



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DO EXCEDENTE E DEFICIÊNCIA HÍDRICA DO SOLO PARA A MICRORREGIÃO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE

Elvis Bergue Mariz Moreira ^(a), Eberson Pessoa Ribeiro ^(b) Carolayne Silva de Souza ^(c), Amanda Steffany Quirino de Alcântara Maciel ^(d)

^(a) Centro das Humanidades, Universidade Federal do Oeste da Bahia, elvis.moreira@ufob.edu.br

^(b) Instituto Federal de Pernambuco/ Campus Recife, eberson_pessoa@yahoo.com.br

^(c) Instituto Federal de Pernambuco/ Campus Recife, carol.silva452@gmail.com

^(d) Instituto Federal de Pernambuco/ Campus Recife, asqam@discente.ifpe.edu.br

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

O conhecimento da quantidade de água no solo é indispensável para o planejamento agrícola. Assim, o objetivo do presente trabalho foi realizar o balanço hídrico climatológico com a finalidade de obter o conhecimento do regime hídrico do solo para a microrregião de Vitória de Santo Antão. Utilizou-se valores médios mensais de precipitação entre 1950 a 2015 de 5 estações meteorológicas. As médias mensais de temperatura do ar foram obtidos pelo Estima_T. O BHC revelou que a sazonalidade de períodos seco e chuvoso afeta essencialmente os níveis de DEF e EXC. A DEF obteve 336 mm/ano, entre outubro e maio, em que a escassez hídrica se localiza principalmente na porção centro-oeste. O EXC apresentou 248 mm/ano, restringindo-se aos meses de maio, junho e julho, sobretudo nas porções extremas do nordeste e sudoeste, com elevadas taxas (>360 mm/ano). A avaliação do regime hídrico permitiu conhecer a demanda hídrica diferentes períodos do ano.

Palavras chave: Balanço hídrico climatológico; DEF; EXC; Planejamento agrícola.

1. Introdução

O conhecimento da quantidade de água no solo é indispensável para a elaboração do planejamento agrícola eficaz, uma vez que excesso ou deficiência hídrica no solo são



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

prejudiciais a produção agrícola, provocando baixa produtividade e diminuição da produção. O movimento cíclico da água inicia-se pela infiltração no solo, logo após é armazenada na zona do sistema radicular da planta e termina sendo removida por meio do processo de evaporação e evapotranspiração (CINTRA; LIBARDI; SAAD, 2000).

O balanço hídrico climatológico (BHC) proposto por Thornthwaite & Mather (1955) é capaz de fazer a medição do regime hídrico de uma localidade sem a necessidade das medidas diretas das condições do solo. Ele pode determinar a quantidade de água disponível para as plantas, além de indicar os períodos seco e úmido dentro de um determinado espaço de tempo (TREMOCOLDI et al., 2008). De acordo com Carvalho et al. (2011) o balanço hídrico é uma das ferramentas mais utilizadas na contabilização dos excedentes e déficits hídricos, permitindo avaliar se a quantidade de água presente no solo é suficiente para suprir a necessidade hídrica da planta.

Diversos estudos (SOUZA *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2014; SILVA; MOURA; KLAR, 2014; RIBEIRO, 2016) de verificação do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) pelo método de Thornthwaite-Mather (1955) foram realizados para as mais variadas finalidades, como a caracterização regional da disponibilidade hídrica, zoneamento agroclimático, definição de períodos de secas e da aptidão hídrica regional para culturas agrícolas, além de planejamento de pesquisa. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi realizar o balanço hídrico climatológico com a finalidade de avaliar a variabilidade do excedente e da deficiência hídrica do solo para a microrregião de Vitória de Santo Antão.

2. Materiais e Métodos

A microrregião de Vitória de Santo Antão está localizada no centro da Mesorregião da Mata de Pernambuco, compondo os municípios de Chã de Alegria, Glória do Goitá, Vitória de Santo Antão, Pombos e Chã Grande (Figura 1). Os elementos de precipitação pluviométrica e temperatura do ar foram a base climatológica para a elaboração dos parâmetros a serem pesquisados. Dessa forma foram utilizados nesta pesquisa os valores médios mensais da precipitação da série histórica de 1960 a 2015, período de 56 anos, medidos de 5 estações distribuídas na microrregião a ser examinada. Os dados foram obtidos por meio da Agência Pernambucana de Águas e Clima (Apac).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A obtenção dos dados médios mensais de temperatura do ar das 6 estações pluviométricas foi realizada através do software Estima_T, o qual estima temperaturas do ar na Região Nordeste do Brasil por meio de regressões múltiplas em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude (CAVALCANTI; SILVA, 1994; CAVALCANTI; SILVA; SOUSA, 2006).

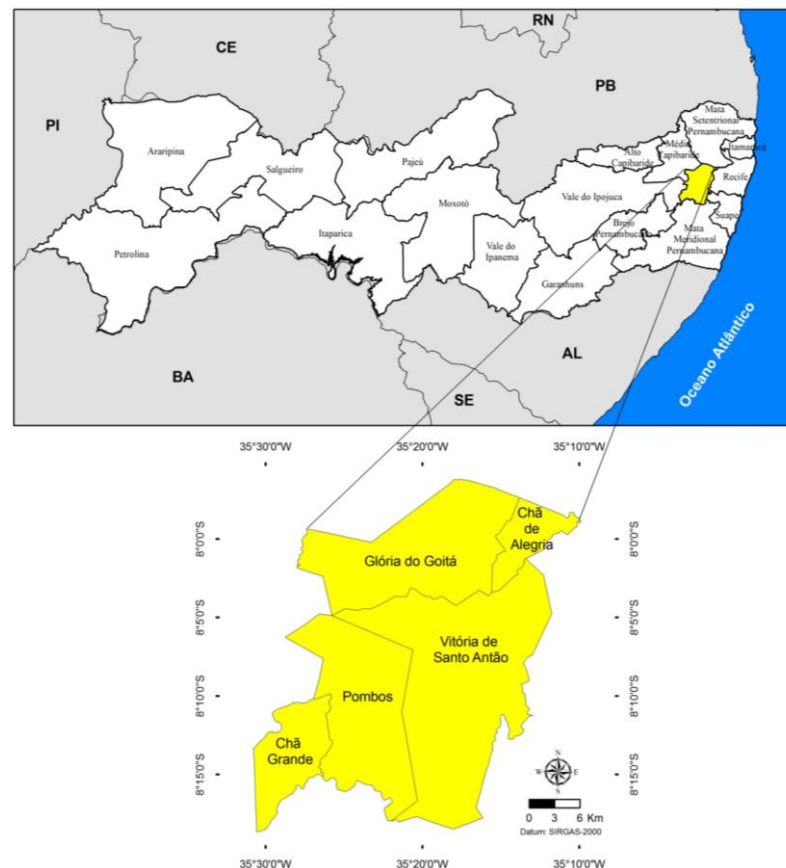


Figura 1 – Localização da microrregião de Vitória de Santo Antão

O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) foi realizado pelo método de Thornthwaite-Mather (1955) no qual adotou-se a capacidade de água disponível no solo (CAD) estimado em 100 mm para todos os meses do ano. O BHC utilizou como dados de entrada as médias mensais da temperatura do



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ar, da precipitação e da evapotranspiração potencial. A estimativa da evapotranspiração potencial corrigida consisti no cálculo da Equação 1, pelo método de Thornthwaite (1948):

$$ETP = f \cdot 16 \left(\frac{10 \cdot t}{I} \right)^a \quad (1)$$

em que: ETP é a evapotranspiração potencial corrigida; f é o fator de correção em função da latitude e mês do ano, como se pode observar em destaque na Tabela 1; t é a temperatura média mensal ($^{\circ}\text{C}$); I é o índice de calor anual; e " a " uma constante que varia de local para local. O índice de calor anual foi obtido pela Equação 2:

$$I = \sum_1^{12} \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514} \quad (2)$$

Sendo " a " uma função de I , também é um índice térmico regional calculado pela Equação 3:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,7292 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,49239 \quad (3).$$

Tabela I – Valores do fator de correção para o cálculo da evapotranspiração potencial em função da latitude e mês do ano

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	1,033	0,933	1,033	1,000	1,033	1,000	1,033	1,033	1,000	1,033	1,000	1,033
2°S	1,042	0,938	1,034	0,996	1,025	0,991	1,024	1,028	0,999	1,037	1,008	1,043
4°S	1,051	0,943	1,035	0,993	1,018	0,981	1,016	1,022	0,998	1,041	1,015	1,053
6°S	1,060	0,948	1,036	0,989	1,010	0,971	1,007	1,017	0,997	1,045	1,023	1,063
8°S	1,069	0,953	1,037	0,985	1,002	0,962	0,998	1,011	0,996	1,049	1,031	1,073
10°S	1,078	0,958	1,038	0,981	0,994	0,952	0,988	1,006	0,995	1,054	1,039	1,083

Fonte: Adaptado de Thornthwaite (1948).

Para obtenção da evapotranspiração potencial corrigido, realizou-se as etapas seguintes para a obtenção do BHC pelo método proposto por Thornthwaite-Mather (1955). Primeiramente, foi calculada a estimativa do armazenamento de água no solo (ARM) através dos critérios das Equações 4 e 5 para as estações secas e para as estações chuvosas pela Equação 6, neste último caso o ARM constituirá primeiro cálculo:



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

$$\text{Se } \text{NegAc}=0 \quad \text{ARM}=\text{CAD} \quad (4)$$

$$\text{Se } \text{NegAc}<0 \quad \text{ARM}=\text{CAD} e^{[\text{NegAc}/\text{CAD}]} \quad (5)$$

$$\text{ARM}_m=\text{ARM}_{(m-1)}+ (P-\text{ETP})_m \quad (6)$$

sendo: “m” referente ao mês analisado; P – ETP é a diferença entre a precipitação (P) e a evapotranspiração potencial (ETP); NegAc é o parâmetro negativo acumulado, o qual será avaliado pelas Equações 7 e 8 para estações secas e pela Equação 9 para as estações chuvosas:

$$\text{Se } P-\text{ETP}\geq 0 \quad \text{NegAc}=0 \quad (7)$$

$$\text{Se } P-\text{ETP}<0 \quad \text{NegAc}=\text{NegAc}_{(m-1)}+ (P-\text{ETP}) \quad (8)$$

$$\text{NegAc}=\text{CAD} \ln (\text{ARM}/\text{CAD}) \quad (9).$$

Em seguida avaliar-se-á a evapotranspiração real (ETR) pelas Equações 10 e 11:

$$\text{Se } (P-\text{ETP})\geq 0 \quad \text{ETR}=\text{ETP} \quad (10)$$

$$\text{Se } (P-\text{ETP})<0 \quad \text{ETR}=P-\text{ALT} \quad (11).$$

A alteração da umidade do solo (ALT) será estimada pela Equação 12:

$$\text{ALT}=\text{ARM}_m-\text{ARM}_{(m-1)} \quad (12).$$

A partir desses dados poderá ser avaliado a deficiência hídrica (DEF) pela diferença entre evapotranspiração potencial (ETP) menos a evapotranspiração real (ETR). Enquanto que para o excedente hídrico (EXC) foi empregado a Equação: $\text{EXC}=(P-\text{ETP})-\text{ALT}$, apenas para os valores positivos, $(P-\text{ETP})>0$ e $\text{ARM}=\text{CAD}$. Já quando o valor apresentar-se negativo aplicou-se a importância zero.

Concluído as etapas anteriores, foi realizada a representação espacial dos parâmetros analisados por meio da aplicada a krigagem (método da interpolação). De tal maneira, a produção das cartas temáticas foi executada através do software ArcGis 10.1, licenciado para o Departamento de Ciências Geográficas da



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Universidade Federal de Pernambuco (DCG/UFPE), projetadas no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000 (SIRGAS-2000).

3.Resultados e Discussão

O cômputo do BHC, para a série histórica analisada, permitiu estimar a deficiência hídrica (DEF) e excesso hídrico (EXC). Na Figura 2 estão representadas a DEF e o EXC no solo da série histórica analisada para a microrregião de Vitória de Santo Antão. Nota-se que a DEF ocorre entre setembro a março, meses nos quais apresentaram os menores índices pluviométricos, demonstrando que a quantidade de chuva, ocorridas nesses meses, foram insuficientes para reposição da umidade do solo, impossibilitando que o solo atinja sua capacidade máxima de armazenar água (CAD). Dentre os meses de maiores deficiências estão dezembro e janeiro, $-74,8$ mm e $-72,9$ mm, respectivamente.

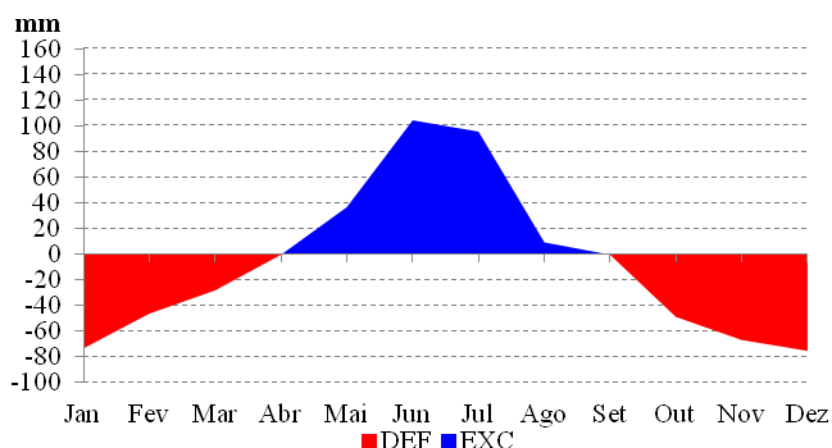


Figura 2 – Gráfico de deficiência e excedente hídrico da série histórica analisada

EXC limitou-se aos meses de abril a agosto. Nesse período o mês mais chuvoso foi junho atingindo índice pluviométrico de 188,8mm. Para o EXC os meses junho e julho foram os que obtiveram os valores mais elevados, sendo 104,9 mm e 96,1mm. O comportamento do EXC e do DEF se dá devido as oscilações de precipitação e temperatura que ocorrem ao longo do ano. Para os períodos chuvosos, tem-se o *input* hídrico no solo superior ao *output*. Para os períodos secos, ocorre o



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

inverso, caracterizado ainda, pelas oscilações térmicas que irão determinar as taxas evaporativas para cada período. De acordo com Camargo (1971) para avaliar se uma região possui deficiência ou excesso de água durante o ano deve-se considerar dois elementos, a precipitação, responsável pelo aumento da umidade do solo, e a evapotranspiração, responsável pela perda de umidade no solo.

A Figura 3 apresenta a espacialidade do EXC, na qual as porções extremas do nordeste e sudoeste apresentaram taxas superiores a 360 mm, por apresentarem os mais altos índices pluviométricos. Enquanto na região central da microrregião os valores ficaram abaixo dos 240 mm, sendo a maior área.

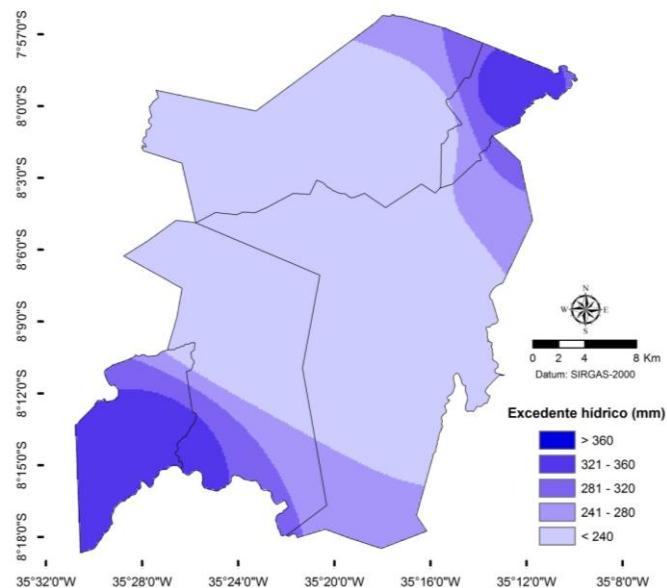


Figura 3 – Mapa do excedente hídrico da microrregião de Vitória de Santo Antão

Na Figura 4 tem-se a representação espacial mensal do excedente hídrico da microrregião analisada. Observou-se que no período de setembro a abril, em todo recorte estudado, não se obteve EXC. Já no período de maio a agosto apresentou EXC, com taxas predominantemente superiores a 80mm nos meses de junho e julho, atingindo valores de até 180mm nas porções nordeste e sudoeste. No mês de agosto apenas as porções sul e sudoeste apresentaram EXC entre 21 a 60mm, sendo na maior parte da microrregião inferior a 20mm.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

É observado que o EXC apresenta seus maiores valores no período em que os índices pluviométricos também são elevados. Esse comportamento se dá pelo ganho de água, em determinado volume de solo, durante os períodos chuvosos. Já as pequenas taxas que o EXC apresenta estão relacionadas aos altos índices térmicos, que proporciona a evapotranspiração, consequentemente, a perda de água do solo para a atmosfera. Souza et al. (2006) explica que a disponibilidade de água no solo é influenciada pelas flutuações térmicas e a distribuição espaço-temporal das precipitações. O ganho de água no solo é constituído, basicamente, pela precipitação pluvial, enquanto as perdas são provenientes da percolação, evapotranspiração e escoamento superficial e subsuperficial.

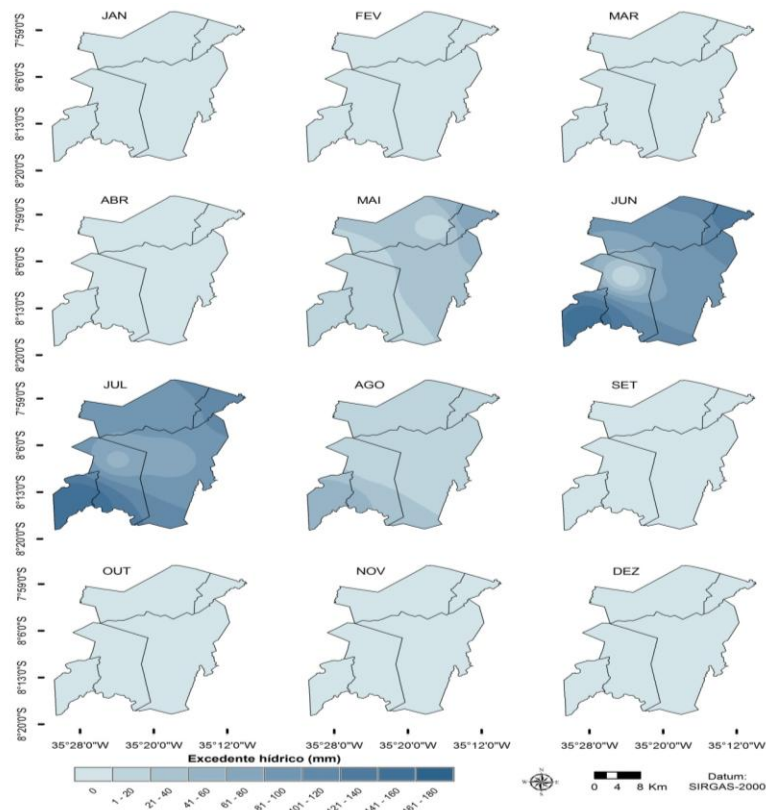


Figura 4 – Mapas do excedente hídrico mensal da microrregião de Vitória de Santo Antão.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A Figura 5 expressa a distribuição espacial da DEF com uma média de 336 mm/ano, na qual se identifica maior escassez hídrica na porção centro-oeste da localidade estudada, diminuindo gradativamente na direção sudoeste. Esse comportamento ocorre devido as menores taxas de precipitação na porção central da microrregião.

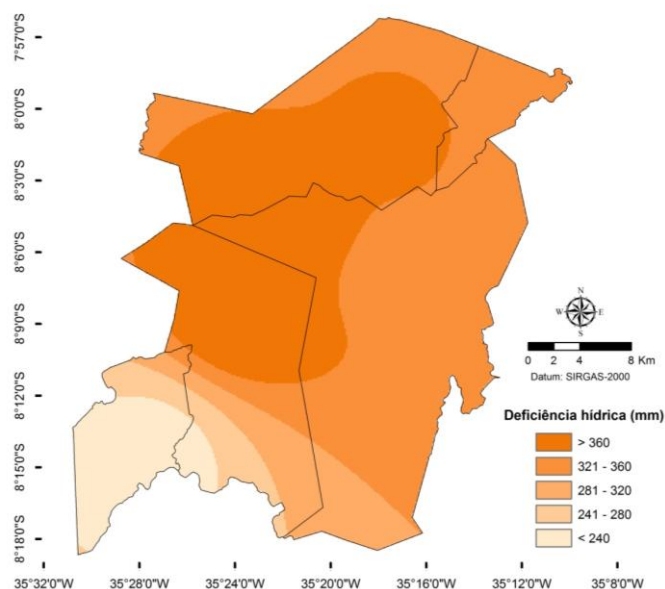


Figura 5 – Mapa da deficiência hídrica da microrregião de Vitória de Santo Antão

A espacialização da DEF, apresentada na Figura 6, expressa os meses com os maiores índices no período de outubro a março, superiores a 21mm, sendo o norte e nordeste as áreas mais afetadas. Dos meses que apresentaram os valores mais elevados da DEF, janeiro obteve a maior média, classe de 81-100mm, em quase todo território estudado. Já para os menores valores, taxas inferiores a 40 mm, estão entre o período de abril a setembro.

As oscilações da DEF estão relacionadas aos períodos de maiores e menores temperaturas do ar e precipitação. A perda hídrica do solo se dá pela influência da temperatura, através do processo de evapotranspiração, bem como a diminuição da precipitação. Marengo et al. (2011) explica que o aumento da temperatura influencia na perda de umidade do solo, como consequência do aumento da evapotranspiração.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Nobre; Assad (2005) acrescenta que o aumento da temperatura do ar eleva a evaporação e a evapotranspiração ocasionando deficiência hídrica e alterações no ciclo hidrológico.

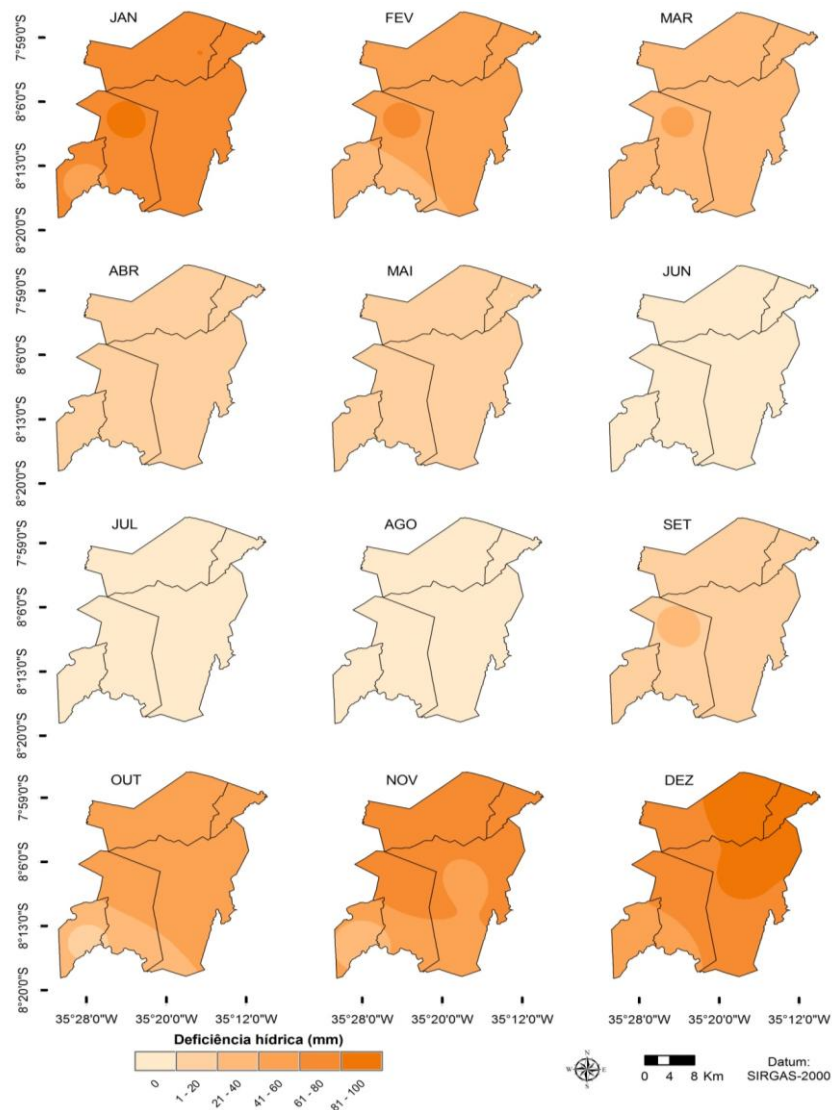


Figura 6 – Mapas da deficiência hídrica mensal da microrregião de Vitória de Santo Antão



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

4. Considerações Finais

A análise dos resultados dos elementos pesquisados permitiu realizar inferências sobre o excedente hídrico e a deficiência hídrica da microrregião de Vitória de Santo Antão. O EXC apresentou 248 mm/ano, o qual se concentrou nos meses de maio, junho e julho, sendo as áreas extremas do nordeste e sudoeste da microrregião as que apresentaram os mais altos índices. Já a DEF revelou um total de 336 mm/ano, sendo a escassez hídrica basicamente na porção centro-oeste. A DEF mensal concentrou-se no período de outubro a maio.

Tendo em vista a potencialidade agrícola da região e a relação climática com os diversos eixos da agricultura, recomenda-se o monitoramento dos fenômenos atmosféricos atuantes na microrregião, bem como a utilização dos dados do balanço hídrico como subsídio para o planejamento do manejo de irrigação e a implantação de culturas no período que propicie seu melhor desenvolvimento.

5. Referências Bibliográficas

CAMARGO, Â. P. de. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. Boletim Técnico, 116. Campinas, IAC, 1971.

CARVALHO, H. P. et al. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo de água no solo e transpiração na cultura de café. Biosci. J., 27 [2], 221-229, 2011.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Anais... Belo Horizonte, p. 154 – 157, 1994.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Brasil, v. 10, n. 1, p. 140 – 147, 2006.

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos em citros para ecossistemas em tabuleiros costeiros. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 4 [1], 23-28, 2000.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MARENGO, J. A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro In: Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. 1 ed. Campina Grande. Instituto Nacional do Semiárido, v.1, p. 383-416, 2011.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D. Aquecimento Global e o Impacto na Amazônia e na Agricultura Brasileira. INPE Eprint. V.1, 2005. Disponível em: <<http://www.sid.inpe.br/ePrint@80/2005/09.12.12.51>>. Acesso em: 11 de nov. 2017.

OLIVEIRA, L. D. S. *et al.* Efeito do aumento da temperatura na classificação climática do município de Nossa Senhora da Glória, SE. III Congresso internacional da realidade semiárida, III Simpósio alagoano sobre ecossistemas do semiárido, Anais... Delmiro Gouveia - AL, p. 1 – 8, 2014.

RIBEIRO, E. P. Mudanças ambientais e desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú. Tese (doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Recife, 2016.

SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. Irriga, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 46 – 60, 2014.

SOUZA, A. P.; *et al.* Classificação climática e balanço hídrico climatológico no Estado de Mato Grosso. Nativa, Sinop, v. 01, n. 01, p. 34 – 43, 2013.

SOUZA, M. J. H. et al. Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da bacia do Rio Doce. R. *Árvore*, 30[3], 399-410, 2006.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, New York, v. 38, p. 55 – 94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton, N. J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, publications in Climatology. v. 8, n. 1, New Jersey, 104 p., 1955.

TREMOCOLDI, W.A.; BRUNINI, O. Caracterização agroclimática das unidades da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo: Capão Bonito e região. Boletim técnico do Instituto Agrônomo de Campinas, 2008.