



I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

**ANÁLISE TEMPORAL MULTIVARIADA DA PRECIPITAÇÃO NA BACIA
DO RIO SÃO FRANCISCO**

*Neilon Duarte da Silva¹; Ludmila Gomes Ferreira*²; Sandy Sousa Fonseca³; Gilvanara
Damasceno de Souza²*

Resumo: A distribuição espacial de precipitação da região do vale do São Francisco é de grande importância já que se trata de um polo de alta atividade agropecuária e agrícola. A análise dos componentes responsáveis pela variação pluviométrica da região do Rio São Francisco em conjunto com elementos agroambientais foi empregue com o objetivo de determinar a precipitação por uma análise temporal aplicando técnicas de geoprocessamento que possibilitam analisar a distribuição e a os padrões de distribuição, afim de verificar a distribuição das chuvas e a tendência espacial. Foram usados dados meteorológicos diários do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) nos períodos de 01 de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 2015 juntamente com técnicas estatística através do software ArcGIS 9.3, e interpretação de medidas no software R versão 3.1.1 associado ao FactoMineR. O uso de técnicas de geoprocessamento aliado a estatística multivariada mostraram que o comportamento do sistema meteorológico em conjunto e em diferentes escalas, são responsáveis pela sistematização da precipitação, convecção e distribuição das chuvas ao longo dos anos, percebendo uma relação de cheia nos períodos chuvosos da região da Bacia, podendo diferenciar as variações e uma distribuição maior na região litorânea.

Palavras-Chave – Avaliação pluviométrica; meteorologia; ArcGIS

INTRODUÇÃO

A Bacia hidrográfica do Rio São Francisco é de fundamental influência para o crescimento sócio-econômico da região Nordeste do Brasil, com tal intensidade relacionada à geração de energia hidrelétrica, tal como à agricultura irrigada de seu vale. Com extensão avaliada em 2,700 km, é um dos rios brasileiro mais longo com campo de drenagem igual a 640.000 km². Sua vazão média anual é de 2.980 m³/s, correspondendo a uma capacidade de volume médio anual da ordem de 94 bilhões de m³ lançados no Oceano Atlântico (CODEVASF, 2001).

O caráter da água de uma região é resultado de processos naturais (cobertura vegetal, intemperismo e intensidade das precipitações) e interferência antrópica. A utilização de forma errada dos solos pela agricultura e agropecuária, caracteriza uma forma de poluição intensa e permanente por muito tempo, e o escoamento superficial é um acontecimento sazonal afetado pela situação climática da bacia (DE ANDRADE et al., 2007). Por isso a análise da precipitação pluvial é intensamente investigada por diversos cientistas e pesquisadores como variante climatológica indispensável na Região Tropical. Diversas pesquisas já realizadas (Lyra et al., 2006; André et al.,

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, neylon_duart@hotmail.com.

²*Estudante de Agronomia – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, ludmila.gf@gmail.com.

2008; Dereczynski et al., 2009; Reboita et al., 2010; Oliveira-Júnior et al., 2012; Wanderley et al., 2013) mostram sua importância para conhecer e decifrar as consequências de seu progresso com o tempo, sua força, direção, sua duração e regularidade.

A proporção e organização espacial da precipitação na região semiárida são significativas e através do reconhecimento dos sistemas meteorológicos encarregados por métodos de análises, tem-se a intensidade e distribuição pluviométrica usando técnicas estatísticas, ferramentas de SIG (Sistema Informação Geográfica), Sensoriamento Remoto (SR) assim como Modelagem Atmosférica (MA) com intenção de fornecer uma avaliação que melhor represente a área (Lyra et al., 2006; André et al., 2008; Zeri et al., 2011; Oliveira-Júnior et al., 2012; Wanderley et al., 2013).

Os elementos resultantes das unidades geoambientais no território do Rio São Francisco, manifesta de forma particular e agrupada com mudanças de diversos processos através do tempo e junto com a influência diferenciada dos fenômenos que apareceram e ocorrem nessa complicada matriz. Destacam-se os processos hidrológicos, aonde a montante vulnerável e suscetível dos recursos hídricos, vão das constantes mudanças ambientais as mudanças realizadas pelos homens e sua escassez e qualidade vem sendo produto de estudo com profissionais e estudiosos (SANTIAGO et al., 2002; PEREIRA et al., 2006; FUNCEME, 2002). Segundo Medeiros et al., (2012) o Rio São Francisco suporta ampla atenuação da sua variabilidade sazonal e da vazão ao longo do tempo, diminuindo a amplitude de recarga de água em função das condições no semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

Dados meteorológicos

Dados meteorológicos diários de precipitação oriundos de 101 estações manuais e automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram utilizados compreendendo o período de 01 janeiro de 1961 a 31 dezembro de 2015, Tabela 1. Deste total de 101 estações, 50 delas se encontram fora dos limites da bacia e dentro de uma zona tampão (buffer) de 200 km de distância dos divisores de água da bacia (limites). A inclusão dessas estações fora dos limites garante uma boa representação da espacialização das variáveis climáticas, AMIRATAEE et al., 2015; OLIVER, 1990; ROYLE et al., 1981) Figura 1.

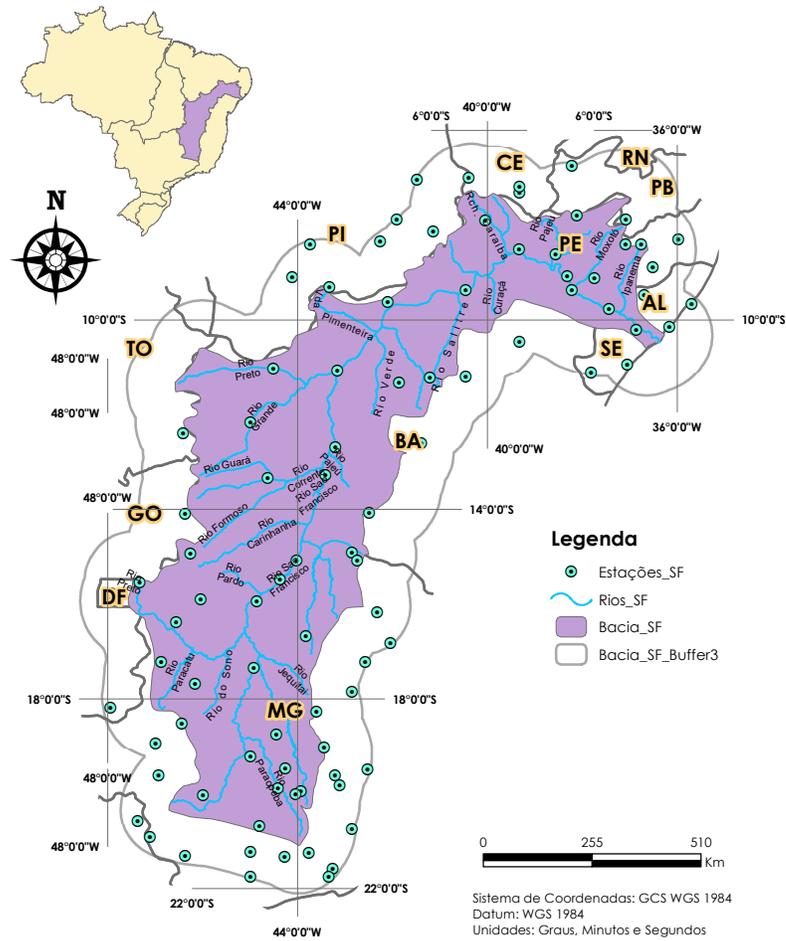


Figura 1. Localização das estações meteorológicas

Técnicas Geostatísticas

Os mapas mensais de precipitação foram gerados a partir de técnicas geostatísticas através do software ArcGIS 9.3, a partir do método de interpolação Krigagem, este é apontado por Alves et al. (2008) como sendo aquele que apresenta melhor desempenho quando comparado com outros métodos. Esse método de interpolação se baseia na estimativa de valores médios a partir de pesos calculados baseados na distância entre a amostra e o ponto no qual será estimado (BETTINI, 2007). O estimador da Krigagem é calculado pela (Equação 1).

$$Z'_v = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z_{vi} \quad (1)$$

em que,

Z_v – estimador de krigagem ordinária para o ponto v

λ_i – i -ésimo peso

Z_{vi} – valor da i -ésima observação da variável regionalizada, coletada nos pontos xi

n – número de pesos

Análise multivariada

O tratamento de um grande conjunto de dados feita através da análise multivariada permite a distinção e interpretação de medidas múltiplas para cada variável ou objeto em análise

(MONTEIRO et al., 2010). Foram feitas com o auxílio do software R versão 3.1.1 e do pacote de análises multivariadas FactoMineR. Para observar melhor o comportamento e tendências espaciais da precipitação total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a distribuição das chuvas na bacia do rio São Francisco que concentram as maiores precipitações na região do alto do São Francisco e ao sul do médio São Francisco, enquanto que as menores precipitações se encontram no leste do médio São Francisco e ao norte do sub -médio do São Francisco. As demais regiões apresentam uma precipitação mediana. Sendo que as menores precipitações variaram de 853.5mm a 998.1 mm, enquanto que as maiores variam entre 1,753 mm e 2,171 mm, com uma amplitude de 1317.5 mm.

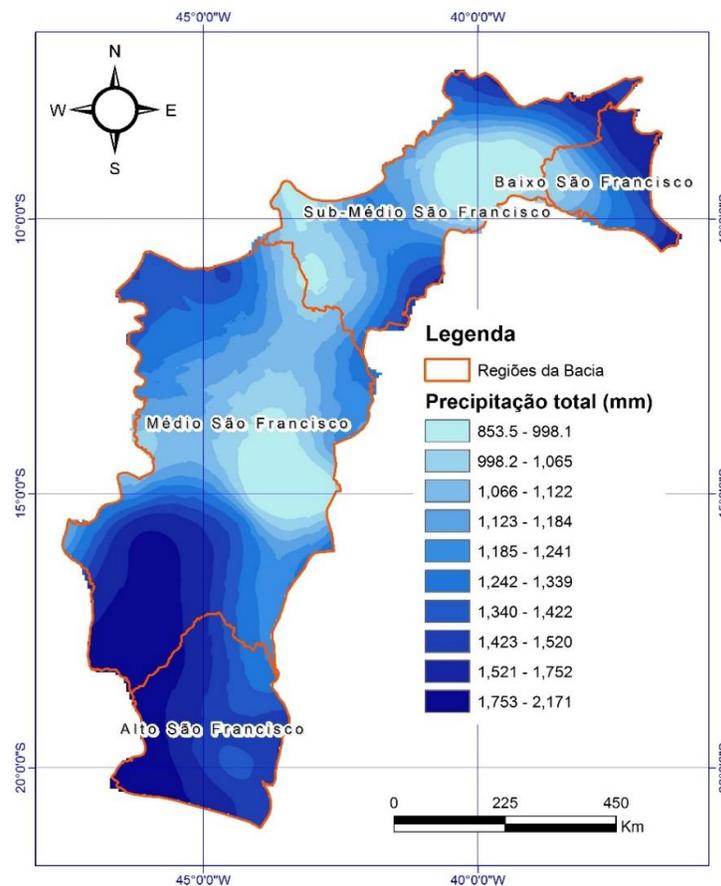


Figura – 2 Espacialização da precipitação na Bacia do Rio São Francisco

A Figura 3 apresenta os principais resultados das análises de agrupamento e tendência espacial e mensal do volume das chuvas. Há uma distinção de três grupos formados a partir da precipitação total (Figura 3B). A distribuição do volume das chuvas no estado é facilmente separada de acordo com os parâmetros de agrupamento, ligado a essa distribuição, estão ainda seus respectivos meses.

Para o grupo 3, a distribuição das chuvas é explicada de maneira significativa pelos meses de maio, junho, julho e agosto. Os meses de setembro e abril também se correlacionam de maneira a explicar essa distribuição.

O grupo 1 não apresentou correlação forte a algum mês do ano. Entre si, se mostraram bem correlacionados, mas uma possível irregularidade das chuvas não permitiu a distinção de acordo aos meses do ano (Figura 3B).

A análise de componentes principais observado na (Figura 3A) explica os resultados com precisão de 73,87%, mostra de forma geral a divisão das chuvas quando aos meses, a técnica permitiu distinguir em seis meses, assim separados pelos pesos da segunda componente principal. Existe uma correlação forte positiva entre os meses de maio, junho, julho, o que coincide no período de chuvas em algumas regiões da bacia.

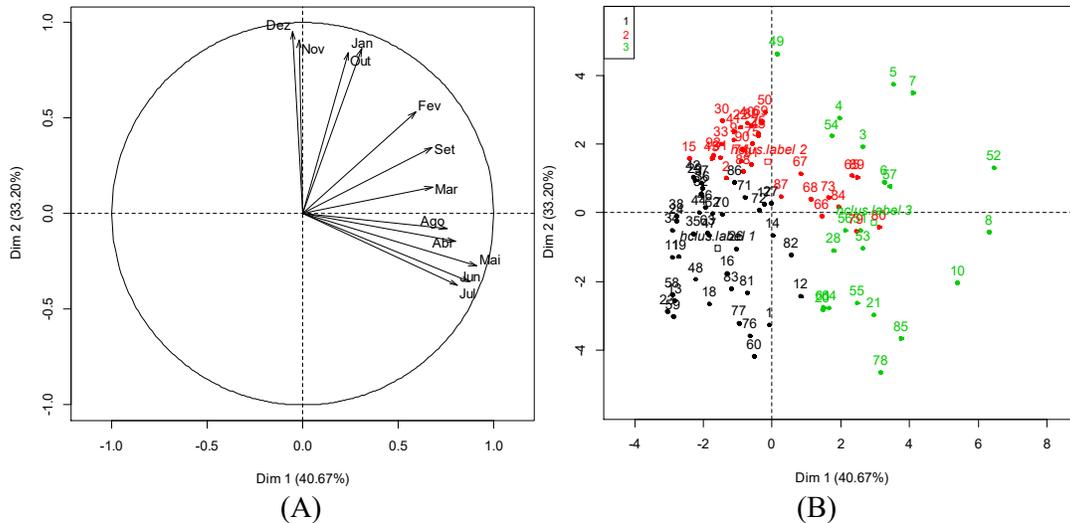


Figura – 3 Espacialização da precipitação na Bacia do Rio São Francisco

CONCLUSÕES

As regiões com influência litorânea apresentaram uma maior distribuição e volume das chuvas. Na maior parte da região semiárida não caracteriza a disposição mensal homogênea da precipitação.

A particularidade da distribuição das chuvas na bacia do rio São Francisco é comprovada pela análise multivariada através do estudo da formação de grupos homogêneos. Foi possível distinguir a distribuição das chuvas a partir das técnicas de análise multivariada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

André RGB, Marques VS, Pinheiro FMA, Ferraudo AS. Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. *Revista Brasileira de Meteorologia* 2008; 23(4): 501-509.

DE ANDRADE, Eunice Maia et al. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. *Ciência Rural*, v. 37, n. 6, p. 1791-1797, 2007.

Dereczynski CP, Oliveira JS, Machado CO. Climatologia da Precipitação no Município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia* 2009; 24 (1): 24-38.

DOS SANTOS, Elydeise CA; ARAÚJO, Lincoln E. de; MARCELINO, Aliny dos S. Climatic analysis of the Mamanguape River Basin. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 1, p. 9-14, 2015.

FUNCEME. Estudo da salinidade das águas em pequenas bacias hidrográficas. Relatório final. Fortaleza, CE: SRH/Funceme/ Prourb-RH. Março, 2002.

LYRA GB, GARCIA BIL, PIEDADE SMS, SEDIYAMA GC, SENTELHAS PC. Regiões homogêneas e funções de distribuição de probabilidade da precipitação pluvial no Estado de Táchira, Venezuela. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2006; 41(2): 205-215.

MEDEIROS, P. R. P. et al. Aporte fluvial e dispersão de matéria particulada em suspensão na zona costeira do rio São Francisco (SE/AL). *Geochimica Brasiliensis*, v. 21, n. 2, 2012.

OLIVEIRA JUNIOR, José Francisco et al. Análise da precipitação e sua relação com sistemas meteorológicos em Seropédica, Rio de Janeiro. 2014.

OLIVEIRA-JÚNIOR JF. Estudo da Camada Limite Atmosférica na Região de Angra dos Reis através do Modelo de Mesoescala MM5 e Dados Observacionais[tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2008.

PEREIRA, L. et al. A salinidade das águas superficiais e subterrâneas na bacia da gameleira, município de Aiuaba-CE. *Águas Subterrâneas*, v. 20, n. 2, p. 9-18, 2006.

Reboita MS, Gan MA, Rocha RP, Ambrizzi T. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia* 2010; 25(2): 185-204.

SANTIAGO, M. M. F. et al. As águas subterrâneas do semiárido no Ceará-Brasil: O município de Tauá. In: *Groundwater and human development, 2002, Mar del Prata. VI ALHSUD. Anais v.1.*, p. 294-302. 2002.

WANDERLEY HS, SEDIYAMA GC, JUSTINO FB, ALENCAR LP, DELGADO RC. Variabilidade da precipitação no Sertão do São Francisco, estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 2013; 17(7): 790-795.

ZERI M, OLIVEIRA-JÚNIOR JF, LYRA GB. Spatiotemporal analysis of particulate matter, sulfur dioxide and carbon monoxide concentrations over the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Meteorology and Atmospheric Physics* 2011; 113(3): 1-14.