

ANÁLISE DA VARIABILIDADE INTERANUAL DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO PARA O ESTADO DA PARAÍBA

João Felipe da Silva Guedes¹; Sebastiana Angelita Lima da Silva²; Vanessa Maria Dantas Pedrosa²; Valéria Peixoto Borges³; Robson de Sousa Nascimento⁴

¹Universidade Federal da Paraíba – Graduando em Agronomia. E-mail: jfelipeguedes@hotmail.com;

²Universidade Federal da Paraíba – Graduanda em Agronomia. E-mail: angelita.angel4@gmail.com;

vanessapedrosa.md@gmail.com; ³Universidade Federal da Paraíba – Professora Adjunto do CCA/DSER. E-

mail; valpborges@gmail.com; ⁴Universidade Federal da Paraíba – Orientador, Professor Adjunto do

CCA/DSER nascimento.professor@gmail.com

RESUMO: Segundo dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas há um aumento da temperatura terrestre, diminuindo o regime de chuvas, reduzindo a disponibilidade de água e afetando diretamente o seu balanço, desregulando os níveis de armazenamento de água e em consequência a manutenção da agricultura, diante disso é necessário que tenha um monitoramento e controle dessa perda de água do solo para a atmosfera, por meio da estimativa do balanço hídrico, contabilizando a quantidade de água no solo, onde reflete na formação da variabilidade do armazenamento de água. Esse trabalho tem por objetivo avaliar a variabilidade interanual do armazenamento de água no solo referente aos municípios de João Pessoa, Monteiro, Patos, Campina Grande e ao distrito de São Gonçalo (pertencente ao município de Sousa) entre os anos de 1961 e 1990, como tendências e fatores que influenciam no aumento e diminuição desse armazenamento. Foram analisados dados de armazenamento de água das cidades, utilizando dados como temperatura média mensal e níveis de precipitação para o cálculo do armazenamento distribuído em gráficos num período de 30 anos de análise de variabilidade e influenciada devido as variáveis de temperatura, incidência de fenômenos meteorológicos naturais e níveis de precipitação, onde, por fim, atingiu os níveis finais de armazenamento, possibilitando a observação de picos elevados e baixos de armazenamento em determinados anos. Observou-se, também, a diminuição considerável da quantidade de água armazenada com o passar de anos em avaliação, podendo este fato ser explicado pelo aumento de fenômenos como mudanças climáticas.

Palavras-chave: Balanço hídrico, armazenamento de água, tendência.

INTRODUÇÃO

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresentou em seus relatórios que, devido às mudanças climáticas, haveria um aumento na temperatura média da Terra e uma redução no regime de chuvas, principalmente nas regiões áridas e semiáridas (IPCC, 2001; 2007). Como chuva é um fator principal que atua na dinâmica do ciclo hidrológico, as regiões áridas e semiáridas são dependentes dela para a manutenção da fauna, flora e, principalmente, agricultura. Porém, as mudanças climáticas não têm apenas alterado a magnitude das chuvas, mas também sua distribuição sazonal (FENG et al., 2013) e sua variabilidade interanual (FATICHI et al., 2012), afetando, desse modo, a disponibilidade

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

hídrica e causando impactos diretos na agricultura e vegetação (CANNONE et al., 2007; PIAO et al., 2010).

Uma maneira de monitorar a disponibilidade hídrica de um determinado local é por meio do Balanço Hídrico (BH), que, de acordo com Sedyama (1996), é a contabilização de água no solo baseado no princípio de conservação de massa em um volume de solo vegetado ou não, ou seja, é a contabilização da entrada e saída de água no solo.

O balanço hídrico idealizado por Thornthwaite e Mather (1957) considera que o solo oferece certa resistência às perdas de água para a atmosfera, e que esta aumenta com a redução da água armazenada no solo. Este método leva em conta que, quando ocorre, no período considerado, um saldo positivo entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, este é incorporado ao solo, reabastecendo-o e quando o solo atinge sua capacidade de armazenamento pleno, esse saldo passa a ser considerado excesso (escoamento e drenagem profunda). Por sua vez, o balanço de água tem como variáveis básicas de entrada, a precipitação e a evapotranspiração potencial, e como variáveis derivadas (saída) o armazenamento de água no solo, a variação do armazenamento de água do solo, negativo acumulado, a evapotranspiração real, o excesso e a deficiência hídrica.

A variação de água é calculada num volume de armazenamento (ΔARM) durante um intervalo de tempo e, com esse cálculo, podem-se estimar a umidade do solo e a deficiência ou excedente hídrico. Desse modo, o balanço hídrico climatológico é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo.

O BH tem sido aplicado em diferentes situações, como por exemplo para avaliar o desempenho dos diferentes componentes do BH por diferentes métodos de interpolação (Castro et al., 2010), para zoneamento de risco climático (Pezzopane et al., 2010) e classificação climática (Silva et al., 2014).

O objetivo do presente trabalho é analisar a variabilidade interanual da quantidade de água armazenada no solo por meio do BH e possíveis tendências de aumento/diminuição no período de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo do presente trabalho compreende cinco cidades do estado da Paraíba, como mostra a Figura 1.

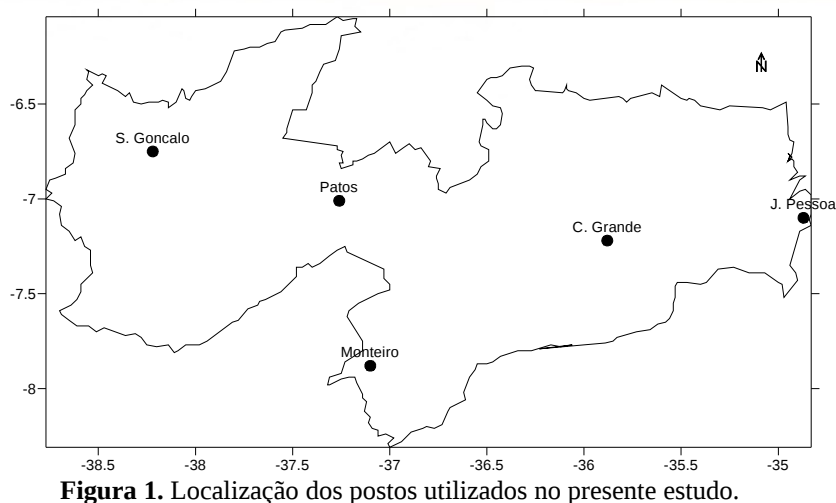


Figura 1. Localização dos postos utilizados no presente estudo.

O BH foi calculado utilizando a planilha elaborada por Rolim et al. (1998), utilizando a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955) para uma Capacidade de Água Disponível (CAD) no solo de 100 mm, determinando o total anual de armazenamento (ARM) de água no solo para o período de 1960 à 1990. Os dados de precipitação e temperatura, como entrada para o cálculo do BH, foram obtidos do Banco de Dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

As possíveis tendências no ARM serão identificadas por meio de uma regressão linear simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição interanual do ARM para o distrito de São Gonçalo no período de estudo é apresentada pela **Figura 2**, de modo que se observa uma grande variabilidade ao longo dos anos, bem como uma grande amplitude entre os valores máximo e mínimo do ARM, pois alcançaram valor acima de 600 mm/ano em 1970, e nível baixíssimo de menos de 100 mm/ano no ano de 1981.

O aumento considerável do nível de ARM em 1970 se dá devido a moderada incidência do fenômeno La Niña, trazendo frentes frias para o região Nordeste, com ocorrência boa de chuvas, aumentando da precipitação e o ARM de água no solo, onde mesmo o distrito pertencente ao sertão paraibano com clima semiárido conseguiu apresentar seu maior nível.

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

Porém é possível observar baixos índices nos anos anteriores e posteriores devido a diminuição das chuvas e a incidência de seca nessas regiões foram maiores devido ao El Niño. Em função do clima semiárido, característico de altas temperaturas, em alguma épocas houve maior evaporação da água e baixa pluviosidade, afetando diretamente os níveis de armazenamento, como visto no ano de 1981, representando os mais baixo índice no nível de ARM dos 30 anos de coleta e ocorrência forte do fenômeno El Niño. Observa-se, também, por meio da Figura 2, que a linha de tendência ao longo da série indica que houve uma redução no ARM ao longo dos anos.

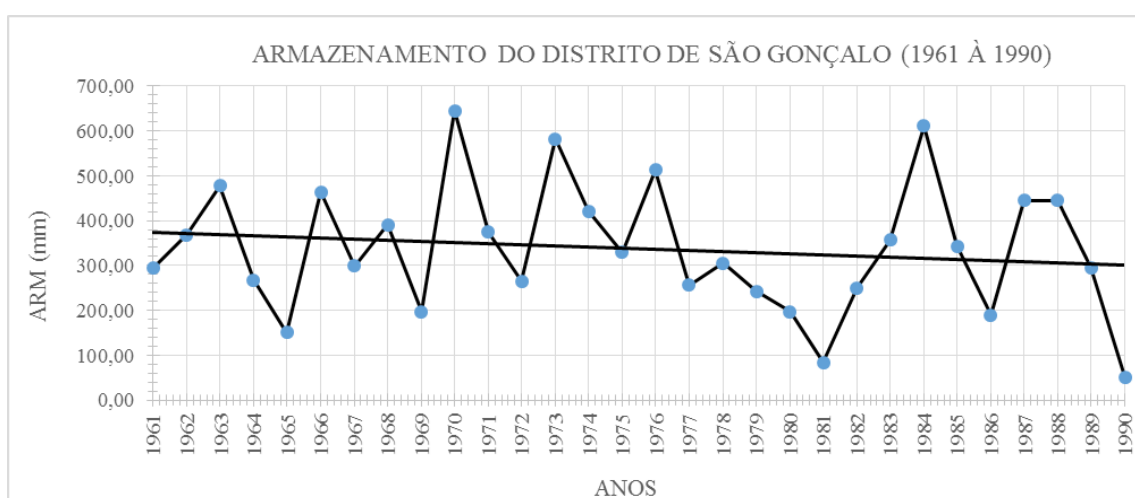


Figura 2. Armazenamento de Água (ARM) no solo para o distrito de São Gonçalo, Sousa-PB, para o período de 1961 a 1990.

O comportamento anual do ARM para a cidade de Patos para o período de estudo é apresentado pela **Figura 3**, onde se observa que houve poucos picos de elevação de armazenamento, no qual o valor máximo ultrapassa 500 mm/ano em 1985, com incidência maior de baixos níveis durante os anos, podendo ser observado no ano de 1990 o mais baixo nível de armazenamento, 0 mm. Por meio da linha de tendência observa-se que houve uma redução no ARM ao longo dos anos.

Pelo fato da cidade de Patos apresentar um clima semiárido menos variável característico de altas temperaturas, observa-se índices baixos de armazenamento, com uma média de 232,64 mm de ARM nos anos estudados e possíveis temperaturas elevadas comparadas as outras cidades, havendo então baixo balanço hídrico e máxima evaporação da água.

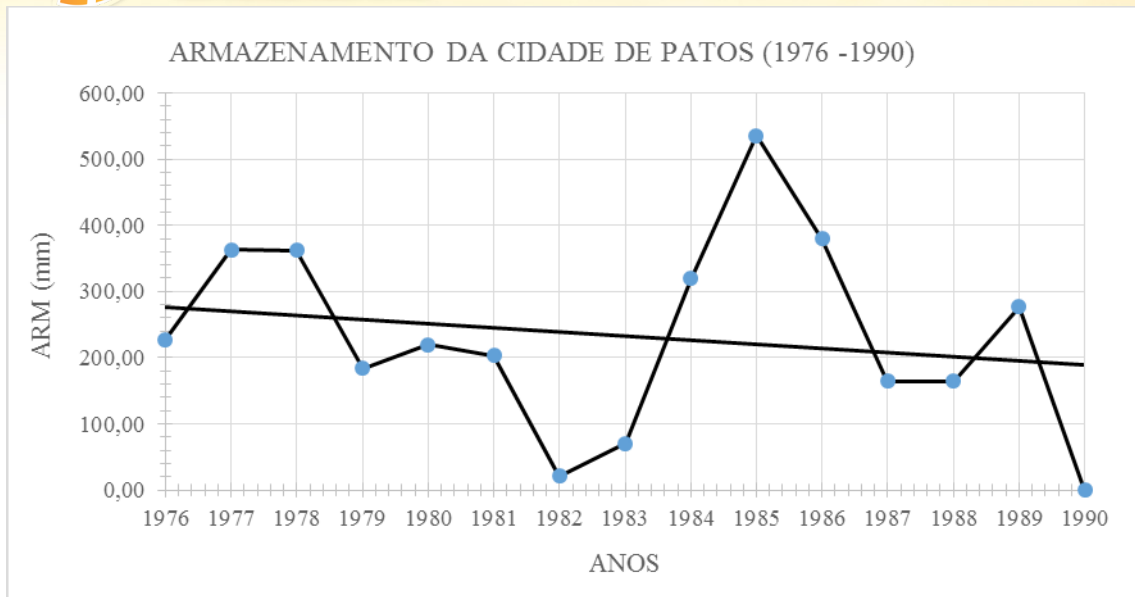


Figura 3. Armazenamento de Água (ARM) no solo para a cidade de Patos durante o período de 1961 a 1990.

Pelo fato da cidade de Patos apresentar um clima semiárido, observa-se índices baixos de armazenamento, com uma média de 232,64 mm de ARM nos anos estudados e temperaturas elevadas comparadas as outras cidades, ocorrendo baixa pluviosidade e máxima evaporação da água.

Mas é no ano de 1985 que é possível identificar o índice mais elevado. Nesse ano ocorreu uma La Niña, o que proporciona uma aumento na precipitação, consequentemente produziu um aumento no armazenamento de água. Porém, no ano de 1990 o ARM atingiu seu menor valor, principalmente em decorrência de um El Niño forte, resultando em uma seca drástica apresentando um índice de 0 mm, sem nenhum tipo de armazenamento de água.

A **Figura 4** apresenta o ARM para a cidade de Campina Grande, e se observa que ela apresenta grande variabilidade no armazenamento de água durante os 27 anos de coleta (1963 a 1990), com elevados valores de armazenamento, onde o valor máximo fica acima de 700 mm/ano no ano de 1966 e o mínimo um pouco abaixo dos 200 mm/ano no ano de 1990. Também se observa, por meio da linha de tendência, uma redução no ARM para Campina Grande durante os anos.

Em 1966 é possível notar elevado nível de armazenamento devido a moderada incidência do fenômeno La Niña, mas por apresentar clima tropical semiúmido com temperaturas moderadas a chance de ocorrência de chuvas e temperaturas amenas/baixa é maior, possibilitando que o mesmo apresente grande condições de chuva e armazenamento alto, com mais épocas frias do que quentes.

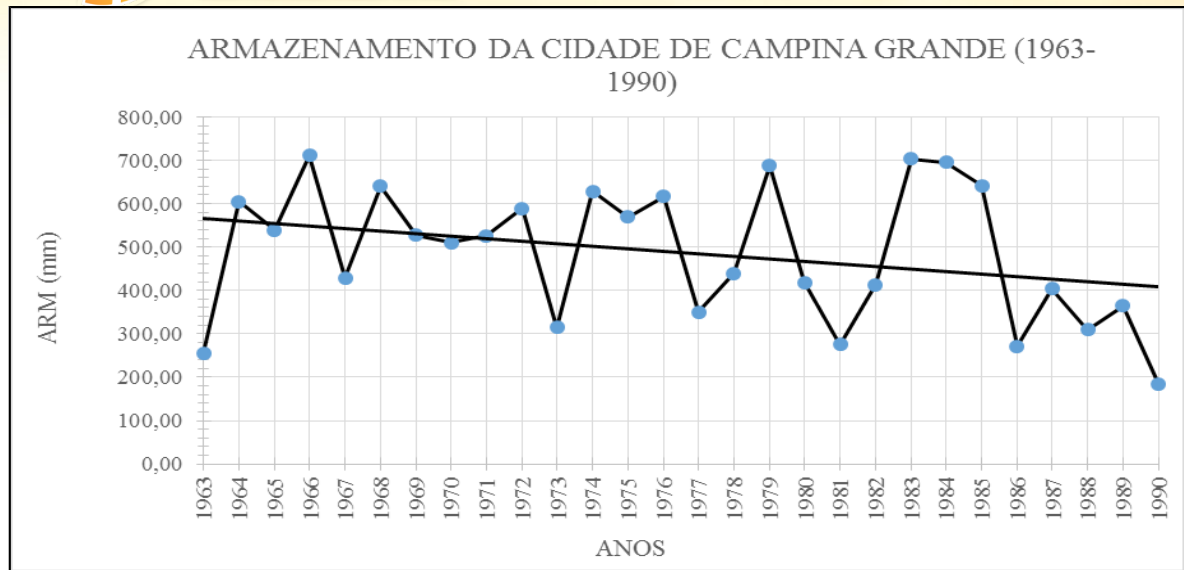


Figura 4. Armazenamento de Água (ARM) no solo para Campina Grande durante o período de 1961 a 1990.

Com o passar dos anos e aumento de efeitos que alteram e aumentam a temperatura da Terra em 1990 houve incidência forte de ambos os fenômenos, mas diante disso, e da variabilidade do clima em relação a temperatura da região, com o aumento das temperaturas, e principalmente as épocas de seca no planeta em questão de baixa variabilidade desses fenômenos, a vinda das massas quentes, mais forte, do El Niño, conseguiram ofuscar os índices de possíveis chuvas tragas por La Niña, com épocas mais quentes, onde Campina Grande apresentou seu índice mais baixo de armazenamento. Isso pode ser claramente observado por meio da linha de tendência apresentada, onde mostra o decréscimo desse armazenamento no decorrer dos anos com possibilidade de continuar diminuindo.

A variabilidade no ARM para a cidade de Monteiro durante o período de 1963 a 1986 é apresentada na **Figura 5**. A cidade de Monteiro foi a que mais apresentou variabilidade no armazenamento de água durante o período de observação, em que o valor máximo não atingiu 450 mm, como no ano de 1964, e valores abaixo de 50 mm foi notório em alguns anos, atingindo o nível de 0 mm/ano em 1979. Observou-se, ainda, pela linha de tendência uma redução no ARM ao longo dos anos. Onde Monteiro apresenta características parecidas com as de Patos, principalmente em relação ao clima, com baixa variabilidade da temperatura, onde, na maioria das vezes a mesma pode atingir picos de variação grande.

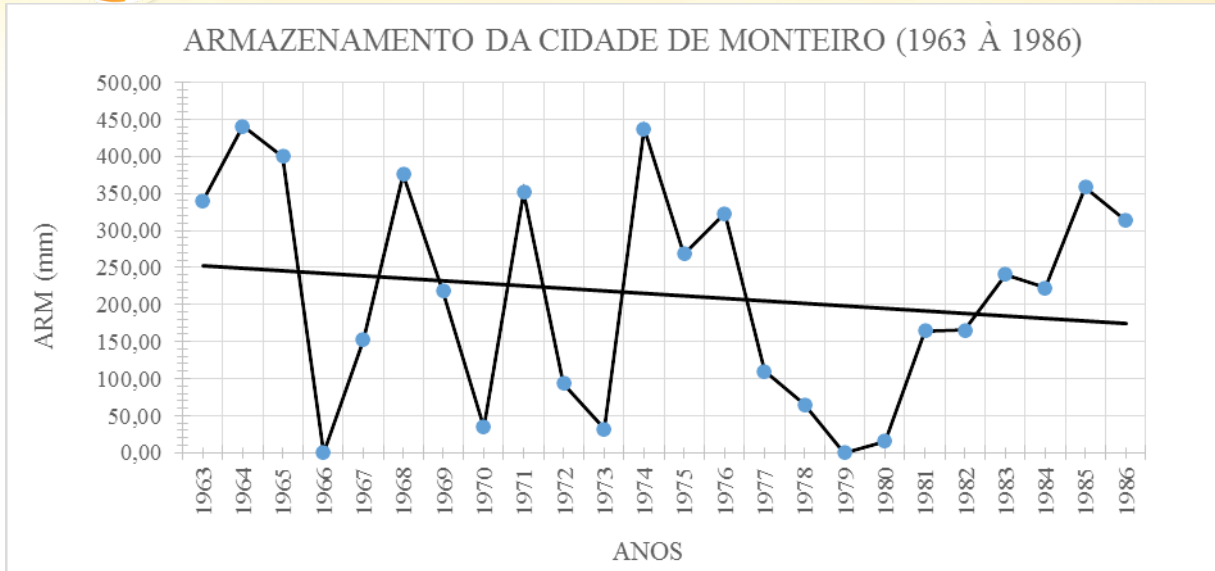


Figura 5. Armazenamento de Água (ARM) no solo para Monteiro durante o período de 1961 a 1990.

No ano de 1964, a cidade de Monteiro apresentou índice mais elevado de armazenamento, em alguns períodos o fenômeno La Niña, com incidência moderada, se sobressaiu ao fenômeno El Niño, com incidência fraca, mas isso não deu tanta credibilidade ao ARM da cidade, tendo em vista que o máximo atingido por ela foi de, aproximadamente, 450 mm/ano, onde algumas outras cidades atingiram fácil índices maiores, com média aproximada de 700 mm/ano, mas comparando outros índices de Monteiro, o seu segundo maior apresentou cerca de 50 mm/ano de diferença do primeiro, dando a cidade maior variabilidade dos índices entre as outras analisadas. As possíveis temperaturas elevadas da região podem ter causado uma evaporação maior da água, afetando seu armazenamento.

Em 1979 apresentou seu menor índice, assim como a cidade de Patos, devido ao clima semiárido e o aumento sem controle das temperaturas intensificaram ainda mais os efeitos do El Niño dando a cidade índices ainda mais baixos, chegando a 0 mm/ano. Com a diminuição no regime de chuvas houve decréscimo da precipitação, balanço hídrico e em consequência apresentou variabilidade de armazenamento abaixo da média. Em geral, observa-se uma diminuição do conteúdo de água no solo em relação ao armazenamento.

A distribuição no ARM para a cidade de João Pessoa é apresentada na **Figura 6**, que ao contrário da cidade de Patos (Figura 3), apresenta elevados e numerosos picos de máximo armazenamento de água, com níveis que passam dos 800 mm/ano no ano de 1972 e com menor índice apresentando cerca de 300 mm/ano, em 1975, apenas três anos depois. Porém, a linha de tendência apresentou uma leve diminuição no ARM ao longo dos anos.

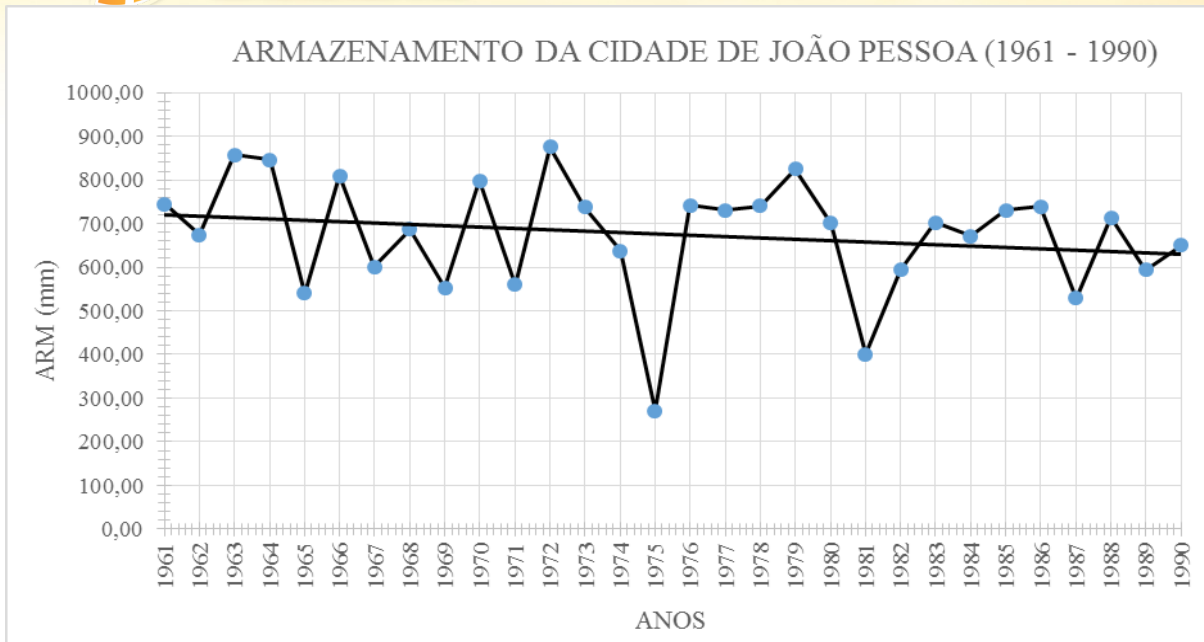


Figura 6. Armazenamento de Água (ARM) no solo para João Pessoa durante o período de 1961 a 1990

Essas variações no armazenamento de água nas cidades são devidas, principalmente, as mudanças climáticas no decorrer dos anos, onde o ARM está diretamente ligado à quantidade de chuva precipitada em um determinado ano, pois ela possui uma grande variabilidade espacial e temporal, podendo ser afetada por fenômenos oceânicos-atmosféricos como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) e o dipolo do Atlântico. Afetando, por sua vez, os níveis de armazenamento de água no solo.

Em 1972 é possível notar elevado nível de armazenamento na cidade de João Pessoa, isso se dá devido a forte incidência do fenômeno La Niña, trazendo frentes frias para o região Nordeste onde a diminuição das chuvas e incidência de seca nessas regiões foram menores apresentando seu pico máximo de precipitação e armazenamento de água.

Após 3 anos, em 1975, o cenário mudou totalmente havendo incidência maior e forte do fenômeno El Niño. Diante disso, João Pessoa apresentou seu índice mais baixo de armazenamento, atingindo menos de 300 mm/ano, mas ainda conseguindo ser melhor que as cidades do sertão, onde o fato de estar localizada no litoral do estado dá essa grande característica de aumentar ou diminuir consideravelmente sua temperatura. Algumas cidades apresentaram seu maior índice de armazenamento quase igual ao menor índice de João Pessoa. Segundo o BDMEP (2016), nesse período a temperatura máxima alcançou cerca de 26°C. Entre os anos de 1983 e 1990, João Pessoa apresentou índices mais elevados de armazenamento, em alguns períodos o fenômeno La Niña, com incidência forte/fraca, se sobressaiu, ao fenômeno El Niño, com incidência também forte/fraca tornando o

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

armazenamento alto e por apresentarem incidências iguais conseguiram manter um equilíbrio e boa relação nos índices.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a variabilidade de armazenamento de água nessas cidades estão diretamente ligadas a fenômenos naturais como o El Niño e La Niña. Como a armazenamento está diretamente ligado ao total de chuva precipitado, esses fenômenos proporcionam aumento/diminuição no total de chuvas, afetando desse modo a quantidade de água armazenada no solo. A linha de tendência traçada entre os anos nos mostra a diminuição do armazenamento de água no solo para todas as cidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANNONE, N.; SGORBATI, S.; GUGLIELMIN, M. Unexpected impacts of climate change on alpine vegetation. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, n. 7, p. 360-364, 2007.

CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; XAVIER, A. C. Avaliação do desempenho dos diferentes métodos de interpoladores para parâmetros do balanço hídrico climatológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.871–880, 2010.

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **El Niño e La Niña**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 07 out. 2016.

FATICHI, S.; IVANOV, V. Y.; CAPORALI, E. Investigating Interannual Variability of Precipitation at the Global Scale: Is There a Connection with Seasonality?. **Journal of Climate**, v. 25, p. 5512-5523, 2012.

FENG, X.; PORPORATO, A.; RODRIGUEZ-ITURBE. Changes in rainfall seasonality in the tropics. **Nature Climate Change**, v. 3, p. 811-815, 2013.

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br



INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 07 out. 2016.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. (2007). Climate Change – The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment Report of the IPCC. Cambridge University. Press, Cambridge.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. (2001). “Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. Cambridge University Press, Cambridge.

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 341-348, 2010.

PIAO, S.; CIAIS, P.; HUANG, Y.; SHEN, Z.; PENG, S.; LI, J.; ZHOU, L.; LIU, H.; MA, Y.; DING, Y.; FRIEDLINGSTEIN, P.; LIU, C.; TAN, K.; YU, Y.; ZHANG, T.; FANG, J. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. **Nature**, v. 467, p. 43-51, 2010.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SEDIYAMA, G. C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, n.1, p.1-12, 1996.

SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A.; KLAR, A. E. Classificação Climática de Thornthwaite e sua Aplicabilidade Agroclimatológica nos Diferentes Regimes de Precipitação em Pernambuco. **Irriga**, v. 19, n. 1, p. 46-60, 2014.

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br



THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and Water Balance.** Publications in Climatology, v.10, n.3. Drexel Institute of Technology, Centerton. 1955.

