





Artigo

## Aptidão Agroclimática para a Cultura do Algodão em Três Municípios do Estado de Mato Grosso, Brasil

Diego Fernando Daniel<sup>1</sup> , Tadeu Miranda de Queiroz<sup>1</sup> , Rivanildo Dallacort<sup>1</sup> ,  
João Danilo Barbieri<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>*Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola,  
Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, MT, Brasil.*

<sup>2</sup>*Departamento de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, MT,  
Brasil.*

Recebido em: 2 de Dezembro de 2020 - Aceito em: 4 de Fevereiro de 2021

### Resumo

Os elementos climáticos como temperatura do ar e precipitação exercem influência direta sobre as culturas agrícolas, principalmente no algodoeiro, determinando e influenciando sua adaptação a diferentes regiões. O objetivo deste trabalho foi determinar a adaptabilidade agroclimática e a probabilidade de chuvas para a cultura do algodão para os municípios de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis, estado de Mato Grosso. Utilizaram-se dados diários históricos de precipitação e temperatura do ar, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Com base nas exigências climáticas da cultura do algodoeiro foi classificada a adaptabilidade nas regiões durante o ano em período decenal. Foi calculada a probabilidade empírica e a classificação dos riscos de ocorrerem chuvas menores ou iguais a ETc durante o ciclo da cultura. A temperatura do ar média registrada nos municípios esteve entre a faixa indicada para a cultura ( $\geq 18$  a  $\leq 30$  °C). Os municípios estudados podem ser considerados aptos ao cultivo do algodão no período safrinha (semeadura realizada de dezembro a fevereiro), considerando a temperatura e precipitação pluviométrica média local. Os riscos de ocorrerem precipitações menores ou iguais a ETc do algodoeiro, variaram de acordo com o estágio fenológico da cultura.

**Palavras-chave** adaptabilidade, balanço hídrico, probabilidade, *Gossypium hirsutum* L.

## Agroclimatic Aptitude for Cotton Cultivation in Three Municipalities in Mato Grosso State, Brazil

### Abstract

Climatic elements such as air temperature and precipitation directly influence agricultural crops, especially cotton, determining their adaptation to different places. The aim of this study was to determine the agroclimatic adaptability and the probability of rainfall for cotton cultivation for the municipalities of Rondonópolis, Tangará da Serra and Campo Novo do Parecis, state of Mato Grosso. Historical daily data on precipitation and air temperature, provided by the National Meteorological Institute (INMET), were used. Based on the climatic requirements of the cotton crop, adaptability in the regions during the year was classified in a ten-day period. The empirical probability and risk classification of rainfall occurring less than or equal to ETc during the crop cycle were calculated. The average air temperature recorded in the municipalities was within the range indicated for the crop ( $\geq 18$  to  $\leq 30$  °C). The municipalities studied can be considered suitable for growing cotton in the off-season (sowing carried out from December to February), considering the local average temperature and rainfall. The risks of occurring precipitations less than or equal to cotton ETc, varied according to the phenological stage of the crop.

**Keywords** adaptability, water balance, probability, *Gossypium hirsutum* L.

## 1. Introdução

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta perene, cultivada como cultura anual. Do mesmo modo que outras culturas, o algodão é um produto de alta importância para as pessoas, pois a fibra natural está presente no vestuário e em outros produtos de uso doméstico. A produção se tornou uma grande atividade agrícola dentro da economia mundial, se fazendo presente em todos os lugares do mundo (Gonçalves e Gonçalves, 2008).

A semeadura do algodão segunda safra no Cerrado brasileiro vem crescendo recentemente, prática essa que ocorre quase simultaneamente com a colheita da soja cultivada como cultura primária na safra (Baio *et al.*, 2020).

O Brasil é o segundo maior exportador de algodão no mundo, quinto maior produtor e nono maior consumidor. Dentro da agricultura brasileira, o algodão é a quarta cultura mais importante, ficando atrás da soja, cana de açúcar e do milho (Severino *et al.*, 2019).

O estado de Mato Grosso foi o que apresentou maior desenvolvimento da cotonicultura nas últimas décadas, devido ao emprego de novas tecnologias e com agricultura em ampla expansão econômica, desta maneira, se tornou o principal produtor brasileiro de algodão (Fietz *et al.*, 2009). O estado de Mato Grosso atualmente é o maior produtor de algodão do Brasil. Na safra de 2018-2019, foram cultivados 1,12 milhões de hectares e colhidas 1,97 milhões de toneladas de algodão em pluma (IMEA, 2020), representando 70,11% da produção nacional (CONAB, 2020).

Compreender o efeito das variáveis climáticas auxilia no planejamento da melhor época de semeadura, bem como nas outras práticas de manejo da cultura, podendo desta maneira organizar e planejar as atividades desde a semeadura até a colheita. Assim, a caracterização da aptidão agroclimática visa empregar os parâmetros meteorológicos que mais interferem no desenvolvimento e que possam prejudicar no crescimento das culturas agrícolas, deste modo, é de grande importância compreender a sua variabilidade e suas condições extremas (Medeiros *et al.*, 2018).

No Cerrado Mato-Grossense, região Centro-Oeste brasileira, a semeadura do algodoeiro herbáceo é tipicamente realizada entre dezembro a fevereiro e colhido de junho a julho. Nesse período de cultivo, a temperatura do ar e a quantidade de chuva precipitada são apropriadas para o estabelecimento e desenvolvimento da cultura do algodão, havendo poucos riscos de perdas de produtividade, devido algum fator climático, principalmente sem que ocorra falta de chuvas no período reprodutivo (Ferreira *et al.*, 2015).

A produtividade do algodoeiro é amplamente influenciada pela disponibilidade de água, radiação solar e temperatura do ar (Wells e Stewart 2010), fatores climáticos estes que podem ser alterados em função da época de

semeadura, principalmente realizando a semeadura na época das chuvas (Ferreira *et al.*, 2015).

A cultura do algodoeiro necessita de temperaturas médias do ar na faixa de 18 a 30 °C, elevada radiação solar e horas de insolação (Azevedo e Silva, 2007). Temperaturas do ar ótimas para a cultura estão entre 25 e 30 °C, fazendo assim que esta Malvacea tenha um ótimo estabelecimento e desenvolvimento (Marur, 1993). A faixa de temperatura ideal para a germinação do algodoeiro está entre 25 e 30 °C. O algodoeiro é muito sensível a variações térmicas, sendo que temperaturas noturnas superiores a 25 °C atrasam o florescimento, enquanto temperaturas diurnas em torno dos 25 °C o estimulam (Silva *et al.*, 2011).

O estresse hídrico, em determinadas fases fenológicas, pode comprometer o rendimento da cultura e a qualidade do produto final da fibra (Arruda *et al.*, 2002). A demanda hídrica da cultura é em torno de 4 a 8 mm dia<sup>-1</sup>, variando de acordo com a fase da cultura e a quantidade de área foliar (Bezerra *et al.*, 2010; Bezerra *et al.*, 2012), necessitando de 700 mm de água durante o seu ciclo para alcançar altas produtividades (Grimes e El-Zik, 1990).

Para o planejamento agrícola, o conhecimento dos riscos e das necessidades hídricas da cultura é muito importante, neste sentido, o estudo das frequências ou probabilidades de ocorrerem períodos chuvosos menores que a demanda hídrica da cultura podem fornecer informações úteis no manejo da cultura do algodoeiro (Leivas *et al.*, 2006).

O conhecimento da adaptabilidade da cultura do algodoeiro para a região de estudo é de fundamental importância visando determinar as épocas aptas ao seu cultivo sem ocorrer prejuízos ao produtor rural, fazendo que os mesmos possam comercializar as fibras (pluma) dessa commodity com sustentabilidade financeira (Belot e Vilela, 2010). Desta maneira, o agricultor poderá traçar estratégias de ação que visam à redução principalmente dos efeitos da deficiência hídrica.

Diante da importância da realização de estudos como este levando em conta a especificidade climática de cada região do país, o objetivo deste trabalho foi determinar a adaptabilidade agroclimática e a probabilidade de chuvas para a cultura do algodão para três municípios agrícolas do estado de Mato Grosso.

## 2. Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus Professor Eugênio Carlos Stieler, no município de Tangará da Serra. De acordo com o Sistema de Classificação Climática de Köppen, o clima predominante no estado de Mato Grosso é o tropical úmido megatérmico (Aw) (Souza *et al.*, 2013). O Estado possui uma estação seca, que compreende os meses de maio a setembro, e uma chuvosa que vai de outubro a

abril, apresentando pluviosidade média anual entre 1.200 a 2.000 mm, com temperaturas médias superiores a 18 °C em todos os meses do ano (Marcuzzo *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2013). Os tipos de solos existentes nas regiões de estudo são classificados como Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos Amarelos (EMBRAPA, 2018).

A determinação da aptidão agroclimática baseou-se nos dados de temperatura e precipitação das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (INMET, 2020), situadas nos municípios de Rondonópolis, no período de 1995-2019; Tangará da Serra, no período de 2004-2019; Campo Novo do Parecis, no período de 2003-2019. A localização dos municípios no estado de Mato Grosso pode ser visualizada na Fig. 1. As estações do INMET estão localizadas nas coordenadas geográficas referenciadas na Tabela 1.

Foram utilizados dados diários de temperatura do ar e precipitação, os quais foram verificados e submetidos a correções, preenchimento de falhas e análise de consistên-

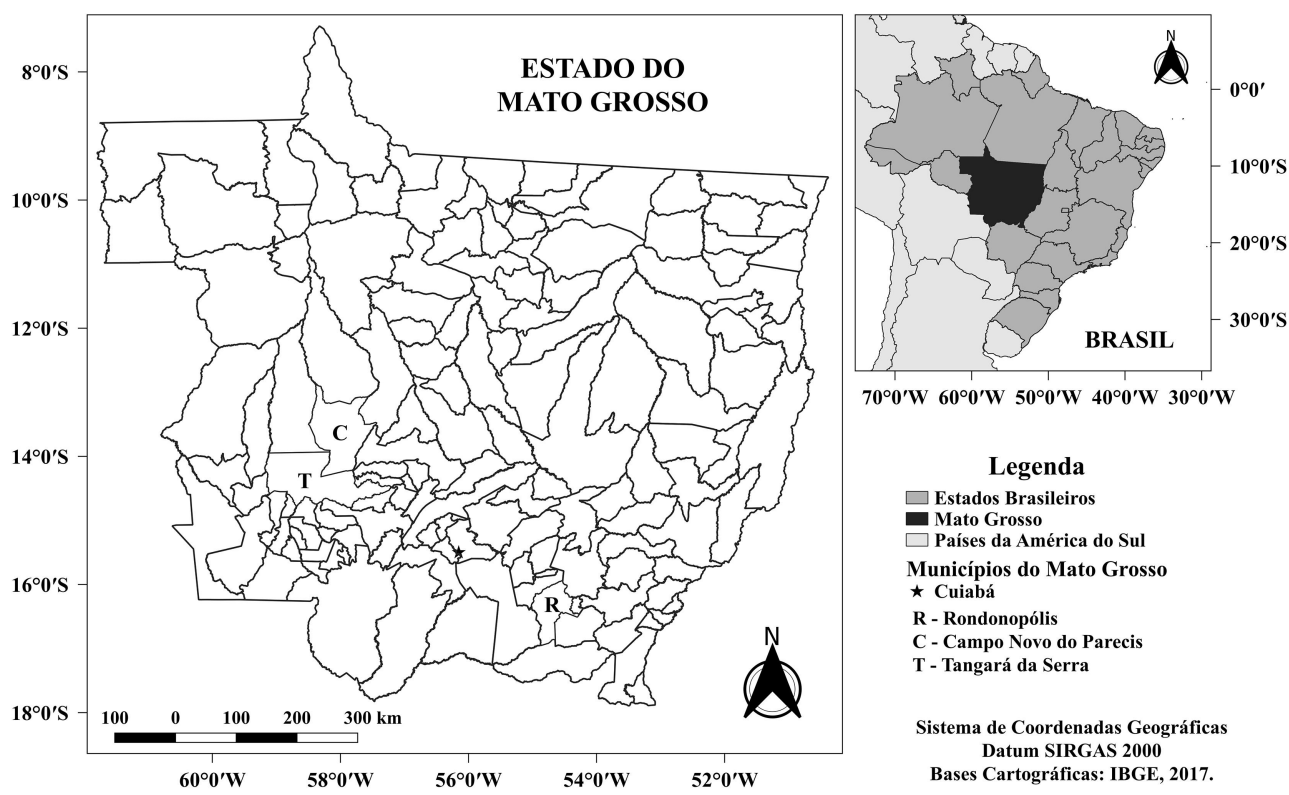
cia utilizando o software CLIMA, desenvolvido pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (Faria *et al.*, 2003). Na sequência calculou-se as médias de temperatura do ar e precipitação para cada decêndio do ano.

Com base nas exigências hídricas e térmicas da cultura do algodão durante o seu ciclo, organizou-se uma classificação da aptidão climática para os municípios de estudo, definidos por critérios pré-estabelecidos (Tabela 2). Com o conhecimento destes valores, pode-se determinar a adaptabilidade da cultura do algodão nas regiões de estudo.

Para a seleção das melhores épocas de semeadura para cultivo do algodão, e seguindo a recomendação para épocas de semeadura proposta no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) para a cultura do algodão no estado de Mato Grosso (BRASIL, 2020), foi utilizada a disponibilidade hídrica, pois no período chuvoso não há restrição térmica ao desenvolvimento. Considerando que o ciclo médio da cultura é de 130 dias (cultivares precoces)

**Tabela 1** - Localização das estações meteorológicas utilizadas na determinação da aptidão agroclimática da cultura do algodão, localizadas no estado de Mato Grosso - Brasil.

Classificação climática	Órgão	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Período
Aw	INMET	Rondonópolis	16°27' S	54°34' O	284	1995-2019
Aw	INMET	Tangará da Serra	14°39' S	57°25' O	440	2004-2019
Aw	INMET	Campo Novo do Parecis	13°47' S	57°50' O	570	2003-2019



**Figura 1** - Localização do estado de Mato Grosso - Brasil, com destaque para os municípios estudados.

**Tabela 2** - Classes e indicadores climáticos durante o ciclo da cultura do algodão.

Aptidão Climática	Temperatura média do ar (°C)	Precipitação (mm)
Apto	≥ 18 a ≤ 30	≥ 450 a ≤ 1300
Moderada por excesso hídrico	–	≥ 1301
Moderada por deficiência hídrica	–	≥ 400 a < 449
Moderada por deficiência térmica	≥ 14 < 18	–
Moderada por excesso térmico	> 30	–
Inapto	< 14	< 399

Fonte: Adaptado de Doorenbos e Kassan (2000); Rosolem (2001); Azevedo e Silva (2007); Fietz *et al.* (2009); Silva *et al.* (2011).

e 160 dias (cultivares tardias) para as regiões de estudo (Fietz *et al.*, 2009), foi realizado um estudo da adaptabilidade da cultura para os municípios estudados.

Foi realizado o Balanço Hídrico Climatológico decendial das regiões estudadas, calculado a partir do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955). O cálculo do balanço hídrico foi realizado com o auxílio de uma planilha do Software Microsoft Excel<sup>®</sup> desenvolvida por Rolim *et al.* (1998). A capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 75 mm para os municípios de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis (Sans *et al.*, 2001; Rossato, 2001; Barbieri *et al.*, 2017).

Foram determinadas 6 épocas de semeadura para cada município estudado, baseado no ZARC para a cultura do algodão no estado de Mato Grosso (Brasil, 2020) e com relação ao período de vazio sanitário para a cultura nos municípios, visando a prevenção e o controle do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman) (Mato Grosso, 2016). Desta maneira as épocas de semeadura foram: Rondonópolis (05/12, 15/12, 25/12, 05/01, 15/01 e 25/01), Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis (25/12, 05/01, 15/01, 25/01, 05/02 e 15/02).

A partir da delimitação das épocas de semeadura foi definido o coeficiente da cultura ( $Kc$ ) para cada estágio de desenvolvimento para cultivares de ciclo precoce (130 dias), sendo: Inicial (30 dias) = 0,35; Desenvolvimento (20 dias) = 0,8; Intermediária (50 dias) = 1,2; e Final (30 dias) = 0,7 (Doorenbos e Kassan, 2000; Allen *et al.*, 1998; Fietz *et al.*, 2009). Foi calculada a evapotranspiração potencial ( $ETp$ ) decendial para os municípios (Thornthwaite, 1948) que posteriormente multiplicando-a pelo  $Kc$ , obteve-se a evapotranspiração da cultura ( $ETc$ ) para cada decêndio, conforme a Eq. (1):

$$ETc = ETp * Kc \quad (1)$$

onde  $ETc$  = evapotranspiração da cultura (mm),  $ETp$  = evapotranspiração potencial (mm);  $Kc$  = coeficiente da cultura.

Posteriormente foi realizada uma distribuição de probabilidade empírica de chuva para cada decêndio nos anos da série histórica utilizada para os municípios. O cálculo da probabilidade de ocorrência de chuva deu-se a partir de uma sequência de valores de chuvas decendiais

observados durante os anos avaliados ordenando-os de forma crescente. A probabilidade de chuva decendial foi calculada de acordo com a Eq. (2), porém, e se na sequência de dados houver ocorrência de valores nulos (ausência de chuva), utilizou-se a Eq. (3) (Thom, 1966; Pereira *et al.*, 2002; Pereira *et al.*, 2007).

$$P = \frac{m}{n+1} * 100 \quad (2)$$

$$P = \left(1 - \frac{No}{n}\right) \left(\frac{m}{n+1-No}\right) * 100 \quad (3)$$

onde  $P$  = probabilidade de ocorrência (%);  $m$  = é o número de ordem do valor escolhido na sequência ordenada,  $n$  = é o número de dados da série;  $No$  = número de vezes de ocorrência de valores nulos (ausência de chuva).

Com a probabilidade de ocorrência de chuvas calculada, foi realizada uma interpolação dos dados para verificar a probabilidade de chover uma lâmina menor ou igual à evapotranspiração da cultura (Probabilidade (%) de chover  $\leq ETc$ ) para cada época de semeadura, fases da cultura e período decendial em que esta época se encontra. Para os meses chuvosos foi observado que não havia informações de chuva para atender situações em que a demanda hídrica fosse menor que a menor chuva da distribuição, então se adotou hipoteticamente uma chuva de 0,0 mm com probabilidade de ocorrência de 0,001%. Isto foi realizado para permitir a interpolação dos dados, então admitiu-se que a distribuição desse intervalo fosse linear.

Na ausência de critérios para a classificação de riscos de chover menos que a necessidade hídrica da cultura do algodão, foi criada uma classificação de escala de cores (5 faixas de cores), juntamente com os riscos de chover menos que a  $ETc$  da cultura, para melhor entendimento do significado da probabilidade de chover menos que a necessidade hídrica da cultura em algum decêndio. A classificação da probabilidade dos riscos foi realizada da seguinte maneira: Muito baixa (intervalo 0 - 20% na cor azul), Baixa (20,01 - 40% na cor verde), Média (40,01 - 60% na cor Amarela), Alta (60,01 - 80% na cor vermelha) e Muito Alta (80,01 - 100% na cor violeta).

Escalas de cores tem sido utilizadas para facilitar a interpretação de resultados de diversos índices e indicadores. Na área agrícola, por exemplo, Saad e Libardi (1992) introduziram o conceito de tensiômetros de faixas para auxiliar o irrigante na tomada de decisão. O método proposto por estes autores consiste em dividir a coluna de mercúrio representativa dos 80% da Capacidade de Água Disponível (CAD) em 4 faixas coloridas (azul, verde, amarela e vermelha) que indicam o estado de umidade do solo. Deste modo não há necessidade do irrigante efetuar leituras e calcular a umidade do solo. A decisão do momento de irrigar é tomada com base na cor que indica o momento da irrigação. Segundo os autores, a metodologia foi bem aceita pelos irrigantes, que realizaram, no município de Guairá-SP, o manejo da irrigação na cultura do feijoeiro, em pivô central, de forma satisfatória.

Tendo em vista as exigências climáticas do algodoeiro durante o seu ciclo e as diferentes épocas de semeadura, foi realizada uma análise decendial dos elementos climáticos, para determinar períodos pontuais desfavoráveis ao desenvolvimento da cultura, como períodos com baixos índices pluviométricos ou temperaturas além ou aquém da faixa considerada ideal.

### 3. Resultados e Discussão

Com relação às precipitações nos municípios estudados, nota-se a variabilidade de maneira bastante acentuada nos decêndios durante o ano (Fig. 2). Nesse contexto, observa-se a variação total de chuva ao longo do período de dez dias, e com isso pode se realizar um planejamento mais adequado da safra do algodão nas regiões de estudo. Com o uso dessas informações, aliado aos dados de temperatura do ar, pode-se avaliar qual decêndio dos meses de início de safra tem em média a condição de suprir as necessidades de água da cultura.

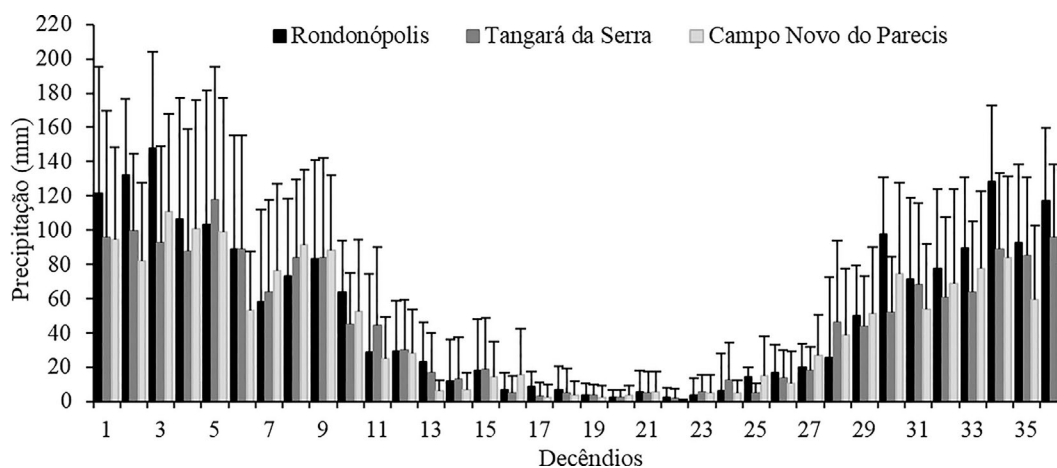
A região de Tangará da Serra apresentou maior precipitação média anual, com 1.661,4 mm; Campo Novo do Parecis apresentou 1.609,7 mm, enquanto o município de Rondonópolis apresentou 1.313,3 mm, a menor média anual. Para todas as estações, a média histórica anual encontrou-se acima dos 1.500 mm, nível considerado satisfatório para a cultura do algodoeiro no estado (Dorenbos e Kassan, 2000; Fietz et al., 2009).

As médias mensais dos períodos e municípios avaliados caracterizam duas estações bem definidas na região: a seca (maio a setembro) e a chuvosa (outubro a abril). Outros pesquisadores encontraram a mesma tendência climática em estudos realizados para esta região do estado de Mato Grosso (Dallacort et al., 2011; Barbieri et al., 2019).

A média pluviométrica decendial apurado foi de 53,6 mm para o município de Rondonópolis, 46,1 mm em Tangará da Serra e 44,7 mm em Campo Novo do Parecis (Fig. 2). Para o município de Rondonópolis observou-se que as maiores concentrações pluviométricas foram registradas nos decêndios 2; 3 e 34 que apresentaram respectivamente 131,8; 147,7 e 128,3 mm. O período menos chuvoso corresponde dos decêndios 16 ao 24, não ultrapassando os 10 mm de chuva.

No município de Tangará da Serra os maiores valores precipitados de chuva foram registrados nos decêndios 2; 5 e 36 que apresentaram respectivamente 99,5; 117,3 e 95,7 mm. O período menos chuvoso corresponde dos decêndios 16 ao 25, não ultrapassando os 15 mm de chuva. Já para o município de Campo Novo do Parecis, os maiores valores decendiais de precipitação foram registradas nos decêndios 1; 3 e 4 onde registrou-se 94,3; 110,7 e 101,0 mm, respectivamente. O período menos chuvoso corresponde aos decêndios 13 ao 24, não ultrapassando os 16 mm de chuva.

Todas as regiões apresentaram índices pluviométricos superiores ao exigido pela cultura, em Rondonópolis durante o 34° ao 17° decêndio, Tangará da Serra e Campo



**Figura 2** - Distribuição decendiais e desvio padrão da precipitação pluviométrica para os municípios de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis, estado de Mato Grosso, Brasil.

Novo do Parecis durante o 36° ao 18° decêndio, período em que compreende o cultivo.

As médias de precipitação nos municípios analisados apresentam uma redução até o mês de junho (até o decêndio 16), sendo possível observar alguns decêndios que apresentam irregularidade das chuvas e que os meses mais secos foram maio, junho, julho, agosto e setembro para todas as regiões, sendo possível observar médias decendiais abaixo de 30 mm. O algodão não tolera grandes períodos de seca, dependendo de no mínimo 450 mm de água bem distribuída durante seu desenvolvimento (Doorenbos e Kassan, 2000).

A semeadura do algodão não pode ser adiantada antes desses decêndios citados, pois no estado de Mato Grosso ocorre o vazio sanitário da cultura do algodão, que para Rondonópolis vai de 1° de outubro a 30 de novembro e para Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis vai de 15 de outubro a 14 de dezembro (MATO GROSSO, 2016). Um problema para a cultura do algodoeiro é no momento da colheita, onde ocorre uma fase crítica nas microrregiões produtoras de Mato Grosso, devido às chuvas que podem danificar a pluma, que ocorrem no período que abrange o início da estação seca, por isso deve-se programar a semeadura para que a colheita ocorra nesta fase e que não ocasionem danos à produção (Fietz *et al.*, 2009; Belot, 2015).

O planejamento da semeadura do algodão deve ser realizado para que a colheita seja feita em uma época favorável com poucas precipitações (junho e julho), para que não afete o preço da pluma, que segundo Kazama *et al.* (2016), a colheita é uma etapa de alto custo e de extrema importância no processo produtivo do algodão, uma vez que, se mal conduzida, acarretará prejuízos de qualidade e de quantidade ao produto final.

Com relação ao regime decendial da temperatura do ar em cada município (Fig. 3), não existem grandes ampli-

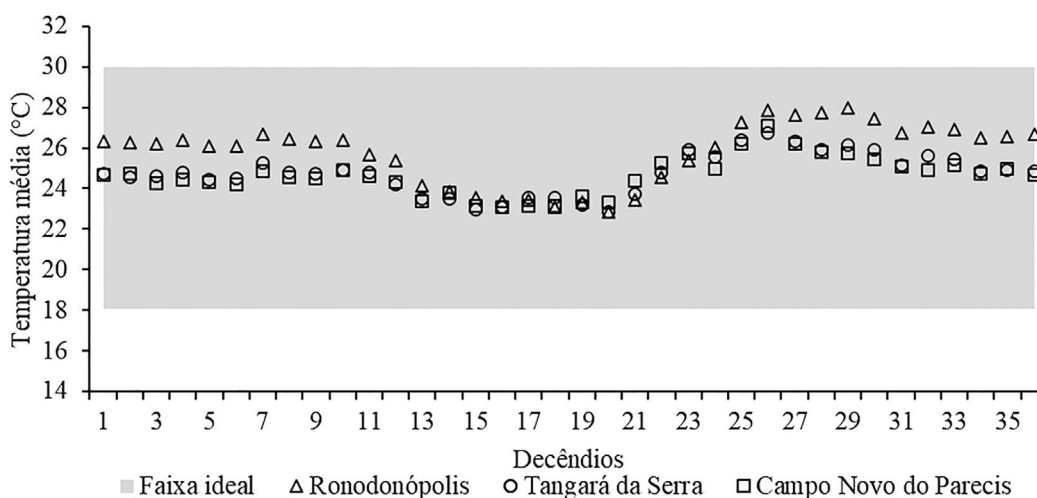
tudes de variação entre a média do mês mais quente para o mais frio.

Em Rondonópolis, o mês com maior média de temperatura do ar registrada foi outubro com média decendial de 27,7 °C, por outro lado o mês de julho foi o que apresentou as menores temperaturas do ar com média decendial de 23,2 °C (Fig. 3). Já em Tangará da Serra a maior média mensal de temperatura do ar foi de 26,49 °C em setembro e a menor média em julho com 23,2 °C e o município de Campo Novo do Parecis registrou a maior temperatura do ar de 26,50 °C em setembro e a menor no mês de junho com 23,1 °C. Ramos *et al.* (2017) citam que as maiores médias de temperatura são encontradas nos meses de outubro e novembro para a região, variando entre 23,0 a 27,9 °C, padrão para esses locais do Estado.

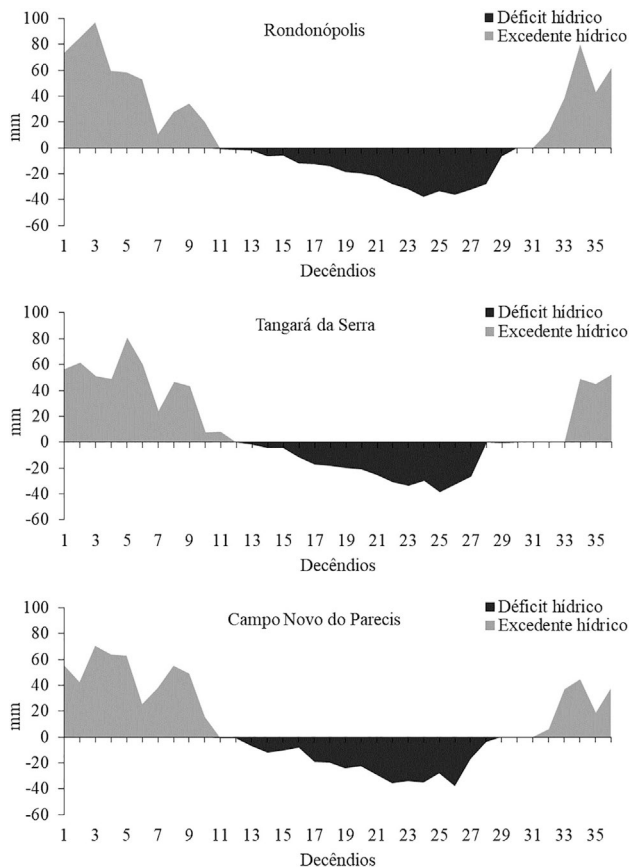
As médias decendiais de temperaturas mínimas e máximas registradas nos municípios estudados encontraram-se dentro da faixa ideal para o desenvolvimento do algodoeiro (entre 18 a 30 °C) (Doorenbos e Kassan, 2000; Rosolem, 2001; Fietz *et al.*, 2009), sendo que temperatura média ótima fica entre 25 a 30 °C (Silva *et al.*, 2011), desta forma com relação à aptidão térmica, a faixa ideal do ciclo da cultura do algodão mantém-se apta para toda época do ano nas regiões de estudo.

Os primeiros onze decêndios e os últimos seis decêndios do ano, para o município de Rondonópolis, apresentaram excedentes hídricos, ou seja, a capacidade de água precipitada vai além da capacidade de retenção de água do solo (Fig. 4).

Entre os decêndios 12 ao 29 a quantidade de água disponível no solo é menor que a capacidade de armazenamento, ocorrendo déficit hídrico, e o decêndio 30 não apresentou excedente ou déficit hídrico. Todas as regiões analisadas apresentaram déficit e excedente hídrico em algum decêndio do ano. Os municípios de Tangará da



**Figura 3** - Distribuição decendiais da temperatura média do ar e faixa ideal de temperatura para a cultura do algodão (18 a 30 °C) para os municípios de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis, estado de Mato Grosso, Brasil.



**Figura 4** - Balanço Hídrico Climatológico decendial para os municípios de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis, estado de Mato Grosso, Brasil.

Serra e Campo Novo do Parecis apresentaram deficiência hídrica entre os decêndios 12 a 29. Em relação a excedente hídrico, o município de Tangará da Serra apresentou excesso hídrico entre os decêndios 33 ao 11 e Campo Novo do Parecis entre os decêndios 31 ao 10. Tangará da Serra entre os decêndios 30 ao 32 e Campo Novo do Parecis no decêndio 30, não apresentaram excedente ou déficit hídrico.

Verificou-se também que o decêndio com maior deficiência hídrica para os municípios de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis foram os decêndios 24, 25 e 26, apresentando déficit para o período de 37,7, 38,8 e 37,6 mm, respectivamente. Já os decêndios com maiores excedentes hídricos foram o 3º, 5º e 3º com 96,6, 80,8 e 70,6 mm para os municípios de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis, respectivamente.

Com base no balanço hídrico observa-se que para as regiões de estudo, o período considerado inapto para a semeadura e cultivo do algodão fica entre abril ao primeiro decêndio de dezembro, devido aos períodos prolongados de baixa precipitação nesse período.

A classificação dos riscos de ocorrer precipitações decendiais menores ou iguais a demanda hídrica da cultura do algodão para os municípios de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis podem ser visualizados nos Tabelas 3, 4 e 5 respectivamente.

No município de Rondonópolis há riscos muitos baixos de ocorrerem precipitações menores ou iguais à demanda hídrica decendial da cultura do algodão, principalmente no início do ciclo na fase inicial da cultura (0-30 DAS) para todas as épocas de semeadura (Tabela 3). Nas primeiras quatro épocas de semeadura, no primeiro decêndio de fevereiro (4º decêndio), ocorre um risco baixo a médio de ocorrer chuvas  $\leq$  a ETc da cultura. O mesmo ocorre para o 7º decêndio, onde ocorre um risco alto de haverem chuvas  $\leq$  a ETc da cultura. Isso ocorre pelo fato de nesses decêndios ocorrerem menores precipitações e a demanda hídrica da cultura ser maior em relação aos outros decêndios.

O menor risco de ocorrer chuvas  $\leq$  a ETc da cultura, foi no decêndio 3 na quinta época de semeadura (15/01) com 1,64% de probabilidade. Já o maior foi no decêndio 11 nas duas últimas épocas de semeadura (15/01 e 25/01) com 88,15% de probabilidade que ocorram chuvas iguais ou menores que a demanda hídrica da cultura naquele decêndio. Geralmente foi no final do ciclo da cultura em todas as épocas de semeadura que ocorreram as maiores probabilidades de ocorrerem chuvas  $\leq$  a ETc da cultura, devido a essa ser a época onde começam a sessar as chuvas na região (Barbieri *et al.*, 2019).

Na cultura do algodoeiro, períodos de déficit hídrico em determinadas fases do ciclo da cultura, podem causar inúmeros danos e prejuízos que podem afetar as estruturas reprodutivas, ocasionando perdas na produtividade. Esta informação deve ser levada em conta pelos produtores na programação e manejo da irrigação suplementar, evitando períodos de déficit hídrico em épocas mais críticas do ciclo da cultura do algodão (Zonta *et al.*, 2017).

Em Tangará da Serra as probabilidades de ocorrerem riscos de chuvas menores ou iguais à demanda hídrica decendial da cultura do algodoeiro seguiu o mesmo comportamento que o município de Rondonópolis (Tabela 4). No primeiro decêndio de março (7º decêndio) ocorreu uma probabilidade em torno de 50% (risco médio) de ocorrerem precipitações abaixo da demanda hídrica decendial do algodão. Isso ocorreu pelo fato deste decêndio ter ocorrido uma menor precipitação em relações aos outros (63,94 mm) e a demanda hídrica da cultura neste decêndio ser alta (48 mm nas três primeiras épocas de semeadura), sendo que nas últimas duas a demanda hídrica é menor e esta probabilidade também diminui.

Neste período do ciclo da cultura para as três primeiras épocas de semeadura, o algodoeiro está entre 50 a 80 dias após a semeadura, período em que ocorre a abertura dos botões florais e aparecimento das flores (Rosolem, 2001; Fietz *et al.*, 2009). Períodos de déficit hídrico afetam

**Tabela 3** - Classificação das classes de riscos de ocorrer precipitações decendiais menores ou iguais a demanda hídrica da cultura do algodão. Precipitação acumulada decendial, Evapotranspiração potencial (E<sub>TP</sub>), Coeficiente de cultura (Kc) nas fases do algodão e probabilidade de chover  $\leq$  E<sub>Tc</sub> da cultura do algodão em períodos decendiais para seis épocas de semeadura (05/12, 15/12, 25/12, 05/01, 15/01 e 25/01), no município de Rondonópolis - MT. Dados para cultivares de algodão de ciclo precoce (130 dias).

Meses	Dez			Jan			Fev			Mar			Abr			Maio		
	34	35	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Decêndios	128,35	92,52	116,76	121,11	131,84	147,75	106,45	103,13	88,50	58,27	72,85	82,86	63,78	28,45	29,45	22,81	11,94	17,91
Chuva (mm)	48,52	49,34	55,07	47,65	47,10	51,13	47,00	44,94	35,49	47,58	45,49	48,59	43,75	39,41	37,46	30,85	29,39	30,61
Semeadura - 05/12	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-	-
E <sub>Tc</sub> (mm)	16,98	17,27	19,27	38,12	37,68	61,36	56,40	53,93	42,59	57,10	31,84	34,01	30,63	-	-	-	-	-
Probabilidade (%)	8,12	11,13	10,77	16,56	11,06	22,36	43,63	30,26	35,09	74,73	25,36	34,16	40,91	-	-	-	-	-
Semeadura - 15/12	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-
E <sub>Tc</sub> (mm)	-	17,27	19,27	16,68	37,68	40,90	56,40	53,93	42,59	57,10	54,59	34,01	30,63	27,59	-	-	-	-
Probabilidade (%)	-	11,13	10,77	3,03	11,06	3,37	43,63	30,26	35,09	74,73	59,87	34,16	40,91	78,59	-	-	-	-
Semeadura - 25/12	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-
E <sub>Tc</sub> (mm)	-	19,27	16,68	16,49	16,49	40,90	37,60	53,93	42,59	57,10	54,59	58,31	30,63	27,59	26,22	-	-	-
Probabilidade (%)	-	10,77	3,03	3,03	3,37	3,37	35,40	30,26	35,09	74,73	59,87	53,66	40,91	78,59	76,29	-	-	-
Semeadura - 05/01	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	-
E <sub>Tc</sub> (mm)	-	-	-	16,68	16,49	17,90	37,60	35,95	42,59	57,10	54,59	58,31	52,50	27,59	26,22	21,60	-	-
Probabilidade (%)	-	-	-	3,03	3,37	1,64	35,40	27,69	35,09	74,73	59,87	53,66	73,57	78,59	76,29	80,03	-	-
Semeadura - 15/01	-	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	-
E <sub>Tc</sub> (mm)	-	-	-	-	16,49	17,90	16,45	35,95	28,39	57,10	54,59	58,31	52,50	47,29	26,22	21,60	20,57	-
Probabilidade (%)	-	-	-	-	3,37	1,64	3,70	27,69	22,56	74,73	59,87	53,66	73,57	88,15	76,29	80,03	84,85	-
Semeadura - 25/01	-	-	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7
E <sub>Tc</sub> (mm)	-	-	-	-	-	17,90	16,45	15,73	28,39	38,06	54,59	58,31	52,50	47,29	44,95	21,60	20,57	21,43
Probabilidade (%)	-	-	-	-	-	1,64	3,70	11,19	22,56	51,86	59,87	53,66	73,57	88,15	79,20	80,03	84,85	75,28
Cores	Fases			Kc			Cores			Classes			Probabilidade (%)					
	Inicial = 30 dias			0,35			Azul			Muito baixa			0-20					
	Desenvolvimento = 20 dias			0,8			Verde			Baixa			20,01-40					
	Intermediária = 50 dias			1,2			Amarelo			Média			40,01-60					
	Final = 30 dias			0,7			Vermelho			Alta			60,01-80					
							Violeta			Muito alta			80,01-100					

\* Probabilidade (%) de chover  $\leq$  a E<sub>Tc</sub>. E<sub>Tc</sub> = E<sub>TP</sub> \* Kc.



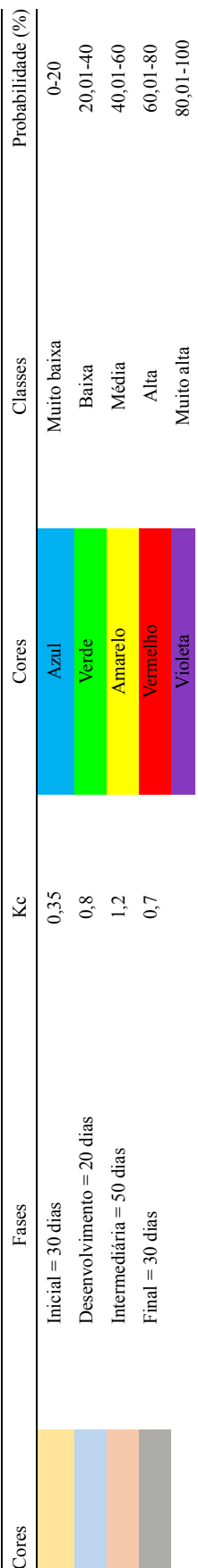
**Tabela 4** - Classificação das classes de riscos de ocorrer precipitações decendiais menores ou iguais a demanda hídrica da cultura do algodão. Precipitação acumulada decendial, Evapotranspiração potencial (ETp), Coeficiente de cultura (Kc) nas fases do algodão e probabilidade de chover  $\leq$  ETc da cultura do algodão em períodos decendiais para seis épocas de semeadura (25/12, 05/01, 15/01, 25/01, 05/02 e 15/02), no município de Tangará da Serra - MT. Dados para cultivares de algodão de ciclo precoce (130 dias).

Messes	Jan			Fev			Mar			Abr			Maio			Jun		
	Dez	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Decêndios	36																	
Chuva (mm)	95,68	95,52	99,47	92,75	87,72	117,35	88,80	63,94	84,06	83,74	44,68	44,04	29,78	16,47	13,20	18,57	4,81	2,57
ETp (mm)	43,75	39,05	38,01	41,94	38,62	36,56	29,20	40,00	37,24	40,25	36,87	36,06	33,03	29,56	29,28	29,84	27,23	29,02
Semeadura - 25/12	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-	-
ETc (mm)	15,31	13,67	13,30	33,55	30,90	43,87	35,04	48,00	44,69	48,30	25,81	25,24	23,12	-	-	-	-	-
Probabilidade (%)*	5,70	5,74	4,42	13,90	24,70	16,35	26,96	49,00	24,67	30,75	35,09	42,19	51,51	-	-	-	-	-
Semeadura - 05/01	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-
ETc (mm)	-	13,67	13,30	14,68	30,90	29,25	35,04	48,00	44,69	48,30	44,24	25,24	23,12	20,69	-	-	-	-
Probabilidade (%)*	-	5,74	4,42	6,81	24,70	9,19	26,96	49,00	24,67	30,75	58,32	42,19	51,51	69,02	-	-	-	-
Semeadura - 15/01	-	0,35	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-
ETc (mm)	-	13,30	14,68	13,52	29,25	23,36	48,00	44,69	48,30	44,24	43,27	23,12	20,69	20,50	-	-	-	-
Probabilidade (%)*	-	4,42	6,81	11,18	9,19	12,82	49,00	24,67	30,75	58,32	53,93	51,51	69,02	71,27	-	-	-	-
Semeadura - 25/01	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-
ETc (mm)	-	-	-	14,68	13,52	12,80	23,36	32,00	44,69	48,30	44,24	43,27	39,64	20,69	20,50	20,89	-	-
Probabilidade (%)*	-	-	-	6,81	11,18	3,29	12,82	42,46	24,67	30,75	58,32	53,93	60,20	69,02	71,27	67,76	-	-
Semeadura - 05/02	-	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-
ETc (mm)	-	-	-	-	13,52	12,80	10,22	32,00	29,79	48,30	44,24	43,27	39,64	35,47	20,50	20,89	19,06	-
Probabilidade (%)*	-	-	-	-	11,18	3,29	5,23	42,46	10,46	30,75	58,32	53,93	60,20	72,50	71,27	67,76	74,47	-
Semeadura - 15/02	-	-	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7
ETc (mm)	-	-	-	-	-	12,80	10,22	14,00	29,79	32,20	44,24	43,27	39,64	35,47	35,14	20,89	19,06	20,31
Probabilidade*	-	-	-	-	-	3,29	5,23	17,65	10,46	20,46	58,32	53,93	60,20	72,50	87,02	67,76	74,47	85,02
Cores	Fases			Kc			Cores			Classes			Probabilidade (%)					
	Inicial = 30 dias			0,35			Azul			Muito baixa			0-20					
	Desenvolvimento = 20 dias			0,8			Verde			Baixa			20,01-40					
	Intermediária = 50 dias			1,2			Amarelo			Média			40,01-60					
	Final = 30 dias			0,7			Vermelho			Alta			60,01-80					
							Violeta			Muito alta			80,01-100					

\*Probabilidade (%) de chover  $\leq$  a ETc. ETc = ETp \* Kc.

**Tabela 5** - Classificação das classes de riscos de ocorrer precipitações decendiais menores ou iguais a demanda hídrica da cultura do algodão. Precipitação acumulada decendial. Evapotranspiração potencial (ETp). Coeficiente de cultura (Kc) nas fases do algodão e probabilidade de chover ≤ ETc da cultura do algodão em períodos decendiais para seis épocas de semeadura (25/12, 05/01, 15/01, 25/01, 05/02 e 15/02), no município de Campo Novo do Parecis - MT. Dados para cultivares de algodão de ciclo precoce (130 dias).

Meses	Dez			Jan			Fev			Mar			Abr			Maio			Jun		
	36	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
Chuva (mm)	80,45	94,29	81,66	110,69	100,98	98,82	53,35	76,42	91,52	88,44	52,25	24,72	28,14	5,93	6,72	14,12	15,61	2,21			
ETp (mm)	42,64	38,64	38,99	40,05	36,93	36,12	28,16	38,09	36,13	39,18	36,93	35,24	33,68	29,34	30,66	30,74	27,65	27,79			
Semeadura - 25/12	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-	-			
ETc (mm)	14,92	13,53	13,65	32,04	29,54	43,35	33,80	45,71	43,35	47,01	25,85	24,67	23,58	-	-	-	-	-			
Probabilidade (%)	9,82	11,98	7,97	12,26	13,60	31,89	35,80	32,92	19,29	19,69	26,30	49,07	46,75	-	-	-	-	-			
Semeadura - 05/01	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-	-			
ETc (mm)	-	13,53	13,65	14,02	29,54	28,90	33,80	45,71	43,35	47,01	44,32	24,67	23,58	20,54	-	-	-	-			
Probabilidade (%)	-	11,98	7,97	7,60	13,60	18,33	35,80	32,92	19,29	19,69	44,18	49,07	46,75	91,80	-	-	-	-			
Semeadura - 15/01	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-	-			
ETc (mm)	-	-	13,65	14,02	12,93	28,90	22,53	45,71	43,35	47,01	44,32	42,29	23,58	20,54	21,46	-	-	-			
Probabilidade (%)	-	-	7,97	7,60	4,79	18,33	23,94	32,92	19,29	19,69	44,18	75,70	46,75	91,80	82,97	-	-	-			
Semeadura - 25/01	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-	-			
ETc (mm)	-	-	-	14,02	12,93	12,64	22,53	30,47	43,35	47,01	44,32	42,29	40,42	20,54	21,46	21,52	-	-			
Probabilidade (%)	-	-	-	7,60	4,79	7,15	23,94	20,57	19,29	19,69	44,18	75,70	69,60	91,80	82,97	82,91	-	-			
Semeadura - 05/02	-	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-			
ETc (mm)	-	-	-	-	12,93	12,64	9,86	30,47	28,90	47,01	44,32	42,29	40,42	35,20	21,46	21,52	19,36	-			
Probabilidade (%)	-	-	-	-	4,79	7,15	11,68	20,57	10,48	19,69	44,18	75,70	69,60	94,40	82,97	82,91	65,60	-			
Semeadura - 15/02	-	-	-	-	-	0,35	0,35	0,35	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7	0,7	-			
ETc (mm)	-	-	-	-	-	12,64	9,86	13,33	28,90	31,34	44,32	42,29	40,42	35,20	36,79	21,52	19,36	19,45			
Probabilidade*	-	-	-	-	-	7,15	11,68	4,84	10,48	4,44	44,18	75,70	69,60	94,40	91,71	82,91	65,60	83,42			



\*Probabilidade (%) de chover ≤ a ETc. ETc = ETp \* Kc.

o crescimento e desenvolvimento da cultura do algodão, sendo que os períodos mais críticos com relação à falta de água para a cultura ocorrem nos estádios fenológicos de floração e de formação e de desenvolvimento dos frutos (Beltrão *et al.*, 2001; Rosolem, 2001; Almeida *et al.*, 2017).

Cordão *et al.* (2018) citam que é no período de floração que a cultura do algodoeiro apresenta maior demanda hídrica em relação aos outros estádios fenológicos. Outros efeitos na cultura do algodão podem ser observados se a mesma passar por um período de déficit hídrico, como diminuição do número de botões florais e capulhos, de rendimento e qualidade da fibra, afetando assim a produtividade, devido à grande demanda por água nessas fases (Zonta *et al.*, 2017).

Por outro lado, quando comparado com culturas como soja, arroz, milho, dentre outras, a cultura do algodão apresenta uma tolerância relativamente alta a períodos de déficit hídrico (Almeida *et al.*, 2017). Rosolem (2007) cita que isso acontece devido à capacidade que o seu sistema radicular tem de aprofundamento em condições de déficit hídrico, permitindo que a planta absorva água em camadas mais profundas do solo quando passa por algum período de veranico.

Períodos de déficit hídrico podem ser manejados com a utilização de estratégias como a irrigação suplementar, visando atender a necessidade da cultura sem comprometer o rendimento final da mesma (Pereira *et al.*, 2009). É de fundamental importância o uso eficiente da irrigação do algodoeiro, otimizando a utilização de estratégias para uso da água, bem como escolha de variedades adaptadas e sistemas de cultivo mais eficientes (Zonta *et al.*, 2015).

No município de Campo Novo do Parecis, o risco médio de ocorrer precipitações  $\leq$  a ETc no decêndio 7, semelhante ao que acontece em Tangará da Serra não foi observado, sendo que em Campo Novo este decêndio apresentou risco baixo, devido ao fato de ocorrer um acumulado de precipitação decendial maior nesse decêndio (76,42 mm) (Tabela 5). O comportamento da probabilidade em Campo Novo do Parecis se mostrou semelhante ao município de Tangará da Serra para as épocas de semeaduras avaliadas.

Em Tangará da Serra, o menor e o maior risco de ocorrer chuvas  $\leq$  a ETc da cultura foram nos decêndios 5 (semeadura em 05/02 e 15/02) e 14 (semeadura em 15/02), com probabilidade de 3,29 e 87,02%, respectivamente (Tabela 4). Já em Campo novo do Parecis, o menor e o maior risco de ocorrer chuvas  $\leq$  a ETc da cultura foram nos decêndios 4 (semeaduras em 25/01, 05/02 e 15/02) e 13 (semeaduras em 05/02 e 15/02), com probabilidade de 4,49 e 94,40%, respectivamente (Tabela 5).

Para os três municípios estudados somente na primeira época de semeadura (Rondonópolis = 05/12; Tangará da Serra e Campo novo do Parecis = 25/12) não há

necessidade de irrigação suplementar na cultura. Em todas as outras épocas de semeadura, no final do ciclo do algodão, tem uma probabilidade alta de faltar água para a cultura, necessitando de irrigação suplementar, sendo uma técnica que pode oferecer bastante segurança nessas épocas mais tardias de semeadura, principalmente no final do ciclo. Contudo deve-se ter cuidado com as irrigações, pois é no final do ciclo onde a cultura do algodão começa a abrir os seus capulhos, de onde sai a fibra (pluma), e se por ventura esta fibra receba alguma chuva ou irrigação pode causar danos à qualidade final do produto, reduzindo assim a lucratividade desta cultura (Fietz *et al.*, 2009; Belot, 2015).

No período de abertura das maçãs (abertura dos capulhos), a ocorrência de precipitações pode comprometer a qualidade das fibras, especialmente com relação à resistência e finura, características importantes para obtenção de ótima qualidade final das fibras (Echer, 2014). Deste modo, deve-se programar a época de plantio, para evitar a ocorrência de chuvas neste período final da cultura.

Fundamentando-se nas exigências climáticas e de aptidão da cultura, comparado aos parâmetros propostos por (Doorenbos e Kassan, 2000; Rosolem, 2001; Azevedo e Silva, 2007; Fietz *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2011) as regiões de Rondonópolis, Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis apresentam-se aptas ao cultivo do algodoeiro, uma vez que as condições térmicas e hídricas dos municípios apresentam-se favoráveis para o bom desenvolvimento e produção da cultura. Desta maneira, a época de semeadura pode-se estender do primeiro decêndio de dezembro (decêndio 34) até o segundo decêndio de fevereiro (decêndio 5) para Rondonópolis e do último decêndio de dezembro (decêndio 36) até o segundo decêndio de fevereiro (decêndio 5) para Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis.

Para o estado de Mato Grosso o zoneamento agrícola recomenda que a semeadura do algodoeiro seja realizada em dezembro, mais são comuns plantios em épocas mais tardias, como janeiro e fevereiro, depois de realizada a colheita da soja, no entanto, semeaduras em dezembro são as mais indicadas para o estado de Mato Grosso (Fietz *et al.*, 2009; Ferreira *et al.*, 2015).

#### 4. Conclusões

A implantação do algodoeiro é apta para todos os municípios estudados, com a melhor época de semeadura observada entre o início de dezembro até final de fevereiro (34° ao 5° decêndio) para Rondonópolis e final de dezembro a final de fevereiro para Tangará da Serra e Campo Novo do Parecis (36° ao 5° decêndio).

Em relação às exigências térmicas da cultura todas as regiões podem ser consideradas como aptas ao cultivo do algodão.

As épocas de semeadura determinadas na aptidão climática podem proporcionar menores riscos de perdas na cultura do algodão por déficit hídrico nos municípios estudados, porém quanto mais se atrasar a semeadura, mais este risco aumenta.

A maior probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica se concentra no período final do ciclo da cultura do algodão, sendo que os riscos de ocorrerem chuvas  $\leq$  a ETc da cultura fica entre aproximadamente 80 a 95% de probabilidade para as duas últimas épocas de semeadura para os municípios estudados (Rondonópolis = 15/01 e 25/01; Tangará da Serra e Campo novo do Parecis = 05/02 e 15/02).

Para os três municípios estudados, encontrou-se a classe muito baixa de ocorrerem chuvas  $\leq$  a ETc na fase inicial da cultura geralmente até 6° decêndio após a semeadura. Nas fases de desenvolvimento e intermediária predominou as classes baixa e média, e na fase final encontrou-se classes alta e muito alta, com algumas variações dentro dos decêndios.

## Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pela disponibilização dos dados climáticos de precipitação e temperatura do ar. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## 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. FAO, Rome, v. 300, n. 9, p. D05109, 1998.
- ALMEIDA, E.S.A.B. de; PEREIRA, J.R.; AZEVEDO, C.A.V. de; ARAÚJO, W.P.; ZONTA, J.H.; CORDÃO, M.A. Algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico: Produção. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 1, p. 22-28, 2017.
- ARRUDA, F.P.D.; ANDRADE, A.P.D.; SILVA, I.D.F.D.; PEREIRA, I.E.; GUIMARÃES, M.A. Emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo, cv. CNPA 7H: Efeito do estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 21-27, 2002.
- AZEVEDO, P.V.D.; SILVA, F.D.D.S. Risco climático para o cultivo do algodoeiro na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 3, p. 408-416, 2007.
- BAIO, F.H.R.; GABRIEL, R.R.F.; ZANIN, A.R.A.; CAMPOS, C.N.S.; ROQUE, C.G.; TEODORO, P.E. Application technology of boron via foliar and its effects on cotton crop phenology. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7367-7379, 2020.
- BARBIERI, J.D.; DALLACORT, R.; FREITAS, P.S.L.; ARAÚJO, D.V.; TIEPPO, R.C.; FENNER, W. Effects of the ENSO on the variability of precipitation and air temperature in agricultural regions of Mato Grosso State. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 9, p. 91-102, 2019.
- BARBIERI, J.D.; DALLACORT, R.; OLIVEIRA, T.; TIEPPO, R.C.; ARAÚJO, D.V. Water storage capacity estimate in soil for the BAP (MT) microregion by alternative methodology. **Ibero-American Journal of Environmental Science**, v. 8, n. 1, p. 21-28, 2017.
- BELLOT, J.L. **Manual de Boas Práticas de Manejo do Algodoeiro em Mato Grosso**. Cuiabá: IMAmT, 337 p., 2015.
- BELLOT, J.L.; VILELA, P.A. (eds.) **O Sistema de Cultivo do Algodoeiro Adensado em Mato Grosso: Embasamento e Primeiros Resultados**. Cuiabá: IMAMT/DEFANTI, 390 p., 2010.
- BELTRÃO, N.E.M.; ALMEIDA, O.A.; PEREIRA, J.R.; FIDELIS FILHO, J. Metodologia para estimativa do crescimento do fruto e do volume absoluto e relativo da planta do algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 5, n. 1, p. 283-289, 2001.
- BEZERRA, J.R.; AZEVEDO, P.V.D.; SILVA, B.B.D.; DIAS, J.M. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do algodoeiro BRS-200 Marrom, irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 625-632, 2010.
- BEZERRA, M.V.C.; SILVA, B.B.D.; BEZERRA, B.G.; BORGES, V.P.; OLIVEIRA, A.S.D. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do algodoeiro irrigado a partir de imagens de sensores orbitais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 64-71, 2012.
- BRASIL, 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Portaria nº 67, de 05 de maio de 2020. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a Cultura do Algodão Herbáceo no Estado de Mato Grosso, Ano-Safra 2020/2021**. 11 p. Diário Oficial da União, Brasília. Acessado em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/mato-grosso>, acesso em 24 out. 2020.
- CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos. Safra 2019/20. (Boletim, 7)**. Brasília: Conab, 119 p., 2020. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>, acesso em 23 out. 2020.
- CORDÃO, M.A.; ARAÚJO, W.P.; PEREIRA, J.R.; ZONTA, J.H.; DE LIMA, R.F.; FERREIRA, F.N. Cultivares de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico aplicado em fases fenológicas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 3, p. 313-321, 2018.
- DALLACORT, R.; MARTINS, J.A.; INOUE, M.H.; FREITAS, P.S.L.; COLETTI, A.J. Rain distribution in Tangará da Serra, mid-northern Mato Grosso State, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efeito da Água no Rendimento das Culturas**. Campinas Grande/PB: UFCG, 306 p., 2000.
- ECHER, F.R. **O Algodoeiro e os Estresses Abióticos: Temperatura, Luz, Água e Nutrientes**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 123 p., 2014.

- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed., rev. e ampl.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 356 p., 2018.
- FARIA, R.T.; CARAMORI, P.H.; CHIBANA, E.Y.; BRITO, L.R.S.; NAKAMURA, A.K.; FERREIRA, A.R. CLIMA - Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 2, p. 372-387, 2003.
- FERREIRA, A.C.D.B.; BORIN, A.L.D.C.; BRITO, G.G.D.; SILVA FILHO, J.L.D.; BOGIANI, J.C. Épocas de semeadura, cultivares e densidades de plantas para algodão adensado em segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 4, p. 397-405, 2015.
- FIETZ, C.R.; COMUNELLO, E.; LAMAS, F.M. **Análise da Época de Semeadura do Algodoeiro em Mato Grosso Com Base na Precipitação Provável.** Circular Técnica (INFOTECA-E). Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 5 p., 2009.
- GONÇALVES, J.S.; GONÇALVES, S.P. Transformações da produção do algodão brasileiro e os impactos nas paridades de preços no mercado interno. **Revista Economia Ensaios**, v. 23, n. 1, p. 1-26, 2008.
- GRIMES, D.W.; EL-ZIK, K.M. Cotton. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. **Irrigation of Agricultural Crops.** Madison: American Society of Agronomy, p. 741-773, 1990.
- IMEA, INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Boletim Semanal do Algodão.** Cuiabá: IMEA, 12 p., 2020 Disponível em <http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado-detalle?c=1&s=2>, acessado em 24 de out. de 2020.
- INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP.** 2020. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>, acesso em 20 out. 2020.
- KAZAMA, E.H.; FERREIRA, F.M.; SILVA, A.R.B.D.; FIORESE, D.A. Influência do sistema de colheita nas características da fibra do algodão. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 631-638, 2016.
- LEIVAS, J.F.; BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 397-407, 2006.
- MARCUZZO, F.F.N.; MELO, D.C.R.; ROCHA, H.M. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 4, p. 157-167, 2011.
- MARUR, C.J. Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. In: **Recomendações para cultura do algodoeiro no Paraná.** Circular, 107. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, p. 2-7, 1993.
- MATO GROSSO. **Instrução Normativa Conjunta SEDEC/INDEA-MT nº 001/2016 de 03 de maio de 2016.** Diário Oficial do Governo do Estado de Mato Grosso - Secretaria de Estado de Gestão. Dispõe sobre as medidas fitossanitárias para controle do bicudo-do-algodoeiro no Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 03 mai. 2016. n. 26769, p. 39-40. Disponível em <http://www.indea.mt.gov.br/documents/363967/8546763/IN+Sedec+Indea+0012016/38000563-6146-520b-07d2-3fa4623f6df7>, acesso em 25 out. 2020.
- MEDEIROS, R.M.; NUNES, J.C.; HOLANDA, R.M.; FRANÇA, M.V. Climate approaches: cashew, forage palm and corn in the municipality of São Bento do Una-PE, Brazil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 3, p. 310-318, 2018.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas.** Guaíba: Ed. Agropecuária Ltda, 478 p., 2002.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia Agrícola: Apostila de Curso.** Piracicaba: ESALQ, 192 p., 2007.
- PEREIRA, L.S.; PAREDES, P.; EHOLPANKULOV, E.D.; INCHENKOVA, O.P.; TEODORO, P.R.; HORST, M.G. Irrigation scheduling strategies for cotton to cope with water scarcity in the Fergana Valley, Central Asia. **Agricultural Water Management**, v. 96, p. 723-735, 2009.
- RAMOS, H.C.; DALLACORT, R.; NEVES, S.M.A.S.; DALCHIAVON, F.C.; SANTI, A.; VIEIRA, F.F. Rainfall and air temperature for the state of Mato Grosso using ordinary kriging. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, n. 13, p. 211-233, 2017.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Spreadsheets in Excel<sup>TM</sup> environment to calculation of water balance: normal, sequencial, culture, and potential, real productivity. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1988.
- ROSOLEM, C.A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. **Informações Agrônomicas**, v. 95, p. 1-9, 2001.
- ROSOLEM, C.A. **Produtividade Máxima da Soja.** Boletim de Pesquisa de Soja. Rondonópolis: Fundação MT, p. 237-244, 2007.
- ROSSATO, L. 2001. **Estimativa da Capacidade de Armazenamento de Água no Solo do Brasil.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 139 p., 2001.
- SAAD, A.M.; LIBARDI, P.L. Uso prático do tensiômetro pelo agricultor irrigante. In: **Encontro Nacional de Produtores Irrigantes.** Publicação IPT, 2002. Guaíra, p. 1-27, 1992.
- SANS, L.M.A.; GUIMARÃES, D.P.; AVELLAR, G. Climatic risks zoning for maize production in West-Center Region and in Minas Gerais state, Brazil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 1-10, 2001.
- SEVERINO, L.S.; RODRIGUES, S.M.M.; CHITARRA, L.G.; LIMA FILHO, J.; CONTINI, E.; MOTA, M.; MARRA, R.; ARAÚJO, A. **Produto: Algodão. Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos.** Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT3). Campina Grande: Embrapa Algodão, 29 p., 2019.
- SILVA, I.P.F.; JUNIOR, J.F.S.; ARALDI, R.; TANAKA, A.A.; GIROTTO, M.; BOSQUE, G.G.; LIMA, F.C.C. Estudo das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 10, n. 20, p. 1-10, 2011.
- SOUZA, A.P.; MOTA, L.L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, C.C.; ALMEIDA, F.T.; PAULINO, J. Climate classification and climatic water balance in Mato Grosso State, Brazil. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.
- THOM, H.C.S. **Some Methods of Climatological Analysis.** FAO. Technical Notes 81. Roma: FAO, 50 p., 1966.

- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The Water Balance. Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 p., 1955.
- WELLS, R.; STEWART, A.M. Morphological alterations in response to management and environment. In: STEWART, J.M. *et al.* (eds.). **Physiology of Cotton**. Dordrecht: Springer, p. 24-32, 2010.
- ZONTA, J.H.; BRANDAO, Z.N.; RODRIGUES, J.I.D.S.; SOFIATTI, V. Cotton response to water deficits at different growth stages. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 980-990, 2017.
- ZONTA, J.H.; BEZERRA, J.R.C.; SOFIATTI, V.; FARIAS, F.J.C.; CARVALHO, L.P. Efeito da irrigação no rendimento e qualidade de fibras em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 43-52, 2015.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (type CC-BY), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original article is properly cited.