

ZONEAMENTO DO SALDO HÍDRICO ANUAL DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA O ESTADO DE MATO GROSSO

Ronaldo Coutinho Ribeiro², Rivanildo Dallacort³, João Danilo Barbieri^{*1}, Adalberto Santi³, Henrique da Cruz Ramos⁴

¹, Departamento de Agronomia, mestrando, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Tangará da Serra, MT, Brasil.

² Departamento de Agronomia, Graduando, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Tangará da Serra, MT, Brasil.

³ Departamento de Agronomia, Professor Doutor, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Tangará da Serra, MT, Brasil.

⁴ Departamento de Agronomia, mestre, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Tangará da Serra, MT, Brasil.

* Autor para correspondência, geoclima@unemat.br

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

O zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar é indispensável para expansão da produção sucroalcooleira no Estado de Mato Grosso, principalmente devido a região apresentar estações bem definidas, onde a ferramenta do zoneamento irá colaborar indicando as regiões aptas ao cultivo ou de possível expansão, com intuito de minimizar o risco de produção. Deste modo, objetivou-se realizar o zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar para o Estado de Mato Grosso. Na elaboração do estudo foram utilizados dados de precipitação pluviométrica e temperatura de 38 estações meteorológicas localizadas no estado do Mato Grosso e estados vizinhos, com no mínimo 12 anos de observação. Foi realizado o balanço hídrico onde posteriormente a área foi classificada como apta, restrita, restrita à inapta e inapta. A interpolação dos dados foi realizada pelo software ArcGis 10[®] e foram gerados mapas de precipitação pluviométrica, temperatura e aptidão agroclimática. O modelo de semivariograma que obteve maior precisão foi o modelo esférico. A temperatura no estado variou entre 22 e 27,6 °C e a precipitação anual entre 1200 a 2200mm. A maior parte do Estado de Mato Grosso foi considerado apto ao cultivo da cana-de-açúcar, seguida de uma menor parte, restrita, e nenhum município como Restrita a Inapta. As áreas com classificação Apta foram as regiões região norte, nordeste, noroeste, oeste, sudoeste e um ponto isolado no sudeste do Mato Grosso. Uma menor parte do estado nas regiões centro-sul, sul e sudeste foi classificada como restrita sendo as classificações Restrita a Inapta e Inapta não verificadas após a interpolação dos dados.

PALAVRAS - CHAVE: Aptidão Climática, Precipitação, Temperatura.

ZONING OF THE ANNUAL WATER BALANCE OF CANE SUGAR FOR THE STATE OF MATO GROSSO

ABSTRACT

The agro-climatic zoning of cane sugar is essential for expansion of sugarcane production in the state of Mato Grosso, mainly by the state have well-defined

seasons, where the zoning tool will collaborate indicating areas suitable for the cultivation or possible expansion, so to reduce or minimize the risk of production. Thus, the objective was to make the agroclimatic zoning of cane sugar for the state of Mato Grosso. In preparing the study were used rainfall data and temperature of 38 weather stations in the state of Mato Grosso and neighboring states, with at least 12 years of observation. We carried out the water balance where later the area was classified as fit, restricted, restricted to the inept and incompetent. The interpolation of the data was performed by ArcGIS 10® software and were generated precipitation maps, temperature and agro-climatic suitability. The semivariogram model with highest precision is the spherical model. The temperature in the state ranged between 22 and 27.6 °C and annual rainfall between 1200 and 2200mm. Most of the State of Mato Grosso was judged suitable for the cultivation of cane sugar, followed by a smaller part, Restricted, and no municipality as Restricted to unfit. Areas with Apta classification, were the north, northeast, northwest, west, southwest and an isolated point in southeastern Mato Grosso. A smaller part of the state in south-central, south and southeast was classified as Restricted Restricted being the ratings to be unfit and unsuitable unverified after data interpolation.

KEYWORDS: Climate fitness, Precipitation, Temperature.

INTRODUÇÃO

Originária do sudeste asiático, na região de Nova Guiné e Indonésia, a cana-de-açúcar é uma gramínea semi-perene de porte alto classificada taxonomicamente na família *Poaceae*, gênero *Saccharum*, espécie *S. officinarum* (DOOREMBOS & KASSAM, 1994). A reprodução da cultura é sexuada através de sementes e assexuada por propagação vegetativa (HANAUER, 2011). Possui ciclo que pode variar de quatro a nove anos de acordo com o tipo de solo, das condições de manejo adotadas e do período para renovação do canavial. O primeiro corte é realizado com 12 meses para cana de ano e com 18 meses para cana de um ano e meio, sendo este último corte geralmente mais produtivo (MANZATTO et al., 2009).

Segundo o levantamento da safra de 2013/2014, o cultivo de cana-de-açúcar vem se expandindo em todo o território nacional, ocupando atualmente cerca de oito milhões de hectares com produção de 652 mil toneladas. O Estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, possuindo 51,31% do total de área plantada, 4.515 hectares. A região Centro-Oeste é a terceira maior em área plantada e produção, com 1.667 mil hectares e 120 mil toneladas, respectivamente. Destes resultados o estado de Mato Grosso é responsável por 15.771,2 mil toneladas do total em 224,670 mil hectares colhidos (CONAB, 2013).

Nos últimos anos a cultura da cana-de-açúcar apresentou uma expansão considerável no Brasil, isto se deve principalmente aos bons preços de seus derivados, como açúcar e etanol. Além destes dois produtos, a matéria prima ainda é utilizada para outros fins de menor influência econômica como na fabricação de cachaça e açúcar mascavo, apresentando ainda potencial energético na nutrição animal (OLIVEIRA et al., 2007).

O Brasil lidera mundialmente a produção de cana e exportação de açúcar e etanol (OLIVEIRA et al., 2007). No Brasil a produtividade média em 2013 foi de 74 t ha⁻¹, sendo que no Mato Grosso essa produtividade nos últimos anos vem margeando os 70 t ha⁻¹ (CONAB, 2013). Segundo DOORENBOS & KASSAM (1994), a cultura possui um bom rendimento produtivo alcançando na faixa de 70 a 100 t ha⁻¹

¹ nos trópicos úmidos e nos trópicos e sub trópicos secos com irrigação, entre 100 e 150 t ha⁻¹.

Localizado na região Centro-Oeste do Brasil, o estado de Mato Grosso possui uma área de 903.366,192 km², destacando-se a cada ano pela importância no setor agropecuário do país, onde responde por cerca de 25% da produção agrícola nacional e 57% da produção no centro-oeste brasileiro (SEPLAN, 2013).

O Estado possui três biomas: o Amazônico abrangendo a maior parte do território com 480.215 Km² (53,6%), seguido do Cerrado ocupando 354.823 km² (39,6%) e o Pantanal com apenas 60.885 km² (6,8%) (SEMA, 2011). Sendo que este não apresenta cultivo de cana-de-açúcar em toda sua extensão, em conformidade com a Lei do Estado do Mato Grosso nº 8.830, Artigo de nº 9, de 2008, que proíbe o plantio da cultura e a implantação de usinas de açúcar e etanol no bioma Pantanal (MANABE & SILVA, 2010).

O avanço produtivo tem ocorrido principalmente no Bioma Amazônico e de Cerrado do estado, fato este que influencia na necessidade de se realizar pesquisas voltadas para o aumento da produção e sustentabilidade dessas áreas cultivadas (CLARKE et al., 2003). Os estudos agroclimáticos voltados para o zoneamento agrícola dessas regiões podem orientar os agricultores quanto a aptidão e época de plantio favoráveis, proporcionando uma maior segurança para o desenvolvimento das culturas (ASSAD et al., 2001).

Mesmo sendo considerada uma cultura rústica, a cana-de-açúcar possui fácil adaptação as várias condições edafoclimáticas, porém fatores como temperatura e precipitação são fatores limitantes à produção. As precipitações, por exemplo, quando mal distribuídas, causam redução no desenvolvimento radicular e perfilhamento (SILVA et al., 2013). O déficit hídrico causa ainda redução no tamanho das plantas e área foliar, diminuindo a produtividade da cultura (TAIZ & ZEIGER, 2002). Segundo DOOREMBOS & KASSAM (1994), para obter máxima produtividade a cana-de-açúcar necessita de 1500 a 2500mm, bem distribuídos ao longo do ciclo. Para a temperatura, a faixa ideal para o crescimento do canavial é entre 20° e 35°C (CASAGRANDE, 1991). Segundo SANTANA et al. (2007) a cultura desenvolve-se bem sob estação quente e longa, de modo que, abaixo de 20°C seu desenvolvimento começa a ser prejudicado.

Com essas limitações ao desenvolvimento canavieiro, o ambiente onde a cultura será inserida assume importante papel na busca de uma agricultura rentável, o que torna o zoneamento agrícola indispensável para determinação da aptidão climática da cultura em diferentes regiões produtoras (COLLICCHIO, 2008). O zoneamento agroclimático atua como fonte de conhecimento sobre os limites tolerantes da cultura indicando os riscos do cultivo além de ser um guia para o manejo e para o melhoramento genético com o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas as condições locais (PEREIRA, ANGELOCCI & SENTELLAS, 2002).

Diante do exposto, o estudo do zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar é indispensável para expansão da produção sucroalcooleira no estado de Mato Grosso, principalmente pelo estado possuir como vantagem a homogeneidade climática, com estações bem definidas, onde a ferramenta do zoneamento irá colaborar indicando as regiões aptas ao cultivo ou de possível expansão, de modo a diminuir o risco de produção, e conseqüentemente, aumentar a área plantada no estado. Deste modo, objetivou-se realizar o zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar para o estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Na elaboração do estudo foram utilizados dados de precipitação pluviométrica e temperatura de 38 estações meteorológicas (quadro 1) localizadas no estado do Mato Grosso e estados vizinhos (Figura 1), dados cedidos pelo site AgriTempo pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), reunindo estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e Secretária de Estado do Desenvolvimento Ambiental – RO (SEDAM), com no mínimo 12 anos de observação.

QUADRO 1. Relação dos municípios que contém estações meteorológicas

Fonte	Município	Latitude	Longitude	Altitude
INMET	Alta Floresta (MT)	-10,07	-56,75	294
INMET	Aripuanã (MT)	-10,15	-59,45	105
INMET	Ariquemes (RO)	-9,93	-62,96	119
INMET	Cáceres (MT)	-16,05	-57,68	118
INMET	Cacoal (RO)	-11,48	-61,38	186
INMET	Caiapônia (GO)	-16,97	-51,82	737
INMET	Campo Verde (MT)	-16,31	-55,08	749
INMET	Canarana (MT)	-13,05	-52,50	430
INMET	Canarana 156 (MT)	-13,47	-52,27	430
INMET	Chapadão do Sul (MS)	-18,00	-52,60	591
INMET	Comodoro (MT)	13,42	-59,45	591
INMET	Conceição do Araguaia (PA)	-8,27	-49,27	237
INMET	Corumbá (MS)	-19,02	-57,65	261
INMET	Cuiabá (MT)	-16,00	-56,00	145
CPTEC	Cuiabá 147 (MT)	-15,62	-56,11	151,5
INMET	Cuiabá 42 (MT)	-15,55	-56,07	245
INMET	Cuiabá 421 (MT)	-15,62	-56,10	145
INMET	Diamantino (MT)	-14,40	-56,45	286,5
SEDAM	Diamantino 160 (MT)	-12,29	-55,29	415
INMET	Gleba Celeste (MT)	-12,20	-56,30	415
INMET	Humaitá (AM)	-7,50	-63,02	663
INMET	Jataí (GO)	-17,88	-52,60	260
INMET	Juara (MT)	-11,28	-57,53	260
INMET	Juína (MT)	-11,38	-58,78	374
INMET	Matupá (MT)	-10,25	-54,91	285
INMET	Mineiros (GO)	-17,57	-52,60	316
INMET	Nova Xavantina (MT)	-14,70	-52,35	316
INMET	Padre Ricardo Remetter (MT)	-15,78	-56,06	140
CPTE	Paranatinga (MT)	-14,42	-54,04	474
INMET	Porto dos Gaúchos (MT)	-11,54	-57,42	274
INMET	Poxoréo (MT)	-15,83	-54,00	450
INMET	Rondonópolis (MT)	-16,45	-54,56	284
INMET	Rondonópolis 163 (MT)	-15,78	-56,07	140
INMET	Rondonópolis 427 (MT)	-16,45	-54,57	284
INMET	Santo A. do Leverger (MT)	-16,45	-54,47	284
INMET	São Félix do Araguaia (MT)	-11,62	-50,73	218
INMET	São José do Rio Claro (MT)	-13,40	-56,70	350
INMET	São Vicente (MT)	-15,82	-55,42	800

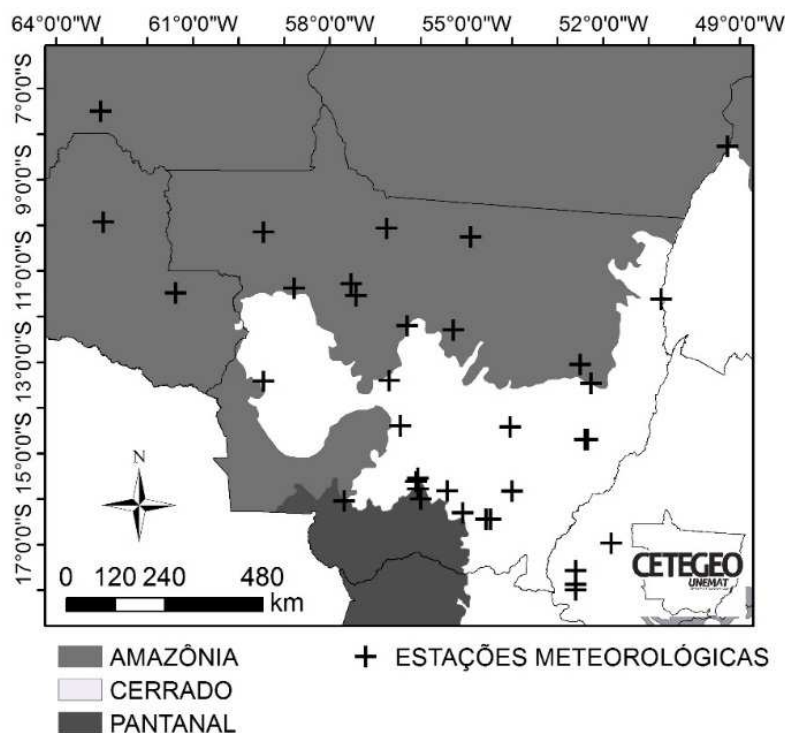


FIGURA 1. Localização dos postos pluviométricos e estações meteorológicas.

A partir dos dados climáticos das estações meteorológicas, foi realizada a espacialização e a interpolação desses dados, e posteriormente, foram gerados mapas de temperatura e precipitação pluviométrica classificando esses parâmetros de acordo com as singularidades de cada região. Realizou-se o balanço hídrico pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1995) de acordo com a planilha BHNORM desenvolvida por ROLIM et al., (1998).

Os dados obtidos através do balanço hídrico foram agrupados anualmente, a fim de obter o saldo hídrico anual de cada estação. Posteriormente, os dados de saldo hídrico foram especializados e importados para o software ArcGis 10®, e projetados no *South American Datum 1969* (SAD 69). Para a escolha do melhor modelo estatístico de semivariograma, foram testados quatro modelos teóricos de semivariância (circular, esférico, exponencial e gaussiano) para que fosse selecionado manualmente o modelo de interpolação de melhor ajuste, sendo este, considerado a partir do valor de “Root Mean Square”, ou seja, da raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE) dos valores medidos e estimados.

A interpolação do saldo hídrico foi realizada pelo software ArcGis 10®, por krigagem ordinária, onde os dados foram extrapolados para todo o Estado de Mato Grosso. Foram gerados mapas dessas condições, sendo a precipitação pluviométrica e a temperatura classificadas em cinco classes de acordo com as características climáticas das regiões do estado, e o saldo hídrico de acordo com as classes de aptidões climáticas da cana-de-açúcar segundo a tabela elaborada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) adaptada por WALDHEIM et al., (2006) (quadro 2).

QUADRO 2. Classes de aptidão climática da cana-de-açúcar (WALDHEIM et al. 2006).

Classes	Limites de Aptidão
Apta	Tmed > 21°C
Restrita	DH > 140mm
Restrita a Inapta	Tmed < 19°C
	Tmed < 19°C
Inapta	DH = 0mm
	EH > 800mm

Tmed – Temperatura Média Anual; DH – Deficiência Hídrica Anual; EH – Excedente Hídrico Anual

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo de semivariograma que teve maior ajuste, ou seja, aquele que apresentou menor valor de Root Mean Square foi o modelo esférico com RMSE correspondente à 321,5351, seguido dos modelos de menor precisão, circular (321,9193), exponencial (322,3681) e gaussiano (323,0478). Segundo SOARES et al., (2008) e XAVIER et al., (2010), neste modelo estatístico considera-se o menor valor de RMSE, o de maior precisão e melhor ajuste, com maior continuidade espacial.

A precipitação anual em todo o Estado de Mato Grosso variou entre 1200 a 2200mm (Figura 2). Os menores valores foram observados na região leste, sul, sudeste e sudoeste com precipitação entre 1200 a 1600mm. Valores próximos ao encontrado por GARCIA (1984) estudando o clima na região do Pantanal mato-grossense afirma que para essa região a precipitação anual média máxima encontrada foi de 1460mm.

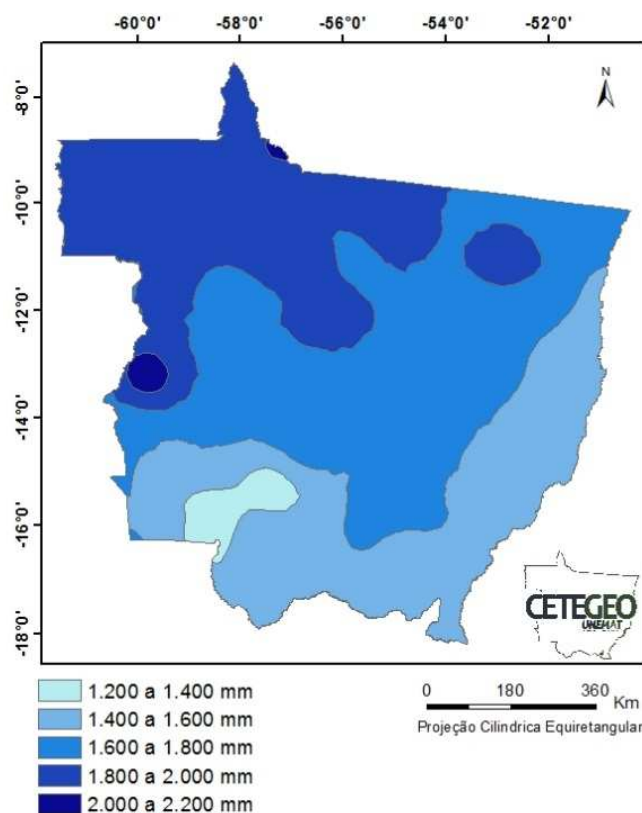


FIGURA 2. Precipitação média anual para o Estado de Mato Grosso.

A região oeste, centro oeste, centro sul, parte do médio norte e noroeste do estado apresentaram valores intermediários de precipitação (1600 a 1800 mm) quando comparadas com as regiões mais e menos chuvosas. Essa variação entre a região menos chuvosa do estado e esta última considerada intermediária corroboram com o estudo da aptidão edafoclimática da cana-de-açúcar no polo regional de Rondonópolis realizado por TOLEDO et al., (2011), onde verificaram que a variação de precipitação média anual entre 1250,9 e 1885mm. Resultados semelhantes foram descritos por MARTINS et al., (2011) ao caracterizarem o regime pluviométrico no arco das nascentes do Rio Paraguai, onde os mesmos verificaram variação de 1208,64mm nos municípios menos chuvosos ao sudoeste do estado aumentando a média anual de precipitação na região médio norte com valores próximos aos 1800mm anuais.

O médio norte, norte, noroeste, e alguns pontos nas regiões nordeste apresentaram alta precipitação anual, onde as chuvas oscilaram entre 1800 a 2000mm, e apenas um pequeno ponto ao centro oeste do estado representou a quantidade máxima de chuvas quando comparado com o restante do estado, com valores entre 2000 e 2200mm. Resultados semelhantes aos apresentados foram relatados por DALLACORT et al., (2011) onde estudando a distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Mato Grosso, concluíram que a precipitação anual nessa região varia entre 1500 à 2000mm.

ROSA et al., (2007) estudando a distribuição espacial das chuvas na porção centro oeste do Mato Grosso, com 10 anos de observação do regime climatológico do estado obtiveram média anual de pluviosidade com maiores valores na região norte e noroeste do estado, oscilando entre 2100 a 2500mm. Estimando a precipitação para o Estado de Mato Grosso, FIETZ et al., (2008) obtiveram resultados que corroboram com os encontrados no presente trabalho, onde afirmam que os totais de chuva e a duração da estação chuvosa diminuem no sentido norte para o sul e leste do Estado.

GAN & MOSCATI, (2003) e TARIFA et al., (2006) explicam que essa maior precipitação na região norte ocorre em função de um sistema de alta pressão que se desloca para essa região na estação chuvosa fazendo com que ocorra precipitação, ao contrário do restante do estado, onde fica dependente de frentes frias para ocorrência de chuvas. Os valores de temperatura média do estado estão representados na Figura 3, onde observa-se que os valores oscilam entre 22 e 27,6°C.

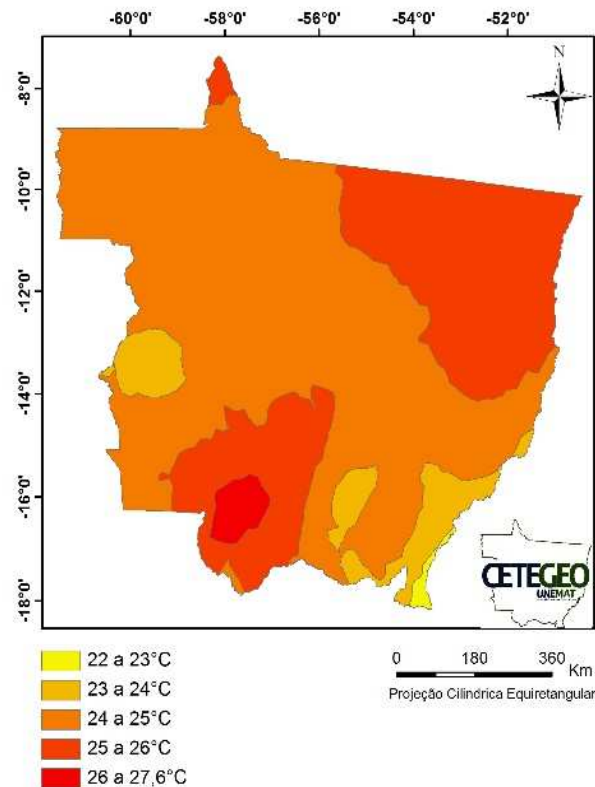


FIGURA 3. Temperatura média anual para o Estado de Mato Grosso.

A região norte, noroeste, médio norte, sudoeste, oeste e parcelas do leste, sul e sudeste do estado apresentaram variação térmica entre 22 a 25 °C. O sudeste, norte, e sul do estado obtiveram variação de 25 a 26 °C, sendo a última com uma pequena região que variou de 26 a 27,6 °C. DALLACORT et al., (2010), estudando a aptidão agroclimática do pinhão manso na cidade de Tangará da Serra, observaram que a temperatura média anual variou entre 24,4 a 26,1 °C com dados observados no mínimo 6 anos nas estações meteorológicas dos municípios de Cáceres, Campo Novo do Parecis, Cuiabá, Diamantino e Tangará da Serra. TOLEDO et al., (2011) determinando a aptidão edafoclimática da cana-de-açúcar na região Sudeste do estado constataram que a temperatura média anual varia entre 21,9 e 26,8 °C, com média de 25,7 °C, segundo dados climáticos de um período aproximado de 30 anos de observação.

Diante deste cenário de temperaturas médias no estado, nota-se que o mesmo é apto ao cultivo da cana-de-açúcar, uma vez que a temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura segundo CASAGRANDE (1991) e SANTANA (2007) situa-se entre a faixa de 20 a 35 °C, sendo que valores abaixo da faixa mínima, é prejudicial. O menor valor de temperatura verificado no estudo foi de 21,9 °C na região sudeste.

A classificação de aptidão segundo o balanço hídrico da cultura para o estado mato-grossense apresentou-se como apto ao cultivo para uma grande porção do Estado, seguida de uma menos Restrita, e nenhum local classificado como Restrita à Inapta (Figura 4).

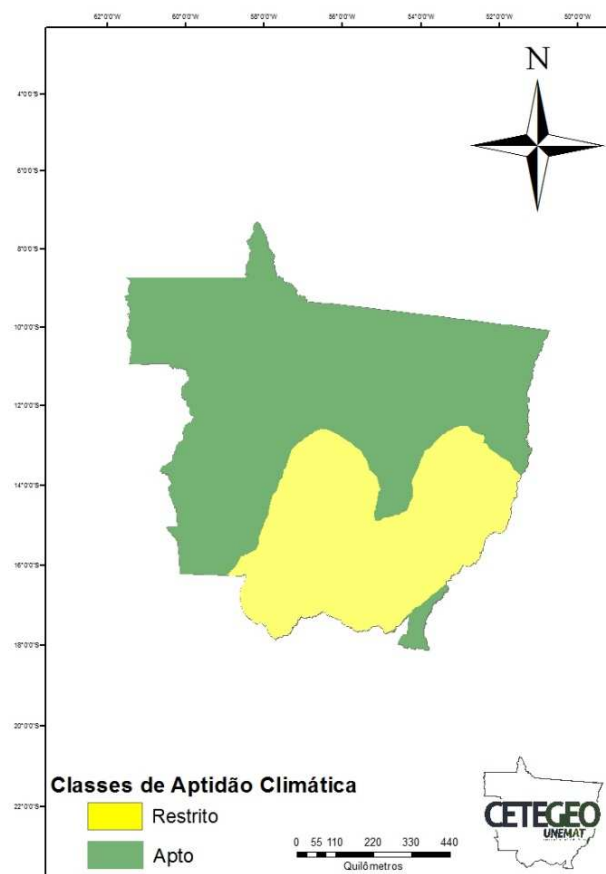


FIGURA 4. Classes de aptidão da cana-de-açúcar para o Estado de Mato Grosso.

A classe de aptidão Apta foi representada pela maior parte do estado com valores entre 140mm de déficit hídrico anual (DH) a 698,69 de excedente hídrico anual (EH). Estas áreas foram representadas pela região norte, nordeste, noroeste, oeste, sudoeste e um ponto isolado no sudeste. TOLEDO et al., (2011), estudando aptidão edafoclimática da cana-de-açúcar no polo regional de Rondonópolis através da análise das médias mensais de temperatura e precipitação, consideraram toda área em estudo como apta ao cultivo, compreendendo os municípios de Rondonópolis, Jaciara, Juscimeira, Poxoréo, Barão de Melgaço, Guiratinga, Tesouro, São José do Povo, Pedra Preta, Santo Antônio do Leverger, Dom Aquino, Cuiabá, Campo Verde, Primavera do Leste e Alto Garças, sendo alguns destes municípios com classe de aptidão diferente do realizado neste trabalho. Fato este pode ser explicado pela ausência do cálculo de balanço hídrico, cujo método é indispensável para as análises de distribuição espacial do déficit hídrico anual, identificando assim, áreas qualificadas como aptas, podendo ser na verdade de média ou baixa aptidão, onde teria a necessidade de irrigação complementar para suprir o déficit hídrico e alcançar maiores produtividades.

A classe de aptidão Restrita compreendeu a menor porção do Estado, situadas na região centro-sul, sul e sudeste, onde verificou-se valores de déficit hídrico anual variando de 141mm a 868,85mm. ALMEIDA et al., (2010) realizaram o zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar para o estado de Minas Gerais e

obtiveram resultados semelhantes, onde, segundo os autores, o motivo dessas restrições ao cultivo da cana em algumas áreas se deve aos menores índices de precipitação pluvial e maior demanda evapotranspirativa, sendo esses fatores condicionantes ao baixo armazenamento de água no solo, o que acaba de certo modo restringindo o cultivo da cultura em algumas áreas do estado. WALDHEIM et al., (2006), ressaltam que essas restrições ao cultivo canavieiro podem ser facilmente superadas com o uso de sistemas de irrigação.

As classificações: Restrita a Inapta e Inapta não foram verificadas na interpolação. MANZATTO et al., (2009), realizando o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar no Brasil, obtiveram resultados semelhantes, onde dos 2.581.903,43 ha⁻¹ disponíveis para expansão do cultivo de cana no Mato Grosso, apenas 95 ha⁻¹ do total foi classificada com aptidão edafoclimática baixa, sendo a maioria do estado com média e alta aptidão ao cultivo canavieiro.

CONCLUSÃO

A temperatura e a precipitação pluviométrica são favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar em todos os municípios do estado, possuindo entre 22 e 27,6 °C médios de temperatura, e precipitação anual média entre 1200 a 2200mm.

A cultura da cana de açúcar apresenta maior aptidão na região norte, nordeste, noroeste, oeste, sudoeste e um ponto isolado no sudeste do Mato Grosso e as regiões região centro-sul, sul e sudeste do estado são consideradas restritas ao cultivo canavieiro.

As classes de aptidão climática Restrita a Inapta e Inapta não foram verificadas no Estado de Mato Grosso após interpolação dos dados.

AGRADECIMENTOS

Ao auxílio financeiro e bolsa do projeto de pesquisa Aplicação e transferência de tecnologias na otimização de sistemas agrícolas sustentáveis, Processo CNPq 564112/2010-0, edital MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPES/PRO-CENTRO-OESTE Nº 031/2010.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. S.; CALIJURI, M. L.; GONÇALVES, P. L. H.; PINTO, L. B.; MAGALHÃES, D. N. Zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar para o Estado de Minas Gerais com base em regressões múltiplas. In: **XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010**, Belém, PA.

ASSAD, E. D.; MACEDO, M. A.; CÂMARA, G.; OLIVEIRA, J. C.; BARBOSA, A. M. Avaliação de métodos para espacialização de índices de necessidade hídrica das culturas e sua aplicação em zoneamento agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 581-587, 2001.

CASAGRANDE, S. A. Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar. Jaboticabal: **FUNEP**, 157p. 1991.

CLARKE, R. T.; TUCCI, C. E. M.; COLLISHONN, W. Variabilidade Temporal no Regime Hidrológico da Bacia do Rio Paraguai. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 8, n. 1, p. 201-211, 2003.

COLLICCHIO, E. **Zoneamento edafoclimático e ambiental para a cana-de-açúcar e as implicações das mudanças climáticas no estado do Tocantins**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2013. Brasília: **CONAB**, 2013.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L.; KRAUSE, W. Aptidão agroclimática do pinhão manso na região de Tangará da Serra, MT. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 373-379, 2010.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: FAO, 1994 (**Estudos FAO**, Irrigação e Drenagem 33).

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; CREMON, C.; DALLACORT, R. Estimativa da precipitação provável para o Estado de Mato Grosso. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2008. 239 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 97).

GAN, M. A.; MOSCATI, M. C. L. Estação chuvosa de 2001/02 na região Centro-Oeste do 351 Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 18, n. 2, p. 181-194, 2003.

GARCIA, E. A. C. O clima no pantanal mato-grossense. Concórdia: Embrapa/UEPAE, 1984. (**Embrapa/UEPAE**. Circular Técnica, 14).

HANAUER, J. G. **Crescimento, desenvolvimento e produtividade de cana-de-açúcar em cultivo de cana-planta e cana-soca de um ano em Santa Maria, RS**. 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2011.

MANABE, V. D.; SILVA, J. S. V. Evolução e conversão de áreas de cana-de-açúcar na bacia do Pantanal. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3. 2010, Cáceres, MT. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, São José dos Campos: INPE, 2010. p. 598-607. Geopantanal. 2010.

MANZATTO, C. V.; ASSAD, D. E.; BACCA, J. F. M.; ZARONI, M. J.; PEREIRA, S. E. M. Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar. **Embrapa solos**, 2009, 55 p.

MARTINS, J. A.; DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; GALVANIN, E. A. S.; MAGNANI, E. B. Z.; OLIVEIRA, K. C. Caracterização do regime pluviométrico no arco das nascentes do rio Paraguai. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 4, p. 639 – 647, 2011.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACEDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.

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

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

ROSA, D. B.; SOUSA, R. R.; NASCIMENTO, L. A.; TOLEDO, L. G.; TOPANOTTI, D. Q.; NASCIMENTO, J. A. A. Distribuição espacial das chuvas na porção centro oeste do Estado de Mato Grosso - Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. v. 1, n. 5, 2007.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J.; SOUSA, A. M. G.; VASCONCELOS, C. L.; ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1470-1476, 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE - SEMA. **Mapa dos Biomas Mato-Grossenses, 2011**. Disponível em:<http://www.sema.mt.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=170&Itemid=107> Acesso em: 20 de julho de 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL - **SEPLAN**. Mato Grosso em números, 2013. Disponível em: <<http://www.seplan.mt.gov.br/index.php/2013-05-10-18-15-57/2013-05-10-19-32-21/2013-05-10-19-39-12/2013>> Acesso em: 20 de julho de 2014.

SILVA, V. P. R.; OLIVEIRA, S. D.; SANTOS, C. A. C.; SILVA, M. T. Risco climático da cana-de-açúcar cultivada na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 17, n. 2, p. 180-189, 2013.

SOARES, V. P.; ZANETI, L. Z. Z.; SANTOS, N. T.; LEITE, H. G. Análise espacial da distribuição de cigarras (*quesada gigas oliver*) em povoamentos de Paricá (*schizolobium amazonicum huber ex ducke*) na região de Dom Eliseu, PA. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 251-258, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 3 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 798p.

TARIFA, J. R.; SETTE, D. M.; MADRUGA, L. C. MOREIRA, M. L. C.; ORMOND, G. L.; FILHO, V. D.; SANTOS, J. F. 2006. Atlas Climatológico de Mato Grosso: Departamento de Geografia-Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), **Cd-rom**, Rondonópolis, MT.

THORNTON, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton, NJ: **Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology**, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. 8, n. 1).

TOLEDO, A. M. A.; SPEROTTO, F. C. S.; FONTENELLI, J. V.; KOETZ, M. SILVEIRA, M. H. D. Determinação da aptidão edafoclimática da cana-de-açúcar no polo regional de Rondonópolis – MT. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, vol.7, n. 13; 2011.

XAVIER, A. C.; CECÍLIO, R. A.; LIMA J. S. S. Módulos em matlab para interpolação espacial pelo método de krigagem ordinária e do inverso da distância. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 62 n. 01, 2010.

WALDHEIM, P. V. et al. Zoneamento climático da cana-de-açúcar, da laranja e do algodão herbáceo para a região Nordeste do Brasil. **Anu. Inst. Geociência**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 2, 2006.