

## BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO COMO FERRAMENTA AO PLANEJAMENTO AGROPECUÁRIO NA REGIÃO DE SOBRAL- CE

Priscila Duarte Silva <sup>1</sup>  
João Victor da Silva Martins <sup>2</sup>  
Péricles de Farias Borges <sup>3</sup>

### RESUMO

O semiárido nordestino tem como característica longos períodos de estiagem em determinadas regiões que dificultam principalmente moradores de zonas rurais que são muitas vezes dependentes dos recursos hídricos para executar as atividades relacionadas a produção agrícola, que geralmente é por subsistência. Deste modo, informações acerca da época de maior disponibilidade hídrica como ferramenta para auxiliar o planejamento agrícola é um aspecto importante neste contexto. Neste aspecto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver o balanço hídrico climatológico (BHC), de acordo com a metodologia desenvolvida por Thornthwaite & Mather para o município de Sobral – CE, para dispor de informações quanto os recursos hídricos para o cultivo agrícola na região. Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizados dados históricos entre os anos de 1987 a 2017, referentes a precipitação média mensal e temperatura média mensal, coletados no sitio de internet do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET. Adotou-se o valor de 100 mm para capacidade de água disponível no solo (CAD) no cálculo do BHC, representativo e através dos dados iniciais de Precipitação e Evapotranspiração Potencial (ETP) coletados, foram gerados gráficos relacionados a excedente e Déficit hídrico, como Evapotranspiração Real. O município de Sobral- CE apresenta déficit hídrico de 8 meses com alta taxa de evapotranspiração potencial (ETP), sendo média anual de 1795,44 mm, considerada elevada que por consequência está associada aos meses com temperaturas elevadas. O excedente hídrico anual totalizou 117 mm distribuídos em dois meses do ano (março e abril), com reposição de água no solo a partir do mês de fevereiro.

**Palavras-chave:** Produção agrícola, Recursos Hídricos, Semiárido.

### INTRODUÇÃO

O clima na região Nordeste Brasileira possui característica marcante devido a grande variabilidade temporal e espacial da pluviosidade, principalmente na região semiárida em que

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Centro de Ciências Agrárias (CCA/UFPB), Areia- PB. [silvapriscilad@gmail.com](mailto:silvapriscilad@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Centro de Ciências Agrárias (CCA/UFPB), Areia- PB. [eng.agro.martins@gmail.com](mailto:eng.agro.martins@gmail.com);

<sup>3</sup> Professor Dr. do Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (DCFS/CCA/UFPB); [periclesca@hotmail.com](mailto:periclesca@hotmail.com);

a espacialidade e temporalidade das chuvas afeta diretamente a agricultura de sequeiro, dependente única e exclusivamente dos ritmos pluviométricos para o seu desenvolvimento (MARENGO et al., 2011). Neste contexto, a disponibilidade hídrica climática pode ser quantificada através do balanço hídrico climatológico, no qual é possível constatar a flutuação temporal de períodos com excedente e com deficiência, permitindo, dessa forma, o planejamento das atividades agrícolas e a quantificação de irrigação (PEREIRA et al., 2002).

O município de Sobral – CE localizado na mesorregião do Noroeste cearense possui um efetivo de rebanho caprino e ovino equivalente a 8.396 e 14.696 cabeças, respectivamente, e rebanho de bovinos na ordem de 23.517 cabeças (IBGE, 2017). No cenário agrícola destaca-se na produção de grão como milho e feijão principalmente em agricultura de subsistência (FEITOSA et al., 2013).

De acordo com Oliveira et al., 2018 , o setor agrícola é responsável por 70 % das extrações de água em todo o mundo, consequência do aumento na demanda hídrica pelos setores industriais, produção de energia e pela expansão de sistemas urbanos de abastecimento. Nesta perspectiva é primordial otimizar o uso dos recursos hídricos, como realizar o planejamento neste setor.

A deficiência hídrica é a principal responsável pela redução e perdas na produção das culturas cultivadas em regime de sequeiro na região do semiárido nordestino. Neste aspecto, pesquisas direcionadas a avaliação da época de ocorrência de deficit hídrico, tal como a proporção da mesma e a influência na produtividade das plantas são de suma importância (CARVALHO et al., 2011).

De acordo com Varejão-Silva (2006), o balanço hídrico climatológico elaborado por Thornthwaite; Mather (1955), permite o monitoramento da variação do armazenamento de água no solo, seja na escala diária como em escalas maiores como a mensal, usando medidas de temperatura do ar e precipitação. De modo que, a temperatura do ar e as precipitações são consideradas como elementos do clima, pois indicam os níveis energéticos e as disponibilidades hídricas da região (CUNHA; MARTINS, 2009).

O planejamento hídrico é considerado o ponto de partida para o manejo integrado dos recursos hídricos, sendo que a realização do balanço hídrico climatológico (BHC) em determinada região permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo (SANTOS et al., 2010), a partir desta ferramenta desenvolvida por Thornthwaite Mather (1995), é possível obter informações importantes que podem ser empregadas no monitoramento do armazenamento de água no solo, permitindo identificar

épocas de deficiência e excedente hídrico, contabilizar entrada e saída de água para uma região (JESUS, 2015).

No que se refere, a relação entre evapotranspiração potencial e evapotranspiração real é possível destacar a importância nos aspectos das culturas, onde passam a ser essenciais nas condições hídricas que ocorrem no solo, pois tanto, o excesso como o déficit hídrico, podem interferir nas atividades metabólicas das culturas. As informações sobre as variáveis que compõem o balanço hídrico favorecem ao planejamento agropecuário e as práticas de controle de produção, disponibilizando informações que possibilitam aos produtores identificar condições climáticas, sendo uma ferramenta essencial para o sucesso da agricultura, como consequência, permite a decisão de optar ou não por sistemas de irrigação para suprir a deficiência hídrica no solo (SANTOS et al., 2010).

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo, determinar o balanço hídrico climatológico (BHC) proposto por Thornthwaite Mather (1995), para o município de Sobral-CE, bem como avaliar a deficiência e/ ou excedente hídrico a partir de dados meteorológicos correspondentes a um período de 30 anos.

## **DESENVOLVIMENTO**

A forma de agricultura predominante no Nordeste é de subsistência, praticada em pequenas propriedades rurais nas condições de sequeiro, em que a produtividade depende da fertilidade natural dos solos (SAMPAIO et al., 2005), principalmente nas regiões do semiárido, devido à falta de água as explorações agrícolas e sua produção depende da sazonalidade da região (LEMOS, 2016).

De acordo com Radin et al. (2016), a agricultura de sequeiro continua a ser o principal modo de produção agrícola, especialmente nos países em desenvolvimento, melhorias na produtividade por unidade de área nos ecossistemas, são imprescindíveis, desse modo é necessário compreender os efeitos do clima e da variabilidade climática sobre a taxa de crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas de sequeiro, como melhores métodos de gerenciamento dos riscos associados aos fatores climáticos, uma vez que as aplicações referentes ao campo da meteorologia agrícola são determinantes para o gerenciamento da produção (SIVAKUMAR, 2005).

Diversos trabalhos já foram publicados utilizando as metodologias de Thornthwaite e Mather (1955) para realização do cálculo do balanço hídrico climatológico (BHC), devido a

sua importância no cenário da agricultura e pecuária, uma vez que fornecem informações sobre as condições climáticas de determinada região.

O balanço hídrico climatológico serve como uma ferramenta para planejamento agropecuário. Passos et al. (2017), realizaram o balanço hídrico climatológico para o município de Balsas – MA. Oliveira et al. (2018) efetuaram a classificação climática a partir do balanço hídrico para a cidade de Arinos- MG, como também o uso desta ferramenta fundamental na identificação da aptidão da região de Barbalha – CE para cultivo de bananeira realizado por Medeiros et al. (2013). Neste aspecto, o balanço hídrico tem sido bastante utilizado como recurso para a estimativa da deficiência e do excedente hídrico, da reposição e da retirada da água do solo e da quantidade de água armazenada no mesmo (SANTOS et al., 2010).

O planejamento hídrico é considerado o ponto de partida para o manejo integrado dos recursos hídricos, sendo que a realização do balanço hídrico climatológico (BHC) em determinada região permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo (SANTOS et al., 2010), a partir desta ferramenta desenvolvida por Thornthwaite Mather (1995), é possível obter informações importantes que podem ser empregadas no monitoramento do armazenamento de água no solo, permitindo identificar épocas de deficiência e excedente hídrico, contabilizar entrada e saída de água para uma região (JESUS, 2015).

## **METODOLOGIA**

O balanço hídrico climatológico (BHC), foi aplicado ao município de Sobral – CE, localizado na região do semiárido nordestino, cuja extensão territorial é de 2.122,898 km<sup>2</sup> e população estimada de 206. 644 habitantes (IBGE, 2018). Os dados utilizados foram coletados no site de internet do Instituto Nacional de Meteorologia- INMET, referentes a precipitação e temperatura oriundos do banco de dados.

O clima do município de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Aw, caracterizado como semiárido quente com chuvas de verão, ocorrendo maior pluviosidade no verão, temperatura média é correspondente a 27.7 °C e 808 mm referente a pluviosidade média anual. O relevo é caracterizado por apresentar planície fluvial, depressão sertaneja e maciços residuais, quanto a vegetação é caracterizada pela Caatinga Arbustiva Aberta, Floresta Mista Dicotilo-Palmácea, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (FEITOSA et al., 2013).

A metodologia adotada para o balanço hídrico climatológico desenvolvido a partir do modelo proposto por Thornthwaite & Mather (1955), onde foi utilizada a planilha elaborada por Rolim et al. (1999). A série de dados históricos utilizados compreendem o período de 1987 a 2017 (30 anos), sendo considerados dados médios de precipitação e temperatura média mensal. Adotou-se o valor de 100 mm para capacidade de água disponível no solo (CAD), na execução do balanço hídrico climatológico, de acordo como os valores representativos e através dos dados iniciais de Precipitação e Evapotranspiração Potencial (ETP) coletados, foram gerados gráficos relacionados a excedente e Déficit hídrico, Precipitação, Evapotranspiração Real e Evapotranspiração de referência.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O balanço hídrico climatológico para o município de Sobral- CE está apresentado na Tabela 1, com os respectivos valores dos componentes climatológicos de temperatura (°C), precipitação (mm), ambos correspondentes a dados de entrada e Evapotranspiração potencial (mm), armazenamento de água no solo (mm), Evapotranspiração real (mm), deficiência hídrica (mm) e excedente hídrico como elementos climáticos com valores de saída.

A temperatura média anual do município em estudo foi de 27,2 °C com temperatura mínima de 26,0 °C ocorrida nos meses de abril e maio, quanto a temperatura máxima observou-se 28,5 °C no mês de novembro.

Para a evapotranspiração potencial (ETP) é possível destacar o total anual de 1795,44 mm, sendo os meses de dezembro (185,78 mm) e Outubro (178,19 mm) obtiveram maior evapotranspiração potencial, em contrapartida os meses de abril e junho apresentaram menor evapotranspiração potencial com 122,36 mm e 122,36 mm, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados em trabalho desenvolvido por Santos et al. (2010) para o município de Feira de Santana- BA, onde evapotranspiração potencial – ETP, foi considerada alta, característico da região com 1431,7 mm, sendo a evapotranspiração potencial para o município deste estudo superior ao estudado pelo autor, esta condição é influenciada diretamente pelas temperaturas elevadas da região.

**Tabela 1.** Balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite; Mather (1955), para o município de Sobral- CE, no período de 1987 a 2017.

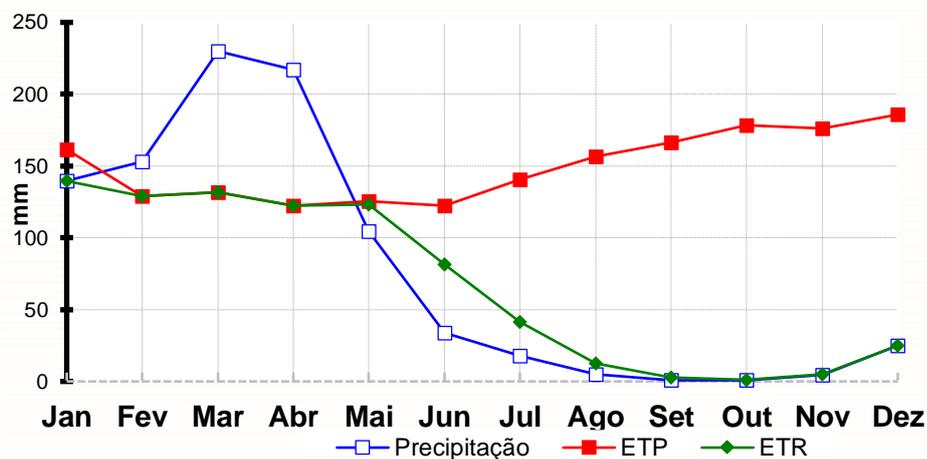
MÊS	T (° C)	P (mm)	ETP (mm)	P- ETP	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
JAN	27,5	139,5	161,31	-21,8	0,0	0,0	139,5	21,8	0,0
FEV	26,7	153,0	128,98	24,0	24,03	24,02	129,0	0,0	0,0
MAR	26,2	229,9	131,53	98,4	100,0	75,97	131,5	0,0	22,4
ABR	26,0	217,0	122,36	94,6	100,0	0,0	122,4	0,0	94,6
MAIO	26,0	104,6	125,40	-20,8	81,22	-18,78	123,4	2,0	0,0
JUN	26,1	33,7	122,50	-88,8	33,42	-47,80	81,5	41,0	0,0
JUL	26,8	17,7	140,50	-122,8	9,79	-23,63	41,3	99,2	0,0
AGO	27,5	5,1	156,36	-151,3	2,16	-7,63	12,7	143,6	0,0
SET	28,1	0,8	166,19	-165,4	0,41	-1,74	2,5	163,6	0,0
OUT	28,3	0,8	178,19	-177,4	0,07	-0,34	1,1	177,0	0,0
NOV	28,4	4,7	176,34	-171,6	0,01	-0,06	4,8	171,6	0,0
DEZ	28,5	24,9	185,78	-160,9	0,0	-0,01	24,9	160,9	0,0
<b>Totais</b>	<b>326,1</b>	<b>931,7</b>	<b>1795,44</b>	<b>-863,7</b>	<b>351,0</b>	<b>0,0</b>	<b>814,7</b>	<b>980,8</b>	<b>117,0</b>
<b>Médias</b>	<b>27,2</b>	<b>77,6</b>	<b>149,62</b>	<b>-72,0</b>	<b>29,3</b>		<b>69,9</b>	<b>81,7</b>	<b>9,8</b>

T- Temperatura do ar; P- Precipitação; ETP- Evapotranspiração Potencial; ARM- Armazenamento de água no solo; ATL- Alteração do armazenamento de água no solo; ETR- Evapotranspiração real; DEF- Deficiência Hídrica e EXC- Excedente Hídrico.

Nos meses de junho a dezembro a evapotranspiração real (ETP) apresentou valores menores em relação a evapotranspiração potencial (ETR), com total anual de 814,7 mm (Figura 1), sendo o período entre janeiro a maio com maiores taxas de evapotranspiração real, porém menores que a precipitação nos mesmos meses. É possível constatar que os meses com temperaturas mais elevadas apresentaram taxas maiores de evapotranspiração, consequentemente maior déficit hídrico. Esta condição pode ser explicada pela elevada temperatura e baixa disponibilidade de água durante esse período, consequência da maior necessidade de água por parte da atmosfera (JESUS, 2015).

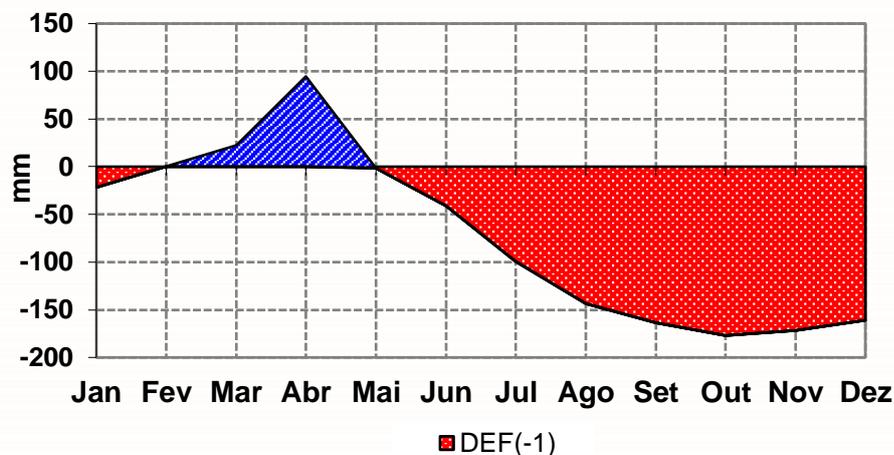
Como característico do semiárido nordestino a espacialidade e temporalidade das chuvas constitui fator de preponderante do que os totais pluviométricos sazonais, que afetam diretamente a agricultura de sequeiro, dependente exclusivamente dos ritmos pluviométricos, para que seja possível o seu desempenho (MARENGO et al, 2011). É possível observar que os períodos de chuvas neste município se concentram entre os meses de janeiro a maio contribuindo com 90,64% do volume pluviométrico anual, quanto ao período de menor

precipitação pode ser observado entre os meses de junho a dezembro, quando a evapotranspiração real (ETR) é maior nos meses de junho a setembro e atinge valores semelhantes nos meses de novembro e dezembro, característicos de estação seca (Figura 1).



**Figura 1.** Variação de precipitação, evapotranspiração e evapotranspiração de referência do município de Sobral- CE.

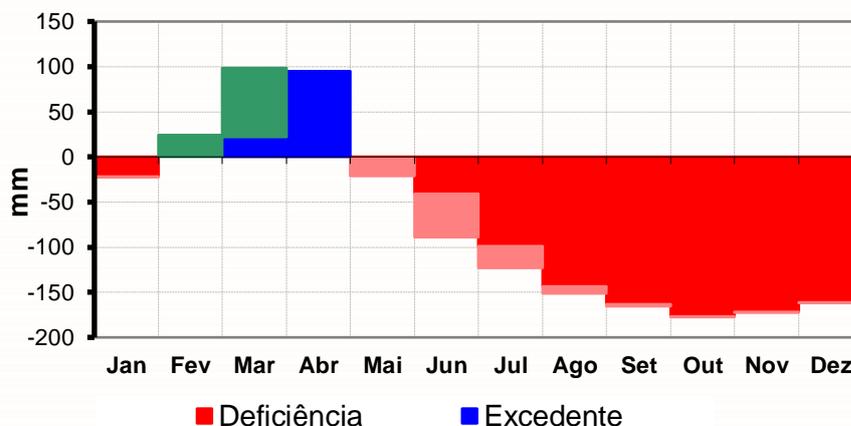
Conforme apresentado na figura 2, os meses de maior armazenamento de água no solo compreende o período de fevereiro a maio com volume armazenado variando entre 81,22 mm a 100 mm, no caso dos meses de março e abril com excedente. Em contrapartida o período entre junho a janeiro, observa-se um deficit devido as taxas de armazenamento de água no solo menores que variam entre 0,0 a 33,42 mm, sendo os meses de janeiro e dezembro com armazenamento menor que os demais. Portanto, o período de deficiência hídrica no município de Sobral- CE tem duração de 8 meses, assim como destacado por Oliveira et al. (2018), é importante nestes casos específicos disponibilizar através de irrigação água para atender as necessidades hídricas das culturas agrícolas e não comprometer a produção.



**Figura 2.** Extrato do balanço Hídrico climatológico, Deficiência (DEF) e Excedente Hídrico (EXC) do município de Sobral- CE.

O período entre os meses de janeiro a maio apresentam compreendem a época chuvosa da região, em que a precipitação é superior a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real, de modo que ocorre a reposição de água no solo a partir do mês de fevereiro até março, permitindo que o mesmo atinja a capacidade de armazenamento, e conseqüentemente permitindo a formação de excedente hídrico nos meses de março a abril somando o total de 117 mm (Figura 3). O acompanhamento sistemático do armazenamento de água do solo é importante indicador das condições hídricas na qual as plantas estão submetidas (CARVALHO et al., 2011).

Entre os meses de junho a janeiro é possível observar a retirada de água do solo, neste quadro devido ao solo com deficiência hídrica é notável que esta condição afetará o crescimento e desenvolvimento das plantas, devido a distribuição irregular da precipitação (Oliveira et al., 2018), e conseqüentemente comprometerá as culturas que estejam inseridas neste cenário, sendo necessário medidas específicas para suprir as demandas da cultura.



**Figura 3.** Extrato do balanço hídrico climatológico para o município de Sobral- CE.

Segundo Blain (2009), a partir do conhecimento acerca da variabilidade climática é possível determinar o planejamento agrícola, visto que esta ferramenta auxilia na indicação da melhor época para o plantio, possibilitando a obtenção do sucesso na produção de culturas agrícolas. Outro aspecto importante é a questão do manejo de irrigação, através do balanço hídrico climatológico é possível viabilizar o sistema como projetos específicos para captação e armazenamento de água para tal finalidade (SANTOS et al., 2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Sobral – CE apresenta deficiência hídrica em oito meses do ano, constatados neste balanço hídrico, assim demonstrando a necessidade por planejamento da produção agrícola. Esta pesquisa revelou que a região tem dois períodos de regime de chuvas: chuvosa e seca, sendo o período seco entre junho a janeiro, neste aspecto é necessário maior fornecimento de água para as culturas através de irrigação, devido a uma condição de escassez na região.

## REFERÊNCIAS

BLAIN, G. C. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no estado de São Paulo. *Bragantina, Campinas*, v.68, n.3, p.807-815, jul. /Set. 2009.

CARVALHO, P. H.; NETO, D. D.; TEODORO, F. E. R.; MELO, Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 221-229, Mar./Apr. 2011.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga, Botucatu*, v.14, n.1, p.1-11, jan./mar. 2009.

FEITOSA, S. T.; FARIAS, S. L. J.; PAIVA, F. E. F.; SOUZA, A. H.; POMPEU, F. F. C. R. Caracterização das atividades agropecuárias da comunidade rural São Francisco no município de Sobral-CE. 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89099/1/AAC-Characterizacao-das-atividades.pdf>> Acesso em: mar. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/arinos/panorama>>. Acesso em: jun. 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Censo Agropecuário 2017; resultados preliminares. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6720>>. Acesso em: jun. 2019.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: Mar. 2019.

JESUS, J. B. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather para o município de Aracaju- SE. *Scientia Plena*, v 11, n 5. 2015.

LEMOS, M. Uso de esgoto doméstico tratado na produção de palma forrageira em assentamento rural do semiárido brasileiro 2016. Disponível em: <<https://ppgmsa.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/59/2015/04/Tese-Marc%C3%ADrio-Lemos-FEV-2016-Final-AJUSTADA.pdf>> Acesso em: jun. 2019.

MARENGO, A. J.; ALVES, L. M.; BESERRA, A. E.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. Eds. Recursos hídricos em regiões áridas e Semiáridas. Campinas Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 383-416.

OLIVEIRA, M. A. S.; OLIVEIRA, M. M. C. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos- MG. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* v.12, n.º.6, p. 3021 – 3027, 2018.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 478p, 2002.

RADIN, B.; MATZENAUER, R. Uso das informações meteorológicas na agricultura do Rio Grande do Sul. Agrometeoros, Passo Fundo, v.24, n.1, p.41-54, out.2016.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel para cálculos de balanços hídricos: normal; sequencial de cultura e produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v 6. n. 1, p. 133-137,1998.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. In: Menezes, R. S. C.; Simões, A. S. (Ed.). A palma no nordeste do Brasil: conhecimento e perspectiva. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário da região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 3, Fortaleza. Anais. 2010. (CD-ROM).

SIVAKUMAR, M.V.K., O. BRUNINI, H.P. Das. 2005. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. Climatic Change 70:31-72.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance: publications in climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p, 1955.

THORNTHWAITE, C.W. Na Approach Toward a Rational Classification of Climate. Geographical Review, 38: 55-94, 1948.

VAREJÃO SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Recife: Versão Digital, 2006. 463 p.