

ESTIMATIVA DE PROJEÇÕES FUTURAS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CAATINGA EM RESPOSTA AO AUMENTO DA RESISTÊNCIA ESTOMÁTICA

BARBOSA, M. L.¹, SILVA, T. G. F. DA², SOUZA, L. S. B. DE³, MOURA, M. S. B. DE⁴

¹ Graduanda do curso de Ciências biológicas, UAST/UFRPE, Serra Talhada – PE

² Prof. Adjunto, Agrometeorologia, UAST/UFRPE, Serra Talhada – PE, thieres@uast.ufrpe.br

³ Doutoranda em Meteorologia Agrícola, DEA/UFV, Viçosa – MG

⁴ Pesquisadora de Agrometeorologia, Embrapa Semiárido, Petrolina – PE

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

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estimar a resposta da evapotranspiração da caatinga (ET_{caat}) às projeções futuras da resistência estomática. Foram utilizados os dados anuais da estação meteorológica convencional da Embrapa Semiárido, situada em Petrolina, PE, bem como uma relação entre os valores da ET_{caat} , evapotranspiração de referência, índice efetivo de umidade e da fração evaporativa. Oito cenários foram considerados a fim de se analisar os efeitos do incremento da resistência estomática sobre os valores de ET_{caat} . Com os resultados foi possível observar que a diminuição da ET_{caat} foi levemente inferior ao cenário que assumiu apenas as alterações das variáveis meteorológicas e sem os efeitos do incremento da resistência estomática das folhas, obtendo valores de 257, 260 e 264 mm ano⁻¹, ou seja, em relação ao cenário atual, estas diminuições foram na ordem de 38,3%, 37,6% e 37%, respectivamente. Estes resultados indicam que o incremento de dióxido de carbono na atmosfera poderá resultar em pequenas melhorias da relação hídrica deste ecossistema.

Palavras-chave: mudanças climáticas, relação hídrica, Semiárido

ESTIMATIVE OF PROJECTIONS OF THE SEMIARID NATURAL VEGETATION EVAPOTRANSPIRATION IN RESPONSE TO INCREMENT OF THE STOMATAL RESISTENCE

Abstract: The objective of this work was to estimate the response of semiarid natural vegetation evapotranspiration (ET_{caat}) for future projections of stomatal resistance. The annual data of a conventional meteorological station of the Semiarid Embrapa, located in Petrolina district, Pernambuco State, were used, as well as a relationship between the values of ET_{caat} , reference evapotranspiration, effective moisture index and the evaporation fraction. Eight scenarios were considered in order to analyze the effects of increased stomatal resistance on the evapotranspiration values for ET_{caat} . With the results was possible to observe that the decrease was slightly lower than the ET_{caat} scenario assumed only changes of meteorological variables and without the effects of increased stomatal resistance of leaves, getting values of 257, 260 and 264 mm yr⁻¹, when compared to the current scenario, being these decreases equal to 38.3%, 37.6% and 37% respectively. These results indicate that increased carbon dioxide in the atmosphere may result in minor improvements of water in this ecosystem.

Key-words: climate change, water relation, semiarid

Introdução

A evapotranspiração, a combinação da evaporação da água do solo e da transpiração das plantas, fornece dados sobre a quantidade de água consumida pelas plantas e o manejo de água no solo. Sua determinação é de extrema importância logo que está associada a ocorrência

de vários processos nos ecossistemas, tais como fotossíntese e produtividade líquida das plantas. Além disso, a evapotranspiração tem grande relevância sobre o tempo e clima nas diferentes regiões, sendo a mesma influenciada pelo tipo de ecossistema, solo e por fatores climáticos (HAO et al., 2007), como temperatura e umidade relativa do ar, radiação, e precipitação (ALLEN et al., 1998). Com as mudanças climáticas, esses parâmetros climatológicos estão sofrendo alterações, onde, sobretudo, tem-se verificado o aumento da temperatura do ar em conjunto com o incremento de dióxido de carbono (CO₂), os quais podem afetar diretamente os processos fisiológicos das plantas, como a evapotranspiração (FAGUNDES et al., 2010), em resposta ao aumento da resistência estomática das folhas. Entretanto, estas modificações dependem da disponibilidade de água no solo (MAGLIULO et al., 2003; TRIGGS et al., 2004). O conhecimento sobre as mudanças nos padrões da evapotranspiração de superfícies nativas permite subsidiar estudos que visem melhor entender como as alterações no clima poderão afetar o balanço de carbono e outros processos dos ecossistemas distribuídos em diferentes regiões do mundo. Assim, objetivou-se estimar a resposta da evapotranspiração da caatinga para projeções futuras da resistência estomática.

Materiais e métodos

Os dados anuais da estação meteorológica convencional da Embrapa Semiárido, situada em Petrolina, PE, foram utilizados para a estimativa da evapotranspiração da vegetação caatinga (ET_{caat}). Para isso, inicialmente foi estabelecida uma relação entre o índice efetivo de umidade (Im = ([P/ET_o]-1)x100) e os valores anuais da fração evaporativa (FE = ET_{caat}/ET_o), obtidos a partir dos dados citados por Teixeira et al. (2008). A partir desta relação foi possível obter os valores de ET_{caat} utilizando os valores de Im, logo que a ET_{caat} está diretamente relacionada com a disponibilidade de água da região. De acordo com Teixeira et al. (2008), nos anos de 2004 e 2005, em que os totais anuais de precipitação foram de 786,5 mm e 525,1 mm, respectivamente, os valores do fluxo de calor latente médio diário foram de 4,62 e 2,67 MJ m⁻² dia⁻¹, nessa ordem. Para estes mesmos anos, a demanda atmosférica anual da região foi 1412,3 e 1476,2 mm. Assim, para os anos de 2004 e 2005, os valores de FE foram de 0,49 e 0,27, caracterizados como sendo anos com chuvas acima e em torno da média climatológica (553 mm), respectivamente. Nestes anos os valores de Im_i foram iguais a -44,31 e -64,43. Com isso, para se determinar a ET_{caat} de um dado ano “i”, inicialmente deve-se determinar o valor de Im_i anual, onde será obtido o valor de FE_i anual. Em seguida, a partir do produto entre os valores de FE_i anual e ET_o_i anual é obtida a ET_{caat}. A ET_o_i anual foi calculada usando o modelo original de Penman Monteith (PM):

$$\lambda LE = \frac{\Delta (R_n - G) + \frac{t \rho_a c_p (e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$

onde, λ é o calor latente de vaporização (MJ kg⁻¹), LE é o fluxo de calor latente (mm ano⁻¹), Δ é a declividade da curva da relação entre a pressão de saturação do vapor e a temperatura média do ar (kPa), R_n é o saldo de radiação solar (W m⁻²), G é o fluxo de calor no solo (W m⁻²), t é o fator conversão de escala de tempo (86400 x 365 dias), ρ_a é a densidade média do ar a pressão constante (kg m⁻³), c_p é o calor específico do ar (MJ kg⁻¹ °C⁻¹), (e_s - e_a) é o déficit de pressão de vapor d'água (kPa), r_a e r_s são a resistência aerodinâmica e da superfície. Para se incorporar os cenários de mudanças climáticas foram utilizadas as projeções regionalizadas anuais da temperatura do ar (t_{ar}), umidade relativa do ar (UR) e da precipitação (P), oriundas do modelo

acoplado do Hadley Centre for Climate Prediction and Research, da Inglaterra (HadCM3) (NAKICENOVIC et al., 2009). Os valores futuros de t_{ar} e UR foram inseridos nos cálculos de Δ e de $(e_s - e_a)$. Os cenários de precipitação foram inseridos no cálculo de Im_i para analisar os efeitos sobre a disponibilidade de água para a caatinga e, conseqüentemente, nos seus valores de FE_i . Na análise do aumento da resistência estomática das folhas sobre a ET_{caat} , assumiu-se incrementos de 12%, 22% e 32%, e o aumento de 4% no IAF_{ativo} (Índice de área foliar ativo), conforme citado por Lovelli et al. (2010). As variações da resistência estomática das folhas foram incorporadas no cálculo de r_s da equação de PM:

$$r_s = \frac{r_l (1 + x)}{0,5 IAF (1 + y)}$$

em que, r_l é a resistência estomática de uma folha bem iluminada ($s\ m^{-1}$), sendo igual a $100\ s\ m^{-1}$, x é o incremento da resistência estomática (iguais a 0,12; 0,22 e 0,32) e y é o aumento do IAF_{ativo} , ambos em decimal; 0,5 é um fator que representa a área foliar que contribui ativamente para a transferência de calor e vapor d'água para a atmosfera e IAF é o índice de área foliar, sendo função de h_c (altura da cultura da grama), que assume a expressão $IAF = 24\ h_c$, sendo $h_c = 0,12\ m$. A partir das projeções das variáveis meteorológicas e das resistências estomáticas, foram estabelecidos oito cenários: I) Cenário atual, onde foi estimado os valores de ET_{caat} média para o período de 1965 a 2007; II. Cenário rs12%, onde se considerou apenas o efeito do incremento de 12% na resistência estomática das folhas; III. Cenário rs22%, em que foi assumido apenas o efeito do incremento de 22% na resistência estomática das folhas; IV. Cenário rs32%, onde foi considerado o efeito do incremento de 32% na resistência estomática das folhas; V) Cenário MC, onde foi estimado os valores de ET_{caat} assumindo apenas as projeções das variáveis meteorológicas e sem incremento na resistência estomática das plantas; VI) Cenário MCrs12%, onde foi estimado os valores de ET_{caat} , considerando as projeções das variáveis meteorológicas e o incremento de 12% na resistência estomática; VII) Cenário MCrs22%, onde foi estimado os valores de ET_{caat} assumindo as projeções das variáveis meteorológicas e o incremento de 22% na resistência estomática; VIII) Cenário MCrs32%, onde foi estimado os valores de ET_{caat} considerando as projeções das variáveis meteorológicas e o incremento de 32% na resistência estomática.

Resultados e discussão

Na Figura 1 são demonstrados os cenários de mudanças climáticas para a evapotranspiração anual da caatinga (ET_{caat}) assumindo a combinação ou não das alterações das variáveis meteorológicas e o incremento da resistência estomática das plantas, devido o aumento da concentração de CO_2 ($[CO_2]$). Para o cenário atual (Cenário I), verifica-se que a ET_{caat} atual é em torno de $417\ mm\ ano^{-1}$. Este valor está dentro da faixa indicada por Teixeira et al. (2008), onde destacam valores variando entre 398 e $688\ mm\ ano^{-1}$. Assumindo apenas os efeitos do incremento da resistência (Cenários II, III e IV), como resposta do aumento da $[CO_2]$, verificou-se que a redução na ET_{caat} foi pequena, sendo em torno de 2%, 3% e 5%, respectivamente, com os valores iguais a 409 , 403 e $397\ mm\ ano^{-1}$. Por outro lado, quando se considerou apenas os efeitos da alteração das variáveis meteorológicas, no Cenário V, constatou-se que a redução foi expressiva, em decorrência do aumento da demanda atmosférica e redução da disponibilidade de água no solo. Neste cenário, verificou-se uma redução de 39,2% da ET_{caat} , atingindo $254\ mm\ ano^{-1}$. Quando se considerou os efeitos conjugados das variáveis meteorológicas com o incremento da resistência (Cenários VI, VII e VIII) foi possível observar que a diminuição da ET_{caat} foi levemente inferior ao do Cenário V, obtendo valores de 257 , 260 e $264\ mm\ ano^{-1}$, ou seja, em relação ao cenário atual, estas

diminuições foram na ordem de 38,3%, 37,6% e 37%, respectivamente. Tal condição pode está associado ao fato do enriquecimento de CO₂ na atmosfera melhorar os efeitos adversos do estresse hídrico reduzindo a taxa de perda de água pelas plantas e melhorando a capacidade de absorção de água pelas raízes, indicando com isso, melhorarias na relação hídrica das plantas (MAGLIULO et al., 2003; TRIGGS et al., 2004). Pelos resultados do presente estudo, à medida que se aumentou a resistência estomática das folhas esta relação foi melhorando e menores reduções foram sendo verificadas na evapotranspiração da caatinga.

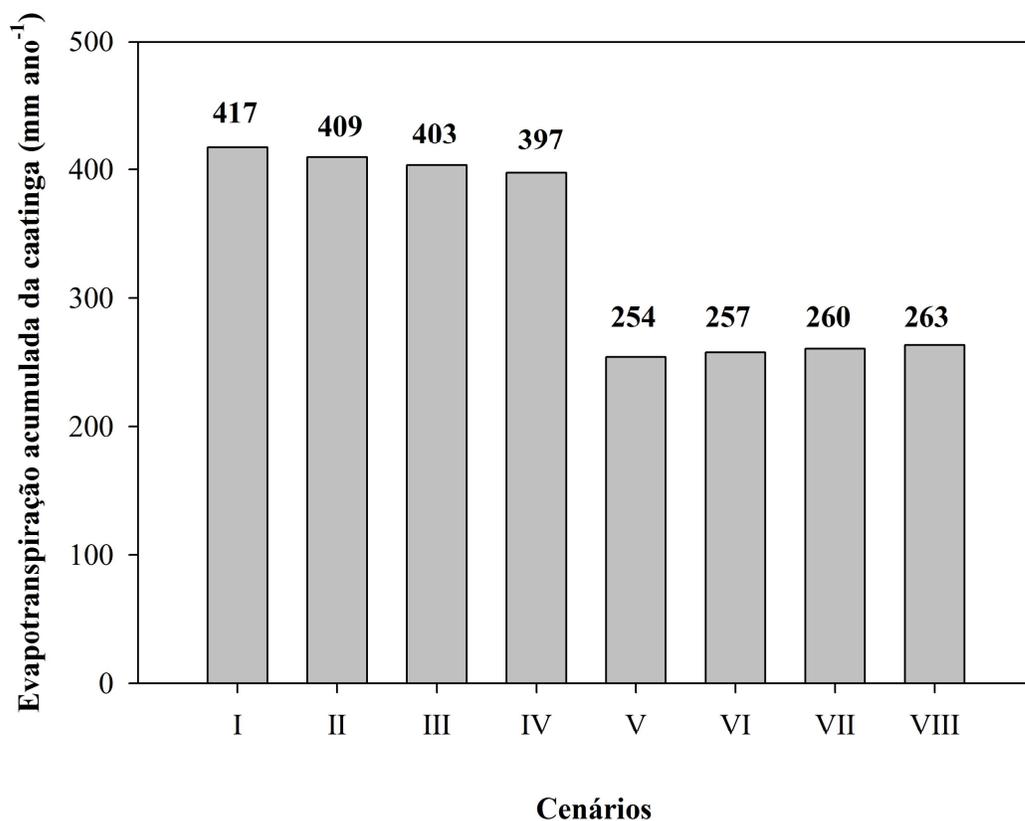


Figura 1. Evapotranspiração anual da vegetação caatinga para os cenários: I. Cenário Atual; II. Cenário de mudanças climáticas com apenas o efeito do incremento de 12% na resistência estomática das folhas; III. Cenário de mudanças climáticas com apenas o efeito do incremento de 22% na resistência estomática das folhas; IV. Cenário de mudanças climáticas com apenas o efeito do incremento de 12% na resistência estomática das folhas; V. Cenário de mudanças climáticas das variáveis meteorológicas e sem o efeito do aumento da resistência estomática das folhas; VI. Cenário de mudanças climáticas das variáveis meteorológicas e com o incremento de 12% na resistência estomática das folhas; VII. Cenário de mudanças climáticas das variáveis meteorológicas e com o incremento de 22% na resistência estomática das folhas; VIII. Cenário de mudanças climáticas das variáveis meteorológicas e com o incremento de 32% na resistência estomática das folhas.

Conclusão

A partir das projeções futuras do incremento da resistência estomática, conclui-se que a vegetação da caatinga tendeu apresentar menores reduções da evapotranspiração, quando comparada ao cenário que considerou apenas a alteração das variáveis meteorológicas, indicando que o incremento de dióxido de carbono na atmosfera poderá resultar em pequenas melhorias da relação hídrica deste ecossistema.

Referências

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**. In: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome. 1998.

FAGUNDES, J. D.; PAULA, G. M. DA; STRECK, I. L. N. A.; BISOGNIN, D. A. Aquecimento global: efeitos no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade de batata. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1464-1472, 2010.

HAO, Y. et al. Seasonal and interannual variation in water vapor and energy exchange over a typical steppe in Inner Mongolia, China. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.146, 57-69, 2007.

MAGLIULO, V., BINDI, M., RANA, G. Water use of irrigated potato (*Solanum tuberosum* L.) grown under free air carbon dioxide enrichment in central Italy. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.97, p.65-80, 2003.

NAKICENOVIC, N.; ALCAMO, J.; DAVIS, G.; DE VRIES, B.; FENHANN, J.; GAFFIN, S.; GREGORY, K.; GR, A.; JUNG, T. Y.; KRAM, T.; LA ROVERE, E. L.; MICHAELIS, L.; MORI, S.; MORITA, T.; PEPPER, W.; PITCHER, H.; PRICE, L.; RIAHI, K.; ROEHL, A.; ROGNER, H. H.; SANKOVSKI, A.; SCHLESINGER, M.; SHUKLA, P.; SMITH, S.; SWART, R.; VAN ROOIJEN, S.; VICTOR, N.; DADI, Z. **Special report on emission scenarios**. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2000. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.htm>>. Acesso em: 18 Março. 2009.

TRIGGS, J.M., KIMBALL B, B.A., PINTER JR, P.J. et al. Free-air CO₂ enrichment effects on the energy balance and evapotranspiration of sorghum. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.124 p.63-79, 2004.