

# INFLUÊNCIA DOS CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO<sup>1</sup>

Ivan Ighour Silva Sá<sup>2</sup>  
Magna Soelma Beserra de Moura<sup>3</sup>  
Luirick Felix Silva Barbosa<sup>4</sup>  
Thieres George Freire da Silva<sup>5</sup>  
Josiclêda Domiciano Galvíncio<sup>6</sup>

## 1. Introdução

O Vale do São Francisco é formado por quatro regiões fisiográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco. Destas quatro regiões, o Submédio é a que apresenta maior uso de água para irrigação, pois há uma grande quantidade de terras exploradas com cultivos irrigados de diversas fruteiras, principalmente, manga e uva, cujo destino de 90% da produção é o mercado externo (Moura et al., 2007).

O Submédio São Francisco está inserido no Semiárido brasileiro, que é uma das áreas do país mais susceptível aos efeitos das mudanças climáticas, tanto sob aspecto físico como socioeconômico.

Os estudos que envolvem o tema "mudanças climáticas globais" foram iniciados no final da década de 1980, pelo Programa das Nações

<sup>1</sup> Projeto Financiado pela Embrapa Macroprograma 1 - SCAF.

<sup>2</sup> M.Sc., Bolsista CNPq/ITEP/Embrapa Semiárido, e-mail: ighour@hotmail.com

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. BR 428, Km 152, Zona Rural, Petrolina - PE. Email: magna@cpatsa.embrapa.br

<sup>4</sup> Estudante de Agronomia, UNIVASF

<sup>5</sup> D.Sc em Agrometeorologia - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Fazenda Saco, s/n Zona Rural. Cep: 56900-000 - Serra Talhada, PE - Brasil - Caixa-Postal: 063. Email: thieres.freire@ufrpe.br

<sup>6</sup> Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Ciências Geográficas, Av. professor Luiz Freire, 700, Recife - PE. email: josicleda@hotmail.com



cenários A2 (cenário pessimista, que estima um aumento de temperatura entre 2,0°C e 5,4°C até 2100) e B2 (cenário otimista, com previsão de aumento de temperatura entre 1,4 e 3,8 °C) do IPCC, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), com uma resolução espacial de 50 km x 50 km, centrados nos anos 2030, 2050 e 2070. A etapa seguinte consistiu de extrair, da espacialização, os valores de temperatura média referente a cada cenário e ano, coincidente com a disponibilidade de dados pluviométricos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) existentes na bacia hidrográfica e apresentados na Fig. 2. Assim foi elaborada uma base de dados com 185 pontos com informações da temperatura média para os cenários futuros e a precipitação atual.

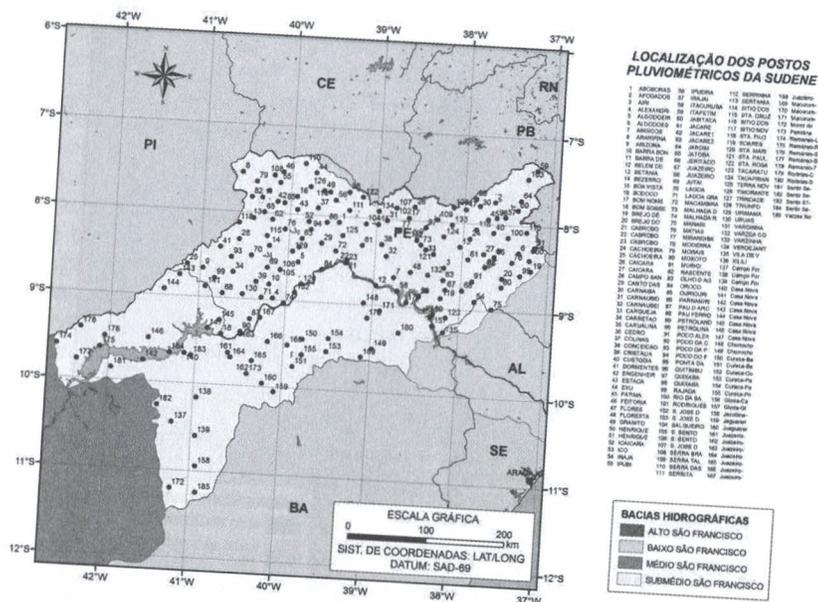


Figura 2. Localização dos postos pluviométricos da SUDENE existentes na bacia hidrográfica do Submédio São Francisco.

Para o cálculo da evapotranspiração potencial anual tanto para o período atual, quanto para os cenários futuros, foi processado o balanço hídrico climatológico (Thorntwarte & Mather, 1955), considerando a retenção de água no solo igual a 150 mm, para cada posto, de cada cenário (A2 e B2) e também para cada período estudado (2030, 2050 e 2070).

Os dados de precipitação utilizados no balanço foram os totais mensais de chuvas medidos nos postos pluviométricos com dados disponíveis na área da bacia (SUDENE, 1990), sem considerar variações nos totais e na distribuição da precipitação para os cenários futuros, pois o modelo PRECIS apresenta inconsistências na geração dos dados de precipitação.

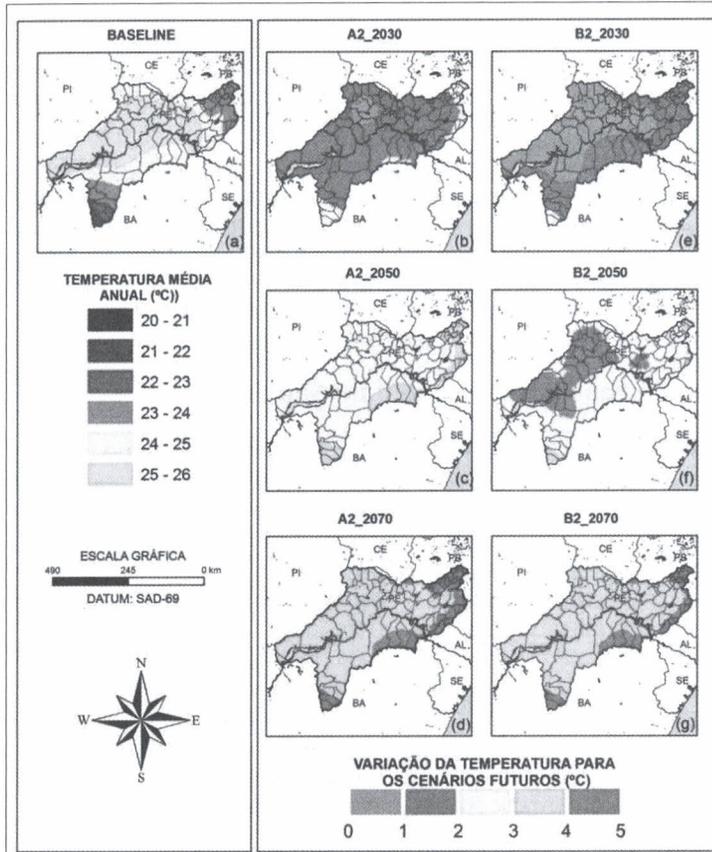
Com o resultado do balanço hídrico, foram elaborados mapas com a regionalização da evapotranspiração potencial anual, por meio de análise geoestatística, utilizando pelo método de krigagen ordinária em sistemas de informações geográficas. Além disso, foi realizada a espacialização dos dados de temperatura do cenário atual e das variações de temperatura em relação aos cenários futuros.

### 3. Estudo de caso para o Submédio São Francisco

Os mapas dos cenários futuros do incremento de temperatura média do ar na bacia hidrográfica do Submédio São Francisco para os cenários A2 e B2, obtidos pelo PRECIS, são apresentados na Fig. 3. Os mapas mostram temperaturas mais elevadas em toda bacia, para todos os períodos analisados (2030, 2050 e 2070), apresentando diferenças importantes entre o cenário pessimista (A2), que pode resultar em maior aquecimento e de uma área maior, antes que o cenário otimista.

Na Fig. 3b percebe-se um incremento variando entre 1 e 2°C em praticamente todo Submédio São Francisco já no ano de 2030, para o cenário pessimista (A2). Para o mesmo período, considerando o cenário otimista, observa-se que o incremento na temperatura poderá ser de 0 a 1°C em praticamente, metade da área da bacia, enquanto que outra parte, a elevação poderá variar entre 1 e 2°C. Essas diferenças de temperatura continuam ocorrendo nas décadas seguintes, porém, com menor intensidade, e para 2070 (Fig. 3d e 3g), verifica-se que ambos os cenários, apresentam praticamente o mesmo incremento de temperatura (3-4°C) para o Submédio São Francisco.

Marengo (2006) fez análises regionais do clima futuro para o Brasil e América do Sul, considerando os cenários A2 e B2 utilizando modelos globais do IPCC. Este autor apresenta os resultados oriundos de cinco modelos, os quais apresentam anomalias positivas de temperatura (aquecimento) até 2100 para o Nordeste do Brasil, que podem variar de 3 a 5,5°C para o cenário A2 e de 1,5 a 2,5°C para o cenário B2. O aumento da temperatura do ar em uma região em que já existem valores elevados da mesma pode contribuir para acréscimo na deficiência do balanço hídrico climatológico e provocar consequências graves na atividade agrícola, no manejo de recursos hídricos e na irrigação.



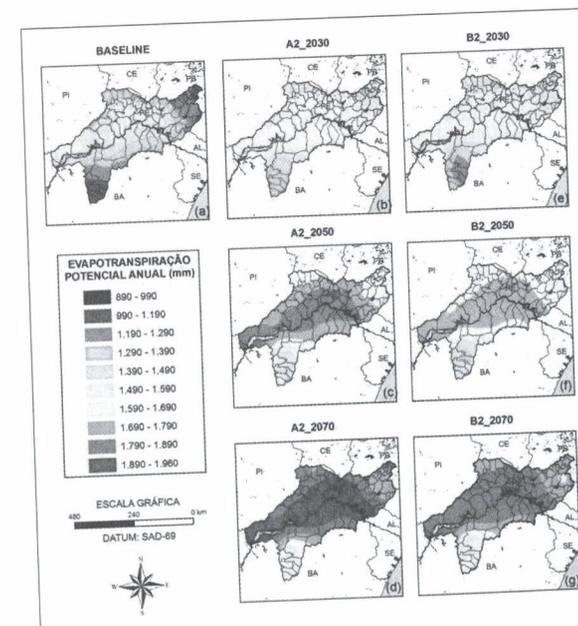
**Figura 3.** (a) Temperatura média do ar para o cenário atual (BASELINE) e (b-g) anomalia de temperatura para os cenários A2 e B2, para a bacia hidrográfica do Submédio São Francisco, para os anos de 2030, 2050 e 2070.

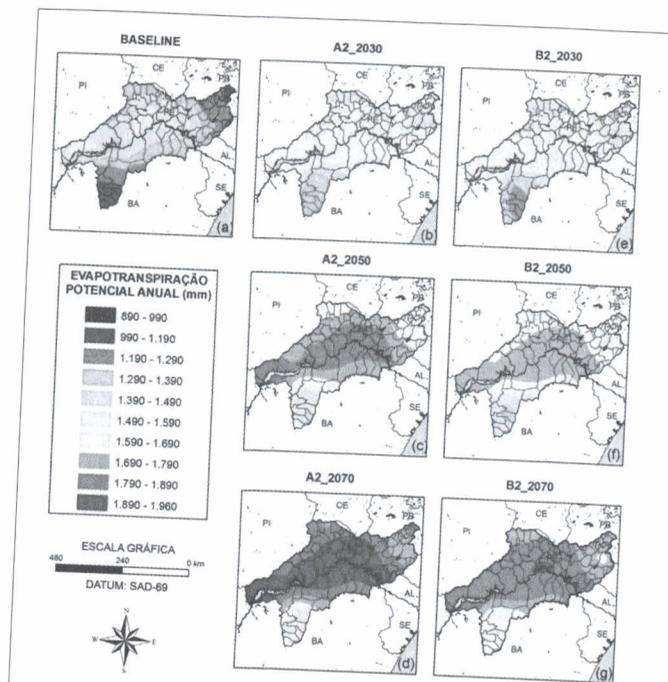
Assim, a regionalização da evapotranspiração potencial anual para bacia hidrográfica do Submédio São Francisco, obtida pelo modelo regionalizado PRECIS, é apresentada na Fig. 4. A regionalização da evapotranspiração potencial demonstra que a área do sudoeste ao centro da bacia, que corresponde a área entre o reservatório de Sobradinho e a calha do Rio São Francisco, apresenta os maiores valores de evapotranspiração potencial, tanto para o baseline como para os cenários B2 e A2. Os valores nesta área podem variar, atualmente, entre 1.390 e 1.590mm. É observado que no cenário otimista há um aumento expressivo da área com evapotranspiração

potencial entre 1.490 e 1.590mm nesta região já para o ano de 2030, enquanto que o cenário pessimista indica que a região apresentará uma evapotranspiração anual entre 1.590 e 1.690mm. Essa tendência de aumento na evapotranspiração da região também é observada nos demais períodos analisados.

Nesta região existem perímetros de agricultura irrigada, como o de Petrolina e Juazeiro e o do rio Brígida, além das áreas de captação de água, e parte dos canais de ligação de bacias do "Projeto de Integração das Bacias do Nordeste Setentrional", mais conhecido como Transposição do Rio São Francisco.

O conhecimento da mudança na evapotranspiração nesta região é de grande importância, uma vez que proporcionará informações para o ajuste de diversas práticas de manejo entre elas a irrigação, bem como um melhor planejamento de lavouras no sentido de aumentar o potencial produtivo, promovendo reduções de riscos e utilização da água (Gurgel et al., 2007). Os valores das necessidades hídricas anuais das culturas, onde as mais importantes são videira (Avila Netto et al., 2000) e manga (Azevedo et al., 2000), poderão necessitar de ajustes devido aos cenários futuros de incremento de temperatura e de evapotranspiração potencial.





**Figura 4.** Espacialização da evapotranspiração potencial anual para a bacia hidrográfica do Submédio São Francisco considerando os dados atuais (BASELINE) (a) e cenários futuros A2 e B2 para os anos de 2030, 2050 e 2070 (b-g).

Na região norte, leste e na parte mais ao sul do Submédio São Francisco são observados os menores valores de evapotranspiração potencial anual. Isto pode ser resultante do fato dessa região apresentar maiores altitudes. Ao norte está localizada a Chapada do Araripe, ao leste a zona de transição entre o sertão e o agreste, e o sul compreende a área da subbacia do Rio Salitre. Nesta região, o baseline apresenta índices que variam entre 990 e 1.390mm. A tendência de aumento na evapotranspiração potencial também se comporta como o da região central da bacia, desta forma, para cada período analisado um aumento de 100mm para o cenário otimista, e de 200mm para o cenário pessimista.

Na Tab. 1 são apresentados os valores de evapotranspiração potencial anual, mínimos, médios e máximos para o Submédio São Francisco considerando o baseline e os cenários A2 e B2 para períodos de tempo futuro. É possível observar que para o baseline, a

evapotranspiração média da bacia é de 1.385 mm, ao passo que variará espacialmente de menos de 900 mm até 1.600,4 mm. Segundo Pereira et al. (2009) utilizando três diferentes métodos de determinação (Linacre, evapotranspiração no tanque classe A e Kohler), estimaram a evaporação total anual do lago de Sobradinho, que variou entre 2.149mm e 1.904mm. Estes resultados são muito interessantes e podem ser comparados aos obtidos neste estudo, considerando que o lago de Sobradinho é uma superfície de água livre, na qual a evaporação anual é bastante elevada devido a disponibilidade de energia e ventos fortes, associada a alta demanda atmosférica do semiárido.

**Tabela 1.** Valores mínimos, médios e máximos de evapotranspiração potencial anual na bacia hidrográfica do Submédio São Francisco para o cenário atual (baseline), pessimista (A2) e otimista (B2), considerando os períodos futuros centrados nos anos de 2030, 2050 e 2070.

CENÁRIO S	EVAPOTRANPIRAÇÃO POTENCIAL ANUAL (mm)		
	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA
BASELINE	893,32	1385,9	1600,4
A2_2030	1294,4	1571,0	1682,9
A2_2050	1411,8	1741,8	1860,7
A2_2070	1496,8	1859,8	1952,7
B2_2030	1249,5	1504,9	1600,8
B2_2050	1353,7	1674,7	1780,7
B2_2070	1462,7	1802,3	1901,7

A Tab. 1 apresenta, ainda, que entre o período atual (baseline) e o ano de 2070, o aumento da evapotranspiração é de 569,4 mm para cenário mais otimista (B2), enquanto que para o pessimista (A2), o aumento foi da ordem 603,5 mm. Já a evapotranspiração potencial anual máxima variou entre o cenário atual e os futuros A2 e B2 (2070) entre 301,3 mm e 352,3 mm, enquanto que a média entre 466,4 mm e 473,9 mm.

#### 4. Considerações finais

- A região central da bacia do Submédio São Francisco apresenta os maiores valores de evapotranspiração potencial anual;
- O cenário otimista (B2) aponta para um aumento de 100mm na evapotranspiração potencial a cada 20 anos, enquanto que para o pessimista há elevação de 200mm;
- Há tendência de incremento na evapotranspiração potencial do Submédio São Francisco considerando os cenários futuros de aquecimento global, que pode resultar na necessidade de adaptação dos sistemas produtivos (irrigados e de sequeiro), no manejo das espécies (vegetais e animais) e no manejo dos recursos hídricos, consequentemente, no modo de vida da população.

#### 5. Referências

ANA/GEF/PNUMA/OEA. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, Sub-projeto 4.5.B – Programa de ações estratégicas para o gerenciamento integrado da bacia do rio São Francisco e da sua zona costeira - PAE: Brasília: 243 p. 2003.

AVILA NETO, J.; AZEVEDO, P.V.; SILVA, B.B. da S.; SOARES, J.M.; TEIXEIRA, A.H. de C. Exigências hídricas da videira na região do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p.1559-1566. 2000.

AZEVEDO, P.V. de; SILVA, B.B. da; SILVA, V. de P.R. da; BASSOI, L.H.; SOARES, J.M. Evapotranspiração de um pomar de mangueiras irrigadas na região do Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. A meteorologia brasileira além do ano 2000: [anais]. Rio de Janeiro: SBMET, 2000. 1 CD-ROM.

EMBRAPA SOLOS – Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento – UEP Recife. **Zoneamento Agroecológico**: Pernambuco crescendo por inteiro. Recife: Embrapa Solos – UEP Recife; governo do Estado de Pernambuco, secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2001 – 1 CD-ROM.

GURGEL, M.T.; MOURA, M.S. B.; SOARES, J. M.; SILVA, T.G.F.; JÚNIOR, W.F.G.; SOUZA, L.S.B. Relação entre a evapotranspiração de referência obtida com dados de Estações

Agrometeorológicas automáticas e convencionais no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 27., 2007, Mossoró. Agricultura irrigada no semi-árido: anais. Mossoró: ABID: Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2007. 1 CD-ROM.

IPCC. **Climate change 2007**: the physical science basis: summary for policymakers. Geneva: IPCC, 2007. 18 p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2FEB07.PDF>>. Acesso em: 9 setembro 2010.

LUEDGEKE, M. K. B., F.-W. BADECK, R. D. OTTO, CH. HAEGER, S. DOENGES, J. KINDERMANN, G. WUERTH, T. LANG, U. JAEKEL, A. KLAUDIUS, P. RAMGE, ST. HABERMEHL, G. H. KOHLMAIER. The Frankfurt biosphere model: a global process-oriented model for the seasonal and longterm \$CO\_2\$ exchange between terrestrial ecosystems and the atmosphere. Part I: model description and il. **Climate Research**, 4, p. 143-166. 1994.

MARENGO, J.A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2006. 212 p.: il. (Série Biodiversidade, v. 26).

MEDEIROS, Y.D.P. Análise dos Impactos das Mudanças Climáticas em Região Semi-árida. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, p. 127-136. 2003.

MELLO, E. L.; OLIVEIRA, FERNANDA A.; PRUSKI, FERNANDO F.; FIGUEIREDO, JULIANA C. Efeito das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Rio Paracatu. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 635-644. 2008.

MOURA, M.S.B. de; SÁ, I.I. S.; SILVA, T.G.F. da; GALVÍNIO, J.D.; RIBEIRO, J.G. Variação espacial da precipitação e temperatura do ar no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMET, 2006. 1 CD-ROM.

PEREIRA, D.S.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D. da., R.M.M. Evaporação líquida no lago de Sobradinho e impactos no escoamento devido à construção do reservatório. **Revista Brasileira. Engenharia Agrícola. Ambiental**, v. 13, n. 3, p.346-352. 2009.

PROBIO, 2004, Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO Edital PROBIO 02/2004

**Capítulo 7**  
**MUDANÇAS CLIMÁTICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS**

Levantamento dos remanescentes da cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, abril de 2004.

ROSENBERG, N.J.; KIMBALL, B.A.; MARTIN, P.; COOPER, C.F. From Climate and CO<sub>2</sub> Enrichment to Evapotranspiration, in *Climate Change and US. Water Resources*. Ed. P. E. Waggoner, Report of the American Association for the Advancement of Science Panel on Climatic Variability, p. 151-185. 1990.

Sistema de Informação Georreferenciada - SIG GERIM - Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia - SRH/BA. Escala: 1:100.000, Março, 2003.

SRTM/NASA Disponível em: <<http://seamless.usgs.gov>>. Acesso em: 14.set.2010.

SUDENE. Dados pluviométricos mensais do Nordeste - Pernambuco. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife, (Série Pluviometria, 6). 1990.

THORNTON C.W.; MATHER J.R. The water balance, Publications in Climatology, New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.