

USO DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA AVALIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PERNAMBUCO

Bruna Veiga Ramos Campos¹; Alfredo Ribeiro Neto²

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil – CTG – UFPE; E-mail: guigobauer@gmail.com,

²Docente do Depto de Engenharia Civil – CTG – UFPE; E-mail: alfredoribeiro@ufpe.br

Sumário: Neste trabalho foram aplicados métodos de análise da variabilidade temporal de precipitação e vazão na bacia do rio Capibaribe em Pernambuco por meio dos testes não paramétricos de Mann-Kendall e de correlação de Spearman. O estudo foi realizado para as séries históricas de precipitação e vazão anuais médias, obtidas através da simulação do modelo hidrológico MODAHC, para os dados provenientes da base do Climate Research Unit (CRU) para o período de 1901 a 1932 (32 anos) e da Agência Nacional das Águas (ANA) para o período de 1933 a 2009 (77 anos). Os resultados obtidos indicam dois comportamentos distintos das séries a depender do período analisado. Para o período 1901 a 2009, houve casos de reservatórios que apresentaram mudança de tendência. Caso se considere o período 1933 a 2009, as séries de vazão não apresentam mudança. A provável razão para esse comportamento é o uso da precipitação da base do CRU, que se apresentou superestimada com relação à precipitação da ANA. Dessa forma, não é possível fazer afirmação sobre o comportamento das séries quanto à sua estacionariedade no período anterior a 1933. Para o período pós 1933, os testes não identificaram mudança de tendência da série de vazão na bacia do rio Capibaribe.

Palavras-chave: bacia do rio Capibaribe; testes estatísticos; variabilidade climática;

INTRODUÇÃO

O clima no semiárido tem como principal característica a alta variabilidade espacial e temporal. Esta variabilidade climática se manifesta em um padrão de variação sazonal, interanual e decadal. Os fatores de grande escala, associados à característica de alta variabilidade, resultam em vulnerabilidade ao ambiente semiárido sob o ponto de vista hídrico.

Nos últimos anos há uma grande preocupação em analisar as variabilidades climáticas que estão acontecendo no planeta, principalmente no que se refere a um possível aumento de eventos de precipitações intensas ou períodos de seca. O conhecimento da variação da precipitação durante o ano é o fator determinante para estimar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial.

O objetivo do projeto é aplicar métodos de análise da variabilidade temporal de precipitação e vazão na bacia do rio Capibaribe em Pernambuco. A análise da variabilidade climática pode auxiliar no entendimento dos fatores que influenciam a ocorrência de períodos de anomalia de precipitação e vazão abaixo da média histórica. A identificação dos fatores é uma etapa importante para a redução da vulnerabilidade da população e da economia nas regiões atingidas pelos eventos de seca.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de trabalho do projeto consiste na Unidade de Planejamento Hídrico UP2, que corresponde à bacia hidrográfica do rio Capibaribe, está localizada na porção norte-oriental do Estado de Pernambuco, entre 07° 41' 20" e 08° 19' 30" de latitude sul, e 34° 51' 00" e

36° 41' 58" de longitude oeste. A análise e simulações foram realizadas por área de drenagem dos principais reservatórios da bacia conforme mostrado na Figura 1.

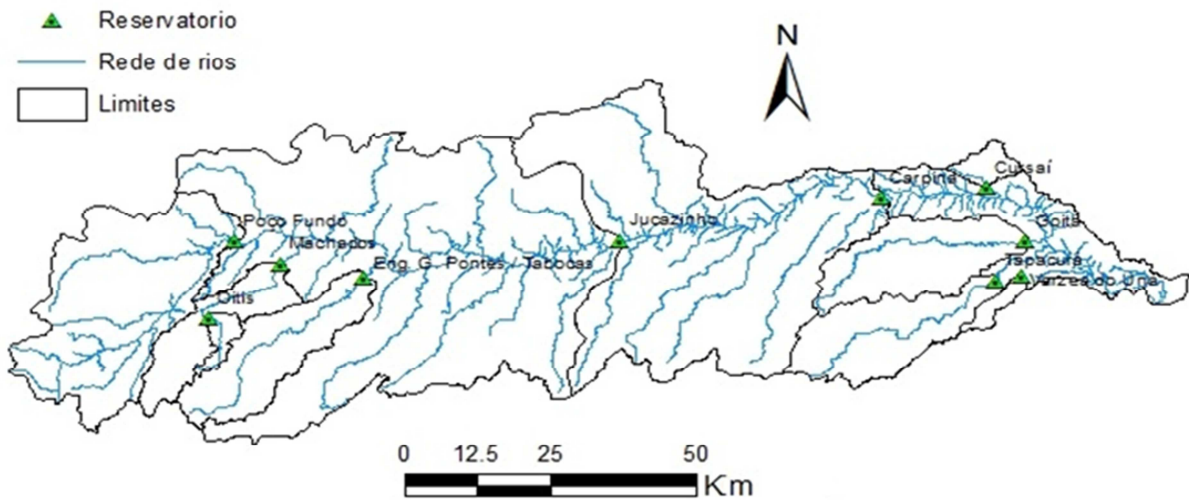


Figura 1 – Localização dos reservatórios e respectivas áreas de drenagem na bacia do rio Capibaribe.

Foram utilizados dados de chuva consistidos no âmbito do Projeto Proágua Semiárido (Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida). A série consistida possui passo de tempo mensal. Além dos postos do Projeto Atlas, utilizaram-se, também, estações operadas pelo Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE). Ao todo, a série estende-se de janeiro de 1933 a dezembro de 2009.

Com o objetivo de estender a série de dados de precipitação, utilizou-se a base do Climate Research Unit (CRU). Dentre os diversos dados CRU, foi utilizado no projeto o formato CRU TS (time series), que são conjuntos de dados mês a mês que descrevem variações no clima ao longo do século passado. Estas variações são calculadas em um GRID de baixa resolução, um sistema com 0,5° de latitude por 0,5 ° de longitude, cuja resolução significa a climatologia mensal para áreas terrestres globais, excluindo Antártica. Os dados de base utilizados pelo CRU para elaboração de sua grade de dados são as estações que reportam à base de dados da Organização Meteorológica Mundial (OMM), constituindo uma rede internacional de informações.

A transformação de chuva em vazão foi feita com o modelo MODHAC (Lanna, 1997). Trata-se de um modelo hidrológico chuva-vazão que simula o comportamento de uma bacia hidrográfica, composta ou não por sub-bacias, visando o apoio às atividades de Gestão e de Planejamento do uso dos Recursos Hídricos com vistas ao atendimento de Demandas Hídricas. O MODHAC foi calibrado em cinco estações fluviométricas da bacia por Ribeiro Neto et al. (2014). O conjunto de parâmetros calibrado foi utilizado para a simulação da vazão nas áreas de drenagem dos reservatórios.

Em seguida, foram aplicados os métodos de análise da variabilidade temporal de precipitação e vazão na bacia do rio Capibaribe em Pernambuco por meio dos testes não paramétricos de Mann-Kendall e de correlação de Spearman (Silva et al., 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as duas séries de precipitação, há um período em comum: 1933 a 2002. Dessa forma, foi possível realizar uma comparação das duas séries e avaliar se o CRU representa satisfatoriamente a chuva. Da análise dos dados, foi possível perceber que, na grande maioria das vezes, uma superestimação dos dados CRU, quando comparados com os dados ANA, principalmente nas épocas de chuva da região (abril/junho). Pode-se observar



também, que os reservatórios de Tapacurá, Goitá e Oitis são os que apresentam maiores variações entre as medições com dados ANA e CRU. Resultado semelhante foi verificado para as séries de vazão geradas pelo MODHAC.

Utilizando os dados de precipitação provenientes da base do *Climate Research Unit* (CRU) para o período de 1901 a 1932 (32 anos) e da Agência Nacional das Águas (ANA) para o período de 1933 a 2009 (77 anos), e fazendo uso do MODHAC, é possível obter novas séries de vazão e chuva para cada um dos 11 reservatórios que compõem a bacia do Rio Capibaribe, as quais poderão ser avaliadas pelos testes estatísticos de Mann-Kendall e Spearman, que possibilitarão uma melhor avaliação do caso em estudo. As séries foram utilizadas com valores anuais.

Após aplicação dos testes estatísticos, os resultados obtidos foram sintetizados na Tabela 1 para o período 1901 a 2009. Verificaram-se áreas de drenagem de reservatórios que apresentaram mudança de tendência como Oitis e Tapacurá. Complementarmente, aplicaram-se os testes para o período 1933 a 2009 para a vazão. Esse período corresponde à série de dados da ANA. Verifica-se que nenhum reservatório apresenta mudança de tendência (Tabela 2).

Tabela 1 – Resultados do teste de Mann-Kendall (1901-2009).

| Bacia | VAZÃO | | | CHUVA | | |
|-----------|--------------|-----------|-------|--------------|-----------|-------|
| | Independente | Tendência | ZMK | Independente | Tendência | ZMK |
| Carpina | SIM | NÃO | -0.98 | SIM | SIM | -2.29 |
| Cursai | SIM | NÃO | 0.12 | SIM | NÃO | -0.69 |
| Gercino | SIM | NÃO | 0.91 | SIM | NÃO | -0.95 |
| Goita | SIM | NÃO | -1.81 | SIM | SIM | -2.81 |
| Jucazinho | SIM | NÃO | -0.98 | SIM | SIM | -2.35 |
| Machado | SIM | NÃO | 1.87 | SIM | NÃO | -0.09 |
| Oitis | SIM | SIM | 3.18 | SIM | NÃO | 1.28 |
| Poço | SIM | NÃO | 0.86 | SIM | NÃO | -1.43 |
| SLM | SIM | NÃO | 1.05 | SIM | NÃO | 0.28 |
| Tapacurá | NÃO | - | -3.85 | NÃO | - | -4.31 |
| Várzea | SIM | NÃO | 0.42 | SIM | NÃO | -0.12 |

Tabela 2 – Resultados do teste de Mann-Kendall (1933-2009).

| Bacia | VAZÃO | | |
|-----------|--------------|-----------|-------|
| | Independente | Tendência | ZMK |
| Carpina | SIM | NÃO | -1.10 |
| Cursai | SIM | NÃO | 0.94 |
| Gercino | SIM | NÃO | -0.88 |
| Goita | SIM | NÃO | 0.19 |
| Jucazinho | SIM | NÃO | -1.48 |
| Machado | SIM | NÃO | -0.21 |
| Oitis | SIM | NÃO | -0.34 |
| Poço | SIM | NÃO | -0.83 |
| SLM | SIM | NÃO | 0.13 |
| Tapacurá | SIM | NÃO | -0.29 |
| Várzea | SIM | NÃO | 0.86 |

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam dois comportamentos distintos das séries a depender do período analisado. Para o período 1901 a 2009, houve casos de reservatórios que apresentaram mudança de tendência. Caso se considere o período 1933 a 2009, as séries de vazão não apresentam mudança. A provável razão para esse comportamento é o uso da precipitação da base do CRU. Em análise realizada, verificou-se que a precipitação do CRU é superestimada com relação à precipitação da ANA.

Dessa forma, não é possível fazer afirmação sobre o comportamento das séries quanto à sua estacionariedade no período anterior a 1933. Para o período pós 1933, os testes não identificaram mudança de tendência da série de vazão na bacia do rio Capibaribe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao PIBIC, CNPQ e a UFPE pela bolsa da iniciação científica.

Ao doutorando Edilson Raimundo Silva pelo apoio no tratamento dos dados da base CRU.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lanna, A.E.: MODHAC – Modelo Hidrológico Auto-Calibrado, Manual do Usuário. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- Ribeiro Neto, A., Lima, E.A., Montenegro, S.M.G.L. e Cirilo, J.A. Elasticidade da vazão na bacia do rio Capibaribe (Pernambuco) frente a cenários de mudanças climáticas. Anais da 1ª Conferência Nacional de Mudanças Climáticas, São Paulo, 2013.
- Silva, R.A., Silva, V.P.R., Cavalcanti, E.P., Santos, D.N. Estudo da variabilidade da radiação solar no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.5, p.501–509, 2010.