

TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS NO CENTRO DE DESENVOLVIMENTO PETROLINA-PE/JUAZEIRO-BA

ANTÔNIO H. de C. TEIXEIRA¹

¹Eng. Agrônomo, Pesq. III, Depto. de Agrometeorologia, Embrapa Semiárido, Petrolina/PE, Fone: (0 xx 87) 3867 1711, heribert@cpatsa.embrapa.br

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

RESUMO: Mudanças climáticas nas regiões semiáridas podem levar a uma alteração das taxas evaporativas, cujo possível aumento, em conjunto com baixos índices pluviométricos, pode acarretar em maiores problemas de escassez de água. As tendências dos parâmetros climáticos relacionados com a demanda atmosférica foram analisadas no centro de desenvolvimento Petrolina-Juazeiro da bacia do Rio São Francisco, com ênfase na quantificação da deficiência hídrica climática. Considerando-se estas deficiências como a diferença entre a precipitação e a evaporação em 30 anos de observações, constatou-se que em Petrolina ocorreu um aumento destas de 3 mm ano⁻¹, enquanto que ao contrário, em Juazeiro houve uma redução em torno de 12 mm ano⁻¹. Estas diferentes taxas podem estar relacionadas a uma maior concentração de vapor d'água na baixa atmosfera em Juazeiro que em Petrolina, devido a um mais rápido aumento da área irrigada sobre a vegetação natural na primeira localidade durante o período estudado.

PALAVRAS-CHAVE: evaporação, precipitação, deficiência hídrica.

CLIMATIC TENDENCIES IN THE CENTRE OF DEVELOPMENT PETROLINA- PE/JUAZEIRO-BA

ABSTRACT: Climate changes in semi-arid regions can modify the evaporative rates, which the possible increase, together with low precipitation amounts, can cause higher water scarcity problems. The tendencies of climatic parameters related to atmospheric demand were analyzed in the centre of development Petrolina-PE/Juazeiro-BA, in the São Francisco river basin, with emphasis to the climatic water deficits quantifications. Considering these deficits being the differences between precipitation and evaporation during 30 years period, Petrolina presented an increase of 3 mm year⁻¹, while in Juazeiro a reduction of 12 mm year⁻¹ was verified. These different rates could be attributed to a higher water vapour concentration the lower atmosphere in Juazeiro than in Petrolina, due to a quicker increase in irrigated areas over natural vegetation in the first location during the studied period.

KEYWORDS: evaporation, precipitation, water deficit.

INTRODUÇÃO: Devido à irrigação, as cidades de Petrolina e Juazeiro, situadas nas regiões semiáridas dos Estados de Pernambuco e Bahia, respectivamente, se desenvolvem consideravelmente. Com o crescimento da população e aumento das áreas irrigadas, aliado às alterações climáticas, uma maior escassez de água nestas condições é esperada no futuro (GOUBESVILLE, 2008; TEIXEIRA, 2009). Dos elementos que caracterizam o clima, a radiação solar, a temperatura do ar, a umidade do ar e a velocidade do vento são aqueles que

exercem maior efeito sobre a evaporação. O conhecimento da variação destes elementos ao longo dos anos é uma informação essencial para estudos hidrológicos. Para se ter uma idéia mais aproximada das reais disponibilidades de água nos cenários de mudanças climáticas, torna-se necessário a análise temporal dos parâmetros climáticos envolvidos na contabilidade hídrica através do conhecimento da precipitação e da demanda atmosférica. O objetivo desse trabalho foi analisar a tendência histórica de dados climáticos relacionados com esta demanda, coletados nas estações situadas em Petrolina-PE e em Juazeiro-BA nas margens esquerda e direita do Rio São Francisco, respectivamente. Estas análises são importantes para o gerenciamento ambiental em geral e em particular, para o desenvolvimento sustentável da agropecuária.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados climáticos foram coletados no período de 30 anos (1978-2008) nas estações agro-meteorológicas convencionais de Petrolina-PE (09°09' S; 40°22' W; 365,5 m) e Juazeiro-BA (09°24' S; 40°26' W; 375,5 m) nos horários de 12:00, 18:00, 24:00 horas TMG. Os seguintes equipamentos foram utilizados: psicrômetro ventilado, para a obtenção da temperatura e umidade relativa do ar; termômetros de máxima e mínima, para medição das temperaturas máxima e mínima do ar; pluviômetro para obtenção dos totais de precipitação; tanque Classe A para medição da evaporação; heliógrafo para registro da insolação; actinógrafo para registro da radiação solar global incidente; e anemômetro totalizador de canecas para obtenção da velocidade do vento à 2,0 m de altura. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar são calculados através das seguintes expressões:

$$T_a = \frac{T_{12} + 2T_{24} + T_{\max} + T_{\min}}{5} \quad (1)$$

onde T_a é a temperatura média ($^{\circ}\text{C}$); T_{12} é a temperatura observada às 12:00 horas TMG ($^{\circ}\text{C}$); T_{24} é a temperatura observada às 24:00 horas TMG ($^{\circ}\text{C}$); T_{\max} é a temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$) e T_{\min} é a temperatura mínima.

$$UR = \frac{UR_{12} + UR_{18} + 2UR_{24}}{4} \quad (2)$$

onde UR é a umidade relativa média (%); UR_{12} é a umidade relativa observada às 12:00 horas TMG (%); UR_{18} é a umidade relativa observada às 18:00 horas TMG (%) e UR_{24} às 24:00 horas TMG (%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 mostra o comportamento da radiação solar global incidente e da insolação.

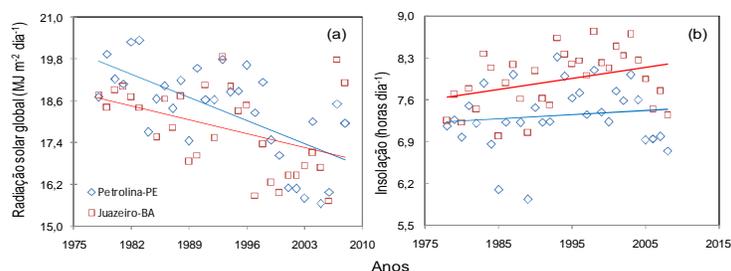


Figura 1. Comportamento da radiação solar global e da insolação no período de 1978-2008 nas estações agro-meteorológicas de Petrolina-PE e de Juazeiro-BA.

De acordo com a Figura 1a ocorreu uma redução na radiação solar global incidente de $-0,09 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ em Petrolina-PE e de $-0,06 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ em Juazeiro-BA. Para se observar se esta redução teria sido causada pelo aumento de nebulosidade na região, o comportamento temporal da insolação também foi analisado. Uma redução deste último parâmetro não aconteceu (Figura 1b), constatando-se uma tendência de aumento de $0,001$ e $0,012$ horas dia^{-1} respectivamente em Petrolina-PE e Juazeiro-BA. A Figura 2 apresenta a tendência dos valores máximos e mínimos médios diários da temperatura do ar.

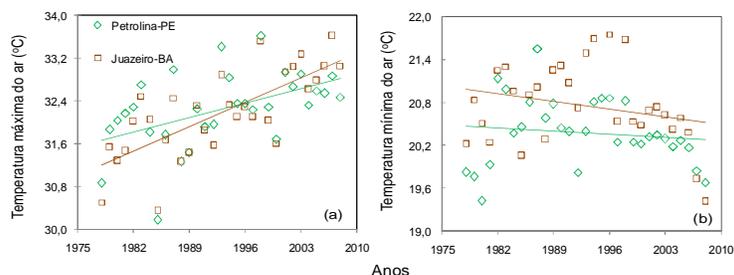


Figura 2. Tendências da temperatura máxima e mínima do ar no período de 1978-2008 nas estações agro-meteorológicas de Petrolina-PE e de Juazeiro-BA.

Pela Figura 2a percebe-se um aumento da temperatura máxima do ar, com tendências anuais de aumento de $0,04$ e $0,07^\circ \text{ C}$ para Petrolina-PE e Juazeiro-BA, entretanto, com relação à temperatura mínima do ar, constata-se uma pequena redução ao longo dos anos com taxas de $-0,01$ e $-0,02^\circ \text{ C}$, respectivamente. No caso da temperatura média do ar, esta pode ser calculada de duas maneiras diferentes; por meio da seguinte Equação 1, ou considerando-se a média aritmética entre os valores máximos e mínimos. A Figura 3 mostra as diferentes tendências dependendo do método usado.

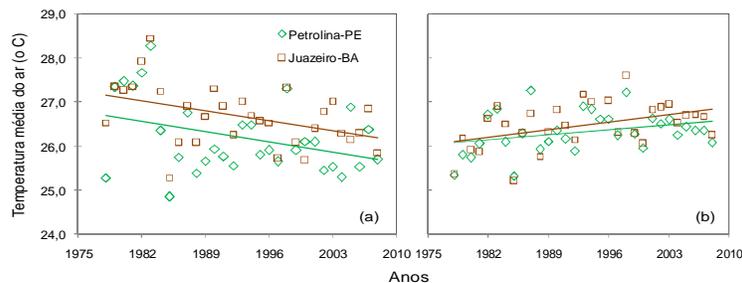


Figura 3. Tendências da temperatura média do ar no período de 1978-2008 nas estações agro-meteorológicas de Petrolina-PE e de Juazeiro-BA. (a) aplicando-se a Equação 1; (b) usando-se a média aritmética das temperaturas máximas e mínimas do ar.

Devido ao fato de um peso maior para a temperatura da noite (T_{24}) e a inclusão dos valores de 12 TMG na Equação (1) a tendência é de redução dos valores médios diários (Figura 2a) enquanto que a situação inversa ocorre com a utilização de apenas as temperaturas máximas e mínimas do ar (Figura 2b) o que torna importante se conhecer o método de cálculo nas análises das tendências climáticas. No primeiro método há uma redução de $-0,03^\circ \text{ C}$ tanto em Petrolina-PE como para Juazeiro-BA (Figura 3a) sendo que na segunda localidade a advecção de ar seco da caatinga promove valores mais elevados de temperatura do ar. No segundo método de cálculo observam-se aumentos de $0,01$ e $0,02^\circ \text{ C}$ para a primeira e a segunda localidade, respectivamente (Figura 3b). A umidade do ar e a velocidade do vento também

influenciam fortemente na evaporação e o comportamento destes parâmetros também é relevante para a avaliação das disponibilidades hídricas no futuro (Figura 4).

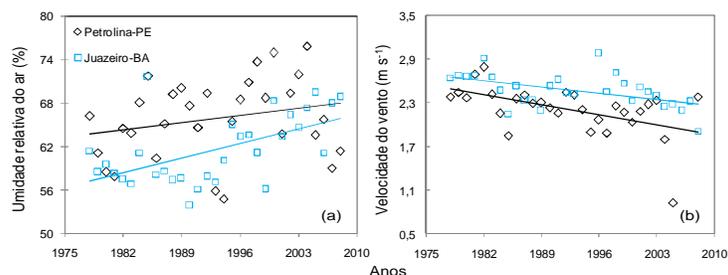


Figura 4. Tendências da umidade relativa do ar e da velocidade do vento à 2 m de altura no período de 1978-2008 nas estações agro-meteorológicas de Petrolina-PE e de Juazeiro-BA.

Elevações na umidade relativa do ar e reduções na velocidade do vento ao longo dos anos como apresentadas na Figura 4 reduzem os efeitos da elevação da temperatura máxima do ar no aumento da evaporação ao longo dos anos. As taxas de aumentos na umidade relativa do ar evidenciadas na Figura 4a foram 0,01 e 0,29 % para Petrolina-PE e Juazeiro-BA, respectivamente. A maior tendência de aumento na segunda localidade pode estar relacionada com a dispersão maior da área irrigada durante o período, na região semiárida do Estado da Bahia. Já no caso do comportamento da velocidade do vento observam-se reduções de $-0,02$ e $-0,01 \text{ m s}^{-1}$ nas respectivas localidades, o que também pode estar relacionado com o aumento de áreas com fruteiras irrigadas pela mudança da rugosidade nas vizinhanças das estações. A elevação da concentração de vapor d'água ao longo dos anos pode ser a causa da redução da radiação solar incidente (Figura 1a) pela absorção no espectro da radiação solar, já que não é constatado um aumento da nebulosidade pelo comportamento da insolação (Figura 1b). A Figura 5 apresenta as tendências dos valores anuais dos componentes do balanço hídrico.

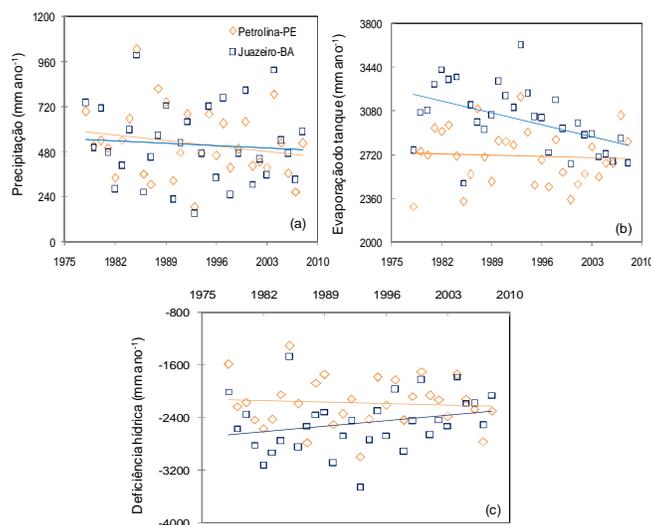


Figura 5. Tendências dos componentes do balanço hídrico climático no período de 1978-2008 das estações agro-meteorológicas de Petrolina-PE e de Juazeiro-BA: (a) precipitação; (b) evaporação do tanque; (c) deficiência hídrica climática.

Com relação à precipitação (Figura 5a) há uma tendência de redução de - 4 e - 2 mm ano⁻¹ em Petrolina-PE e Juazeiro-BA, respectivamente. Por outro lado uma pequena diminuição na evaporação de - 1 mm ano⁻¹ é constatada para a primeira localidade enquanto que para a segunda esta foi de - 14 mm ano⁻¹ (Figura 5b). Como resultado da contabilidade hídrica entre a precipitação e a evaporação a tendência das deficiências hídricas foi obtida (Figura 5c). Em Petrolina-PE um aumento de apenas 3 mm ano⁻¹ foi observado, enquanto que ao contrário, em Juazeiro-BA houve uma redução destas deficiências de - 12 mm ano⁻¹, o que pode estar relacionado a uma maior quantidade de vapor d'água na baixa atmosfera devido a um mais rápido aumento da área irrigada sobre a caatinga em Juazeiro-BA que em Petrolina-PE.

CONCLUSÕES: Dados climáticos para um período de 30 anos (1978-2008) do centro de desenvolvimento Petrolina-PE/Juazeiro-BA foram computados e analisados ao longo dos anos, com a utilização de dados provenientes de duas estações agro-meteorológicas convencionais situadas em Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Reduções da radiação solar incidente e aumento da insolação foram observados nas duas estações durante o período analisado. Constatou-se aumento dos valores máximos e redução dos valores mínimos de temperatura do ar, enquanto que a tendência da temperatura média apresentou aumento ou redução dependendo do método de cálculo utilizado para a obtenção das médias diárias. Em ambas as estações observaram-se elevações na umidade relativa do ar e reduções na velocidade do vento ao longo dos anos o que contribuiu para uma redução dos efeitos do aumento da temperatura máxima do ar na evaporação ao longo dos anos. O aumento da concentração de vapor d'água ao longo dos anos pode ser a causa da redução da radiação solar incidente pela absorção no espectro da radiação solar, já que não é constatado um aumento da nebulosidade pelo comportamento da insolação. Maiores valores de deficiência hídrica em Juazeiro que em Petrolina, representada pela diferença entre a precipitação e a evaporação pode estar relacionado a uma maior quantidade de vapor d'água na baixa atmosfera devido a um mais rápido aumento da área irrigada sobre a caatinga na primeira localidade.

REFERÊNCIAS:

GOUBESVILLE, P. Challenges for integrated water resources management. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 33, p. 284-289, 2008.

TEIXEIRA, A.H. DE C. **Water productivity assessments from field to large scale: a case study in the Brazilian semi-arid region**. Ed. LAMBERT Academic Publishing AG & Co. KG, Saarbrücken, Germany, 2009.