

ALTERAÇÕES DA PRECIPITAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Vanda Maria de Lira¹; Francisca Magnólia de Oliveira²; Renilson Targino Dantas³;
Werônica Meira de Souza⁴

RESUMO

Foram utilizados dados de precipitação referentes ao período 1961-2000 dos municípios de Cabrobó, Garanhuns e Triunfo, localizados no estado do Pernambuco, com o objetivo de avaliar alterações deste elemento meteorológico ao longo do tempo neste período. Neste sentido, foi realizada distribuição em séries de 10 anos correspondendo aos sub-períodos de 1961-70, 1971-80, 1981-90 e 1991-00; sendo analisado desta forma as variações deste elemento, utilizando-se o desvio normalizado e o método dos mínimos quadrados para avaliação das tendências de precipitação. Constatou-se que houve diminuição da precipitação, principalmente na última década, mínima de 67,0 mm em Cabrobó, fato este associado ao fenômeno El-Niño, ocorridos em 1993 e 1997/1998. De um modo geral, conclui-se que no período de 1961-2000 houve diminuição da precipitação no Estado de Pernambuco de até 11,8 mm em relação à média histórica.

Palavras-chave: Climatologia, El Niño, séries temporais.

ALTERATIONS OF THE RAINFALL IN SOME COUNTIES OF PERNAMBUCO STATE

ABSTRACT

It was utilized rainfall data referring to the 1961-2000 period of the cities of Cabrobó, Garanhuns and Triunfo, they are located in the Pernambuco State, with the objective to evaluated the temporal variation of this meteorological element in this period. In this way the data of rainfall it were distributed in ten years series, correspondent to the 1961-70, 1971-80, 1981-90 and 1991-00 periods, being analyzed the variations of this element, utilizing the normalized devotions and the method of least squares to evaluated the rainfall tendencies. It was verified a reduction of the rainfall in the last decade, principally, with the minimum value of 67,0 mm in Cabrobó, this fact is associated to the El-Niño phenomenon occurred in 1993 and 1997/1998. Finally, the conclusion is that the period of 1961-2000 there was a decrease of the rainfall in the Pernambuco State nearby 11,8 mm in regards to historical average.

Key words: Climatology, El-Niño, temporal series.

Trabalho recebido em 22/08/2005 e aceito para publicação em 6/12/2005

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola/CCT/UFCG e-mail: vandalira@yahoo.com.br

² Mestre em Engenharia Agrícola/CCT/UFCG e-mail: magnolia.pb@bol.com.br

³ Prof. Dr. DCA/CCT/UFCG e-mail: renilson@dca.ufcg.edu.br

⁴ Mestre em Meteorologia/DEHM/SECTMA/PE

1. INTRODUÇÃO

A precipitação caracteriza-se como o retorno ao solo, do vapor d'água que se condensou, e se transformou em gotas de dimensões suficientes para quebrar a força da gravidade, e cair. Essa água em trânsito entre nuvem e solo, chamada chuva, tem aparentemente regular seu aspecto quantitativo para cada local no globo, mas sua distribuição, durante o ciclo anual é irregular (Ometto, 1981).

A homogeneidade térmica no tempo e no espaço contrasta violentamente com a notável heterogeneidade espacial e temporal do regime pluviométrico, pela má distribuição espacial da altura anual e extrema irregularidade dos valores quantitativos dos totais mensais, sazonais e anuais.

Nimer (1979), comparando os agrupamentos de máximos percentuais de contribuição pluviométrica de meses consecutivos com os totais anuais das Zonas da Mata, Agreste e Sertão do estado de Pernambuco, verificou uma enorme desvantagem do regime de precipitação do sertão semi-árido: além do sertão possuir totais anuais muito inferiores aos da Zona da Mata, seu regime anual é muito mais concentrado em poucos meses. Na Zona da Mata litorânea, embora haja um decréscimo acentuado de precipitação durante cerca de 5 a 6 meses, existem

chuvas em quantidades acima das necessidades, durante cerca de 8 a 11 meses. Ao contrário, no sertão o balanço hídrico demonstra um déficit biológico de água durante 6 a 12 meses.

Diferentes regimes de chuvas são identificados na região Nordeste. No norte da região, a estação chuvosa principal se observa no período de março a maio, enquanto no sul e sudeste as chuvas ocorrem principalmente durante o período de dezembro a fevereiro, e no leste a estação chuvosa é de maio a julho. A principal estação chuvosa do NE, incluindo o norte e leste da região, que explica 60% da chuva anual, vai de abril a julho e a estação seca, para a maior parte da região, ocorre de setembro a dezembro (Rao et al., 1993).

Conforme Landsberg (1981) existe uma probabilidade crescente de precipitação nas cidades em que há uma conseqüência natural do aumento da poluição térmica, da poluição atmosférica, da turbulência e da convecção térmica.

Encontra-se sobre a região Nordeste uma alta variedade climática, levando-se em conta o regime de chuvas, podendo-se verificar desde o clima semi-árido no interior da região, com precipitação acumulada inferior a 500 mm ano⁻¹, até o clima chuvoso, observado principalmente na costa leste, com

precipitação acumulada anual superior a 1500 mm (Kousky & Chu, 1978).

O presente trabalho tem como objetivo verificar as alterações da precipitação em Cabrobó, Garanhuns e Triunfo, localizados no Estado de Pernambuco, no período compreendido entre 1961 e 2000.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo deste trabalho abrange os municípios de Cabrobó (8°30' S; 39°19' W ; 350 m), microrregião de Petrolina; Garanhuns (8°53' S; 36°29' W ; 866 m), microrregião de Garanhuns e Triunfo (7°50' S; 38°07' W ; 1010 m), microrregião do Pajeú, referente a uma série total de dados mensais de precipitação compreendida entre 1961 e 2000.

Os dados utilizados foram obtidos de uma série representativa, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A outra parte complementar dos dados foram obtidos junto a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Para a avaliação das tendências da precipitação e suas respectivas retas de regressão, foi utilizado o desvio normalizado e o método dos mínimos quadrados.

Utilizou-se a seguinte relação para determinar o desvio normalizado, conforme Moura *et al.* (1998):

$$DN = \left(\frac{X - \bar{X}}{\sigma} \right) E \quad (1)$$

em que X é o valor observado anual do elemento meteorológico (precipitação); \bar{X} a média do elemento meteorológico referente à série de 40 anos (precipitação); σ o desvio padrão da série temporal (precipitação); e E o erro calculado por meio da seguinte relação:

$$E = \frac{\sigma}{X} \quad (2)$$

A partir deste erro (E) determina-se quando o ano é considerado normal ($y = \pm E$); acima da média ($y > E$); muito acima da média ($y > 2E$); abaixo da média ($y < E$) e muito abaixo da média ($y < 2E$).

Para o método dos mínimos quadrados foi definido um critério da “melhor reta de ajustamento” e da “melhor parábola de ajustamento”, visando melhor adaptar o conjunto de dados.

A reta de mínimo quadrado que se ajusta ao conjunto de pontos (X_1, Y_1) , $(X_2, Y_2), \dots, (X_N, Y_N)$ será representada pela seguinte equação (Spiegel, 1961):

$$Y = a_0 + a_1 X \quad (3)$$

em que, as constantes a_0 e a_1 são determinadas mediante a resolução simultânea do sistema de equações:

$$\sum Y = a_0 N + a_1 \sum X \quad (4)$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 \quad (5)$$

que são denominadas equações da reta de mínimo quadrado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observa-se que os meses de janeiro, fevereiro, março e abril são os mais chuvosos, representando mais de 60% do total anual das chuvas dessa região. Destaca-se o mês de março, o qual apresentou os maiores totais de chuva no mês, ressaltando o período de 1981-1990, com 191,3 mm. Nessa figura, nota-se que os meses de novembro e dezembro contribuem positivamente no total anual das chuvas de Cabrobó, sendo considerados os meses que precedem à estação chuvosa dessa área, onde as frentes frias são os principais sistemas responsáveis pelas chuvas nesse período, principalmente na microrregião de Petrolina. Os meses de agosto, setembro e outubro são os menos chuvosos.

A média anual das chuvas é relativamente baixa, atingindo 539,6 mm, tendo em vista um erro calculado em torno de $\pm 40\%$. A Figura 2 evidencia a grande variabilidade anual, mostrando ciclos com

fases positivas e negativas de aproximadamente cinco anos até a década de 1980, e um ligeiro aumento da precipitação em torno $\pm 0,05\%$, que corresponde a um aumento de 0,2 mm, no período de 1961-2000, não evidenciando um aumento ou diminuição significativa da precipitação.

Os anos de 1967, 1988 e 1989 foram classificados como anos chuvosos, pois apresentaram desvios positivos acima de 60%, e os anos de 1974 e 1985 ficaram dentro da categoria de um ano extremamente chuvoso com desvios de +81% e +136%, respectivamente, com valores reais de 976,8 mm e 1274,5 mm.

De acordo com Moura (1998) no ano de 1985 houve chuvas acima da média histórica, devido o evento Anti-El Niño e ao aquecimento acima do normal da temperatura da superfície do mar, fazendo com que os sistemas responsáveis pelas chuvas atuassem de forma significativa.

Os anos classificados secos ficaram com desvios abaixo de -40% (1961, 1982, 1983, 1993 e 1998). Já os anos que oscilaram até 40%, foram considerados normais e acima da média; e os que oscilaram até menos de 40% foram normais e abaixo da média climatológica.

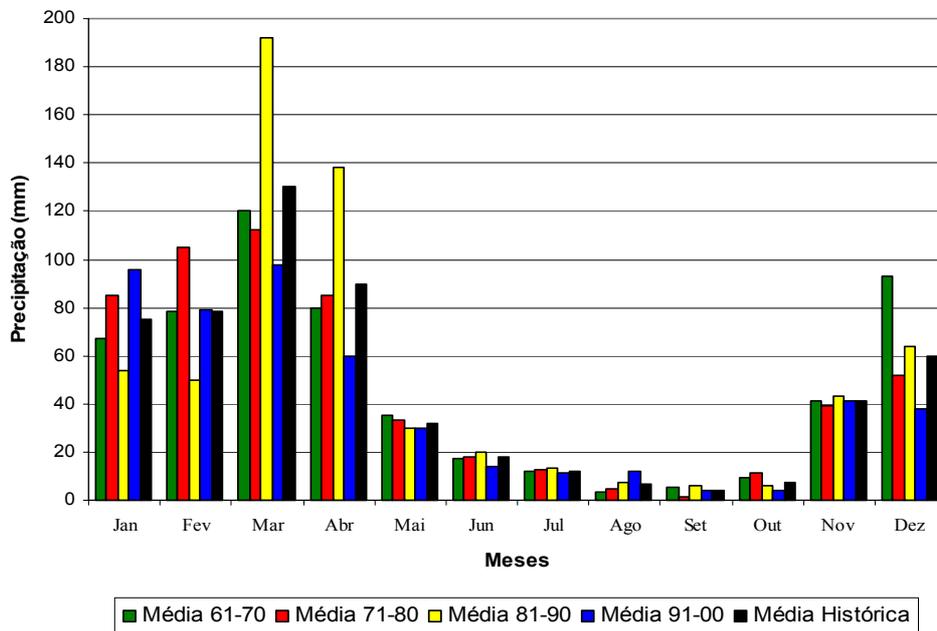


Figura 1. Médias mensais da precipitação nos períodos de 1961-1970; 1971-1980; 1981-1990 e 1991- 2000 no município de Cabrobó-PE.

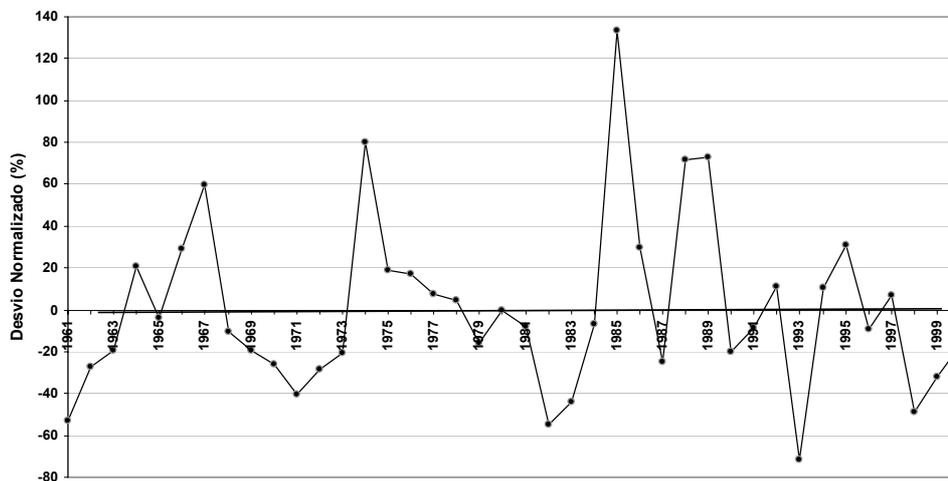


Figura 2. Desvio normalizado da precipitação anual para o município de Cabrobó-PE (Média: 539,6 mm; DP: 221,10; Erro: \pm 40%).

Na Figura 3 podemos observar que o quadrimestre mais chuvoso em Garanhuns ocorre nos meses de abril a julho, com o maior valor médio de 10 anos observado no mês de julho (157,2 mm) no período de 1981-1990, sendo a influência da Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT) e as Ondas de Leste um dos principais responsáveis pela precipitação no Agreste de Pernambuco.

Nos meses menos chuvosos, outubro, novembro e dezembro, a menor média é observada no mês de outubro, no período de 1981-1990, quando se alcançaram 9,3 mm.

Nota-se que as chuvas são bastante irregulares no tempo e com grande variabilidade temporal. Verifica-se também, que o mês de julho apresenta a maior média histórica com 130,9 mm e que contribui significativamente na precipitação anual de Garanhuns. No período 1991-2000, há uma redução considerável da precipitação em praticamente todos os meses, exceto em maio, junho e agosto, os quais apresentaram valores próximos ou acima da média.

A média da precipitação anual para Garanhuns é em torno de 794 mm, em que o erro calculado é de aproximadamente $\pm 24\%$.

A Figura 4 mostra a variabilidade interanual e intra-sazonal, na qual observa-se que nos anos de 1964, 1966, 1974, 1975, 1978, 1984, 1986, 1989 e 1994 apresentaram desvios acima de 25%, sendo considerados anos chuvosos. Já 1970, 1983, 1990, 1992 e 1999 apresentaram desvios abaixo de -24%, sendo classificados como anos secos, com destaque para 1993 e 1998 com desvios negativos de -48% e -45%, os quais podem ser considerados como extremamente secos.

Segundo Souza (1999), isto se verificou devido à presença de dipolo desfavorável ocasionando uma seca severa em todo o setor do Nordeste em 1993. Aragão (1998) comenta que as chuvas foram reduzidas em torno de -70% em 1998, no estado de Pernambuco, causando grandes problemas de abastecimento humano e animal. Isto se deveu ao fato do fenômeno El Niño ter se iniciado em 1997, intensificando-se em 1998, e sendo considerado um dos episódios mais intensos do último século. Pela linha de tendência, verifica-se ainda que houve uma redução das chuvas nos últimos 40 anos de 0,59%, equivalente a 4.8 mm no intervalo de 1961-2000.

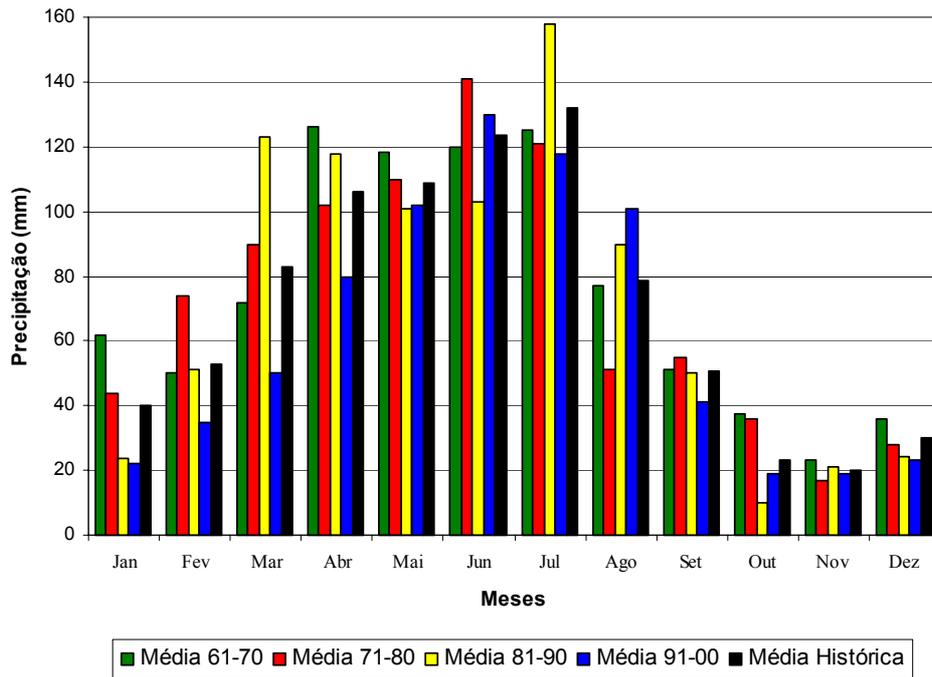


Figura 3. Médias mensais da precipitação nos períodos de 1961-1970; 1971-1980; 1981-1990 e 1991- 2000 no município de Garanhuns-PE.

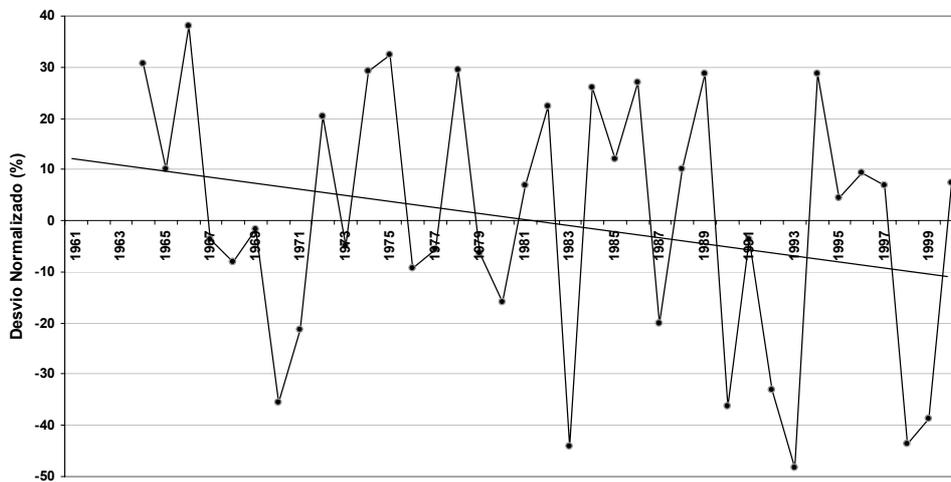


Figura 4. Desvio normalizado da precipitação anual para o município de Garanhuns-PE (Média: 794,05 mm; DP: 194,02; Erro: $\pm 24,4\%$).

Como mostra a Figura 5, os meses mais chuvosos são: fevereiro, março, abril e maio sendo o posicionamento da ZCIT o principal sistema responsável pelas chuvas neste município. Já os meses menos chuvosos são: setembro, outubro e novembro.

Verifica-se que a década de 1971-1980 apresentou os maiores registros em praticamente todos os meses, sendo o mês de março, nos períodos de 1961-1970, 1971-1980 e 1981-1990, aquele que apresentou valores superiores a 200 mm. No mês de abril de 1971-1980 e 1981-1990 também se registraram valores superiores a 200 mm, ultrapassando a média climatológica.

Na Figura 5, verifica-se que a década de 1991-2000 apresentou valores abaixo da média histórica em praticamente todos os meses, principalmente no período considerado chuvoso, com desvios negativos de 80% abaixo da média.

A Figura 6 mostra que houve uma redução da precipitação em torno de -0,78% (equivalente a uma diminuição de 11,8 mm) ao longo desses últimos 40 anos.

Observam-se 14 anos com valores em torno e acima da média e 10 anos com valores em torno ou abaixo da média, anos estes considerados dentro da categoria de normal com um erro de $\pm 35\%$.

Os anos de 1967, 1975, 1986 e 1989 foram considerados anos chuvosos com desvios acima de 35%, com destaque para os anos de 1974 e 1985, considerados extremamente chuvosos e com desvios de aproximadamente 66% e 82%, respectivamente. Já 1970, 1983, 1990, 1993 e 1995 apresentaram desvios menores que -35% sendo considerados anos secos, com destaque para 1992 e 1998, anos estes considerados extremamente secos com desvios negativos de -74% e -61%, respectivamente. Na Figura 6, verifica-se grande variabilidade temporal, na década de 1991 a 2000, quando foram observados desvios negativos em praticamente todos os anos, sendo o período de 1990 a 1995, aquele considerado como o mais longo evento nos últimos 50 anos do episódio El Niño/Oscilação Sul, comparável apenas com o episódio de 1911-1915, Halpert *et al.* (1996). Já na década de 1961 a 1970 foram observados desvios positivos em quase todos os anos.

4. CONCLUSÕES

1- Constatou-se uma diminuição da precipitação média anual na última década (1991-2000) em todas as estações estudadas, com o mínimo de 67,0 mm em Cabrobó.

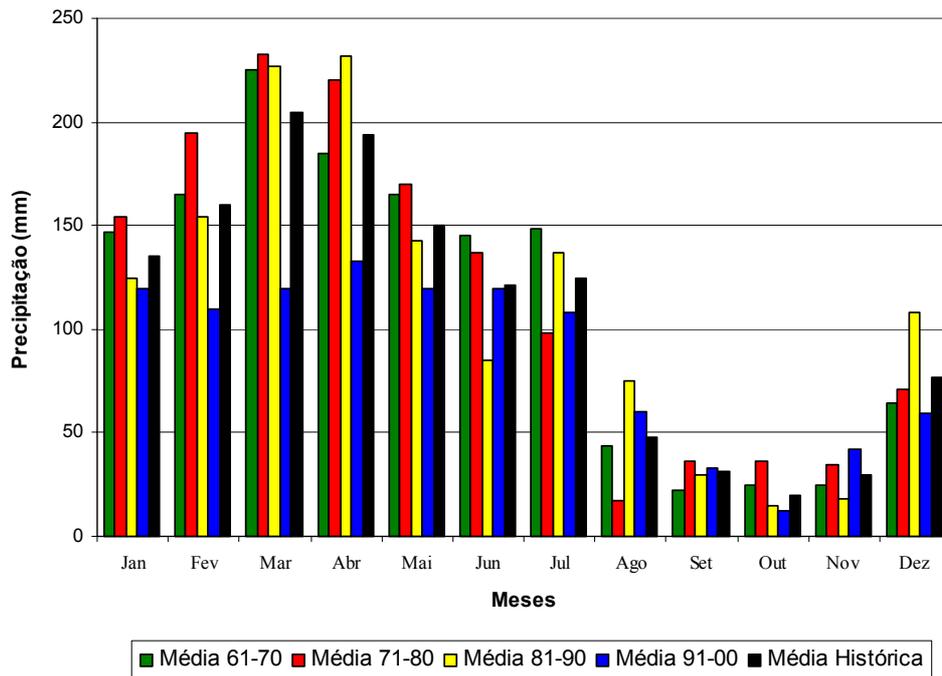


Figura 5. Médias mensais da precipitação nos períodos de 1961-1970; 1971-1980; 1981-1990 e 1991- 2000 no município de Triunfo-PE.

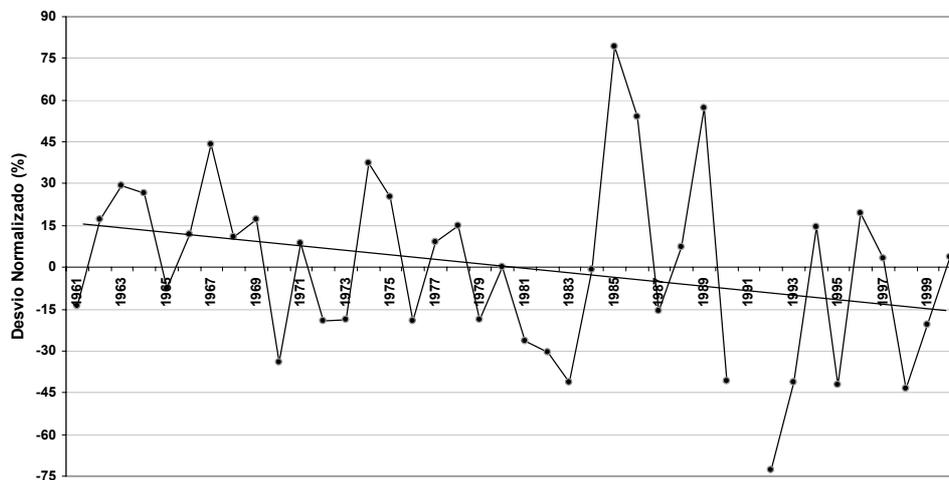


Figura 6. Desvio normalizado da precipitação anual para o município de Triunfo-PE (Média: 1232,8 mm; DP: 426,032; Erro: $\pm 35\%$).

2- Os meses que mais contribuíram para a diminuição da precipitação na última década (1991-2000) foram março, abril e dezembro em Cabrobó; fevereiro, março e abril em Garanhuns e fevereiro, março, abril e maio em Triunfo.

3- No contexto geral, conclui-se que no período 1961-2000 houve diminuição da precipitação de até 11,8 mm, em relação à média histórica no Estado de Pernambuco, e que a mesma é influenciada por fenômenos atmosféricos e oceânicos, podendo ainda ter a influência da urbanização, degradação do meio ambiente, industrialização e outros fatores que possam causar alterações também em outros elementos meteorológicos.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, J.O.R.; LACERDA, F.F.; MOURA, G.B.A.; SOUZA, I.A.; RODRIGUES, R.S. Boletim de Informações Climáticas, **INFOCLIMA**, ano 4, n. 02, 1998.
- HALPERT, M.S.; BELL, G.D.; KOUSKY, V.E. and ROPELEWSKI, C. Climate assessment for 1995. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 77, n. 5, 1996.
- KOUSKY, V.E.; CHU, P.S. Fluctuations in annual rainfall for Northeast Brazil. **Journal of Meteorological Society of Japan**, v. 56, p.457-465, 1978.
- LANDSBERG, H.E. **The urban climate**. Academic Press, 1981, 285p.
- MOURA, G.B.A.; SOUZA, I.A.; ARAGÃO, J.O.R.; PASSAVANTE, J.Z.O.; LACERDA, F.F.; RODRIGUES, R.S.; FERREIRA, M.A.F. & LACERDA, F.R. Estudo preliminar da variabilidade pluviométrica do setor leste do Nordeste do Brasil: parte I. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1998, Brasília-DF, **Anais...** CD ROM.
- NIMER, E. **Pluviometria e Recursos Hídricos dos Estados de Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979, 120p.
- OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981, 440p.
- RAO, V.B.; LIMA, M.; FRANCHITO, S.H. Seasonal and Interannual Variations of Rainfall over Eastern Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 6, p.1754-1763, 1993.
- SOUZA, I.A.; LACERDA, F.F.; ARAGÃO, J.O.R.; MOURA, G.B.A.; FERREIRA, M.A.F.; FERREIRA, F.F.; SILVA, C.V. Influência do El Niño no comportamento pluviométrico do estado de Pernambuco durante o ano de 1998, In: XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e II Reunião Climática Latino-Americana de Agrometeorologia, 1999, Florianópolis-SC. **Anais...** CD ROM
- SPIEGEL, M.R. **Estatística**. Rio de Janeiro-RJ, Sedegra Sociedade Editora e Gráfica LTDA, 1961, 580p.