

# VARIAÇÃO DO REQUERIMENTO HÍDRICO DA VIDEIRA DE MESA DE ACORDO COM CENÁRIOS FUTUROS PARA O NORDESTE DO BRASIL

ANTÔNIO H. de C. TEIXEIRA<sup>1</sup>, JORGE TONIETTO<sup>2</sup>, FRANCISLENE ANGELOTTI<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Pesq. III, Departamento de Agrometeorologia, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Pesq. III, Departamento de Mudanças Climáticas, 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:** De acordo com o relatório do IPCC, as regiões semiáridas serão as mais afetadas pela elevação da temperatura do ar e conseqüente elevações nos consumos hídricos das culturas agrícolas. Dados climáticos médios foram usados em conjunto com projeções futuras através de modelos de regressão simples que relaciona a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), o coeficiente de cultura ( $K_c$ ) e os graus dias acumulado ( $GD_{ac}$ ), para quantificar a variação dos requerimentos hídricos (RH) da videira, cv. *Itália*, no Nordeste brasileiro considerando as condições médias e os cenários do IPCC para 2020, 2050 e 2080. As maiores elevações de RH para períodos de menor consumo hídrico, ocorreram nos estados do Ceará (CE), Rio Grande do Norte (RN) e Piauí (PI) enquanto que para períodos de maior consumo de água, os estados destacados foram o Piauí (PI) e o Maranhão (MA).

**PALAVRAS-CHAVE:** mudanças climáticas, coeficiente de cultura, graus-dias, evapotranspiração

## TABLE GRAPE WATER REQUIREMENTS VARIATIONS IN BRAZILIAN NORTHEAST ACCORDING WITH FUTURE SCENARIOS

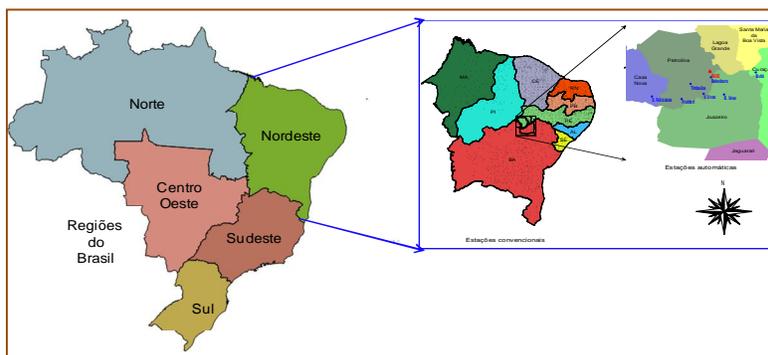
**ABSTRACT:** According with the IPCC's report (2007), the semi-arid regions are going to be the most affected areas by increasing water consumption as a consequence of rising air temperatures. Long-term weather data were used together with future projections throughout simple regression models which relate the reference ET ( $ET_0$ ), crop coefficient ( $K_c$ ) and the accumulated degree-days ( $DD_{ac}$ ), to quantify the water requirements (WR) variations of grape crop, cv. *Itália*, in the Brazilian Northeast, considering the average conditions and the future IPCC scenarios for 2020, 2050 and 2080. The highest increases in WR for period of lowest water consumptions, happened in Ceará (CE), Rio Grande do Norte (RN) and Piauí (PI) states, while during periods of highest water consumptions, the highlighted states were Piauí (PI) e o Maranhão (MA).

**KEYWORDS:** climate change, crop coefficient, degree-days, evapotranspiration

**INTRODUÇÃO:** As mudanças climáticas podem exercer profundas influências na cultura da videira, através da elevação da temperatura do ar ( $T_a$ ) com conseqüente aumento da evapotranspiração (ET). O aumento de  $T_a$  no Nordeste do Brasil pode elevar o requerimento de água da cultura videira para mesa, cuja área cultivada vem crescendo nas condições semiáridas da região, tornando-se muito importante a determinação do requerimento hídrico em escala regional e sua variação ao longo dos anos para suporte à alocação de água no

futuro. A ET em condições potenciais pode representar o requerimento hídrico de uma cultura, o qual depende das fases fenológicas e da demanda atmosférica, podendo ser determinado através do uso de coeficientes de cultura e da evapotranspiração de referência –  $ET_0$  (ALLEN et al. , 1998). O objetivo deste trabalho foi combinar modelos simples com dados climáticos médios e projeções dos cenários A2 e B2 do IPCC (2007) para os anos de 2020, 2050 e 2080 através do modelo PRECIS, para a determinação das alterações dos requerimentos hídricos nestes diferentes cenários no Nordeste do Brasil, visando subsidiar o manejo racional dos recursos hídricos e alocação da água para parreirais de mesa comerciais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Adotaram-se as normais climatológicas para o período de 1961-1990. Os dados disponíveis foram de temperatura média do ar ( $T_a$ ) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), referentes a 75 estações agro-meteorológicas e coordenadas geográficas de 1455 localidades para estimativa de  $T_a$  na ausência destes dados (CAVALCANTE e SILVA, 1994). Sete estações agro-meteorológicas automáticas foram usadas para calibrar os resultados obtidos com a aplicação da equação de Thornthwaite (TH) para o método de Peman-Monteith (PM) na determinação da evapotranspiração de referência -  $ET_0$  tanto para os dados disponíveis como para os projetados (Figura 1).



**Figura 1.** Localização das estações convencionais e automáticas utilizadas no Nordeste do Brasil.

Com relação às projeções de  $T_a$  para os anos de 2020, 2050 e 2080, foram considerados os cenários A2 e B2 do IPCC (2007) e utilizadas grades das diferenças de temperatura média ( $\Delta T_a$ ) para estes cenários e somadas aos mapas base (médias de 1961-1990). Os mapas dos cenários futuros foram resultantes da aplicação do modelo PRECIS na Américas do Sul e corte para a região Nordeste. A calibração do método TH para o método PM foi realizada para compatibilizar os resultados de  $K_c$  provenientes de experimentos de campo com a videira para mesa, variedade *Itália* (TEIXEIRA et al., 1999). Equações de regressão deste coeficiente com os graus-dias acumulados ( $GD_{ac}$ ) foram desenvolvidas no estudo atual e usadas para uma temperatura basal ( $T_b$ ) de 10 °C (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo das equações de regressão utilizadas.

Parâmetro	Equação	a	b	c
$ET_{PM,1}$	$ET_{PM,1} = a ET_{TH,1} + b$	0,64	46	-
$ET_{PM,2}$	$ET_{PM,2} = a ET_{TH,2} + b$	0,49	45	-
$K_c$	$K_c = a GD_{ac}^2 + bGD_{ac} + c$	$-3 \cdot 10^{-7}$	$7 \cdot 10^{-4}$	0,44

\* subscritos 1 e 2 significam primeiro e segundo semestres, respectivamente.

Consideraram-se três valores de  $K_c$  para cada ciclo produtivo de acordo  $G_{ac}$  inicial, médio e final obtendo-se a média ( $K_{c,me}$ ), a qual foi multiplicada pelo o valor acumulado da

evapotranspiração de referência ( $ET_{0,ac}$ ) para cada ciclo produtivo. O valor inicial de  $G_{ac}$  é zero, os valores médios e finais foram as diferenças entre a temperatura média ( $T_{me}$ ) e a temperatura base ( $T_b$ ) no meio e no final do ciclo, respectivamente, multiplicados pelos respectivos números de dias nestes períodos dos ciclos ( $d_n$ )

$$GD_{ac} = (T_{me} - T_b) d_n \quad (1)$$

O requerimento hídrico da cultura (RH) foi então obtido regionalmente (ALLEN et al., 1998):

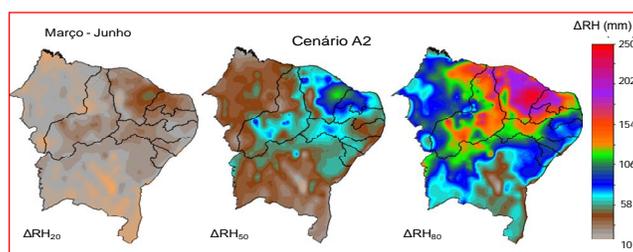
$$RH = K_{c\_me} ET_{0,ac} \quad (2)$$

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 2 descreve as médias dos requerimentos hídricos (RH) com relação à linha base (1961-1990) juntamente com as projeções para 2020, 2050 e 2080 considerando-se os cenários A2 e B2 do IPCC no Nordeste.

**Tabela 2.** Requerimentos hídricos (RH) médios da videira, cv. *Itália*, sob diferentes épocas de poda no Nordeste brasileiro, referentes à linha base do período de 1961 a 1990 e aqueles projetados para 2020, 2050, 2080 considerando-se os cenários A2 e B2 do IPCC.

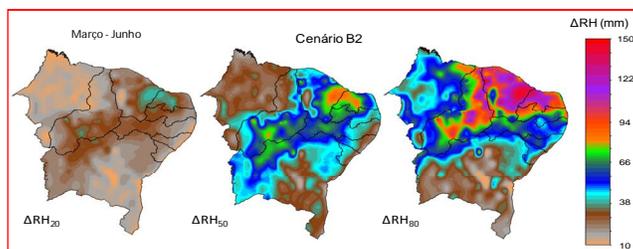
Poda	RH <sub>BASE</sub>	RH <sub>20_A2</sub>	RH <sub>20_B2</sub>	RH <sub>50_A2</sub>	RH <sub>50_B2</sub>	RH <sub>80_A2</sub>	RH <sub>80_B2</sub>
Jan	301,6	330,9	327,8	347,5	352,2	435,3	393,3
Fev	291,8	321,8	319,5	351,4	345,4	416,7	364,4
Mar	283,5	308,0	304,7	334,7	327,0	388,2	374,8
Abr	304,7	326,3	322,6	348,9	340,6	390,7	358,2
Mai	333,4	350,4	347,4	368,8	362,0	399,6	376,2
Jun	366,8	383,2	380,8	399,8	394,1	423,6	406,1
Jul	401,1	423,1	411,2	441,3	421,5	464,8	430,1
Ago	405,7	419,7	417,7	433,7	418,0	455,1	418,1
Set	407,2	422,3	420,3	437,7	422,3	460,1	420,4
Out	382,6	399,0	396,1	406,4	400,3	455,2	416,2
Nov	356,8	382,6	380,3	395,6	390,6	466,5	415,1
Dez	332,2	358,5	356,3	373,8	380,0	448,2	409,7

Maiores diferenças em RH entre as projeções e a linha base ( $\Delta RH$ ) ocorrem com podas realizadas de novembro a abril, quando RH apresenta menores valores. A Figura 2 apresenta  $\Delta RH$  para o período de poda de menor RH em março considerando-se o cenário A2.



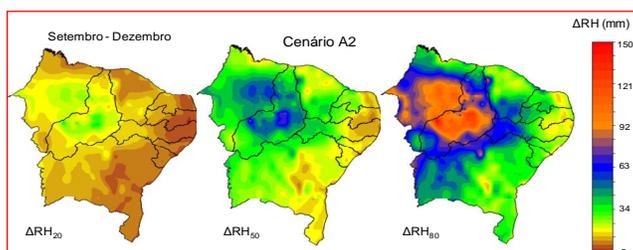
**Figura 2.** Mapas com as projeções das diferenças de RH (mm) da videira, cv. *Itália*, para podas em março, considerando-se o cenário A2 do IPCC para os anos de 2020 ( $\Delta RH_{20}$ ), 2050 ( $\Delta RH_{50}$ ) e 2080 ( $\Delta RH_{80}$ ) relativos ao mapa base (1961-1990) no Nordeste do Brasil.

Para a projeção de 2020 os valores foram mais homogêneos aumentando progressivamente nas projeções de 2050 e 2080, com maiores valores se deslocando para a direção oeste dos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Paraíba e Pernambuco e leste do Estado do Piauí. Destaque acontece para o Ceará com boa parte apresentando valores de  $\Delta RH_{80}$  acima de 200 mm. A Figura 3 considera o cenário B2 para poda também em março.



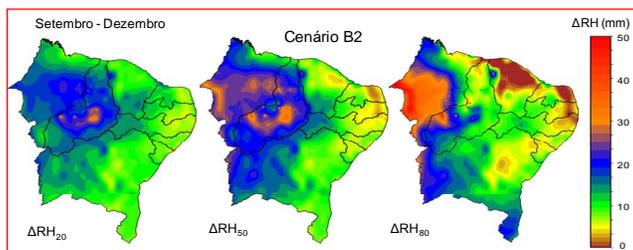
**Figura 3.** Mapas com as projeções das diferenças de RH (mm) da videira, cv. *Itália*, para podas em março, considerando-se o cenário B2 do IPCC para os anos de 2020 ( $\Delta RH_{20}$ ), 2050 ( $\Delta RH_{50}$ ) e 2080 ( $\Delta RH_{80}$ ) relativos ao mapa base (1961-1990) no Nordeste do Brasil.

Neste caso uma magnitude inferior é detectada, com valores de  $\Delta RH$  não ultrapassando 150 mm, e uma maior heterogeneidade espacial é verificada em 2020 e 2050. O Estado do Ceará e o leste do Rio Grande do Norte, bem como boa parte do leste do Piauí se destacam na projeção de 2080 com valores acima de 100 mm. Para poda em setembro e cenário A2, os valores de  $\Delta RH$  são apresentados na Figura 4.



**Figura 4.** Mapas com as projeções das diferenças de RH (mm) da videira, cv. *Itália*, para podas em setembro, considerando-se o cenário A2 do IPCC para os anos de 2020 ( $\Delta RH_{20}$ ), 2050 ( $\Delta RH_{50}$ ) e 2080 ( $\Delta RH_{80}$ ) relativos ao mapa base (1961-1990) no Nordeste do Brasil.

Neste caso, apesar dos valores mais baixos em 2020, com relação à poda realizada em março e cenário A2, ocorre uma maior heterogeneidade espacial. Percebe-se um deslocamento dos maiores valores de  $\Delta RH$  para o lado oeste da região, com destaque para a porção centro-oeste do Piauí e o lado leste do Maranhão com valores acima de 90 mm na projeção de 2080. Para o cenário B2, para poda também em setembro, os valores de  $\Delta RH$  são mostrados na Figura 5.



**Figura 5.** Mapas com as projeções das diferenças de RH (mm) da videira, cv. *Itália*, para podas em setembro, considerando-se o cenário B2 do IPCC para os anos de 2020 ( $\Delta RH_{20}$ ), 2050 ( $\Delta RH_{50}$ ) e 2080 ( $\Delta RH_{80}$ ) relativos ao mapa base (1961-1990) no Nordeste do Brasil.

Como para o caso da poda realizada em março e cenário B2, verifica-se uma forte redução de  $\Delta RH$  com relação ao cenário A2. Comparando os dois cenários para podas em setembro, percebe-se um deslocamento ainda maior das áreas de maior RH para o lado oeste do Nordeste brasileiro que no caso das podas em março, destacando-se a região sudoeste do Maranhão com valores acima de 40 mm na projeção de 2080. Com relação à abrangência de

áreas com elevação no  $\Delta RH$  para poda com menor requerimento de água, em março, destacam-se os estados do Ceará (CE) e Rio Grande do Norte (RN) e Piauí (PI), chegando a um aumento de até 200 mm por ciclo produtivo na projeção 2080 no cenário A2 do IPCC. No caso da poda ser realizada em setembro, ocasião de maior requerimento hídrico, os estados destacados por elevação deste consumo em 2080, são o Piauí e o Maranhão com diferenças maiores que 90 mm no cenário A2 do IPCC.

**CONCLUSÕES:** Modelos simples, baseados na evapotranspiração de referência e na relação do coeficiente de cultura com graus dias acumulados, juntamente com dados históricos médios de temperatura média do ar no período de 1961-1990 e projeções das diferenças destes dados com os projetados para os anos de 2020, 2050 e 2080, de acordo com os cenários do IPCC, permitiram a delimitação de áreas nos estados do Nordeste brasileiro de acordo com os requerimentos hídricos nestes cenários para a cultura da videira para mesa, cv. *Itália*, considerando-se o ciclo produtivo médio de quatro meses e diferentes épocas de poda. Em geral, maiores diferenças entre os três cenários com relação as médias históricas existem para períodos de menor requerimento hídrico de novembro a abril. Com relação à abrangência de áreas com elevação no requerimento de água com podas em março, destacam-se os estados do Ceará (CE), Rio Grande do Norte (RN) e Piauí (PI). No caso da poda ser realizada em setembro, ocasião de maior requerimento hídrico, os estados destacados por elevação deste requerimento são o Piauí e o Maranhão.

**Agradecimentos:** Esta pesquisa foi financiada pela FACEPE (Fundação de Ciência e tecnologia do Estado de Pernambuco) como parte de um projeto sobre produtividade da água e pela Embrapa como parte do projeto “Simulação de Cenários Agrícolas Futuros a partir de Projeções de Mudanças Climáticas Regionalizadas”.

#### **REFERÊNCIAS:**

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S. ,RAES, D. ,SMITH, M. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy, 300 pp, 1998.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, VIII e CONGRESSO LATINO-AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, Belo Horizonte, 1994, Belo Horizonte, **Anais...**, Minas Gerais: Soc. Bras. de Meteorologia, p.154-157, 1994.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2007: synthesis report: summary for policymakers, contribution of working groups I,II,III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- TEIXEIRA, A.H. de Castro, AZEVEDO, P.V. de, SILVA, B.B.da, Soares J.M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.3, n.3, p.413-416, 1999.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; BASSOI, L.H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in Sao Francisco River basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, v.94, p.31-42, 2007.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p.55-94, 1948.