

AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS NOS PADRÕES TEMPORAIS DE PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Marcus Aurélio Soares Cruz¹; [Álex Fernando da Silva Santos](#)²

RESUMO: A região do Baixo São Francisco tem sido objeto de diversos estudos que têm apontado uma série de prejuízos ambientais para este trecho do rio decorrente, principalmente, da implantação de barragens que controlam o regime de vazão dessa região. Os longos períodos de estiagem, recorrentes no nordeste do Brasil, mostram-se com um importante agravante desses problemas. Nesse contexto, o presente trabalho procurou avaliar a presença de tendências em oito séries históricas de precipitação diária na região do Baixo São Francisco através de quatro índices aplicados na avaliação de eventos climáticos extremos propostos pelo método RCLIMDEX, que indicaram o número de dias com precipitação superior a 1 mm por ano, o número máximo de dias secos consecutivos por ano, o número máximo de dias úmidos consecutivos por ano e a precipitação anual total nos dias úmidos. Obtiveram-se, assim, linhas de tendência e seus coeficientes angulares para cada índice, que possibilitaram a geração de mapas para análise espacial. Esta análise identificou uma variabilidade de tendências para os postos utilizadas no estudo, havendo uma leve predominância para indicativos de redução das chuvas para a região do Baixo São Francisco.

Palavras-chave: Índices RCLIMDEX, análise de tendências.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio São Francisco (BHSF) ocupa uma área de aproximadamente 640.000 km², representando 7,5% do território brasileiro, com uma população de 14,2 milhões de pessoas, compreendendo área de seis estados: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Goiás, além do Distrito Federal (ANA, 2017). Devido a grande dimensão, e suas variadas características fisiográficas e socioambientais, foi proposto (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004) a sua divisão em quatro unidades hidrográficas, da cabeceira a desembocadura, respectivamente: Alto São Francisco (16% da área total), Médio São Francisco (63% da área total), Submédio São Francisco (17% da área total) e Baixo São Francisco (4% da área total).

Ao longo da história, a BHSF vem sendo local de aproveitamentos hídricos diversos, principalmente relacionados à geração de energia elétrica e agricultura. A implantação de barragens ao longo de seu curso médio e inferior vem provocando graves consequências para as regiões situadas a jusante, agravadas em decorrência de períodos com redução de chuvas e aumento na retenção de vazões nos reservatórios, ocasionando uma significativa redução das condições de escoamento na região do Baixo São Francisco, contribuindo para o avanço do mar com mudanças nas características das águas desta região e consequente perdas para agricultura (cultivos de arroz e fruticultura) e piscicultura (CBHSF, 2017).

A precipitação pluviométrica é uma das fases mais importantes do ciclo da água e no regime hidrológico de uma bacia, e a compreensão da sua dinâmica de variação ao longo do tempo

¹ Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Jardins, 49025-040, Aracaju, SE, Brasil, marcus.cruz@embrapa.br

² Aluno do curso de Geologia, Universidade Federal de Sergipe – UFS, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil, alex.santosif@gmail.com, ([apresentador do trabalho](#));

caracteriza-se como de fundamental importância para o planejamento e gestão de atividades relacionadas aos usos múltiplos dos recursos hídricos (WESTRA et al., 2014).

Diante deste cenário, este estudo visa avaliar, a partir de séries históricas de precipitação diária na região do Baixo São Francisco, a ocorrência de modificações nos padrões temporais das chuvas, buscando a determinação de tendências da pluviosidade local, verificando assim possíveis indicativos de redução ou aumento nas quantidades de chuvas em diferentes escalas temporais, bem como a visualização da periodicidade da ocorrência de secas e períodos úmidos nos anos das séries históricas.

MATERIAL E MÉTODOS

A região do Baixo São Francisco (Figura 1) está localizada entre as coordenadas geográficas 8°18' a 10°38'S e 36°21' a 38°01'O, compreendendo uma área de 25,5 mil km², abrigando uma população de 1,37 milhões de habitantes distribuídas entre 86 municípios nos estados de Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco (IBGE, 2010). Os dados de precipitação diária utilizados foram obtidos a partir do portal Hidroweb, da Agência Nacional das Águas (ANA, 2018). O levantamento resultou num total de 44 arquivos de estações pluviométricas com séries históricas que variavam entre os anos de 1910 a 2018.

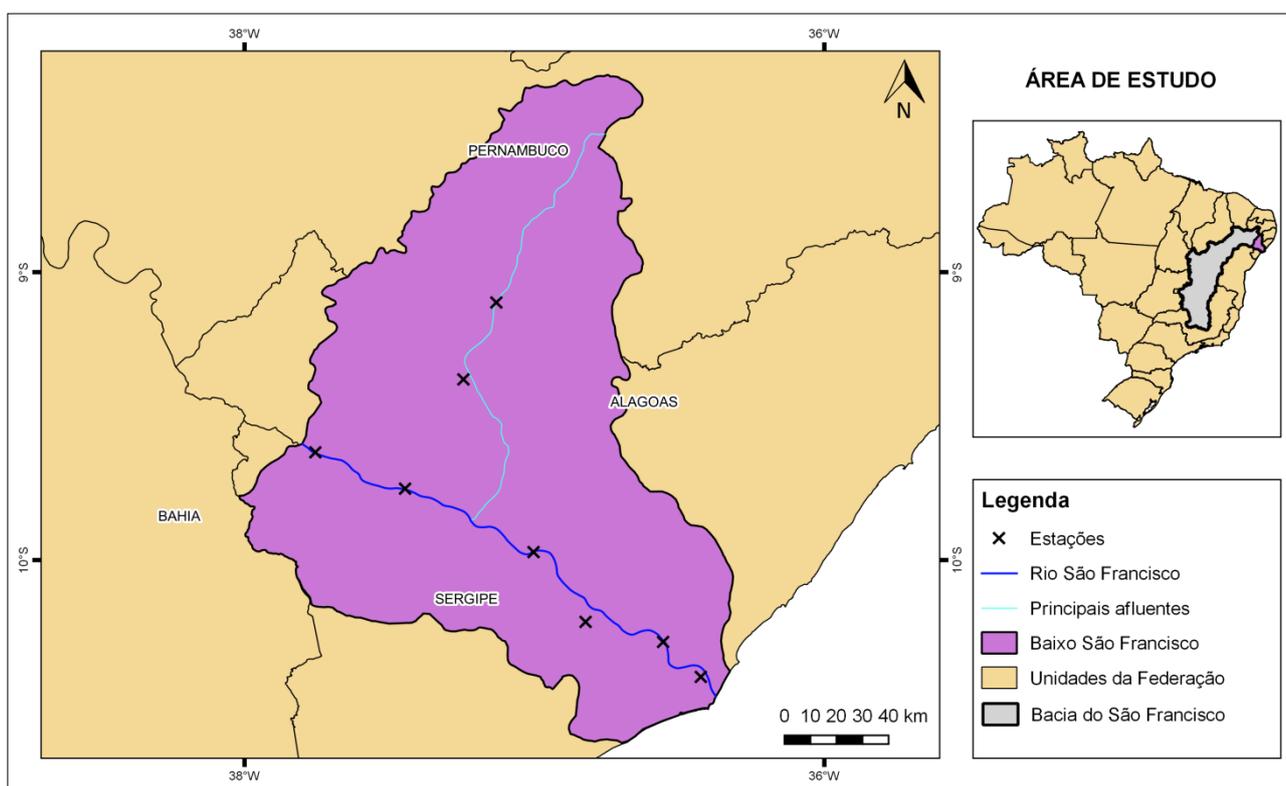


Figura 1. Localização da região do Baixo São Francisco com indicação das estações pluviométrica utilizadas no estudo.

Através de uma rotina desenvolvida no *software* R, versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2017) analisou-se a consistência das séries históricas levando em consideração as que continham mais de 30 anos de dados até o período recente e com menos de 20% de falhas. Em seguida, uma segunda rotina foi executada para a realização do preenchimento das falhas ainda existentes nos dados tomando como base comparativa o produto *Brazil Gridded Meteorological Data* (Xavier et al., 2016).

Assim, foram selecionadas oito estações pluviométricas que dispunham de dados consistentes entre os anos de 1985 e 2015. Cada estação cobre uma área de aproximadamente

3190 km². As séries históricas de precipitação diária de cada posto foram utilizadas para o cálculo de quatro índices (Tabela 1) aplicados na avaliação de eventos climáticos extremos segundo as orientações do Projeto RCLIMDEX (Alexander et al., 2006). O cálculo dos índices foi feito a partir do desenvolvimento de uma rotina em R que padroniza os valores calculados pela média da região, estimando o coeficiente angular da reta ajustada a esses valores plotados em relação aos anos considerados, indicando, assim, a tendência positiva (aumento) ou negativa (redução) no valor do índice.

Por fim, foi possível gerar mapas de tendências espacializadas de cada índice utilizado no estudo para todos os postos da região, utilizando-se para isso o SIG QGIS, versão 2.18.10.

Tabela 1. Índices RCLIMDEX utilizados na avaliação da Região do Baixo São Francisco.

Índice	Identificação	Fórmula
R1mm	Número de dias com precipitação superior a 1 mm (dias úmidos) por ano	$RR_{ij} \geq 1 \text{ mm}$, onde RR_{ij} é a precipitação diária no dia i no período j
CDD	Máximo número de dias secos consecutivos por ano	$RR_{ij} < 1 \text{ mm}$
CDW	Máximo número de dias úmidos consecutivos por ano	$RR_{ij} \geq 1 \text{ mm}$
PRCPTOT	Precipitação anual total nos dias úmidos	$PRCPTOT_i = \sum_{j=1}^W RR_{ij}$, $RR_{ij} \geq 1 \text{ mm}$

Fonte: Adaptada de Alexander et al., (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentadas as identificações e informações geográficas dos postos pluviométricos selecionados para o estudo, bem como os valores dos coeficientes angulares dos índices calculados para cada posto. Para a avaliação do comportamento das tendências foi criada, a partir da análise geral dos valores de todos os coeficientes, uma classificação com três classes para os postos, convencionando-se que os índices com valores de coeficiente entre -0,25% e 0,25% indicariam um posto sem variação significativa, sendo esse classificado como “estável”. Índices que apresentassem valor de coeficiente menor que -0,25% indicariam a tendência de “redução”, e valores maiores que 0,25%, “aumento”.

Tabela 2. Identificação dos postos utilizados e os valores do coeficiente angular de cada índice.

Posto	Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Coeficiente angular dos índices			
					R1mm	CDD	CDW	PRCPTOT
1036005	Penedo	-10.285	-36.556	28	0.200	-0.739	0.929	0.293
1036007	Piaçabuçu	-10.4064	-36.426	10	-0.143	-1.031	-0.018	-0.307
1036048	Propriá	-10.2153	-36.824	17	1.404	-2.341	2.065	0.297
936076	Traipu	-9.9728	-37.003	-	-0.385	1.020	-0.669	-0.297
937018	Pão de Açúcar	-9.7525	-37.447	45	-0.664	1.049	-0.389	-0.707
937023	Piranhas	-9.6261	-37.756	110	-0.255	0.986	-1.067	-0.199
937031	Águas Belas	-9.1056	-37.132	376	-1.610	0.970	1.602	-1.897
937032	Santana do Ipanema	-9.3728	-37.245	250	1.656	-0.013	3.857	1.459

A partir da análise do comportamento espacializado das tendências (Figura 2) é possível notar certa variabilidade de classes para todos os índices analisados para os postos da região do Baixo São Francisco.

O número de dias com precipitação superior a 1 mm por ano (R1mm), mostrado na Figura 2 (a), apresentou uma tendência predominante de redução na região, onde o número de postos

classificados com esta classe foi o dobro das demais classes. A mesma situação pode ser vista para a precipitação anual total nos dias úmidos (PRCPTOT), visto na Figura 2 (d), com 50% dos postos mostrando tendência de redução, 37,5% de aumento e 12,5% estável. O efeito inverso observado em alguns postos para um mesmo índice pode ser justificado pela característica altimétrica distinta das estações pluviométricas, ou ainda pela existência de microclimas locais causados por diferentes tipos de uso e ocupação do solo em áreas urbanas, podendo alterar a ocorrência dos eventos chuvosos em comparação aos demais postos na região (CRUZ et al., 2017).

A quantidade de dias secos consecutivos por ano (CDD), observado na Figura 2 (b), também apresentou-se com comportamento variável, havendo um leve predomínio (50%) de postos com tendência de aumento. Da mesma forma, o número de dias úmidos consecutivos por ano (CDW), visto na Figura 2 (c), mostrou que houve para quatro postos a tendência de aumento, três postos apresentaram tendência de redução e um posto mostrou-se estável quanto ao índice.

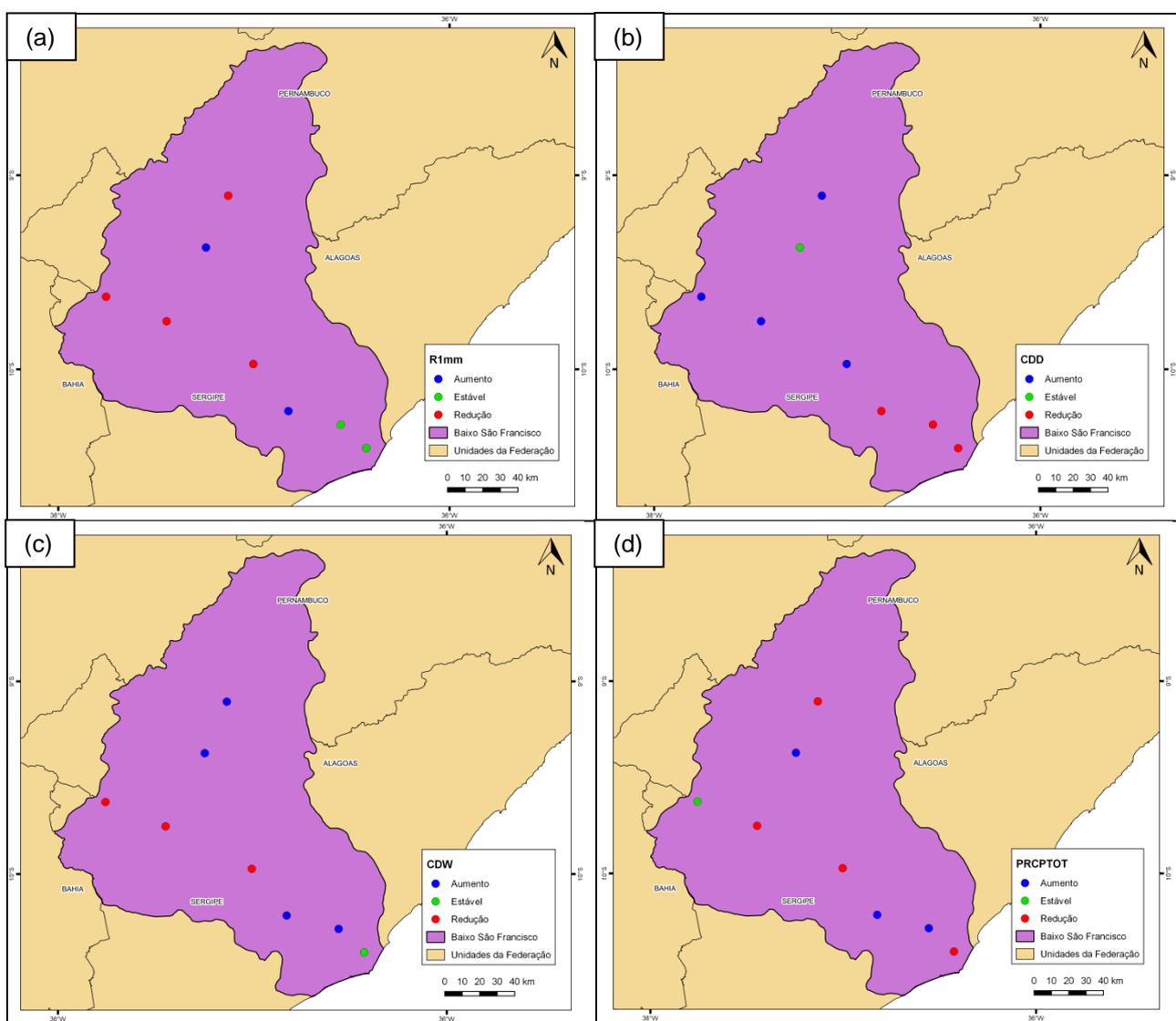


Figura 2. Distribuição espacial das tendências dos índices avaliados nos postos pluviométricos na região do Baixo São Francisco: (a) R1mm - Número de dias com precipitação superior a 1 mm por ano, (b) CDD - Máximo número de dias secos consecutivos por ano, (c) CDW - Máximo número de dias úmidos consecutivos por ano, e (d) PRCPTOT - Precipitação anual total nos dias úmidos.

CONCLUSÕES

1. A análise conjunta dos quatro índices permite definir a existência de uma leve tendência de redução das chuvas para a região do Baixo São Francisco, visto que no número de dias com precipitação superior a 1 mm por ano (R1mm), na quantidade de dias secos consecutivos por ano (CDD) e na precipitação anual total nos dias úmidos (PRCPTOT) houve o predomínio de postos classificados com “redução”;
2. A aplicação desta metodologia para um número maior de postos com séries históricas consistentes permite uma melhor caracterização da tendência pluviométrica geral para a região do Baixo, bem como podendo ser aplicada para toda a bacia hidrográfica do rio São Francisco, obtendo assim um panorama completo da bacia quanto a diversos índices aplicados na avaliação de eventos climáticos extremos;

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica, e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA – Tabuleiros Costeiros) pelo apoio logístico para a execução do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA/GEF/PNUMA/OEA, ANA – Agência Nacional de Águas; GEF – Fundo Mundial para o Meio Ambiente; OEA – Organização dos Estados Americanos. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco 2004-2013. Salvador (módulo 1) e Brasília (restantes), 2004.

ALEXANDER, L.V., ZHANG, X., PETERSON T.C., CAESAR J. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res.*, v.111, p. 1-22, 2006.

ANA. Agência Nacional de Águas. Sistemas de Informações Hidrológicas – HIDROWEB. Agência Nacional de Águas. 2017. Disponível em: <http://www.hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: abr. 2017.

CBHSF. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco 2016-2025. Resumo Executivo. 2016, 300p. Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursososhidricos/relatorios/>. Acesso em set. 2017.

CRUZ, M. A. S.; SILVA, A. A. G. da; AMORIM, J. R. A. de; ALMEIDA, A. Q. de; BRITO, J. I. B. de. Tendências de alterações na precipitação na área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 20., Petrolina, 2017. Anais. Embrapa Semiárido: Univasf, 2017. p. 1629-1642.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010^a. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>;

WESTRA, S. et al. Future changes to the intensity and frequency of short-duration extreme rainfall. *Rev. Geophys.* 52, p. 522–555, 2014.