



BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE

CURRENT AND FUTURE WATER BALANCE FOR COTTON CULTURE IN AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE

Manoel Viera de França¹, Raimundo Mainar de Medeiros², Romildo Morant de Holanda³, Luciano Marcelo Fallé Saboya⁴, Wagner Rodolfo de Araújo⁵, Marcia Liana Freire Pereira⁶

Submetido em: 17/05/2021

e25311

Aprovado em: 07/06/2021

RESUMO

A aplicação do cálculo do Balanço Hídrico é uma ferramenta de auxílio ao planejamento agropecuário o qual permite definir as características do regime climático de uma localidade. Objetiva-se realizar o cômputo do balanço hídrico climatológico (BHC), segundo a metodologia desenvolvida por Thornthwaite (1948); Thornthwaite e Mather (1953) para a área de Amparo de São Francisco - Sergipe, Brasil, localizada na região nordeste do Estado de Sergipe com dados atuais e futuros mediante o cenário de mudança climática A₂ proposta pelo IPCC. Utilizou-se dados de precipitações mensais e anuais fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (EMDAGRO - SE, 2021) entre 1964 e 2020. Os dados de temperatura foram estimados pelo programa computacional estima - T corresponde ao mesmo intervalo de tempo dos dados pluviométricos. A série futura dos dados com trinta anos (2070-2099) foi realizada pelas projeções futuras do cenário A₂ do modelo de circulação global HadCM3 (IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas).

PALAVRAS-CHAVE: Excedente Hídrico. Deficiência Hídrica. Disponibilidade Hídrica da Cultura. Variabilidades Climáticas.

ABSTRACT

The application of the calculation of the Water Balance is a tool to aid agricultural planning, which allows defining the characteristics of the climatic regime of a locality. The objective is to perform the calculation of the climatological water balance (BHC), according to the methodology developed by Thornthwaite (1948); Thornthwaite and Mather (1953) for the Amparo area of São Francisco - Sergipe, Brazil, located in the northeastern region of the State of Sergipe with current and future data through the A₂ climate change scenario proposed by the IPCC. Monthly and annual rainfall data provided by the Northeast Development Superintendence (SUDENE, 1990) and the Sergipe Agricultural Development Company (EMDAGRO - SE, 2021) between 1964 and 2020 were used. The temperature data were estimated by the estima - T computational program corresponds to the same time interval of the rainfall data. The future series of thirty-year-old data (2070-2099) was carried out by future projections of scenario A₂ of the HadCM3 global circulation model (IPCC).

KEYWORDS: Excess Water. Water Deficiency. Water Availability of the Crop. Climatic Variability.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

⁴ Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

⁵ Universidade Estácio de Sá, Brasil

⁶ Universidade Federal de Campina Grande, Brasil



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM
AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE
Manoel Viera de França, Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

1. INTRODUÇÃO

A avaliação dos riscos climáticos para o cultivo do algodoeiro herbáceo na região nordeste do Brasil (NEB) cresce substancialmente quando os aumentos da temperatura estão associados à redução dos índices pluviométricos. Tem-se que, quanto maior a anomalia negativa pluviométrica, menos apta se tornará a região para o seu cultivo (SILVA et al., 2012). De acordo com o IPCC, os cenários de mudanças climáticas para o final do século sugerem um aumento médio de 1° C a 4° C para a região do NEB ocasionando maiores dias secos consecutivos e ondas de calor em função do aumento da frequência de veranicos, afetando assim o desenvolvimento da cultura.

A aplicação do cálculo do Balanço Hídrico é uma ferramenta de auxílio ao planejamento agropecuário o qual permite definir as características do regime climático de uma localidade, tornando-se ferramenta de suporte ao desenvolvimento do zoneamento agroclimático. Em conformidade com Coutinho et al.-(2015).

Diversos fatores comprometem o desenvolvimento das culturas, sendo as principais disponibilidades hídricas e temperatura. A transformação destes elementos apresenta influência direta na duração do ciclo das culturas e no desenvolvimento de seus subperíodos, o conhecimento do ciclo é um importante avanço para que se alcance maiores produtividades (FENNER et al., 2014). Deste modo tem-se a obrigação de realizar um planejamento para que se entenda o regime hídrico local ou regional e se defina estratégias agrícolas (COUTINHO et al., 2015). Para Barreto et al., (2009) a identificação das áreas onde as culturas podem ser exploradas com maior eficácia.

Segundo informe da Embrapa (2003) o algodão é uma cultura que não necessita de grandes volumes d'água ao longo de seu ciclo. O início do plantio varia de região para região, sendo que, no Nordeste brasileiro recomenda-se o plantio entre novembro a maio.

França et al, (2020) avaliaram as condições hídricas por meio do panorama climático da variabilidade da capacidade de campo visando detectar as flutuações erosivas do solo, no município de Amparo de São Francisco – Sergipe, pelo cálculo do balanço hídrico. A metodologia aplicada para o cômputo do balanço hídrico foi de Thornthwaite. As capacidades de campo de 25 mm; 50 mm e 75 mm registraram índices erosivos altos. A capacidade de campo de 100 mm; 125 mm e 150 mm registrou erosividade moderada, e índices erosivos fracos para a capacidade de 175 mm. Os índices pluviométricos para as capacidades de campos estudadas deverão ocasionar mais incidências erosivas onde se esperam chuvas fortes com grandes magnitudes e em curto intervalo de tempo. Os resultados obtidos indicam situações críticas das condições do solo da área em estudo, o que poderá ocasionar grandes impactos para os recursos hídricos e a prática de culturas de sequeiro.

Medeiros (2020) realizaram o cômputo do balanço hídrico sequencial para o município de São Bento do Uma, visando determinar a contribuição do armazenamento e represamento d'água, em relação à crise hídrica, gerando e disponibilizando subsídios para elaboração de planejamento e projeto. Os impactos climáticos vêm causando alterações no balanço hídrico regional para a última década. A degradação ambiental, os efeitos locais da ação antrópica, vêm antecipando o processo de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM
AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE
Manoel Viera de França, Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

mudança do clima regional, afetando diretamente as condições do regime pluvial e a disponibilidade d'água no solo. A necessidade da captação d'água de chuva e de outras fontes de armazenamento auxilia a sobrevivência humana, animal, vegetal e contribuem para os setores agropecuários e em particular o setor avícola da região.

Objetiva-se realizar o cômputo do balanço hídrico climatológico (BHC) segundo a metodologia desenvolvida por Thornthwaite (1948); Thornthwaite e Mather (1953) para a área de Amparo de São Francisco - Sergipe, Brasil, localizada na região nordeste do Estado de Sergipe, para dados atuais e futuros, mediante o cenário de mudança climática A2 proposta pelo IPCC.

2.MATERIAL E MÉTODOS

Amparo de São Francisco localiza-se na região nordeste do estado de Sergipe, caracterizada por duas estações bem definidas, um período chuvoso, oscilando de fevereiro a agosto, e um período seco, nos meses que vão de setembro a janeiro. O clima é do tipo "As" (quente e úmido Tropical chuvoso), segundo a classificação de Köppen (1928); Köppen *et al.*, (1931), esta classificação também foi determinada pelos autores (Medeiros, 2020; Alvares, *et al.*, 2014).

Utilizou-se dados de precipitações mensais e anuais fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (EMDAGRO - SE, 2021) entre 1964 a 2020. Os dados de temperatura foram estimados pelo programa computacional estima – T corresponde ao mesmo intervalo de tempo dos dados pluviais. Projeções futuras da série de dados de 2070 a 2099, foram realizadas, considerando o cenário A₂ do modelo de circulação global HadCM3 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC).

Partindo de dados coletados, realizou-se o cômputo do balanço hídrico climatológico, utilizando-se dos índices pluviais (mm) e térmicos (°C) médios mensais, visando determinar a evapotranspiração potencial. Para o cálculo do BHC adotou-se uma capacidade de água disponível (CAD) igual à capacidade real d'água no solo (CRA), obtida pela equação seguinte:

$$CRA= DTA \times h \times f \quad (1)$$

Onde:

DTA é a disponibilidade total d'água, que se considerou 1,2 mm.cm⁻¹ para solos de textura média (FARIA *et al.*, 2000); h é a profundidade do volume de controle, sendo adotadas 30 cm para a cultura do algodoeiro (KELLER & BLIESNER, 1990); e f é o fator de disponibilidade considerado 0,6 para grãos (BERNARDO, 1995).

Realizado o cômputo dos dados de entrada para o cálculo do CRA, buscou-se conseguir uma CAD de 43,2 mm própria para a cultura do algodão em solo de textura média.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM
AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE
Manoel Viera de França, Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Na Figura 1 tem-se o gráfico do balanço referente à deficiência, excedente, retirada e reposição d'água 1964-2020 para Amparo de São Francisco – SE.

Com precipitação média anual de 994,6 mm, observa-se excedentes hídricos nos meses de junho a agosto, em que se tem representação de 35% do valor médio anual; deficiências hídricas nos meses de setembro a março, seu pico de máxima deficiência registra-se em janeiro, e o pico de mínimo em setembro, tendo uma representação de 67% de déficit hídrico. A reposição e a retirada d'água são irregulares e estão interligadas aos índices pluviométricos mensais da área de estudo. Este resultado tem similaridade com os resultados descritos pelo IPCC (2014); Marengo et al., (2007) e Marengo et al., (2015); Medeiros et al., (2015).

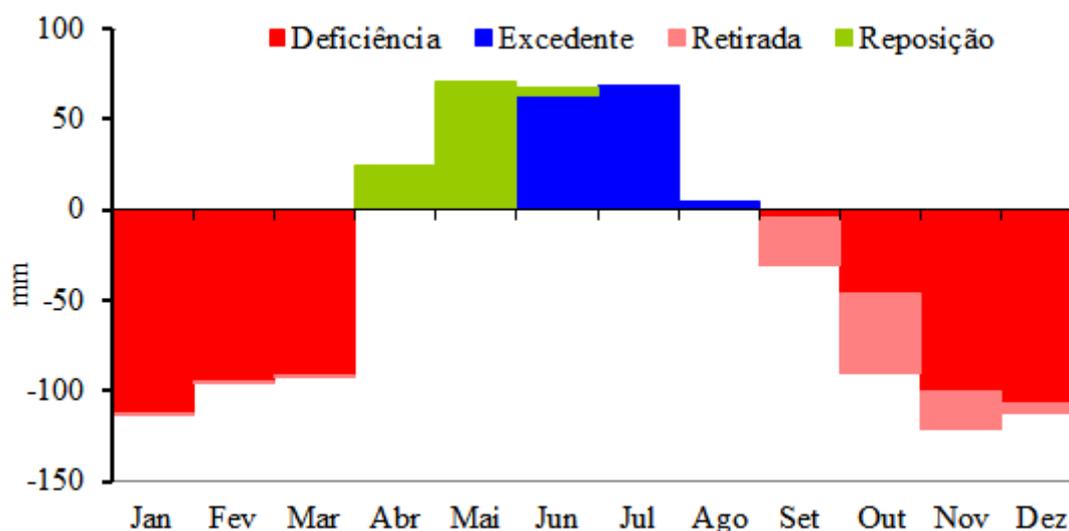


Figura 1. Gráfico do balanço referente à deficiência, excedente, retirada e reposição d'água 1964-2020 para Amparo de São Francisco – SE.

Fonte: França (2021).

Na Figura 2 observa-se as flutuações da precipitação; evapotranspiração potencial e evaporação real do período (1964-2020) em Amparo de São Francisco – SE.

Entre janeiro e março evapotranspirou 114,3 acima do índice pluviométrico, os índices evaporativos foram iguais ao pluviométrico no período de janeiro a março. Entre abril e agosto precipitou 735,6 mm acima do poder evapotranspirativo, O poder evapotranspirativo e evaporativo foram iguais entre abril e agosto. Os índices evaporativos superaram o poder evaporativo e os índices pluviométricos. Evapotranspirou 146,3% do valor pluviométrico.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM
AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE
Manoel Viera de França, Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

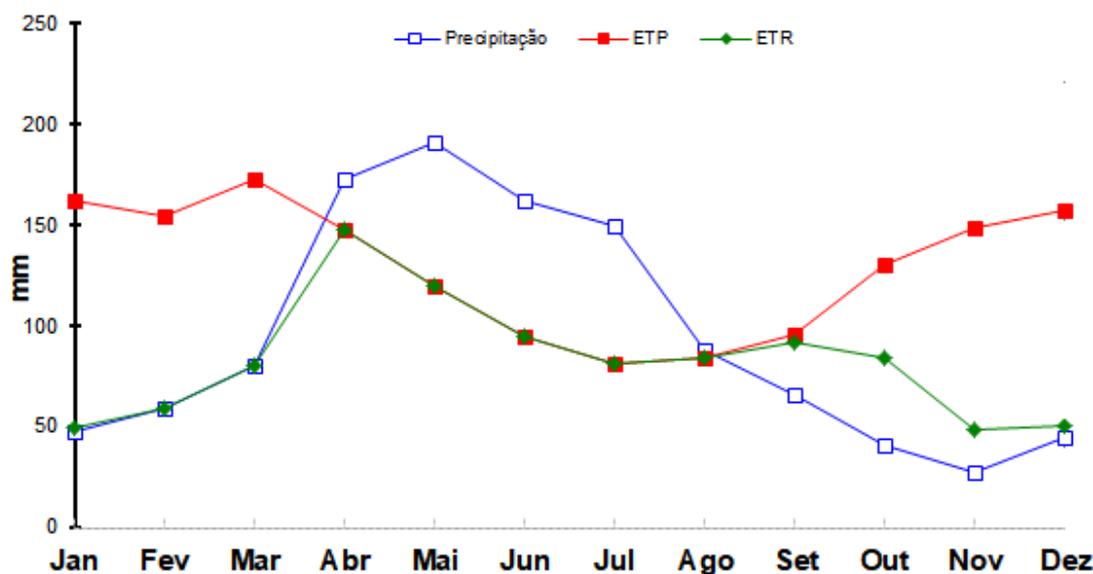


Figura 2. Gráfico do balanço hídrico referente à precipitação; evapotranspiração potencial e evaporação real do período (1964-2020) em Amparo de São Francisco – SE. Fonte: França (2021).

Silva et al. (2017) mostraram que o BHC estabeleceu que todos os ganhos e perdas hídricas em determinada parcela do solo, o que se torna de fundamental importância na busca de economia d'água em diversas aplicações, principalmente para o processo de irrigação. O BHC é uma ferramenta fundamental para que se obtenha sucesso no cultivo agrícola, permitindo tomar decisões quanto à prática de irrigação, visando suprir o déficit hídrico no solo (PASSOS et al., 2017), sendo umas das ferramentas mais utilizadas para estimar o excedente e deficiência hídrica, a retirada e reposição de água do solo, bem como a quantidade armazenada no mesmo (CARVALHO et al., 2011; Duarte et al., 2020). Estes estudos corroboram com os resultados discutidos.

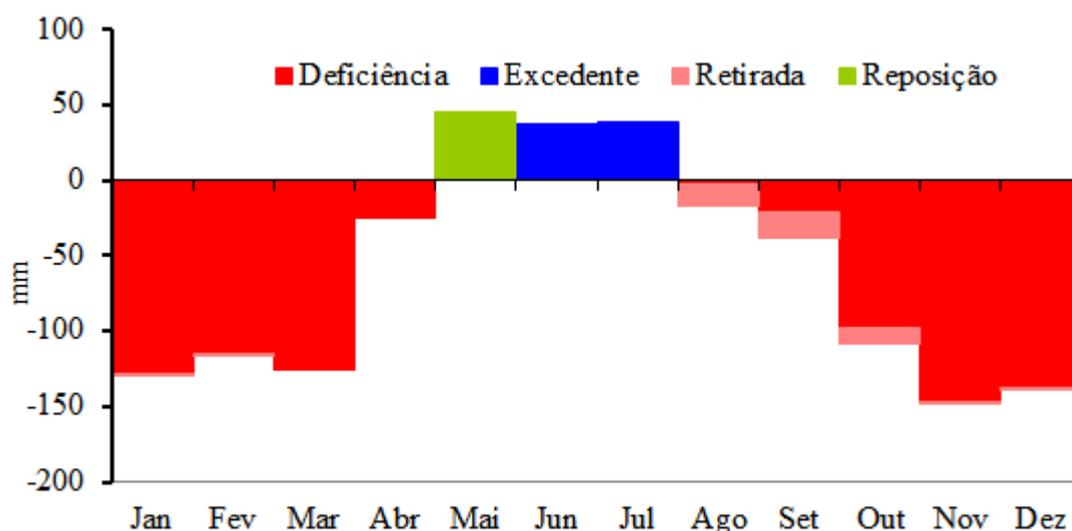
Na figura 3, destacam-se as oscilações gráficas do balanço referente à deficiência, excedente, retirada e reposição d'água 2070-2099 para Amparo de São Francisco – SE.

Registrara-se reduções nos índices pluviiais para os excedentes hídricos com volumes de menos de 40 mm/mês. As deficiências hídricas foram intensificadas registrando-se pico de máximo no mês de novembro e picos de mínimos nos meses de agosto e setembro. A reposição d'água não atingirá os 40 mm/mês. A retirada d'água foi bastante reduzida para menos de 90 dias. Salienta-se ainda que ocorrências de chuvas intensas e de altas magnitudes poderão vir a ocorrer, precipitando seus valores mensais e curtos intervalos de tempos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM
AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE
Manoel Viera de França, Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Fallé Saboya, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira



**Figura 3. Gráfico do balanço referente à deficiência, excedente, retirada e reposição d'água 2070-2099 para Amparo de São Francisco – SE.
Fonte: França (2021).**

Na figura 4, pode-se observar o gráfico do balanço hídrico referente à precipitação; evapotranspiração potencial e evaporação real do período (2070-2099) em Amparo de São Francisco – SE.

Era de se esperar que as deficiências hídricas para o cenário futuro fossem predominantes totais em todos os meses dos anos, porém isto não se registrou, chama-se a atenção para as projeções futuras do cenário A₂ do modelo de circulação global HadCM3 que pode ter gerado os dados errôneos para este estudo.

O poder evapotranspirativo é extremamente alto entre os meses de setembro a março, superando os índices pluviométricos e evaporativos. A evaporação iguala-se aos índices evapotranspirados nos meses de março a agosto. Nos meses de janeiro a abril os índices evaporativos e pluviométricos foram igualados. Estes resultados mostram similaridades com os estudos de Marengo et al., (2015); Medeiros et al., (2015).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE
Manoel Viera de França, Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Luciano Marcelo Fallé Saboya, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

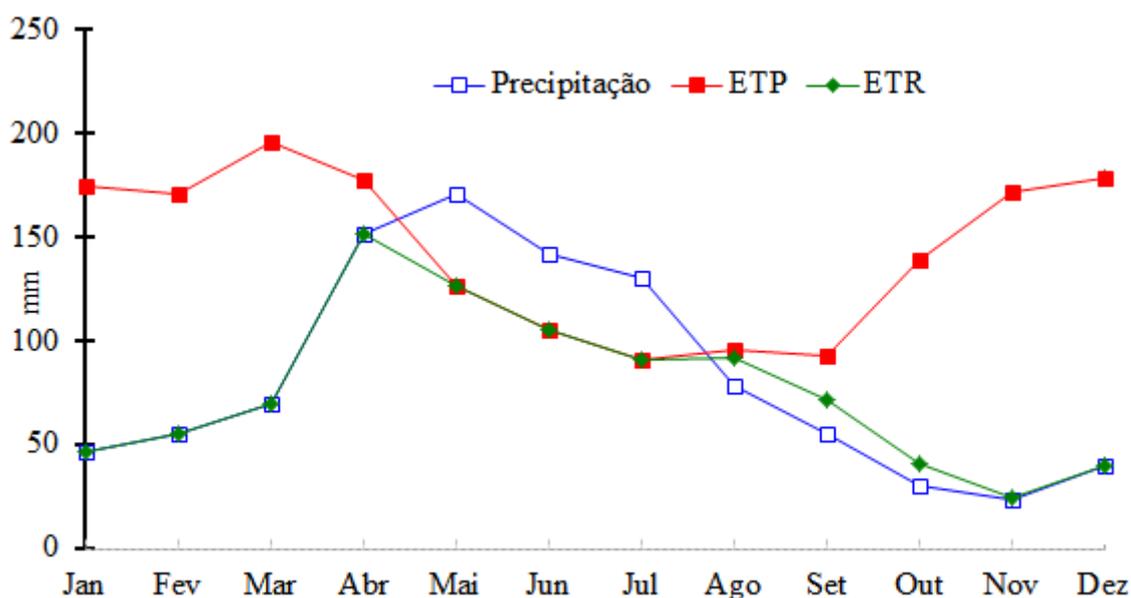


Figura 4. Gráfico do balanço hídrico referente à precipitação; evapotranspiração potencial e evaporação real do período (2070-2099) em Amparo de São Francisco – SE.
Fonte: França (2021).

Diversos estudos asseguram que o balanço hídrico registra deficiência hídrica em casos nos quais a evapotranspiração potencial tem índices maiores que a precipitação, sendo uma característica da região semiárida do Brasil (BLAIN, 2011; QUELUZ e KLAR, 2013; JERSZURKI et al., 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A CAD de 43,2 mm para cultura do algodoeiro é suficiente para o desenvolvimento vegetativo com ajuda da irrigação.

O cenário futuro apresenta baixos índices pluviiais e altos índices evapotranspirativos.

Os excedentes hídricos para o cenário futuro ocorrem entre 57 e 60 dias e devem ser criados sistemas de armazenamento d'água para sobrevivência humana e animal.

No cenário atual o cultivo de sequeiro é possível, enquanto no cenário futuro a restrição hídrica impossibilitaria o desenvolvimento de culturas agrícolas.

O cenário futuro apresenta baixos índices pluviiais e altos índices evapotranspirativos.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 22, 711–728. 2014.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 596p.

BARRETO, P. N.; SILVA R. B. C.; SOUZA, W. S.; COSTA, G. B.; NUNES, H. G. G. C.; SOUSA, B. S. B. Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE
Manoel Viera de França, Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda, Luciano Marcelo Fallé Saboya, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

Amazônia Oriental. In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte. CD.

BLAIN, G. C. Aplicação do conceito do índice padronizado de precipitação à série decenal da diferença entre precipitação pluvial e evapotranspiração potencial. **Bragantia**, v. 70, n. 1, 2011.

CARVALHO, H. P.; DOURADO NETO, D.; TEODORO, R. E. F.; MELHO, B. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.2, p.221-229, 2011. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/8070>

COUTINHO, M. D. L.; COSTA, M. S.; SILVA, A. R.; SANTOS, T. S.; GOMES, A. C. S.; MORAIS, M. D. C., SANTOS, P. V. Balanço hídrico mensal para dois municípios do estado da Paraíba. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37 n. 4 set-dez. 2015, p. 160-170.

DUARTE, J. F. M.; MEDEIROS, R. M.; MENEZES, H. E. A. Aptidão agroclimática de culturas anuais e perenes no município de Recife-pe, Brasil. **revista de ciências agro-ambientais** (online).v.1, p.35 - 42, 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar**. Campina Grande, PB, 2003.

FARIA, R. A.; SOARES, A. A.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, C. A. A. S. Demanda Suplementar para a cultura do milho no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campinas Grande, v. 4, n. 1, p.46-50, 2000.

FENNER, W.; MOREIRA, P. S. P.; FERREIRA, F. S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T. M.; BENTO, T. S. Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de CerradoFloresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.1, p. 72-85, 2014.

FRANÇA, M. V.; MEDEIROS, R. M.; ARAÚJO, W. R.; HOLANDA, R. M. Balanço hídrico para diferentes capacidades de campo e a variabilidade erosiva pluvial no município de Amparo de São Francisco – SE, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020. eXX, (CC BY 4.0) ISSN 2525-3409. | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.XX>

Jerszurki, D.; Souza, J. L. M.; Silva, L. C. R. Expandindo a geografia da evapotranspiração: Um método melhorado para quantificar fluxos de água terra - ar em regiões tropicais e subtropicais. **Research, Society and Development** v. 12, n. 6, p. e0180055, 2017. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0180055>

KELLER, J. BLIESNER, R. D. **Sprinkle and Trickle Irrigation**. New York: Published by Van Nostrand Reinhol, 1990. 652p.

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: **WALTER DE GRUYTER**, 388. 1931.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R, "Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes". **Wallmap** 150cmx200cm. 1928.

MEDEIROS, R. M.; FRANÇA, M. V.; HOLANDA, R. M.; ARAÚJO, W. R. Regime pluvial de dos municípios São Bento do Una e Serra Talhada - PE, Brasil. **Research, Society and Development**. , v.9, p.e933986766 - 2020.

MEDEIROS, R. M. Balanço hídrico sequencial em São Bento do Una – PE, Brasil, visando apoio a avicultura. **Revista de Geografia** (Recife) V. 37, No. 2, 2020.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

BALANÇO HÍDRICO ATUAL E FUTURO PARA A CULTURA DO ALGODÃO EM
 AMPARO DE SÃO FRANCISCO-SE
 Manoel Viera de França, Raimundo Mainar de Medeiros, Romildo Morant de Holanda,
 Luciano Marcelo Fallé Saboya, Wagner Rodolfo de Araújo, Marcia Liana Freire Pereira

MEDEIROS, R. M.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; SILVA, J. A. S. Caracterização climática e diagnóstico da aptidão agroclimática de culturas para Barbalha - CE. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, p.461 - 2015.

PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas-MA. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 1, p. 83-89, 2017. <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/48584>

QUELUZ, J. T. G.; KLAR, A. E. Distribuição espacial do balanço hídrico climático em diferentes regimes de chuvas no Estado de Pernambuco. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**. v. 6, n. 1, p. 7-19, 2013. <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/415>

SILVA, G. D. N.; SILVA, J. G. F.; SANTANA, W. M. Estimativa do balanço hídrico climatológico: um estudo de caso. **Revista Vivências**, v. 13, n. 25, p. 117-127, 2017. <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/3259>

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V. O cultivo do algodão herbáceo no sistema de sequeiro no Nordeste do Brasil, no cenário de mudanças climática. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.80–91, 2012.

SUDENE. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Pernambuco. Recife, 1990 (**Série Pluviometria**, 2).

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and Water Balance. **Publications in Climatology**, v.10, n.3. Drexel Institute of Technology, Centerton, 1957.