



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA



COMUNICADO
TÉCNICO

242

Sete Lagoas, MG
Fevereiro, 2020

Embrapa

Caracterização do balanço hídrico climatológico decendial na Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi, BA

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque
Daniel Pereira Guimarães
João Herbert Moreira Viana
Manoel Ricardo de Albuquerque Filho
Flávia Cristina dos Santos

Caracterização do balanço hídrico climatológico decenal na Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi, BA

Introdução

O balanço hídrico é uma ferramenta útil em diversas áreas do conhecimento das ciências agrárias. Por exemplo, na meteorologia agrícola, delimita áreas de mesmo potencial hídrico; na irrigação, determina as deficiências hídricas de uma região. Além disso, os resultados podem ser utilizados para fins de zoneamento agroclimático, da demanda potencial de água das culturas irrigadas e no conhecimento do regime hídrico, pode subsidiar ações de pesquisa quanto ao posicionamento de material genético, escolha de época mais adequada para o plantio das culturas, entre outros.

Ademais, deve-se considerar essas informações para planejamento de plantio, escolha de sistemas de produção, entre outros. Ressalta-se também a importância da utilização de práticas de manejo que minimizem

os efeitos do déficit hídrico no solo, como correção de perfil para maior aprofundamento radicular das plantas e cobertura vegetal do solo.

A apresentação da caracterização do balanço hídrico climatológico do local pode contribuir preliminarmente para mitigar os efeitos da mudança climática na região, tendo em vista que os efeitos do aquecimento global têm contribuído para reduzir o regime pluviométrico anual, causando interferência no balanço hídrico, com efeitos no aumento de períodos de déficit hídrico. Em função disso, esta publicação contribui com o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 13 “Ação Contra a Mudança Global do Clima”.

Capacidade de Água Disponível do Solo (CAD)

Além de outras importantes funções que o solo desempenha no sistema agrícola, ele é também o “reservatório”

Eng. Agrícola, DCs em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng. Florestal, DSc em Ciência Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng. Agrôn., DCs em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng. Agrôn., DSc em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng. Agrôn., DSc em Agronomia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

de água para as plantas. A capacidade de água total disponível no solo, CAD, que pode ser absorvida pela planta, é definida como a água contida no solo que está entre a capacidade de campo, CC, e o Ponto de Murcha Permanente PMP. Diversos dados de pesquisa (Buckingham, 1907; Richards, 1928; Reichardt et al., 1979; Cruz et al., 2005; Libardi, 2005; Blažka; Fischer, 2014) mostraram que, na maioria dos solos e das situações, o solo se encontra na CC quando o potencial matricial da água (Ψ_m) contida nele oscilar na faixa entre -10 (solos arenosos e latossolos, mesmo os argilosos, em geral) e -30 kPa (solos argilosos). Também foi verificado que o valor desse potencial para o PMP é de -1.500 kPa (Reichardt, 1987). Em laboratório, tanto CC quanto PMP podem ser determinados com o mesmo equipamento (câmaras de pressão) utilizado para determinar a curva de retenção (Libardi, 2010).

Balanço Hídrico Climatológico

O balanço hídrico é a contabilização do balanço da água do solo, ou seja, uma forma de medir a quantidade que entra e sai desse solo. As entradas são representadas pela precipitação, pela irrigação, pelo orvalho, pelo escoamento superficial, pela drenagem lateral e pela ascensão capilar e as saídas, ou perdas, representadas pela evapotranspiração, pelo escoamento superficial, pela drenagem lateral e pela

drenagem profunda (Sentelhas et al., 1999).

Segundo Sentelhas et al. (1999), considerando-se que o orvalho

$$\pm \Delta Arm = P + I + AC - ET - DP \text{ (eq. 1)}$$

representa uma contribuição com ordem de magnitude muito pequena (no máximo 0,5 mm/dia), e que as entradas e perdas por escoamento superficial e drenagem lateral tendem a se compensar, o balanço hídrico pode ser expresso da seguinte maneira:

A precipitação (P) e a irrigação (I), responsáveis pela quantidade de água recebida pelo solo, podem ser medidas de maneira mais fácil; já a ascensão capilar (AC), comum em períodos secos, e a drenagem profunda (DP), mais comum em períodos extremamente chuvosos, demandam um conhecimento de física dos solos para a sua determinação. É necessária a determinação da variável evapotranspiração (ET) para que se possa conhecer a disponibilidade hídrica do solo, ou seja, o seu armazenamento (Arm).

O balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955), citados por Sentelhas et al. (1999), é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo, tanto em escala diária quanto em escalas maiores, como a decenal (10 dias) e a mensal (30 dias), utilizando-se dados médios climatológicos de vários anos (normal climatológica). Esse balanço fornece estimativas da evapotranspiração real (ET_r), da deficiência hídrica (DEF),

do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água do solo (ARM), tornando-se, assim, um indicador da disponibilidade hídrica.

Este trabalho teve o objetivo de caracterizar o balanço hídrico climatológico da Fazenda Santa Luzia, estado da Bahia, utilizando imagens de satélite da área para obtenção de dados climáticos, e dados da capacidade de água no solo (CAD) desse local.

Metodologia

A CAD na área da Fazenda Santa Luzia foi caracterizada em três perfis de solo nas seguintes profundidades: 0, 20, 40, 70 e 100 cm. Foi determinada em sete pontos de tensão: 2, 6, 33, 100, 300, 500 e 1.500 kPa. O método usado para obtenção da CAD foi a mesa de tensão e o extrator de placa porosa (Teixeira et al., 2017). Na mesa de tensão foram usadas amostras indeformadas e terra fina no extrator de placa porosa. A identificação dos três perfis está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Identificação dos três perfis de amostragem de solo da área agrícola da Fazenda Santa Luzia, 2018.

Identificação do perfil	Coordendas UTM (WGS 84) Fuso 23L:	Classificação do solo	Textura do solo	Vegetação	Relevo	Uso atual
TRI 01	396762m/ 8358717m	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, A moderado	Argilo-arenosa	Cerrado <i>strictu sensu</i>	plano	Pastagem plantada
TRI 02	3971776m/ 8358539m	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico argissólico, A moderado	Argilo-arenosa	Cerrado <i>strictu sensu</i>	plano	Pastagem plantada
TRI 03	401598m/ 8355682m	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, A moderado	Argilo-arenosa	Cerrado <i>strictu sensu</i>	plano	Pastagem plantada

A série histórica de dados climáticos baseou-se nas informações meteorológicas diárias distribuídas pelo sistema NASA-POWER (Stackhouse et al., 2015) em grid de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$, do período de 1998 a 2017 (20 anos). As variáveis meteorológicas incluídas no cálculo são temperatura máxima, mínima e média ($^\circ\text{C}$), umidade relativa (%), pressão atmosférica (kPa), velocidade do vento a 10 m (m/s) e radiação solar ($\text{kWh/m}^2/\text{dia}$). A velocidade do vento foi corrigida para 2 metros, e aplicou-se o modelo de Penman-Monteith padronizado pela FAO (Allen et al., 1998) para a determinação da evapotranspiração de referência (ET_o).

O balanço hídrico climatológico foi simulado em planilha eletrônica de Sentelhas et al. (1999), cujos valores de ET_o originalmente de Thornthwaite-Mather foram substituídos pelos de Penman-Monteith, além da precipitação pluviométrica, nos 36 decêndios do ano.

Resultados e Discussão

A capacidade de água disponível (CAD) do solo está apresentada na Figura 1 para os três perfis amostrados na Fazenda Santa Luzia. Os perfis se classificam como Latossolo Vermelho Amarelo (perfis Tri – 01 e 02) e Argissolo Vermelho Amarelo (perfil Tri - 03). A granulometria varia de areia franca a franco-argilo-arenoso, com predomínio das classes mais arenosas na superfície (Figura 2).

É importante ressaltar que a maior concentração do sistema radicular das culturas de ciclo curto se dá exatamente na parte mais arenosa dos perfis (até 40 cm de profundidade e, dependendo das circunstâncias, pode atingir profundidades maiores), o que deve ser considerado nas interpretações das análises para fins de manejo, a despeito da classificação formal deles (Razuk, 2002; Cunha et al., 2010; Salton; Tomazi, 2014; Gurgel, 2019).

Observa-se que até 70 cm de profundidade a CAD do solo varia na faixa de 0,04 a 0,07 m/m. É um solo com baixa CAD, com variação de apenas 4 a 7% de água retida em sua capacidade volumétrica, o que está de acordo com a sua textura, com grande proporção de fração areia em sua constituição. O solo é muito bem drenado e as culturas sobre ele estão sujeitas a estresses hídricos decorrentes de veranicos.

Considerando-se duas profundidades avaliadas dentro dos perfis de solo caracterizados na Fazenda Santa Luzia (30 e 70 cm), que estão no intervalo de profundidade mais comum para os sistemas radiculares das principais culturas agrícolas, e considerando os limites inferior (0,04 m/m) e superior (0,07 m/m) da CAD obtida para os perfis de solo (Figura 1), obtiveram-se os balanços hídricos climatológicos decendiais (BHCD) (Figuras 3 a 8).

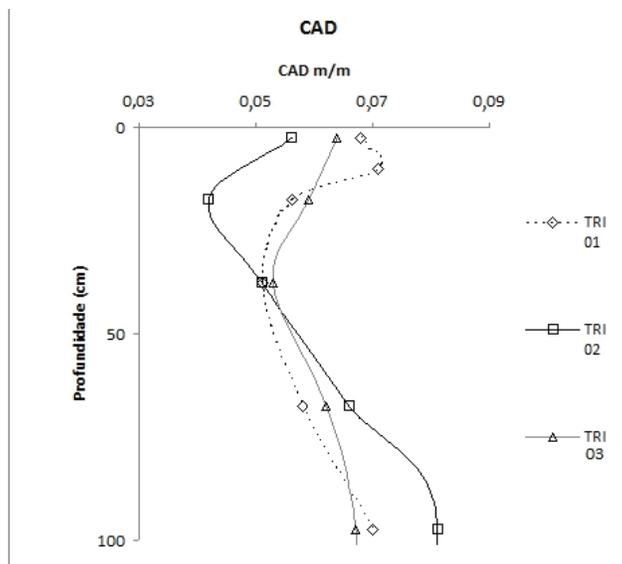


Figura 1. Capacidade de água disponível do solo (CAD), em função da profundidade, para amostragem de três perfis (TRI 01, 02 e 03) da área agrícola da Fazenda Santa Luzia, 2018.

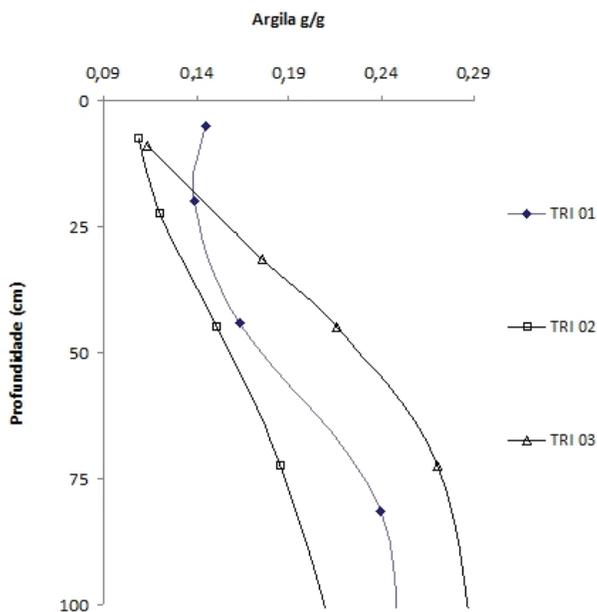


Figura 2. Teor de argila, em função da profundidade nos três perfis (TRI 01, 02 e 03) da área agrícola da Fazenda Santa Luzia, 2018.

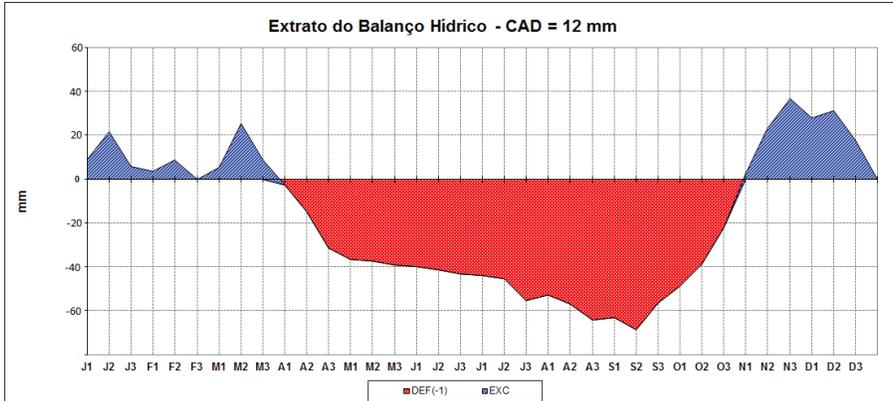


Figura 3. Balanço hídrico climatológico, utilizando-se dados climáticos médios de 20 anos (1998-2017), em períodos decenciais, para a Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi-BA. Capacidade de água disponível do solo (CAD) de 12 mm (Profundidade de 30 cm e CAD de 0,04 m/m). DEF = déficit; EXC = excesso.

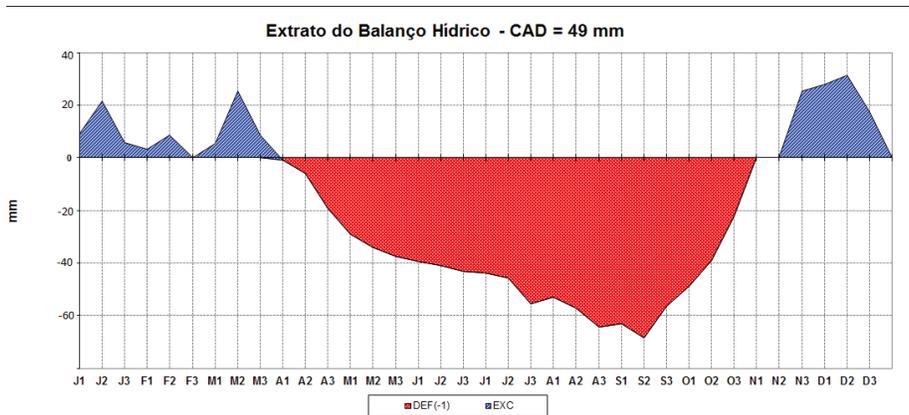


Figura 4. Balanço hídrico climatológico, utilizando-se dados climáticos médios de 20 anos (1998-2017), em períodos decenciais, para a Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi-BA. Capacidade de água disponível do solo (CAD) de 49 mm (Profundidade de 70 cm e CAD de 0,07 m/m). DEF = déficit; EXC = excesso.

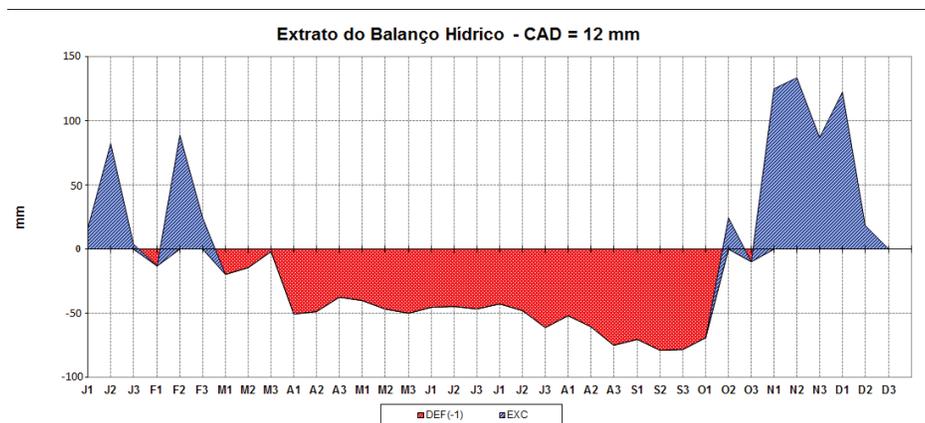


Figura 5. Balanço hídrico climatológico no ano mais úmido (1998) entre 1998 e 2017, em períodos decendiais, para a Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi-BA. Capacidade de água disponível do solo (CAD) de 12 mm (Profundidade de 30 cm e CAD de 0,04 m/m). DEF = déficit; EXC = excesso.

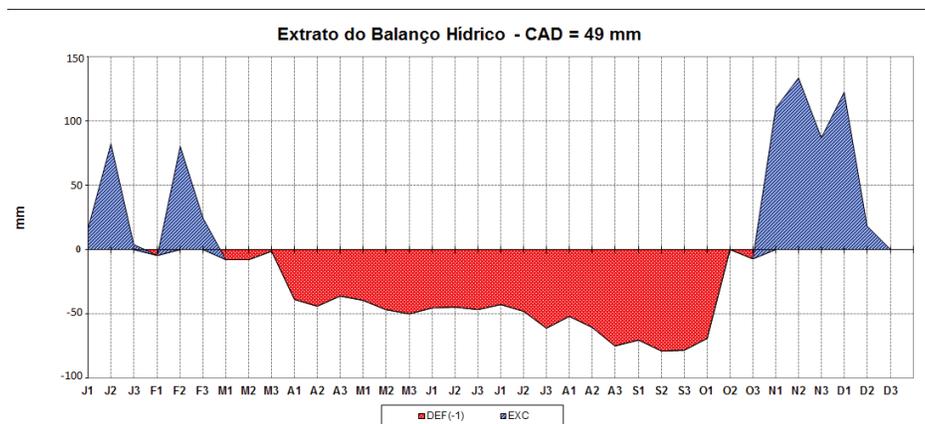


Figura 6. Balanço hídrico climatológico no ano mais úmido (1998) entre 1998 e 2017, em períodos decendiais, para a Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi-BA. Capacidade de água disponível do solo (CAD) de 49 mm (Profundidade de 70 cm e CAD de 0,07 m/m). DEF = déficit; EXC = excesso.

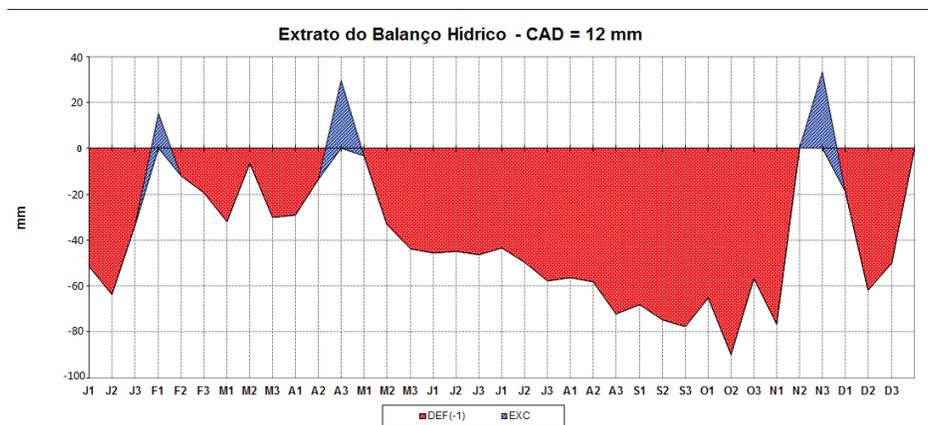


Figura 7. Balanço hídrico climatológico no ano mais seco (2015) entre 1998 e 2017, em períodos decendiais, para a Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi-BA. Capacidade de água disponível do solo (CAD) de 12 mm (Profundidade de 30 cm e CAD de 0,04 m/m). DEF = déficit; EXC = excesso.

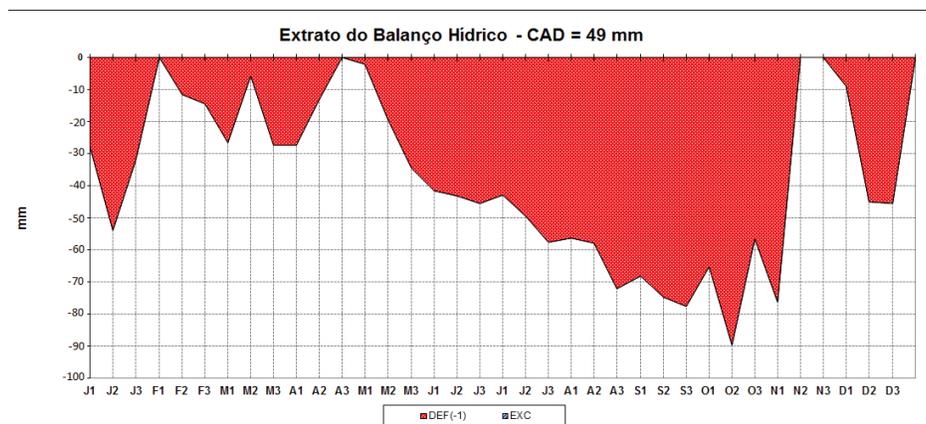


Figura 8. Balanço hídrico climatológico no ano mais seco (2015) entre 1998 e 2017, em períodos decendiais, para a Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi-BA. Capacidade de água disponível do solo (CAD) de 49 mm (Profundidade de 70 cm e CAD de 0,07 m/m). DEF = déficit; EXC = excesso.

Para uma série climática de 20 anos (de 1998 a 2017), no caso de valores médios desse período de precipitação pluviométrica ($P = 1104,8$ mm) e de evapotranspiração de referência ($ET_o = 1782,3$ mm) calculados pelo método de Penman-Monteith, para os valores de CAD de 0,04 e 0,07 m/m e profundidade do solo de 30 cm e 70 cm, obtiveram-se as curvas de BHCD das Figuras 3 e 4, respectivamente. Para o ano mais úmido da série analisada (1998), cujas $P = 1.448,1$ mm e $ET_o = 1.833,0$ mm, as curvas de BHCD estão mostradas nas Figuras 4 e 5, para as profundidades de 30 e 70 cm e CAD de 0,04 e 0,07 m/m, respectivamente. Para o ano mais seco da série (2015), cujas $P = 613,0$ mm e $ET_o = 2031,9$ mm, as curvas estão apresentadas nas Figuras 6 e 7, para os respectivos valores de CAD de 0,04 e 0,07 m/m e profundidades de 30 e 70 cm.

Observa-se nas Figuras 3 e 4 que há um período nítido de déficit hídrico no solo, independentemente da CAD, que se inicia no primeiro decêndio de abril (A1) e termina no primeiro decêndio de novembro (N1). É um período extenso de déficit que dura 7 meses. O ápice desse déficit ocorre no segundo decêndio de setembro (S2), cujo valor aproxima-se de 70 mm.

Por outro lado, no solo com menor capacidade de armazenamento de água (CAD) (Figura 3), o período de excesso hídrico começa a partir do primeiro decêndio de novembro (N1) e finda no terceiro decêndio de março (M3), cuja duração é de 5 meses. No solo com

maior CAD (Figura 4) há no primeiro decêndio de novembro (N1) um período de enchimento das reservas de água no solo e o excesso inicia-se no segundo decêndio de novembro (N2), ou seja, N1 é um período em que o déficit hídrico terminou mas que também ainda não há excesso, pois como a sua capacidade de armazenar água é maior (CAD = 49 mm), a reposição da água nele é mais demorada, por isso inicia-se o excesso no segundo decêndio de novembro (N2), ao contrário de valores de CAD menores (12 mm), em que o excesso se antecipa para o primeiro decêndio de novembro (N1) (Figura 3).

Dentro da série histórica utilizada (1998 a 2017), analisou-se o ano mais úmido, ou seja, com a maior precipitação (1998) e o mais seco, ou seja, com a menor precipitação (2015), os quais estão representados nas Figuras 5 a 8.

No ano mais úmido (Figuras 5 e 6), observa-se que a estação de déficit se inicia no primeiro decêndio de março (M1) e termina no segundo decêndio de outubro (O2), totalizando-se mais de 7 meses, comprovando-se a má distribuição das chuvas. O ápice do déficit ocorre no segundo e terceiro decêndios de setembro (S2 e S3), atingindo valor acima de 70 mm. Entretanto, ocorrem também excessos, cujos valores máximos são alcançados no segundo decêndio de novembro (N2) em torno de 130 mm. Também há um pequeno déficit no período chuvoso que ocorre no primeiro decêndio de fevereiro (F1) em razão de

veranicos no final de janeiro e início de fevereiro.

No ano mais seco (Figuras 7 e 8), verifica-se que há ocorrência de excessos em apenas 3 decêndios para a CAD de 12 mm (Figura 7) e em nenhum decêndio para a CAD de 49 mm (Figura 8). Apenas no primeiro decêndio de fevereiro (F1), no terceiro de abril (A3) e nos segundo e terceiro de novembro (N2 e N3), é que a situação da reserva de água no solo está amena. O déficit de água no solo atinge o patamar de 90 mm no segundo decêndio de outubro (O2).

Em condição média (Figuras 3 e 4), no final de fevereiro (F3), o excesso de água é reduzido por causa de déficits acumulados em função de veranicos que acontecem sempre nesse mês ou também em janeiro. Porém, o volume de precipitação de março tem ultimamente compensado essa tendência de queda, como pode-se observar que no mês de março concentra-se apropriado volume de precipitação pluviométrica, tendo em vista que o excesso atinge valor acima de 20 mm no segundo decêndio desse mês (M2). Também excesso hídrico se concentra ao final de novembro (N3) e em todo o mês de dezembro (D1 a D3), alcançando valores próximos de 30 mm.

Comparando-se os dois extremos de CAD (12 mm – Figuras 3, 5 e 7 – e 49 mm – Figuras 4, 6 e 8), observa-se que o maior efeito sobre o balanço hídrico é o regime pluviométrico. O efeito da reserva da água no solo (CAD) é mínimo. Entretanto, uma baixa CAD induz excesso ou o seu valor maior imediatamente

após o período chuvoso (bem visível na Figura 7), ao passo que uma CAD maior induz à inexistência de excesso (bem visível na Figura 8) ou o seu valor menor para esse mesmo período. Ao final da estação de déficit, o segundo decêndio de novembro de (N2) na CAD de 12 mm (Figura 3) já apresenta excesso de água, em razão da baixa CAD do solo, enquanto na CAD de 49 mm (Figura 4) o excesso só começa a ocorrer a partir do terceiro decêndio de novembro (N3).

Conclusões

Em termos médios, o período sazonal de excesso de água no solo para as condições da região ocorre entre o primeiro decêndio de novembro e o terceiro decêndio de março. Portanto, deve-se considerar um período de 5 meses sem ocorrência de déficit hídrico (de novembro a março).

O ápice do período de déficit ocorre no segundo decêndio de setembro, cujo valor aproxima-se de 70 mm. Por outro lado, o pico do período de excesso ocorre do terceiro decêndio de novembro ao segundo decêndio de dezembro, cujo valor gira em torno de 30 mm.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

- BLAŽKA, P.; FISCHER, Z. Moisture, water holding, drying and wetting in forest soils. **Open Journal of Soil Science**, v. 4, n. 5, p. 174-184, 2014.
- BUCKINGHAM, E. **Studies on the movement of soil moisture**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1907. 38 p.
- CRUZ, A. C. R.; LIBARDI, P. L.; ROCHA, G. C.; CARVALHO, L. A. Evapotranspiração real de uma cultura de laranja em produção em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, p. 659-668, 2005.
- CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B.; MARTINS, C. E.; CÔSER, A. C.; OLIVEIRA, R. A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 351-357, 2010.
- GURGEL, A. L. C. **Interação solo-planta-animal em pastos de capim-mombaça sob efeito residual do nitrogênio**. 2019. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2005. 344 p.
- LIBARDI, P. L. Energia térmica do solo. In: LIER, Q. de J. van (Ed.). **Física do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 103-152.
- RAZUK, R. B. **Avaliação do sistema radicular de acessos de *Brachiaria brizantha* e suas relações com atributos químicos e físicos do solo**. 2002. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, 2002.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188 p.
- REICHARDT, K.; LIBARDI, P. L.; SAUNDERS, L. C. U.; CADIMA; Z. A. Dinâmica da água em solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 3, p. 1-5, 1979.
- RICHARDS, L. A. The usefulness of capillary potential of soil moisture and plant investigation. **Journal of Agricultural Research**, v. 37, p. 719-742, 1928.
- SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 198).
- SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia**

agrícola. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1999.

STACKHOUSE, J. R.; WESTBERG, P. W.; CHANDLER, W. S.; ZHANG, T.; HOELL, J. M. **Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)**: agroclimatology methodology: version 1.0.2. Washington: The National Aeronautics and Space Administration, 2015.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
 Caixa Postal 151
 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
 Fone: (31) 3027-1100
 Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Formato digital (2020)



MINISTÉRIO DA
 AGRICULTURA, PECUÁRIA
 E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
 da Unidade Responsável

Presidente

Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva

Elena Charlotte Landau

Membros

Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso
 Campanha, Roberto dos Santos Trindade e
 Maria Cristina Dias Paes

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Mônica Aparecida de Castro

Foto da capa

Manoel Ricardo de Albuquerque Filho

Parceria



CGPE 15902