



PRPG Pré-Reitoria de Pós-Graduação
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

ANTROPIZAÇÃO EM ÁREA DE CAATINGA: EXPANSÃO AGRÍCOLA E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Fabiola de Souza Silva¹, Magaly de Fatima Correia,² Edvânia Pereira dos Santos¹, Maria Regina da Silva Aragão²

RESUMO

Fontes antropogênicas de calor e umidade mudam o balanço de energia em superfície e aumentam a vulnerabilidade de ecossistemas naturais a eventos hidrológicos extremos. Temperaturas (máxima e mínima) e umidade do ar estão entre as variáveis determinantes na definição das mudanças climáticas. Séries históricas de dados meteorológicos são usadas para avaliar o efeito da expansão da agricultura irrigada em áreas de caatinga. Os resultados mostram uma grande sensibilidade da atmosfera à mudança na cobertura vegetal. Variações na amplitude diária da temperatura estão interligadas com processos físicos que ocorrem próximos a superfície da Terra. O mapeamento da razão de mistura elaborado com base nas normais climatológicas e registros históricos de Bebedouro (PE) e Mandacaru (BA) permitiram a detecção de micro clima em áreas de caatinga decorrente da expansão agrícola.

Palavras-chave: fontes antropogênicas, irrigação, microclima

ANTROPIZATION IN CAATINGA AREA: AGRICULTURE EXPANSION AND CLIMATIC CHANGES

ABSTRACT

Anthropogenic sources of heat and moisture change the surface energy balance and increase the vulnerability of natural ecosystems to extreme hydrological events. Temperatures (maximum and minimum) and air humidity are among the variables that are determinant in climatic changes. Historical series of meteorological variables are used to evaluate the effect of irrigated agriculture expansion in areas of *caatinga* vegetation. The results show the atmosphere to be highly sensitive to changes in vegetation cover. Variations in the temperature daily amplitude are interconnected with physical processes that occur close to the earth's surface. Mapping of the mixing ratio based on the climatological normals and historical data of Bebedouro (PE) and Mandacaru (BA) allowed to detect the microclimate caused by the expansion of agriculture in areas of *caatinga*.

Keywords: anthropogenic sources, irrigation, microclimate

INTRODUÇÃO

A região objeto desse estudo está inserida na bacia hidrográfica do Rio São Francisco entre as coordenadas de 9 e 11°S e 40 e 42°W. Com a construção da represa de Sobradinho (1973–1977), o Médio e Submédio São Francisco foram marcados por grandes modificações ambientais incluindo as condições atmosféricas e de superfície. Na década de 80 houve uma grande transformação no setor agrícola com a implantação de vários perímetros de irrigação levando a alterações importantes no uso do solo principalmente em virtude da substituição da vegetação nativa (caatinga) por culturas irrigadas (CORREIA, 2001; CORREIA ET AL. 2006). A localização da represa de Sobradinho e dos principais perímetros públicos de irrigação pode ser vista na figura 1. No processo de evapotranspiração grandes quantidades de vapor d'água são transferidas para a atmosfera aumentando de forma significativa o teor de umidade na camada limite atmosférica.

¹ Aluna de Curso de meteorologia, Depto. de Ciências Atmosféricas, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: fabiola.ssilva@hotmail.com; edvaniadossantos@gmail.com

² Professora Doutora, Depto. de Ciências Atmosféricas, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: magaly@dca.ufcg.edu.br; regina@dca.ufcg.edu.br

O processo de evaporação afeta a temperatura do ar, a quantidade e nuvens e conseqüentemente a formação e desenvolvimento de sistemas precipitantes. Essas alterações têm influência direta no padrão de vento de local (CORREIA ET AL., 2006; CORREIA E SILVA DIAS, 2003; SILVA ARAGÃO ET. AL., 1997).

O desenvolvimento desse estudo foi motivado pelas mudanças substanciais na área da usina hidrelétrica de Sobradinho (IBGE, 1994), e tem como propósito investigar alguns dos possíveis efeitos da expansão agrícola sobre o clima regional. Séries históricas de dados da umidade e temperatura do ar são usadas para avaliar o efeito dessas mudanças na variação da amplitude térmica diária.

MATERIAL E MÉTODOS

Os principais dados utilizados neste trabalho constam das Normais Climatológicas (1961-1990), publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia e de registros obtidos nas estações meteorológicas dos campos experimentais de Bebedouro - PE (09°09'S-40° 22'W; 365,5 m) e Mandacarú - BA (09°24'S - 40°26'W; 375 m) pertencentes a EMBRAPA. Foram disponibilizadas médias diárias de leituras horárias relativos ao período de 1970 a 2007.

Obtenção de Parâmetros

Nas análises de variações na umidade do ar foi utilizada a razão de mistura calculada com base na equação 1.

$$r = 622 \frac{e}{(P - e)} \text{ é a razão de mistura em (g/kg)} \quad (1)$$

Em que,

$$e = U \times e_s(T) \text{ , é a pressão de vapor (mb);}$$

U é a umidade relativa (%); e;

$$e_s(T) = 6,11 \times \exp \left[\frac{(17,67T)}{(T + 243,5)} \right] \text{ é a pressão de vapor de saturação (mb).}$$

Anomalias padronizadas

A média aritmética e desvio padrão diário e mensal foram calculados para temperaturas extremas (máxima e mínima), umidade e amplitude térmica diurna (ATD). Com o objetivo de facilitar a análises entre grandezas diferentes os resultados foram padronizados usando a equação 2.

$$Z(i) = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_i} \quad (2)$$

Em que, Z(i) representa a anomalia padronizada da umidade, temperatura extrema (T_{MAX} ou T_{MIN}) ou da amplitude térmica diária ($ATD = T_{MAX} - T_{MIN}$); X_i é o valor mensal; \bar{x} é a média histórica e σ_i é o desvio-padrão da variável analisada.

Mapeamento Regional

Mapas mensais da razão de mistura foram elaborados. Para visualização da distribuição horizontal de $r(\text{g/kg})$ foi utilizado o programa SURFER versão 7.0. Esse pacote gráfico é constituído por um conjunto de programas desenvolvido pela Golden Software Inc. É utilizado para confecção de mapas a partir de dados espacialmente distribuídos e constitui uma ferramenta importante para o pesquisador principalmente porque aperfeiçoa o trabalho, através do uso de algoritmos matemáticos na geração de curvas. A distribuição espacial da umidade com e sem as estações de Bebedouro e Mandacarú foram comparadas com o objetivo de avaliar possíveis alterações no padrão regional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre outros aspectos, este estudo analisa a distribuição espacial da razão de mistura e temperatura mínima decorrentes de mudanças no uso do solo e conseqüentemente destaca a importância de investigações sobre impactos ambientais em áreas de grandes usinas hidrelétricas. As análises exploram mecanismos que podem ter contribuído com mudanças na ATD em regiões semi-áridas.

No desenvolvimento do trabalho procurou-se utilizar informações provenientes de diferentes fontes de dados que permitissem monitorar a influência de alterações antropogênicas. Entretanto, a necessidade da utilização de séries longas (pelo menos 30 anos) limitou consideravelmente nossa investigação.

Na Figura 2 são apresentados mapas da distribuição espacial da umidade (razão de mistura) confeccionados com e sem a inclusão dos dados de Bebedouro e Mandacarú. A razão de mistura foi escolhida para avaliar as possíveis mudanças na umidade do ar por se tratar de um elemento meteorológico conservativo de importante aplicação prática. Seu valor não muda com alterações na temperatura ou na pressão atmosférica. Com o objetivo de detectar os efeitos da sazonalidade os meses de abril e setembro foram selecionados como representativos do período úmido e seco respectivamente.

Além das características sazonais detectadas na distribuição espacial de $r(\text{g/kg})$, com valores mais altos (baixos) no período chuvoso (seco) pode-se verificar facilmente a diferença entre os valores deste parâmetro nas regiões litorâneas e no interior do Nordeste. Valores mínimos são observados na região semi-árida. Entretanto, o resultado mais significativo desta análise é o surgimento de núcleos com valores mais altos de umidade (Fig.2c, d, e, f) na região de Bebedouro e Mandacarú ($9,5^{\circ}\text{S} - 40^{\circ}\text{W}$). A modificação na configuração espacial de $r(\text{g/kg})$ é mais evidente no período chuvoso. Estes núcleos caracterizam a geração de um micro clima não perceptível quando a análise é feita apenas com base nos dados das normais climatológicas (Fig. 2a, b).

A intensificação substancial dos núcleos com valores máximos verificada na distribuição horizontal de $r(\text{g/kg})$ após a inclusão de 47 anos de dados (1970-2007) de Bebedouro e Mandacarú pode ser vista na Figura 2e-f. Esse resultado reflete o impacto da expansão das áreas agrícolas na última década.

Séries temporais de anomalias normalizadas da razão de mistura e da ATD para estação de Bebedouro (PE) são mostradas na Figura 3. Uma forte tendência de aumento da umidade atmosférica pode ser vista no mês de setembro a partir de 1997. Comportamento semelhante é observado na ATD. Essa tendência não é tão evidente no mês de abril. Esses resultados mostram como mecanismos físicos associados com mudanças no solo e vegetação contribuiu para variação da ATD. O comportamento da ATD está em concordância com estudos realizados em condições semelhantes (FONTE).

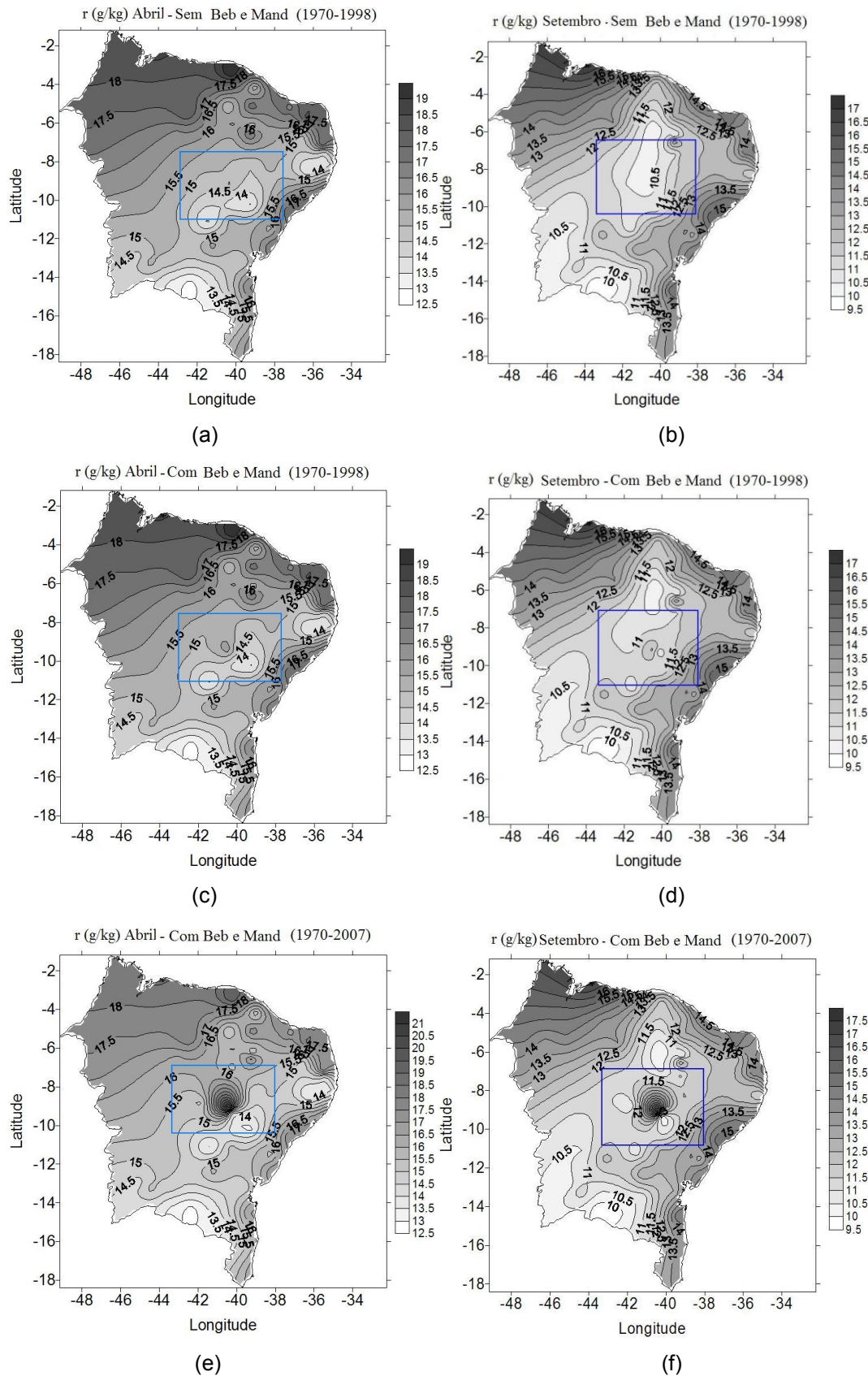
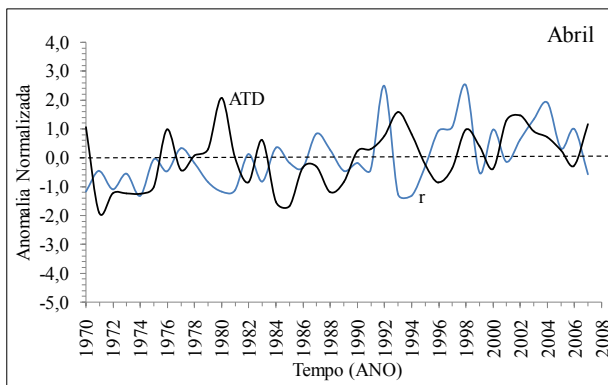
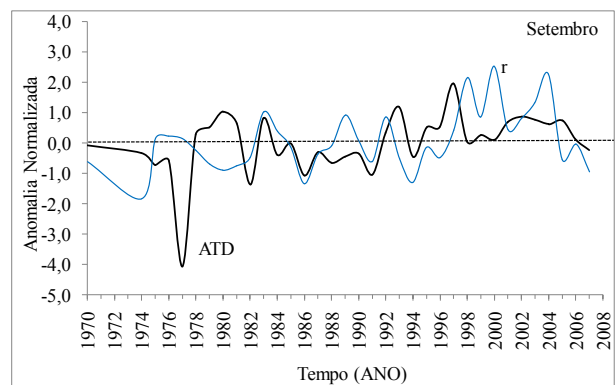


Figura 2. Distribuição espacial da razão de mistura r (g/kg) determinada para os meses de abril e setembro com base nas normais climatológicas (1961-1990). Sem a inclusão de Bebedouro e Mandacarú (a) e (b); incluindo Bebedouro e Mandacarú entre 1970 e 1998 (c) e (d) e incluindo Bebedouro e Mandacarú entre 1970 e 2007. O retângulo azul indica a posição aproximada das estações experimentais de Bebedouro e Mandacarú.



(a)



(b)

Figura 3. Anomalias normalizadas da razão de mistura r (g/kg) (a) e da amplitude térmica diária (b) para Bebedouro (PE) no período de 1970 a 2007.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitiram verificar que:

Empreendimentos do porte de Sobradinho afetam de forma significativa o balanço de energia em superfície e conseqüentemente os processos hidrológicos e meteorológicos a nível regional;

A degradação ambiental resultante da substituição da vegetação nativa por pastagens ou culturas agrícolas levou a modificação da emissividade da superfície e da transferência de calor e energia para atmosfera.

A implantação da represa numa região de clima semi-árido acelerou a transformação de áreas cobertas por caatinga em áreas com culturas irrigadas e elevou consideravelmente o teor de umidade atmosférica;

Os valores extremamente altos da umidade encontrados na região de Bebedouro (PE) e Mandacaru (BA) estão relacionados com a expansão da agricultura irrigada. Esse comportamento caracteriza a geração de um micro clima local.

Apesar do forte controle sazonal, fatores locais influenciam de forma significativa o teor de vapor nos baixos níveis da atmosfera e devem ser considerados em estudos hidrológicos.

A expansão da agricultura irrigada reduz a temperatura mínima e aumenta a amplitude térmica diária;

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORREIA, M. F.; SILVA DIAS, M. A. F.; SILVA ARAGÃO, M.R. Soil occupation and atmospheric variations over Sobradinho Lake area. Part two: a regional modeling study. **Meteorology and Atmospheric Physics**, vol 94, p. 115 – 128, 2006.

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca: **Barragens no nordeste do Brasil**. 160 p. 1982.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco Sub-Bacias do Oeste Baiano e Sobradinho**. 1994.

SILVA ARAGÃO, M. R.; CORREIA, M. F., SOBRAL, Z. R. Vento à superfície e chuva em anos contrastantes no Submédio São Francisco. **Boletim Climatológico**. Presidente Prudente-SP, ano 2, n.3, p. 213-217, jul. 1997.

ZHOU, L., DICKINSON, R. E., TIAN, Y., RUSSELL, S. V., DAI. Impact of vegetation removal and soil aridation on diurnal temperature range in a semiarid region: Application to the Sahel. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0700290104