando locais representativos das diferentes regiões, com onda anual bem marcada.

A Tabela 2 apresenta a média do número de dias (precipitação acima de 1 mm), a altura de precipitações por dia chuvoso e a média da precipitação mensal, no período estudado. As estações analisadas foram: Antonina (PR5), Jataizinho (PR1), Marechal Cândido Rondon (PR12), Parque Nacional (PR20), Rio Negro (PR25) sem falhas e Guarapuava/S. Clara (PR22) com falta de informações de novembro a dezembro de 1952, março de 1953 e janeiro a dezembro de 1991. Estas Tabelas foram feitas com séries diárias, observando uma melhor distribuição espacial.

A média de dias de chuvas (frequência média de dias de chuvas) encontra-se em fase com as médias de altura de chuvas (as duas primeiras colunas da Tabela 2). Já a intensidade representada na mesma Tabela por PP/DD, não tem onda anual definida indicando que a natureza de cada evento chuvoso é similar.

Na Tabela 3 encontra-se os resultados obtidos para a percentagem de precipitação, em relação a média do período de 1958 a 1992, para três meses consecutivos. Na série de Jataizinho, nordeste do Estado, nota-se uma concentração de precipitação nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, sendo o mês de janeiro o que apresenta maior quantidade de chuva. Já Antonina, leste do Estado, apresenta os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março com uma maior precipitação, sendo, outra vez, o mês de janeiro o de maior precipitação. Deve-se ressaltar que no litoral chove mais que no nordeste, ainda que apresentando a mesma estrutura (onda anual bem marcada).

A série de Rio Negro, sudeste do Estado, também apresenta valor máximo de precipitação em janeiro, sendo os meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, os que apresentam maior precipitação. Estas regiões, nordeste, leste e sudeste mostram, portanto, uma onda anual marcada.

Tabela 2. Média do número de dias com chuva (DD), média mensal da altura (PP) e frequência (PP/DD) de chuva para as estações meteorológicas de Jataizinho, Marechal Cândido Rondon, Parque Nacional, Antonina, Guarapuava e Rio Negro.

Mês	Jataizinho			Mal C. Rondon			Parque Nacional			Antonina			Guarapuava			Rio Negro		
	DD	PP	PP/DD	DD	PP	PP/DD	DD	PP	PP/DD	DD	PP	PP/DD	DD	PP	PP/DD	DD	PP	PP/DD
Jan	11	173,2	16,2	7,4	141,7	19,2	6,9	140,9	20,5	18	330,4	18,5	11	175,9	16,1	12	153,0	12,8
Fev	10	115,9	15,2	6,9	139,6	20,4	7,0	130,9	18,7	17	316,6	8,8	10	154,6	15,5	11	146,4	13,0
Mar	8	114,1	14,5	6,1	134,1	22,1	6,1	132,9	21,9	18	314,5	17,5	8	138,2	16,7	10	117,3	12,1
Abr	5	90,9	17,6	4,9	133,8	22,1	5,4	137,1	25,3	14	160,7	11,8	7	133,3	20,1	6	78,2	12,3
Mai	5	97,6	18,3	6,1	145,5	24,0	5,6	134,2	23,9	10	127,7	12,9	7	146,2	21,6	6	99,9	15,7
Jun	5	76,2	15,7	5,5	109,5	19,8	6,5	135,7	21,0	9	114,3	12,8	7	157,2	21,6	7	96,4	14,3
Jul	4	56,7	14,9	4,6	83,6	18,3	5,5	96,5	17,7	9	89,6	10,6	6	121,3	18,9	7	92,4	14,2
Ago	4	47,2	13,1	4,8	76,8	16,2	5,6	97,5	17,4	10	91,5	9,6	7	106,4	16,0	7	87,8	13,1
Set	6	81,1	14,0	6,2	130,1	21,1	6,6	137,6	20,9	13	142,0	11,1	8	167,4	20,1	8	119,6	14,2
Out	7	134,8	18,2	7,5	183,1	24,4	7,3	173,9	23,9	15	191,0	12,4	9	182,1	20,7	10	135,5	13,6
Nov	8	133,7	17,7	6,2	140,2	22,7	5,6	130,0	23,4	15	196,0	13,0	8	150,4	18,4	8	108,4	12,8
Dez	10	170,6	16,6	6,6	134,7	20,6	6,0	136,3	22,6	17	261,3	15,1	9	147,5	15,6	10	140,9	13,9

As estações no centro (Guarapuava) e no oeste (Marechal Cândido Rondon e Parque Nacional) do Estado não apresentam uma estrutura de máximos no verão e mínimos no inverno. Além disso, em Marechal Cândido Rondon e Parque Nacional chove menos nos meses de julho e agosto. Em relação à Guarapuava não foi possível detectar este mínimo sendo, portanto, bem distribuídas as chuvas nestas regiões.

Através dos dados dos três meses mais chuvosos e mais secos, Tabela 3, pode-se observar que as estações à nordeste (PR1, PR8, PR9), leste (PR5, PR28) e sudeste (PR2, PR3, PR4, PR10, PR11, PR16, PR17, PR18, PR23, PR24, PR25, PR36, PR37), na média, apresentaram novembro, dezembro e janeiro, como os três meses mais chuvosos; os três meses consecutivos janeiro, fevereiro e março foram, logo a seguir, os mais chuvosos, resultando, portanto, os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março nos meses chuvosos em todas as regiões acima citadas. O período mais seco (três meses consecutivos) concentra-se basicamente nos meses de junho, julho e agosto, nas regiões nordeste (PR1, PR8, PR9), leste (PR5, PR17, PR18) e sudeste (PR2, PR3, PR4, PR10, PR11, PR16, PR17, PR18, PR23, PR24, PR25, PR36, PR37), sendo mais seco à nordeste deste Estado.

Através da análise de Fourier, foi possível caracterizar estas estruturas, utilizando as variâncias explicadas, para cada série, Figura 3. Nesta figura foi plotada em cada estação as variâncias explicadas que caracterizam as ondas anuais das séries utilizadas. Pode-se observar, uma vez mais, que as regiões nordeste (PR1, PR8, PR9), leste (PR5, PR17, PR18) e sudeste apresentam uma variância explicada muito marcada o que não ocorre na região central e centro sul (PR6, PR7, PR21, PR22, PR27, PR32, PR33, PR34, PR35) e oeste (PR12, PR13, PR20, PR29) do Estado.

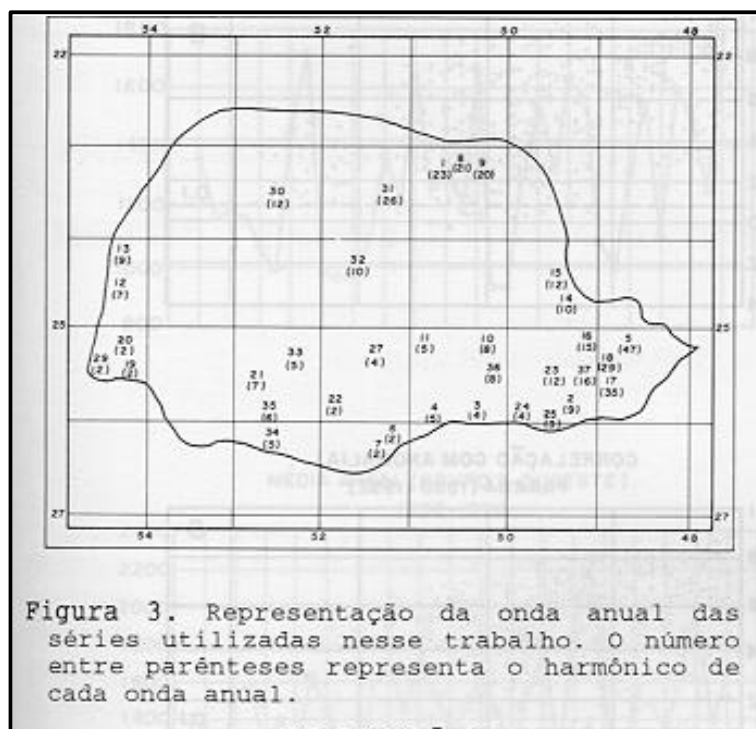


Figura 3. Representação da onda anual das séries utilizadas nesse trabalho. O número entre parênteses representa o harmônico de cada onda anual.

A Figura 4 apresenta a coerência das séries através da função de correlação linear com a distância, para cada período. A correlação em função da distância das séries de precipitação total anual está exemplificada na Figura 4A; na Figura 4B correlaciona-se os totais dos anos 1982 e 1983 (anos de El Niño mais forte), para todas as estações; na Figura 4C estão correlacionadas todas as estações estandarizadas; na Figura 4D, as correlações são entre as séries após o cálculo da anomalia (X-X); na Figura 4E, a correlação dos totais de precipitação para o ano de 1983 (ano de precipitação significativamente acima da média climatológica do período em estudo neste trabalho); na Figura 4F, a correlação dos totais de precipitação do ano de 1988 (ano de La Niña) e as Figuras 4G e 4H, as correlações dos períodos úmido (verão de 6 meses) e seco (inverno de 6 meses), respectivamente.

Tabela 3. Percentagem de precipitação, em relação à média do período de 1958 a 1992, para três meses consecutivos. (JFM, representam os meses de janeiro, fevereiro e março; FMA, fevereiro, março e abril; MAM, março, abril e maio; AMJ, abril, maio e junho; MJJ, maio, junho e julho; JJA, junho, julho e agosto; JAS, julho, agosto e setembro; ASO, agosto, setembro e outubro; SON, setembro, outubro e novembro; OND, outubro, novembro e dezembro e NDJ, novembro, dezembro e janeiro, para cada estação).

Estação	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
PR1	33	27	23	20	17	13	14	20	26	33	38
PR2	31	25	22	20	20	19	21	24	25	28	34
PR3	27	24	23	22	22	20	22	26	28	29	29
PR4	29	25	23	21	21	19	22	26	28	29	29
PR5	41	34	26	17	14	13	14	18	23	28	39
PR6	26	24	23	22	22	21	23	26	28	29	28
PR7	27	24	23	22	23	21	23	26	28	28	28
PR8	35	29	23	20	16	13	13	20	26	33	38
PR9	35	29	24	19	16	12	12	19	25	33	39
PR10	30	26	23	22	22	19	19	23	26	28	31
PR11	27	24	23	23	23	20	21	26	29	29	28
PR12	26	25	25	24	21	17	18	25	30	31	28
PR13	27	25	25	24	21	16	16	24	29	33	31
PR14	33	26	23	21	20	18	19	22	25	28	34
PR15	32	25	21	20	19	18	18	23	26	30	34
PR16	36	29	23	19	18	17	17	21	18	28	36
PR17	41	34	26	18	15	14	15	19	23	26	38
PR18	31	27	23	18	16	15	18	25	30	33	32
PR19	26	25	24	24	22	20	21	25	28	29	27
PR20	26	26	25	25	22	20	21	26	29	29	26
PR21	28	26	22	23	21	20	20	25	29	29	29
PR22	27	24	23	24	23	22	21	26	28	27	27
PR23	32	26	22	20	20	19	19	23	25	28	34
PR24	31	25	22	21	22	20	21	24	25	27	32
PR25	30	25	22	20	21	20	22	25	26	28	32
PR27	27	25	24	23	23	21	22	25	27	28	29
PR28	34	28	22	17	16	16	19	23	27	30	24
PR29	25	24	25	25	21	20	22	27	29	29	35
PR30	30	25	23	21	19	16	17	25	29	32	33
PR31	33	27	23	20	17	13	14	20	26	33	38
PR32	29	25	24	23	21	18	18	23	27	30	32
PR33	26	24	23	23	22	20	21	26	29	30	28
PR34	26	24	24	24	23	21	22	26	28	28	27
PR35	25	24	24	24	23	21	21	26	29	30	27
PR36	30	26	24	23	21	18	19	23	26	28	31
PR37	32	26	22	20	19	19	19	23	26	29	34

Observa-se uma correlação mais elevada no inverno. A maior coerência existente no período de inverno (abril/setembro) é devido a processos físicos que originam estas precipitações. No inverno são predominantes as chuvas devido às massas polares, enquanto no verão os sistemas convectivos são os mais atuantes, provocando uma maior variabilidade das estações entre si, (NERY et al. 1994). Ao comparar o gráfico de correlação de inverno (6 meses) com o de correlação de verão (6 meses), observa-se uma maior dispersão dos pontos na correlação de verão. No inverno constatou-se muitas correlações altamente significativas, entre 80 e 100%, enquanto no verão isto não ocorreu. A Figura 4H apresenta o inverno com maior correlação, visto que existem muito mais pontos acima da linha de 0.1, na Figura 4H (inverno) em comparação com a Figura 4G (verão).

Além disto, estudaram-se dois anos distintos dentro do período analisado neste trabalho. O ano de 1988 (La Niña), Figura 4F, representando o período mais seco e os anos de 1982-1983, Figura 4B e 4E (El Niño), para os anos mais chuvosos. Todas as três correlações apresentaram muitos pontos altamente correlacionados. Isto indica correlações significativas entre muitas estações para estes períodos, mesmo para estações distantes significativamente uma da outra. No ano de 1988, os dados foram mais fortemente correlacionados, mostrando uma coerência maior neste ano seco.

A análise de variância realizada entre estações e entre anos de cada estação mostrou uma variabilidade entre as mesmas e o ano de 1983, como um ano diferenciado dos demais.

A classificação feita através de análise multivariada resultou em cinco grupos homogêneos, que caracterizam a precipitação do Estado do Paraná. A partir desta classificação buscou-se calcular a estrutura de cada área, utilizando-se da média areal, Figura 5 (A, B, C, D, E, F). Observa-se que a estação de Morretes ficou isolada, caracterizando, portanto, um grupo. Esta média areal resultou em uma precipitação mais elevada na região leste, incluindo Morretes.

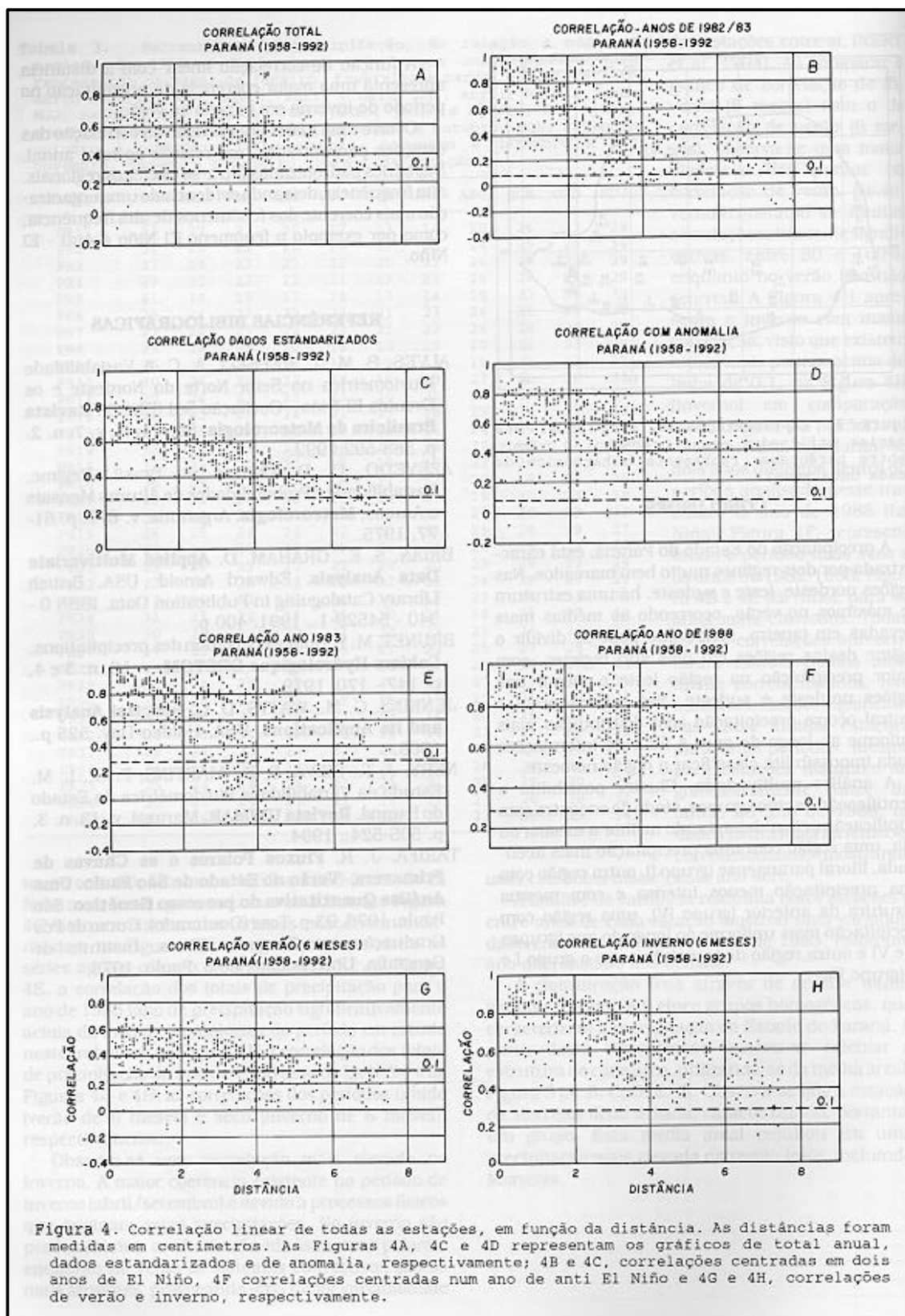


Figura 4. Correlação linear de todas as estações, em função da distância. As distâncias foram medidas em centímetros. As Figuras 4A, 4C e 4D representam os gráficos de total anual, dados estandarizados e de anomalia, respectivamente; 4B e 4C, correlações centradas em dois anos de El Niño, 4F correlações centradas num ano de anti El Niño e 4G e 4H, correlações de verão e inverno, respectivamente.

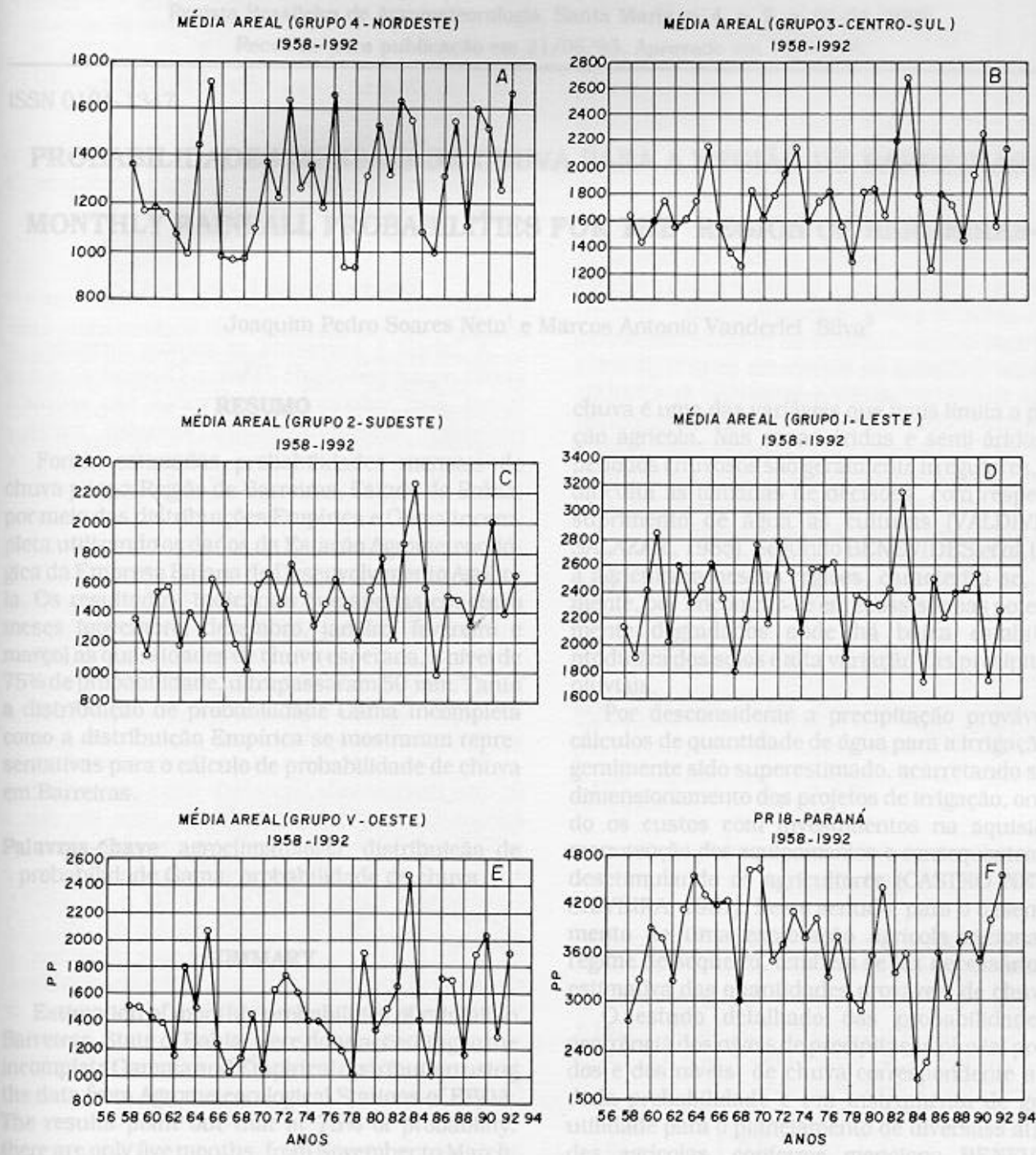


Figura 5. Média areal, utilizando a classificação realizada através da análise multivariada. PP é a média areal, de acordo com a classificação estabelecida segundo a metodologia utilizada (Cluster).

CONCLUSÕES

A precipitação no Estado do Paraná, está caracterizada por dois regimes muito bem marcados. Nas regiões nordeste, leste e sudeste, há uma estrutura de máximos no verão, ocorrendo as médias mais elevadas em janeiro, sendo que pode-se dividir o regime destas regiões em dois sub regimes, com maior precipitação na região leste e menor nas regiões nordeste e sudeste. Nas regiões oeste e central ocorre precipitação com distribuição mais uniforme ao longo do ano. A falta de informações ainda impossibilita classificar a região noroeste.

A análise multivariada, Cluster possibilita a identificação de cinco grupos, vindo de encontro com a tipificação acima delimitando melhor a mesma ou seja, uma região com uma precipitação mais acentuada, litoral paranaense (grupo I), outra região com uma precipitação menos intensa e com mesma estrutura da anterior (grupo IV), uma região com precipitação mais uniforme ao longo do ano (grupos III e V) e outra região de transição entre o grupo I e III (grupo II).

A função de correlação linear com a distância apresenta uma maior coerência da precipitação no período de inverno em relação ao verão.

Ocorre uma maior organização da correlação das estações padronizadas, em relação ao total anual. Nas séries padronizadas filtra-se os efeitos regionais, alta frequência, deixando evidenciado uma organização mais coerente dos fenômenos de alta frequência, como por exemplo o fenômeno El Niño e Anti - El Niño.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, B. M. J., REPELLI, A. C. A Variabilidade Pluviométrica no Setor Norte do Nordeste e os Eventos El Niño - Oscilação Sul (ENOS). **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 583-592,1992.
- AZEVEDO, C. D. Chuvas no Brasil. Regime, Variabilidade e Probabilidades de Alturas Mensais e Anuais, **Meteorologia**, Argentina, v. 6/7, p. 61-77, 1975.
- BRIAN, S. E., GRAHAM, D. **Applied Multivariate Data Analysis**. Edward Arnold. USA, British Library Cataloguing in Publication Data. ISBN 0 - 340 - 54529-1., 1991. 400 p.
- BRUNET, M. Y. Homogénéisation des précipitations. **Cahiers Hydrologique ORSTOM**. v. 16, n. 3 e 4, p. 147 - 170, 1979.
- JENKINS, G. M., WATTS, D. G. **Spectral Analysis and its Applications**, USA, Holden-Day, 525 p., 1968.

NERY, J. T., SILVA, S. E., MARTINS, F. O., L. M. Estudo da Variabilidade Pluviométrica do Estado do Paraná. **Revista UNIMAR**, Maringá, v. 13, n. 3, p. 505-524., 1994.

TARIFA, J. R. **Fluxos Polares e as Chuvas de Primavera - Verão no Estado de São Paulo. Uma Análise Quantitativa do processo Genético**. São Paulo, 1975, 93 p. Tese (Doutorado), Curso de Pós Graduação em Geografia Física, Instituto de Geografia, Universidade de S. Paulo, 1975.