

HENRIQUE DA CRUZ RAMOS

**PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA DO AR E ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO
DO GIRASSOL SEGUNDA SAFRA PARA O ESTADO DE MATO GROSSO**

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2014

HENRIQUE DA CRUZ RAMOS

**PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA DO AR E ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO
DO GIRASSOL SEGUNDA SAFRA PARA O ESTADO DE MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Rivanildo Dallacort
Co-orientadora: Prof. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2014

WALTER CLAYTON DE OLIVEIRA CRB 1/2049

Ramos, Henrique da Cruz.

R1753p Precipitação, temperatura do ar e zoneamento agroclimático do girassol segunda safra para o estado de Mato Gross / Henrique da Cruz Ramos. – Tangará da Serra, 2014
72 f. ; 30 cm. il.

Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) Universidade do Estado de Mato Grosso.

Bibliografia: f. 67-70

Orientador: Rivanildo Dallacort

1. Climatologia. 2. Girassol. 3. Planejamento agrícola. I. Autor. II. Título.

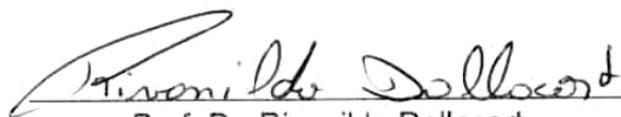
CDU 551.58:633494(817.2)

HENRIQUE DA CRUZ RAMOS

**PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA DO AR E ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO
DO GIRASSOL SEGUNDA SAFRA PARA O ESTADO DE MATO GROSSO**

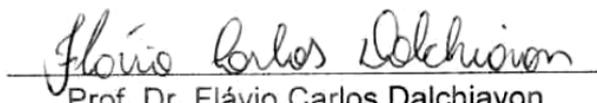
Dissertação apresentada a Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2014.



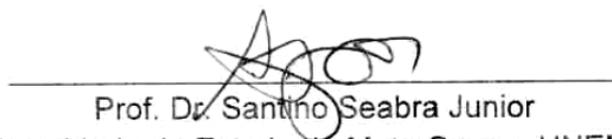
Prof. Dr. Rivanildo Dallacort

Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT
(Orientador)



Prof. Dr. Flávio Carlos Dalchiavon

Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT/MT



Prof. Dr. Santino Seabra Junior

Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT

DEDICATÓRIA

A meus pais, Gezy Mário Bispo Ramos e Berenice Gonçalina da Cruz pelo apoio incondicional, bem como pelos conselhos e sabedoria que me motivaram a seguir em frente mesmo quando fraquejava. A minhas irmãs, Bianca da Cruz Ramos e Marina Emília Bispo Ramos, pelo carinho e afeto a mim dedicados. A todos os amigos e companheiros de caminhada, pois sem estes, por vezes, a caminhada seria ainda mais árdua.

AGRADECIMENTO

Agradecer muitas vezes pode se tornar uma tarefa ingrata e difícil, pois como agradecer a todos que contribuíram nesta longa jornada de estudos que se estende desde a alfabetização, passando pelo primário, ginásio, graduação e por fim a pós-graduação? Quantos foram os mestres que contribuíram para minha formação dentro e fora de sala de aula? A todos estes agradeço pelo tempo e esforço investido.

Agradeço ainda:

- à minha família, que sempre soube apoiar e respeitar minhas escolhas;
- Aos amigos, Jhonantan Monteiro de Oliveira, Thiago Santa Catharina Junges, Bruna Bender, Nicholas Síriaco, Felipe Barros Daltro, Jader de Souza Acácio, Roniery Cruz Monteiro, Renato Nogueira Santana, que mesmo quando distantes não deixaram de estar presentes e sem os quais não teria alcançado meus objetivos;
- À Universidade do Estado de Mato Grosso, pela oportunidade, de cursar a graduação e pós-graduação, concedendo-me não apenas um diploma, mas em um país com tantas desigualdades sociais e raciais, uma oportunidade de mudança de vida;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsa, sem a qual não seria possível a realização deste curso.
- Ao auxílio financeiro e bolsa do projeto de pesquisa Aplicação e transferência de tecnologias na otimização de sistemas agrícolas sustentáveis, Processo CNPp 564112/2010-0, edital MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPES/PRO-CENTRO-OESTE Nº 031/2010.
- Ao Programa de Pós Graduação em Ambientes e Sistemas Produção Agrícola e aos professores do programa pelo tempo e conhecimento dedicados;
- Em especial ao meu orientador, Dr. Rivanildo Dallacort, pelo tempo, paciência, conhecimento e recursos investidos em mim e também pelos conselhos.

- À minha coorientadora, Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves, pelo conhecimento, tempo e atenção a mim dedicados;
- Aos parceiros de laboratório Willian Fenner, Lucas Ferreira, Murillo Biazon, João Danilo Barbieri, Kassio de Marco, Thiago Garcia Villa, Elizangela Selma da Silva, Patrícia Simone Palhana Moreira, Ronaldo Coutinho Ribeiro, Heullon Diogo de Oliveira Ramos, Marcio Edwiges e Cleonir Andrade Faria Junior;
- E a todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REFERÊNCIAS	14
ARTIGO 1	1
Resumo	1
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
ARTIGO 2.....	31
Introdução.....	32
Material e Métodos	34
Resultados e Discussão	39
Conclusões	50
Referências Bibliográficas	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
ANEXOS.....	54

RESUMO

O clima de dada região é determinante nas atividades econômicas desenvolvidas, bem como no tipo de vegetação dominante, tipo de solo presente, dentre outros fatores. A principal atividade econômica do Estado de Mato Grosso é a agropecuária influenciada diretamente pelo clima. O estado é o maior produtor de girassol do país. Esta cultura diferencia-se entre as oleaginosas produzidas no estado por suas características agrônômicas desejáveis e a qualidade do óleo produzido. Deste modo, o presente trabalho objetivou gerar cartas das principais variáveis meteorológicas, precipitação e temperatura mensais e determinar o zoneamento agroclimático do girassol segunda safra para o Estado de Mato Grosso. Para tanto foram utilizados dados de 38 estações meteorológicas e 21 postos pluviométricos distribuídos no estado e em estados limítrofes com no mínimo 12 anos de observações. Para a espacialização das variáveis foi utilizada a krigagem ordinária com quatro modelos de semivariogramas (circular, esférico, exponencial e gaussiano). Foi possível observar que a precipitação no estado variou entre 1.200 e 2.200 mm anuais com os maiores valores ocorrendo ao norte do estado. Quanto à temperatura do ar, a média variou entre 22 e 27,6 °C, a máxima entre 28 e 33,30 °C e as mínimas entre 16 e 20 °C no ano, estando as menores temperaturas sempre no sudeste do estado. Para a determinação do zoneamento agroclimático foi calculado o balanço hídrico da cultura a partir dos dados das estações meteorológicas e a partir do índice de satisfação de necessidade de água determinadas a zonas e épocas aptas ao cultivo. Os valores do índice de necessidade de água indicaram que todo o estado é apto ao cultivo desta oleaginosa em segunda safra até o sexto decêndio, a partir do sétimo a área apta começa diminuir progressivamente a partir da região centro leste do estado até o décimo quarto decêndio.

Palavras-chave: Climatologia, balanço hídrico da cultura, Krigagem ordinária, planejamento agrícola.

ABSTRACT

The climate of a given region is crucial for some economic activities developed, as well as the dominant vegetation type and soil present, among other factors. The main economic activity of Mato Grosso State is agriculture that is directly influenced by climate. The State is the sunflower largest producer in Brazil. This culture differs from the other oil grains produced in the State by its desirable agronomic characteristics and oil quality. So that, this work aimed to generate monthly climatic charts of the main meteorological variables, pluvial precipitation and temperature, and determine the agroclimatic zoning for winter crop sunflower in Mato Grosso State. It was used data from 38 weather stations and 21 precipitation stations distributed in the State and in neighboring States, both with at least 12 years of observations. For variables spatial distribution it was used ordinary kriging with four semivariograms models (circular, spherical, exponential and gaussian). It was observed that the annual pluvial precipitation in the State ranged between 1,200 and 2,200 mm with highest values occurring in the northern State. The annual average air temperature ranged between 22 and 27.6 °C, the maximum between 28 and 33.3 °C and the minimum between 16 and 20 °C, with the lowest temperatures ever in the southeastern State. To determine the agroclimatic zoning was calculated cultural water balance with data from the meteorological stations and from the satisfaction index to determine the need for water to the areas and times suitable for the cultivation. The index values need water indicated that the entire State is fit to this oilseed cultivation as winter crop until the sixth decennial period, from the seventh to fit area begins to decrease gradually from the State central east region until the fourteenth decennial.

Key Words: Climatology, culture water balance, ordinary Kriging, agricultural planning.

INTRODUÇÃO GERAL

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta anual da família Asteraceae, tendo como centro de origem a América do Norte. Esta cultura foi introduzida no Brasil no final do século XIX, durante a colonização do sul do país (DALL'AGNOL et al., 2005). Destaca-se entre as plantas oleaginosas, por apresentar características agronômicas desejáveis como ciclo curto, menor sensibilidade à seca, ao frio e ao calor e elevada qualidade e bom rendimento de óleo quando comparada às principais espécies cultivadas no Brasil (CASTRO et al, 1997; LEITE et al. 2005).

O óleo produzido apresenta excelente qualidade nutricional e organoléptica, atuando na prevenção de doenças cardiovasculares e controle do colesterol graças à presença do ácido linoleico e outros compostos (MANDARINO, 2005). Além do biocombustível produzido a partir de óleo de girassol ser apropriado para o uso em motores a diesel (FERRARI e SOUZA, 2009).

O Estado de Mato Grosso é o maior produtor de girassol entre os estados Brasileiros. Na safra 2012/2013 cultivou uma área de 50,7 mil ha, 72,3% da área cultivada no país, e para a safra 2013/2014 estima-se que a área cultivada será de 110,55 mil ha. O estado possui ainda uma produtividade de 1.671 kg.ha⁻¹, contribuindo com 77% da produção nacional (CONAB, 2014).

A época de semeadura é fundamental para o sucesso da atividade agrícola, uma vez que há uma resposta fisiológica diferente de uma mesma cultivar a diferentes condições climáticas de uma dada região (BACKES et al., 2008). A escolha da melhor época pode ainda diminuir a incidência de doenças (SANGOI e KRUSE, 1993), e, portanto reduz o volume de defensivos utilizados e os custos de produção, aumentando a rentabilidade e diminuindo os riscos.

O zoneamento é uma ferramenta da política agrícola que visa racionalizar o uso dos recursos naturais, buscando tornar a agricultura uma atividade mais rentável, estável e competitiva, a partir da definição das regiões e épocas de semeadura com menor risco de perdas por adversidades climáticas (AMORIN NETO et al., 2001). Deste modo, trabalhos de zoneamento que buscam a diminuição de riscos de perdas por adversidades de natureza climática na atividade agrícola são de extrema importância à agricultura, determinando regiões e épocas de semeadura nas quais determinada cultura é exposta a menores riscos (MELO et al. 2004).

Segundo Evangelista et al. (2002), os sistemas de informações geográficas são sistemas computacionais multidisciplinares, que permitem o gerenciamento e manipulação de dados georeferenciados e o zoneamento feito a partir desta ferramenta proporcionam resultados de melhor qualidade quando comparados a métodos mais tradicionais.

Os SIGs permitem a utilização de diversos métodos de interpolação para espacialização de variáveis meteorológicas como o inverso ponderado da distância, *spline*, *topo to raster* dentre outros, destacando-se entre estes a krigagem, por se tratar de um método geoestatístico, que tem por princípio a teoria das variáveis regionalizadas, sendo a variação espacial quantificada por um semivariograma experimental (ALVES e VECCHIA, 2011; MARCUZZO et al., 2011; GUARDIMAN JUNIOR et al., 2012).

Deste modo, este trabalho tem por objetivo gerar cartas das principais variáveis meteorológicas, precipitação, temperatura mínima, média e máxima do ar, em escalas mensal e anual, observando a variabilidade espaço temporal das variáveis em estudo e em seguida determinar o zoneamento agroclimático do girassol segunda safra para o Estado de Mato Grosso.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. D. L.; VECCHIA, F. A. S. Análise de diferentes métodos de interpolação para a precipitação pluvial no Estado de Goiás. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-197, 2011.
- AMORIM NETO, M. S.; ARAUJO, A.E.; BELTRÃO, N.E.M. Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 551 – 556, 2001.
- BACKES, R. L. et al. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no Planalto Norte Catarinense. **Scientia agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 41-48, 2008.
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo. 1997. 36p. (EMBRAPA-CNPSo, Circular Técnica, 13).
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, março de 2014**. Brasília: CONAB, 2014. 88p.
- DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed). **Girassol no Brasil**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 1-14.
- EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L. G.; SEDIYAMA, G. C. Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.445-452, 2002
- FERRARI, R. A.; SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 106-111, 2009.
- GUARDIMAN JUNIOR, B. S.; MAGALHÃES, I. A. L.; FREITAS, C. A. A.; CECÍLIO, R. A. Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES). **Ambiência**, Guarapuava, v.8, n.1, p. 61-71, 2012.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; **Girassol no Brasil**. Embrapa soja: Londrina, 2005.
- MANDARINO, J. M. G. Óleo de girassol como alimento funcional. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed). **Girassol no Brasil**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 43-48.

MARCUZZO, F. F. N.; ANDRADE, L. R.; MELO, D. C. R. Métodos de interpolação matemática no mapeamento de chuvas do Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.4, n.1, p. 793-804, 2011.

MELO, R. W.; FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.12, p.1167-1175, 2004.

SANGOI, L.; KRUSE, N. D. Comportamento de cultivares de girassol em diferentes épocas de semeadura no planalto catarinense. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 81-91, 1993.

ARTIGO 1

Precipitação e temperatura do ar para o Estado de Mato Grosso utilizando krigagem ordinária

[Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Meteorologia]

Resumo

O clima da região é determinante nas atividades econômicas nela desenvolvidas, bem como no tipo de vegetação dominante, tipo de solo presente, dentre outros fatores. O presente trabalho objetivou espacializar as variáveis meteorológicas (precipitação e temperatura). Para tanto foram utilizados dados de 38 estações meteorológicas e 21 postos pluviométricos distribuídos no estado de Mato Grosso e em estados limítrofes com no mínimo 12 anos de observações, tendo como método interpolador a krigagem ordinária para quatro modelos de semivariogramas. O regime pluviométrico apresentou duas estações bem definidas no estado uma seca de maio a setembro e outra chuvosa de março a outubro. O modelo exponencial foi o que apresentou melhor ajuste aos dados de precipitação no período chuvoso, no entanto, no período seco o modelo gaussiano se adequou melhor, para os dados de temperatura destacou-se o modelo gaussiano. Observou-se que a precipitação média anual no estado variou entre 1.200 e 2.200 mm com os maiores valores ocorrendo ao norte do estado. Quanto a temperatura do ar a média anual variou entre 22 e 27,6 °C, a máxima entre 28 e 33,3 °C e as mínimas entre 16 e 20 °C, estando as menores temperaturas no sudeste do estado.

Palavras-chave: Climatologia, Krigagem ordinária, temperatura do ar, precipitação pluvial.

Abstract

The climate of a given region is crucial for some economic activities developed, as well as the dominant vegetation type and soil present, among other factors. This work aimed to spatialize meteorological variables (precipitation and temperature). So that, it was used data from 38 weather stations and 21 pluvial precipitation stations distributed in the State and in neighboring States, both with at least 12 years of observations, using ordinary kriging interpolation method with four models of semivariograms. The precipitation regimen showed two well defined season in the State, dry from May to September and rainy season from March to October. The exponential model showed the best fit to the data of precipitation during the rainy season; however, for the dry period the Gaussian model is best suited, for temperature data the Gaussian model had better performance. It was observed that the annual precipitation in the State ranged between 1,200 and 2,200 mm with highest values occurring in the northern State. The annual average air temperature ranged between 22 and 27.6 °C, the maximum between 28 and 33.3 °C and the minimum between 16 and 20 °C, with the lowest temperatures ever in the southeastern State.

Key words: Climatology, ordinary kriging, air temperature, pluvial precipitation.

1. INTRODUÇÃO

Com a atual crise ambiental estudos sobre o clima têm ganhado cada vez mais enfoque nas pesquisas nas diversas áreas do conhecimento. As projeções do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007) indicam que se o ritmo de emissões de CO₂ se mantiver até o fim do século poderá ocorrer um aumento entre 1,5 e 4°C na temperatura média do planeta, influenciando diretamente na agricultura.

O clima de uma região é determinante no tipo de vegetação presente. Estas condições influenciam ainda no tipo de solo da região, no modelo de agricultura praticado (de sequeiro ou irrigado e número de cultivos por ano) e nas atividades econômicas desenvolvidas (Buriol et al., 2007; Becker et al., 2013), sendo o estudo do clima essencial para diversos ramos da sociedade.

Para simplificar, organizar e generalizar as condições climáticas, segundo Barbosa (2006), o clima pode ser classificado utilizando apenas algumas variáveis-chaves, sendo a precipitação e a temperatura as mais utilizadas, bem como a sazonalidade destas.

A temperatura do ar é, entre os elementos climáticos, o que mais interfere diretamente na fisiologia de plantas e animais, sendo o conhecimento prévio desta variável atmosférica essencial para o planejamento agrícola e estudos de aptidão de cultivos e cultivares a diferentes regiões (Medeiros et al., 2005).

O estudo da precipitação pluvial é de grande importância para o planejamento de atividades agropecuárias, construção civil, turismo e transporte, sendo fundamental para a realização de trabalhos relacionados à conservação do solo, e construções de estradas e barragens (Ribeiro et al., 2007; Beijo et al., 2009).

Para espacialização de variáveis meteorológicas podem ser utilizados diversos métodos de interpolação, como o inverso ponderado da distância, *spline*, *topo to raster* dentre outros, destacando-se entre estes a krigagem, por se tratar de um método geoestatístico (Marcuzzo et al., 2011; Alves e Vecchia, 2011; Guardiman Junior et al., 2012).

A krigagem é um método interpolador, que tem por princípio a teoria das variáveis regionalizadas onde o valor de uma variável possui uma dependência espacial, ou seja, parte do

pressuposto que valores das amostras próximas tendem a ser semelhantes e valores de amostras distantes mais discrepantes, considerando a variação espacial de determinada variável estatisticamente homogênea em uma área, sendo a variação espacial quantificada por um semivariograma experimental (Marcuzzo et al, 2011).

O Estado de Mato Grosso possui uma área de 903.366,2 km² inseridos em três biomas: Amazônia, Cerrado e Pantanal (SEDTUR, 2013). A principal atividade econômica do estado é a agropecuária, que é exercida em sistema de sequeiro, em sua grande maioria, o que a torna totalmente vulnerável às variações climáticas (IBGE, 2012), em especial pela distribuição das chuvas, uma vez que é a maneira mais econômica e ambientalmente correta do uso da água (Vieira, et al., 2010).

Deste modo este trabalho tem por objetivo gerar cartas de precipitação, temperatura mínima, média e máxima do ar por meio da interpolação dos dados por krigagem ordinária, em escalas mensal e anual, observando a variabilidade espaço temporal das variáveis em estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica temperatura mínima (T_{mim}), média (T_{med}) e máxima (T_{max}) de 38 e estações meteorológicas, cedidos pelo *site* Agritempo[®], reunindo estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), da Secretária de Estado do Desenvolvimento Ambiental – RO (SEDAM) e mais 21 postos pluviométricos da Agência Nacional das Águas (ANA) (Tabela 1) obtidos junto ao *site* Hidroweb[®], localizados no Estado de Mato Grosso e em estados limítrofes (Figura 1), com no mínimo 12 anos de observações, devido à baixa disponibilidade de séries de observações longas no estado.

Para o preenchimento de falhas e análise de consistência foi empregado o software CLIMA (Faria et al., 2003) desenvolvido pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR).

Tabela 1: Estações meteorológicas e postos pluviométricos utilizados.

Fonte	Estação meteorológica	Período	Latitude	Longitude	Altitude (m)
INMET	Alta Floresta	1979-2012	10°40'S	56°45'W	294
ANA	Alto Boa Vista	1993-2012	11°40'S	51°22'W	235
ANA	Apiácas	1993-2011	8°52'S	57°7'W	212
INMET	Aripuanã	1979-2012	10°9'S	59°27'W	105
INMET	Ariquemes	1982-2012	9°55'S	62°57'W	119
ANA	Barra Do Bugres	1974-2009	15°19'S	57°13'W	128
ANA	Brasnorte	1985-2012	11°43'S	58°3'W	257
INMET	Cáceres	1962-2012	16°3'S	57°40'W	118
INMET	Cacoal	1978-2012	11°29'S	61°22'W	186
INMET	Caiapônia	1978-2012	16°58'S	51°49'W	737
INMET	Campo Verde	1977-2012	16°18'S	55°4'W	749
INMET	Canarana	1996-2010	13°30' S	52°30' W	430
INMET	Canarana	2000-2012	13°28'S	52°16'w	430
INMET	Chapadão do Sul	1983-2012	18°0'S	52°36'W	818
ANA	Cocalinho	1985-2012	14°5'S	51°42'W	232
ANA	Colíder	1994-2012	10°48'S	55°27"W	313
ANA	Comodoro	1994-2012	13°10'S	59°52'W	600
INMET	Comodoro	1971-2012	13°25'S	59°27'W	591
INMET	Conceição do Araguaia	1962-2012	8°16'S	49°16'W	156
INMET	Corumbá	1962-2012	19°1'S	57°39'W	130
INMET	Cuiabá	1961-2010	15°37'S	56°06'W	145
INMET	Cuiabá	1962-2012	15°37'S	56°6'W	145
INMET	Cuiabá	1968-2012	15°33'S	56°4'W	245
CPTEC	Cuiabá	1968-2012	15°37'S	56°6'W	151
INMET	Diamantino	1961-2010	14°24'S	56°27'W	286
SEDAM	Diamantino	1965-2012	12°17'S	55°17'W	415
ANA	General Carneiro	1992-2012	15°42'S	52°45'W	366
INMET	Gleba Celeste	1973-2010	12°12'S	56°30'W	415
INMET	Humaitá	1980-2102	7°30'S	63°1'W	61
ANA	Indiavaí	1993-2012	15°26'S	58°35'W	235
INMET	Jataí	1978-2012	17°52'S	52°35'W	663
INMET	Juara	1979-2012	11°22'S	57°31'W	260
INMET	Juína	1979-2012	11°22'S	58°46'W	374
ANA	Luciara	1986-2012	11°13'S	50°40'W	182
INMET	Matupá	1987-2010	10°15'S	54°55'W	285
INMET	Mineiros	1974-2012	17°52'S	52°35'W	706
ANA	Mirassol D'Oeste	1993-2012	15°28'S	57°53'W	188
INMET	Nova Xavantina	1988-2010	14°42'S	52°21'W	316
ANA	Novo Santo Antônio	1992-2012	12°17'S	50°58'W	205
INMET	Padre Ricardo Remetter	1987-2010	15°47'S	56°04'W	140
ANA	Paranatinga	1983-2011	13°27'S	54°16'W	430
CPTEC	Paranatinga	1977-2012	14°25'S	54°2'W	474
ANA	Pontes e Lacerda	1975-2012	15°13'S	59°21"W	236
ANA	Porto Alegre do Norte	1993-2012	10°52'S	51°37'W	202

Fonte	Estação meteorológica	Período	Latitude	Longitude	Altitude (m)
INMET	Porto dos Gaúchos	1983-2012	11°32'S	57°25'W	274
ANA	Porto Esperidião	1993-2012	15°51'S	58°28'W	166
INMET	Poxoréo	1977-2010	15°50'S	54°23'W	450
ANA	Ribeirão Cascalheira	1992-2011	12°56'S	51°49'W	391
ANA	Rio Branco	1993-2012	15°15'S	58°6'W	124
INMET	Rondonópolis	1995-2010	16°27'S	54°34'W	284
INMET	Rondonópolis	1966-2012	16°27'S	54°33'W	284
INMET	Rondonópolis	1966-2012	15°46'S	56°4'W	140
INMET	Santo Antônio do Leverger	2000-2012	16°27'S	54°28'W	284
INMET	São Felix do Araguaia	1977-2012	11°37'S	50°43'W	218
INMET	São Jose do Rio Claro	1996-2010	13°26'S	56°43'W	350
ANA	São Jose do Xingu	1990-2011	10°48'S	52°45'W	337
INMET	São Vicente	1998-2010	15°49'S	55°25'W	800
ANA	Tabaporã	1983-2012	11°28'S	56°25'W	346
ANA	Tangará da Serra	1993-2012	14°51'S	57°46'W	212
ANA	Vila Rica	1992-2012	10°1'S	51°7'W	222

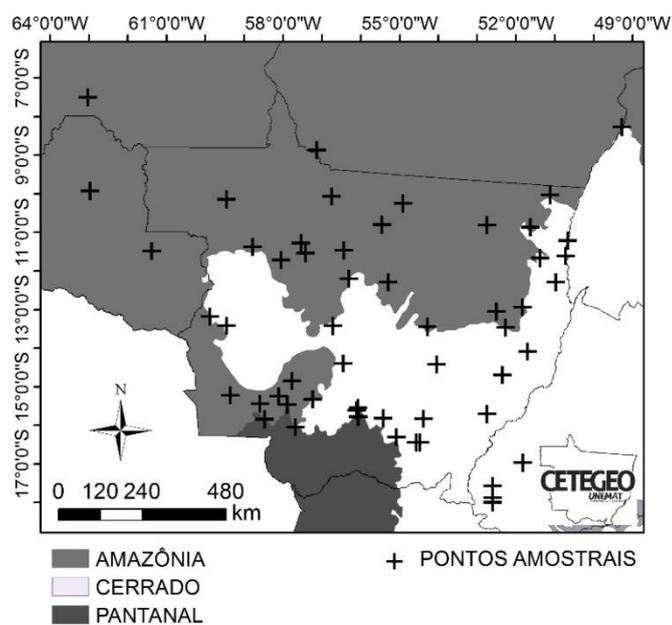


Figura 1: Distribuição espacial das estações meteorológicas e postos pluviométricos utilizados.

Estes valores foram então espacializados utilizando o módulo *Geostatistical Analyst* do software ArcGis, versão 10, da ESRI. O método interpolador escolhido foi a krigagem ordinária, utilizando quatro modelos de semivariograma (exponencial, esférico, circular e gaussiano), que foram ajustados pelo software através de técnicas de validação cruzada, sendo escolhido o modelo que apresentou melhor precisão, ou seja, menor valor de raiz quadrada do

erro quadrático médio (RMSE) (equação 1), como utilizado por Soares, et al. (2008) e Xavier et al. (2010).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Z}(S_i) - z(S_i))^2}{n}} \quad (1)$$

Onde:

RMSE: raiz quadrada do erro quadrático médio;

\hat{Z} : valor estimado para um ponto conhecido;

z: valor real do ponto; e

n: número de observações.

O grau de dependência espacial (GD) foi calculado pela razão entre a variância estrutural (*C*) e o patamar (C_0+C), de acordo com a equação 2 e avaliado de acordo com classificação sugerida por Dalchiavon (2010) e utilizada por Dalchiavon e Carvalho (2012), sendo considerado muito baixo quando $GD < 20\%$; baixo quando $20\% \leq GD < 40\%$; médio quando $40\% \leq GD < 60\%$; alto quando $60\% \leq GD < 80\%$ e a muito alto quando $80\% \leq GD < 100\%$.

$$GD = \frac{C}{(C_0 + C)} \quad (2)$$

Onde:

GD: grau de dependência espacial;

C: é a variância estrutural;

C_0 : é o efeito pepita; e

$C_0 + C$: é o patamar.

Após a interpolação dos dados e seleção do melhor modelo, foram confeccionadas as cartas climáticas. Para as cartas de precipitação foi determinada uma amplitude de classe de 50 mm para o período chuvoso e 25 mm para o período de seca, para as cartas de temperatura máxima, média e mínima do ar, a amplitude foi de 1°C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As regiões em estudo apresentam duas estações bem definidas, uma seca, que vai de maio a setembro, com precipitação pluviométrica mensal inferior a 65 mm, e outra chuvosa, na qual, observa-se uma variação crescente na média pluviométrica de outubro a janeiro, até chegar a um ponto de inflexão, com leves decréscimos nos meses de fevereiro, março e abril, apresentando precipitação acima dos 125 mm mensais (Tabela 2).

Tabela 2: Estatística descritiva para os valores de precipitação pluviométrica (mm).

Mês	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Curtose	Assimetria	Desvio Padrão
Jan	274,5	274,5	406,4	180,7	-0	0,1	44,4
Fev	251,2	245,7	357,4	153,6	-0,5	0,3	50,1
Mar	230,5	233,2	331,9	121,2	-0,5	-0,2	47,9
Abr	126,2	116,9	210,9	57,4	-0,2	0,6	34,6
Mai	48,5	44,5	130	4,7	1,6	1,1	24,2
Jun	16,5	12,8	96,5	1,5	9,1	2,8	17,3
Jul	12	8	100,1	0	14,1	3,6	17,3
Ago	18,3	16,4	59,5	0,5	1,7	1,3	13,2
Set	63,1	61,6	114,5	22,8	-0,2	0,5	19,7
Out	140,7	137,2	233,7	84,3	-0,3	0,3	32,6
Nov	195,5	197,1	265,4	116,3	-0,3	-0,1	34,1
Dez	258,2	264,5	343,7	161	-0,8	-0,1	45,8
Ano	1629,7	1573,1	2204,2	1150,6	-0,7	0,3	240,3

De acordo com Sousa (1998) esta é uma condição climática característica da região central do Brasil, efeito também evidenciado por Dallacort et al. (2010) e Moreira et al. (2010) em municípios do Estado de Mato Grosso.

O menor valor médio de chuva ocorreu no mês de julho (12 mm), com desvio padrão de 17,3 mm, enquanto os maiores valores foram observados no mês de janeiro (274,5 mm), com desvio padrão de 44,4 mm. A precipitação anual foi de 1629,8 mm, com desvio padrão de 240,3 mm. Ao se comparar os valores máximos e mínimos com as médias das precipitações mensais é constatada grande oscilação entre os valores, devido à variabilidade de distribuição das chuvas.

No entanto, observam-se coeficientes de assimetria próximos de zero, o que os deixam próximos da normalidade, sendo este um bom parâmetro de avaliação mensal das chuvas para o

Estado de Mato Grosso. Também comprovado pelo valor do coeficiente de curtose (C_k), importante para determinar o grau de achatamento de uma distribuição de frequência de dados em relação a uma distribuição padrão (Mousinho et al., 2006).

Os valores do coeficiente de curtose próximos de zero, para os meses de setembro a abril, revelam uma distribuição platicúrtica, porém próxima à da normalidade ($C_k=0$, mesocúrtica), o que também acontece para a distribuição leptocúrtica, nos meses de maio a agosto.

Ao analisar a distribuição da temperatura máxima, observa-se baixa variação entre a média e os valores máximos e mínimos, com desvio padrão máximo de $2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ para o mês de agosto. A média da temperatura máxima anual é de $30,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, o mês que apresentou maior temperatura foi outubro ($32\text{ }^{\circ}\text{C}$) e a menor temperatura foi em junho ($29,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). O coeficiente de assimetria permaneceu próximo de 0 em todos os meses, o que os deixam próximo à normalidade (Tabela 3).

A análise da temperatura média mensal demonstrou que as regiões em estudo apresentam pequena oscilação entre a maior e a menor temperatura média, sendo a média anual de $24,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, com desvio padrão de $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. O mês que apresenta menor temperatura média é julho ($21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) e maior temperatura é fevereiro ($25,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Tabela 4).

Tabela 3: Estatística descritiva para os valores de temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$).

Mês	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Curtose	Assimetria	Desvio Padrão
Jan	31,1	31,4	33	28,2	0,1	-1	1,3
Fev	31,3	31,6	33	28,2	0,4	-1,1	1,2
Mar	31,3	31,7	33	28,5	0,1	-1,1	1,3
Abr	30,9	31,2	32,8	27,7	-0,5	-0,8	1,6
Mai	29,6	29,3	32,8	25,4	-0,8	-0,3	2,1
Jun	29,2	28,5	33,6	24,5	-1,1	0	2,6
Jul	29,5	28,6	34,5	24,9	-1	0,2	2,7
Ago	31,5	30,3	35,8	26,7	-1,4	0,1	2,9
Set	31,9	31,1	36,1	27,4	-1,2	0	2,6
Out	32	31,9	34,8	28,5	-0,8	-0,4	1,9
Nov	31,5	31,7	33,9	28,3	-0,4	-0,7	1,6
Dez	30,8	31,3	33,1	28,3	-0,8	-0,4	1,4
Ano	30,9	31,1	33,1	27,3	-0,6	-0,6	1,8

Os valores históricos de temperatura média do ar também apresentaram coeficientes de assimetria próximos de zero, o que os deixam próximos à normalidade. Os valores do coeficiente de curtose (Ck) revelam ainda uma distribuição platicúrtica, porém, próxima à da normalidade (Ck=0, mesocúrtica), para todos os meses com exceção de outubro, que apresentou distribuição leptocúrtica

Tabela 4: Estatística descritiva para os valores de temperatura média (°C).

Mês	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Curtose	Assimetria	Desvio Padrão
Jan	25,8	26	27,5	23,3	-0,6	-0,6	1,3
Fev	25,8	26	27,8	23,4	-0,7	-0,5	1,2
Mar	25,7	26	27,5	23,2	-0,6	-0,7	1,3
Abr	24,9	25,2	27,1	21,9	-0,5	-0,7	1,5
Mai	22,8	23,1	25,4	19,3	-0,5	-0,6	1,8
Jun	21,9	21,7	25,9	17,7	-0,3	-0,3	1,9
Jul	21,7	21,6	25,9	18,1	-0,4	-0,2	1,9
Ago	23,3	23,4	26,9	19,5	-0,8	-0,2	2
Set	24,7	24,6	27,8	20,3	-0,7	-0,4	2
Out	25,6	25,9	28,4	21,5	0,1	-0,7	1,7
Nov	25,7	25,9	27,9	22,8	-0,1	-0,7	1,4
Dez	25,7	25,9	27,6	23,1	-0,3	-0,7	1,3
Ano	24,5	24,68	27,60	21,35	-0,1	-0,6	1,5

Os valores históricos de temperatura média do ar também apresentaram coeficientes de assimetria próximos de zero, o que os deixam próximo à normalidade. Os valores do coeficiente de curtose (Ck) revelam ainda uma distribuição platicúrtica, porém, próximo à da normalidade (Ck=0, mesocúrtica), para todos os meses com exceção de outubro, que apresentou distribuição leptocúrtica.

As médias mensais de temperatura mínima do ar apresentaram maior oscilação quando comparadas as médias de temperaturas máximas e médias, sendo que o mês que apresentou menor temperatura foi julho (14,5 °C) e a maior temperatura foi janeiro (21,1 °C). Os valores de temperatura mínima do ar apresentaram coeficiente de assimetria e de curtose próximos de zero, o que os deixam próximo à normalidade, sendo este um bom parâmetro de avaliação da temperatura mínima para o Estado de Mato Grosso (Tabela 5).

Tabela 5: Estatística descritiva para os valores de temperatura mínima (°C).

Mês	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Curtose	Assimetria	Desvio Padrão
Jan	21,1	21,3	23,5	18,1	0,2	-0,7	1,3
Fev	21,1	21,3	23,4	18,4	0,1	-0,7	1,2
Mar	20,8	21,1	23,3	17,9	0,3	-0,7	1,3
Abr	19,6	19,9	22,5	16,4	0,3	-0,7	1,5
Mai	17,1	17,2	20,7	13,6	0,2	-0,5	1,7
Jun	15,2	15,3	18,9	11,6	-0,3	-0,3	1,7
Jul	14,5	14,7	17,8	10,6	-0,2	-0,4	1,7
Ago	15,8	15,8	18,5	10,9	0,3	-0,6	1,8
Set	18,2	18,3	21,2	12,9	0,7	-0,7	1,8
Out	19,9	20,2	22,9	14,6	0,8	-0,8	1,8
Nov	20,5	20,7	23,2	16,5	0,4	-0,8	1,6
Dez	20,9	21,2	23,4	18,1	-0,1	-0,6	1,4
Ano	18,7	19	21,2	15	0,5	-0,9	1,5

De modo geral, o modelo de semivariograma que apresentou menor valor de RMSE para a variável precipitação, na estação das chuvas (outubro a abril) foi o modelo exponencial. Segundo Xavier et al. (2010) e Alves e Vecchia (2011), quanto mais próximo de zero os valores de RMSE mais precisa será a estimativa feita pelo modelo (Tabela 6).

Tabela 6: Parâmetros dos semivariogramas para precipitação do Estado de Mato grosso.

Mês	Modelo	RMSE	C ₀	Alcance (km)	C ₀ +C ₁	GD (%)
Jan	Exponencial	29,40	438,27	595,86	2.151,44	79,63
Fev	Exponencial	36,22	67,49	682,58	3.095,74	97,82
Mar	Exponencial	28,38	181,33	362,06	2.115,34	91,43
Abr	Circular	21,69	66,63	916,22	1.842,12	96,38
Mai	Gaussiano	17,29	206,79	1.296,58	1.039,02	80,10
Jun	Gaussiano	14,37	0,45	1.326,27	1,67	72,99
Jul	Gaussiano	13,88	0,60	1.326,27	1,70	64,89
Ago	Gaussiano	11,05	104,48	1.267,56	261,43	60,04
Set	Circular	14,47	120,74	793,81	447,64	73,03
Out	Exponencial	22,04	154,64	210,26	737,34	79,03
Nov	Gaussiano	22,34	146,58	117,58	1.091,81	86,57
Dez	Circular	30,51	201,91	101,87	908,86	77,78
Ano	Gaussiano	145,87	6.852,37	123,03	31.267,66	78,08

C₀: efeito pepita; C₀+C₁: patamar; GD: grau de dependência espacial.

Concordando com os resultados obtidos por Mello et al. (2008) em outros estudos de distribuição de precipitação pluvial, como o de Minas Gerais, em que foram modelados semivariogramas pelos modelos esférico, exponencial e gaussiano, sendo que o modelo exponencial foi superior aos demais em 75% das situações analisadas. Do mesmo modo, Carvalho et al. (2004) observaram em estudo da precipitação pluvial média anual para o Estado

de São Paulo que o modelo exponencial ajustou-se melhor aos semivariogramas que os modelos esférico e gaussiano.

O emprego do modelo exponencial para o mapeamento da precipitação pluviométrica, na estação chuvosa, encontrou forte estrutura de dependência espacial, evidenciado pelos baixos valores de RSME, sendo este o modelo mais indicado para estudos ligados à distribuição das chuvas (Ávila et al., 2009).

No período seco (maio a setembro) o melhor modelo de ajuste foi o gaussiano, o que pode ser explicado pela grande variação da precipitação ocorrente no período, mas mostrando nítida continuidade espacial do atributo estudado, efeito destacado por Mousinho et al. (2006) em estudo de variabilidade espacial de precipitação anual no Estado de Piauí.

Observou-se para precipitação que a dependência espacial foi maior nos meses da estação chuvosa, indicando que no período seco a precipitação tem caráter local. Para as variáveis Tmed e Tmax este efeito também se repetiu, segundo Varejão-Silva (2006) a umidade do ar influencia no comportamento da temperatura, pois a água atua como termorreguladora. O GD é considerado muito alto para os meses compreendidos como chuvosos (outubro a março), com exceção de outubro, dezembro e janeiro, que são considerados altos. Na estação seca o GD é considerado alto para todos os meses, menos para maio que é considerado muito alto, por ser um mês de transição entre os períodos chuvoso e seco.

Para a variável temperatura mínima os valores de RMSE apresentaram baixa amplitude, permanecendo próximos de zero, conferindo maior qualidade dos valores calculados (Xavier et al., 2010; Alves e Vecchia, 2011). Os modelos que apresentaram melhor ajuste dos semivariogramas foram o gaussiano e o circular. Nota-se que o RSME para a variável temperatura apresentou variação anual de 1,05 (temperatura mínima) a 1,47 (temperatura máxima) (Tabelas 7, 8 e 9). Diferentemente do ocorrido com a precipitação pluviométrica o modelo exponencial não obteve o melhor ajuste em nenhuma das variáveis de temperatura (máxima, média e mínima) e meses do ano.

De maneira geral, observa-se que o GD para a temperatura mínima apresentou grande oscilação entre os meses do ano, variando de baixo em dezembro (33,71%) a alto em janeiro,

fevereiro, maio, julho e agosto, apresentando valores de 72,82%, 78,21%, 72,82%, 72,80% e 67,87%, respectivamente.

Tabela 7: Parâmetros dos semivariogramas para temperatura mínima do Estado de Mato Grosso.

Mês	Modelo	RMSE	C_0	Alcance (km)	C_0+C_1	GD
Jan	Gaussiano	0,92	0,56	106,427	2,06	72,82
Fev	Gaussiano	0,85	0,41	106,43	1,90	78,21
Mar	Circular	0,96	0,98	404,22	1,95	49,88
Abr	Circular	1,12	1,31	404,22	2,63	51,32
Mai	Esférico	1,13	0,77	358,03	2,83	72,82
Jun	Circular	1,29	1,10	266,40	2,70	59,46
Jul	Circular	1,25	0,71	262,40	2,52	72,80
Ago	Circular	1,29	1,01	266,40	3,13	67,87
Set	Gaussiano	1,36	1,81	296,21	3,79	47,83
Out	Gaussiano	1,46	2,20	319,55	4,00	55,00
Nov	Esférico	1,23	1,40	319,55	2,87	49,01
Dez	Gaussiano	1,05	0,76	106,43	2,24	33,71
Ano	Gaussiano	1,05	1,12	319,55	2,48	45,16

C_0 : efeito pepita; C_0+C_1 : patamar; GD: grau de dependência espacial.

Tabela 8: Parâmetros dos semivariogramas para temperatura média do Estado de Mato Grosso.

Mês	Modelo	RMSE	C_0	Alcance (km)	C_0+C_1	GD
Jan	Gaussiano	0,81	0,23	111,82	2,34	90,03
Fev	Gaussiano	0,88	0,15	117,04	1,89	92,28
Mar	Gaussiano	0,99	0,39	117,04	1,93	80,00
Abr	Circular	1,22	1,20	331,72	2,46	51,18
Mai	Esférico	1,32	0,81	523,50	3,38	76,15
Jun	Circular	1,34	1,26	246,59	2,82	55,25
Jul	Circular	1,44	1,04	264,06	2,92	64,37
Ago	Circular	1,54	2,09	523,50	4,07	48,71
Set	Gaussiano	1,66	1,97	331,72	3,24	39,18
Out	Circular	1,37	0,73	111,82	2,40	69,74
Nov	Gaussiano	1,07	0,73	111,82	2,38	69,50
Dez	Gaussiano	0,87	0,31	111,82	2,49	87,45
Ano	Gaussiano	1,21	1,19	190,41	2,24	46,78

C_0 : efeito pepita; C_0+C_1 : patamar; GD: grau de dependência espacial.

Observa-se que os valores de RSME para temperatura média, assim como os verificados para temperatura mínima do ar também foram menores nos modelos gaussiano e circular para a maioria dos meses do ano, indicando-os como melhores modelos de ajuste. Do mesmo modo, o modelo gaussiano apresentou melhor ajuste em todos os meses do ano, para os valores de

temperatura máxima, apresentando valores de RMSE variando de 0,91 em fevereiro a 2,45 em agosto.

Tabela 9: Parâmetros dos semivariogramas para temperatura máxima do Estado de Mato Grosso.

Mês	Modelo	RMSE	C_0	Alcance (km)	C_0+C_1	GD
Jan	Gaussiano	0,97	0,38	117,31	2,67	85,59
Fev	Gaussiano	0,90	0,24	117,31	2,71	91,20
Mar	Gaussiano	1,05	0,64	117,31	2,78	77,04
Abr	Gaussiano	1,43	1,47	106,25	3,64	59,48
Mai	Gaussiano	1,58	2,10	189,54	4,22	50,17
Jun	Gaussiano	2,11	3,55	207,68	6,58	46,00
Jul	Gaussiano	2,17	3,58	214,10	6,92	48,31
Ago	Gaussiano	2,45	5,48	207,68	8,69	36,93
Set	Gaussiano	2,27	4,96	207,68	7,62	34,91
Out	Gaussiano	1,76	3,18	318,14	4,61	30,91
Nov	Gaussiano	1,34	1,17	106,25	3,87	69,75
Dez	Gaussiano	1,31	1,15	64,27	3,15	63,59
Ano	Gaussiano	1,47	2,03	189,54	3,41	40,64

C_0 : efeito pepita; C_0+C_1 : patamar; GD: grau de dependência espacial.

De acordo com os valores de GD para os modelos ajustados, observa-se que as variáveis temperatura média e temperatura máxima apresentaram, em alguns meses, grau de dependência espacial baixo, dificultando o ajuste do semivariograma (Mello et al., 2008).

A precipitação anual do estado (Figura 2) variou entre 1.200 e 2.200 mm com os valores decrescendo no sentido norte sul, corroborando com os resultados observados por Moraes et al. (2005) para o estado do Pará, cuja precipitação anual média ficou entre 1.800 e 2.300 mm na região sul deste estado que faz divisas com Mato Grosso.

A variação temporal da precipitação indicou a ocorrência de duas estações no estado de Mato Grosso, uma chuvosa, de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro, corroborando com estudos para alguns municípios do estado, como os estudos de Dallacort et al. (2010), Moreira et al. (2010), Martins et al. (2011), Dallacort et al. (2011) e Pizzato et al. (2012), bem como o esperado em toda a região central do Brasil (Gan e Moscati, 2003).

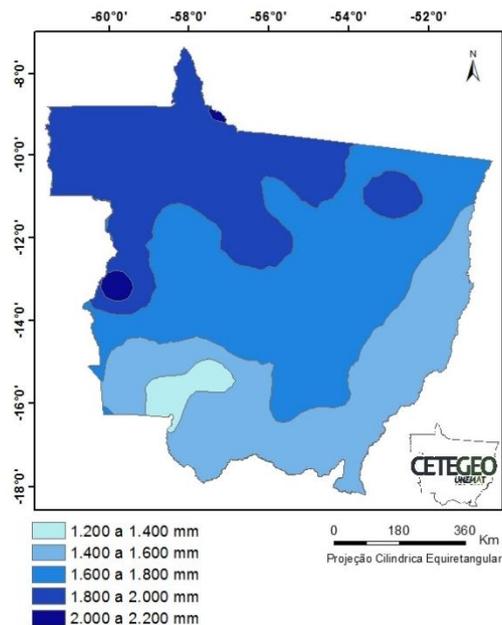


Figura 2: Precipitação (mm) anual para o Estado de Mato Grosso.

Observa-se que no início da estação chuvosa, mês de outubro, as precipitações se concentram ao norte do estado, progredindo para o sul com o passar dos meses (Figura 3), pois o principal mecanismo atmosférico responsável pelas precipitações da estação chuvosa no centro oeste é um sistema de alta pressão situado sobre a Bolívia que denominará a circulação atmosférica na América do Sul (Molion, 1987).

Na estação seca (Figura 4) segundo Gan e Moscati (2003) este sistema de alta pressão perde força e recua para o norte. Sem este mecanismo, o sul da Amazônia e o Cerrado mato-grossense ficam dependentes das frentes frias para que ocorra precipitação. Observa-se que boa parte do estado apresenta média que em alguns anos pode chegar a zero nos meses de junho, julho e agosto.

Na região do pantanal (Figuras 3 e 4) observa-se maior distribuição da precipitação durante o ano. Apesar desta região possuir as menores somas pluviométricas anuais do estado, este fato pode estar relacionado à grande umidade ali presente, ocasionando chuvas do tipo convectivas, durante o período de seca.

Nota-se ainda grande disparidade no total precipitado na região do Cerrado (centro e leste do estado) quando comparadas as estações chuvosa e seca. Segundo Assad et al. (1993) a

estação chuvosa pode ser responsável por até 90% do total precipitado durante o ano neste bioma.

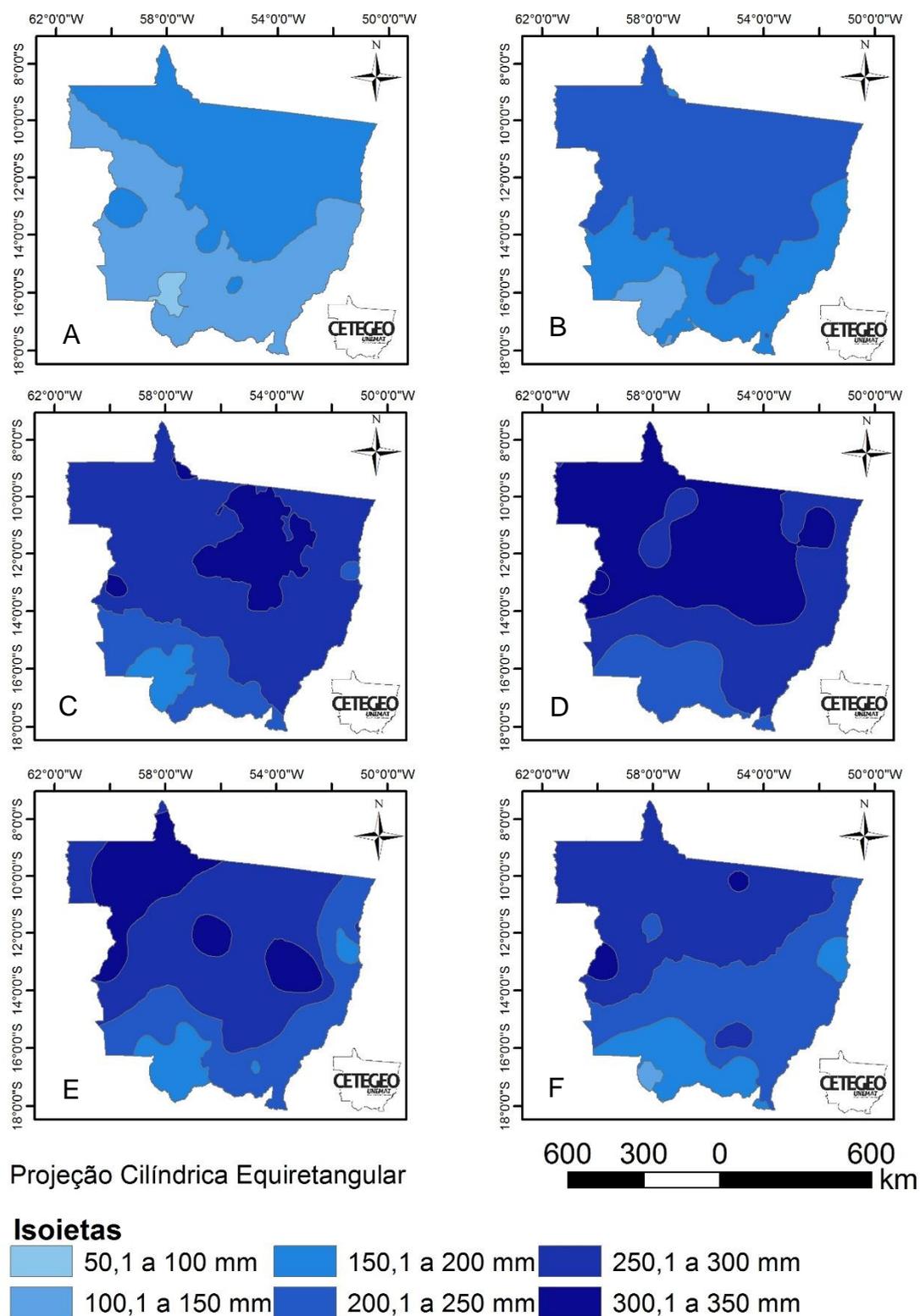


Figura 3: Precipitação pluvial nos meses de outubro (A), novembro (B), dezembro (C), janeiro (D), fevereiro (E) e março (F) para o Estado de Mato Grosso.

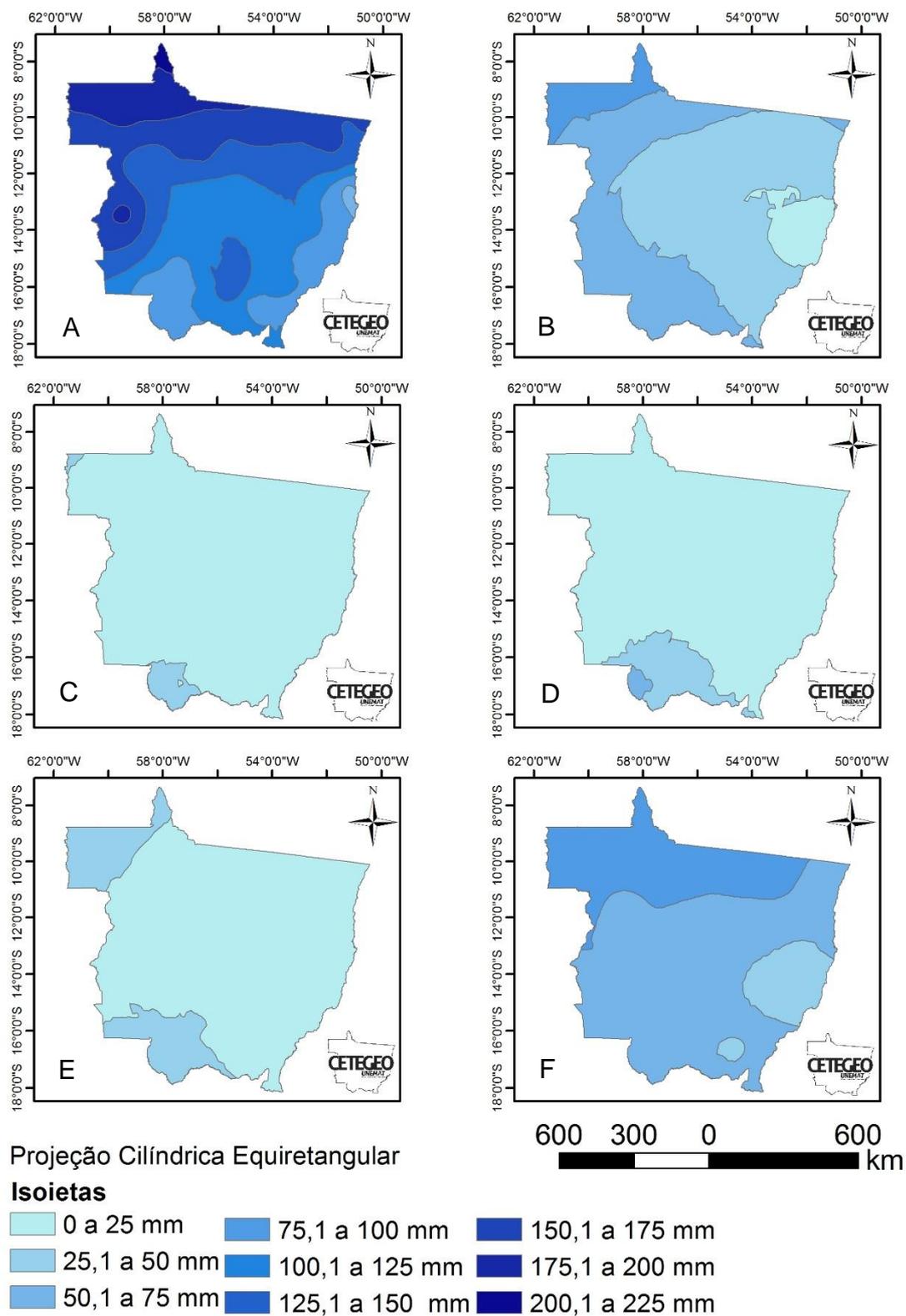


Figura 4: Precipitação pluvial nos meses de abril (A), maio (B), junho (C), julho (D), agosto (E) e setembro (F) para o Estado de Mato Grosso.

A Tmax anual (Figura 5) ficou entre 28,30 e 33,30 °C, estando situadas no nordeste do estado as maiores temperaturas. A Tmed anual do estado variou entre 22,39 e 26,56 °C (Figura 6). Observa-se, entretanto que boa parte do território (69,77%) apresentou Tmed de 24,47 e 25,52 °C. A média anual da Tmim (Figura 7) para o estado situou-se entre 16,03 e 20,18, porém 62,39% da área do estado estão no intervalo de 18,11 a 19,15 °C. Garcia et al. (2013) para a região de Sinop – MT, com 30 anos de dados de observações, verificaram comportamento próximo ao descrito acima.

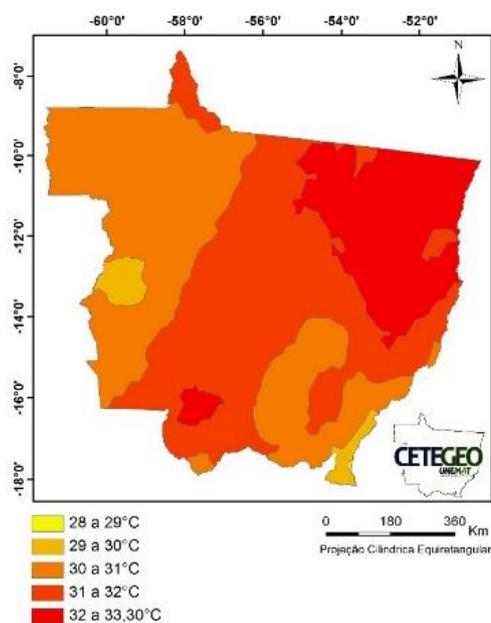


Figura 5: Temperatura máxima do ar anual para o Estado de Mato Grosso.

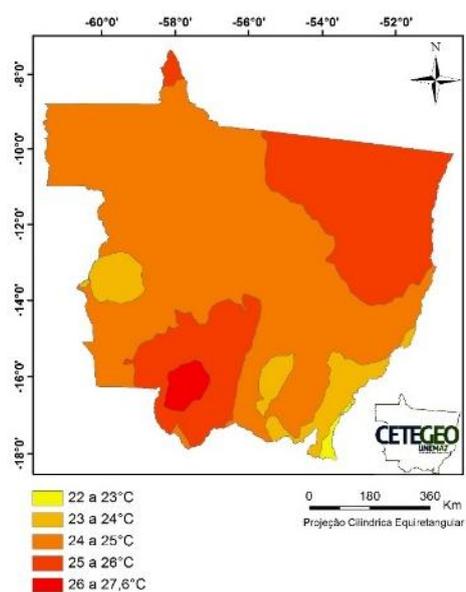


Figura 6: Temperatura mínima do ar anual para o Estado de Mato Grosso.

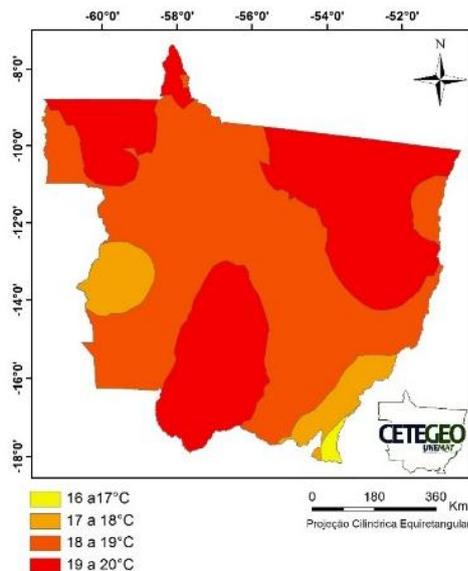


Figura7: Temperatura mínima do ar anual para o Estado de Mato Grosso.

No período chuvoso as temperaturas máximas (Figura 8) variaram entre 28,2 e 34 °C, sendo que as maiores máximas foram observadas no mês de outubro. Para este mesmo período as temperaturas médias (Figura 9) do ar variam de 23 a 27,88 °C, sendo o mês de novembro com os maiores valores. Quanto à temperatura mínima (Figura 10), variou entre 17 e 23,54 °C, apresentando os menores valores em outubro. Resultados obtidos por Vilani et al. (2006) em estudo sobre sazonalidade das variáveis climáticas em uma floresta de transição no Estado de Mato Grosso ficaram de acordo com o presente estudo.

Na estação seca as temperaturas máximas (Figura 11) foram maiores que as observadas no período chuvoso, variando entre 26 e 35,8 °C, apresentando ainda uma maior amplitude. As temperaturas médias (Figura 12), entretanto, foram menores variando entre 19 e 27 °C. As temperaturas mínimas (Figura 13) também foram menores apresentando regiões com média mensal de 17 °C e não mais que 21 °C. Dallacort et. al. (2010) em estudo para Cáceres, Campo Novo do Parecis, Cuiabá, Diamantino e Tangará da Serra, todos municípios de Mato Grosso, observaram comportamento semelhante à presente pesquisa.

Em todos os meses, as menores temperaturas foram observadas no sul do estado, demonstrando a forte correlação entre a radiação solar e a temperatura, uma vez que esta tende a ser maior quanto mais próxima à Linha do Equador.

Outro fator determinante na temperatura do ar é a presença de água no ambiente, pois segundo Varejão-Silva (2006), esta atua como termorreguladora, ou seja, diminuindo a amplitude térmica, explicando, por exemplo, o fato das maiores máximas ocorrerem no período de seca, coincidente com o inverno, onde também ocorrem as menores temperaturas mínimas.

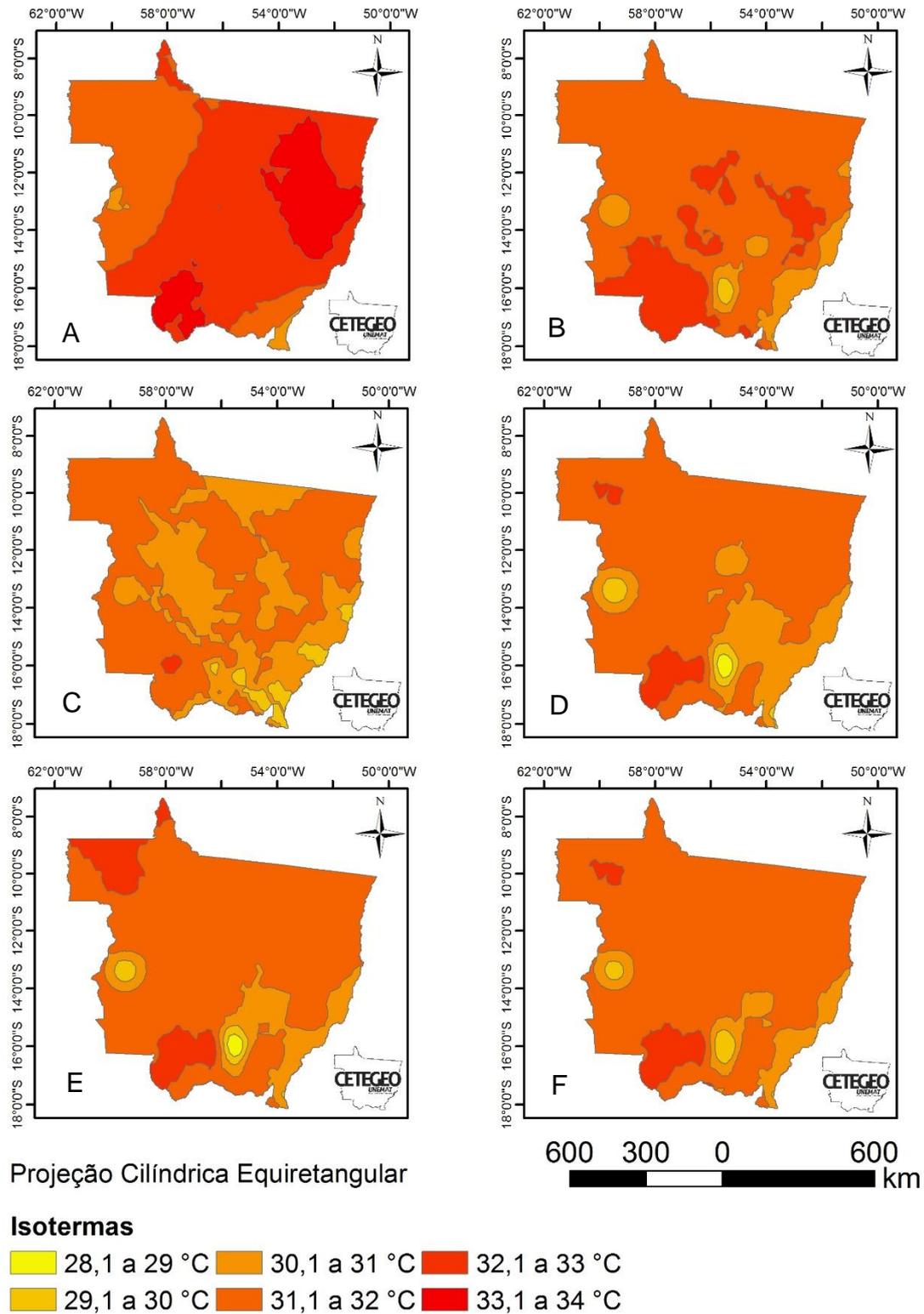


Figura 8: Temperatura máxima do ar nos meses de outubro (A), novembro (B), dezembro (C), janeiro (D), fevereiro (E) e março (F).

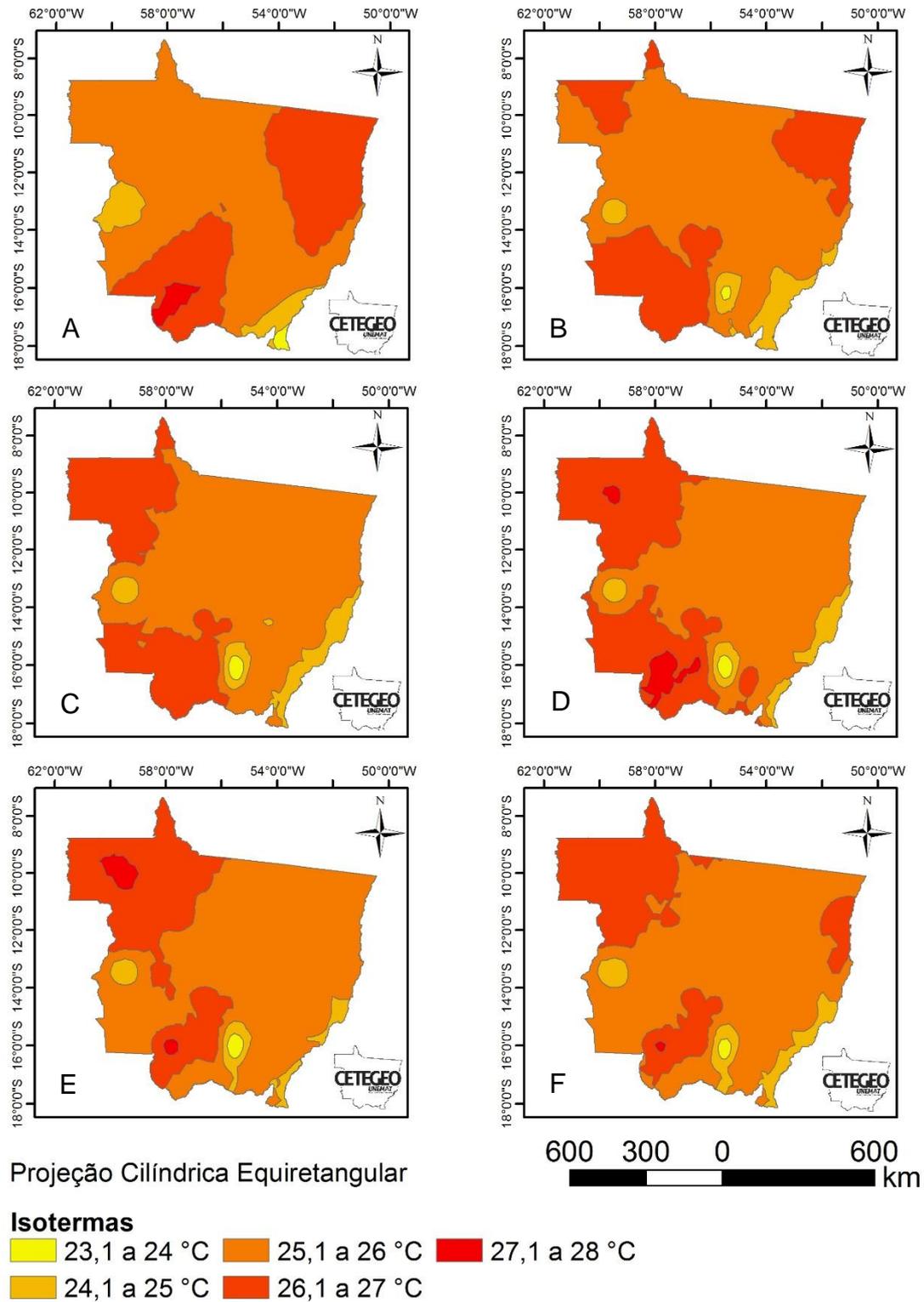


Figura 9: Temperatura média do ar nos meses de outubro (A), novembro (B), dezembro (C), janeiro (D), fevereiro (E) e março (F).

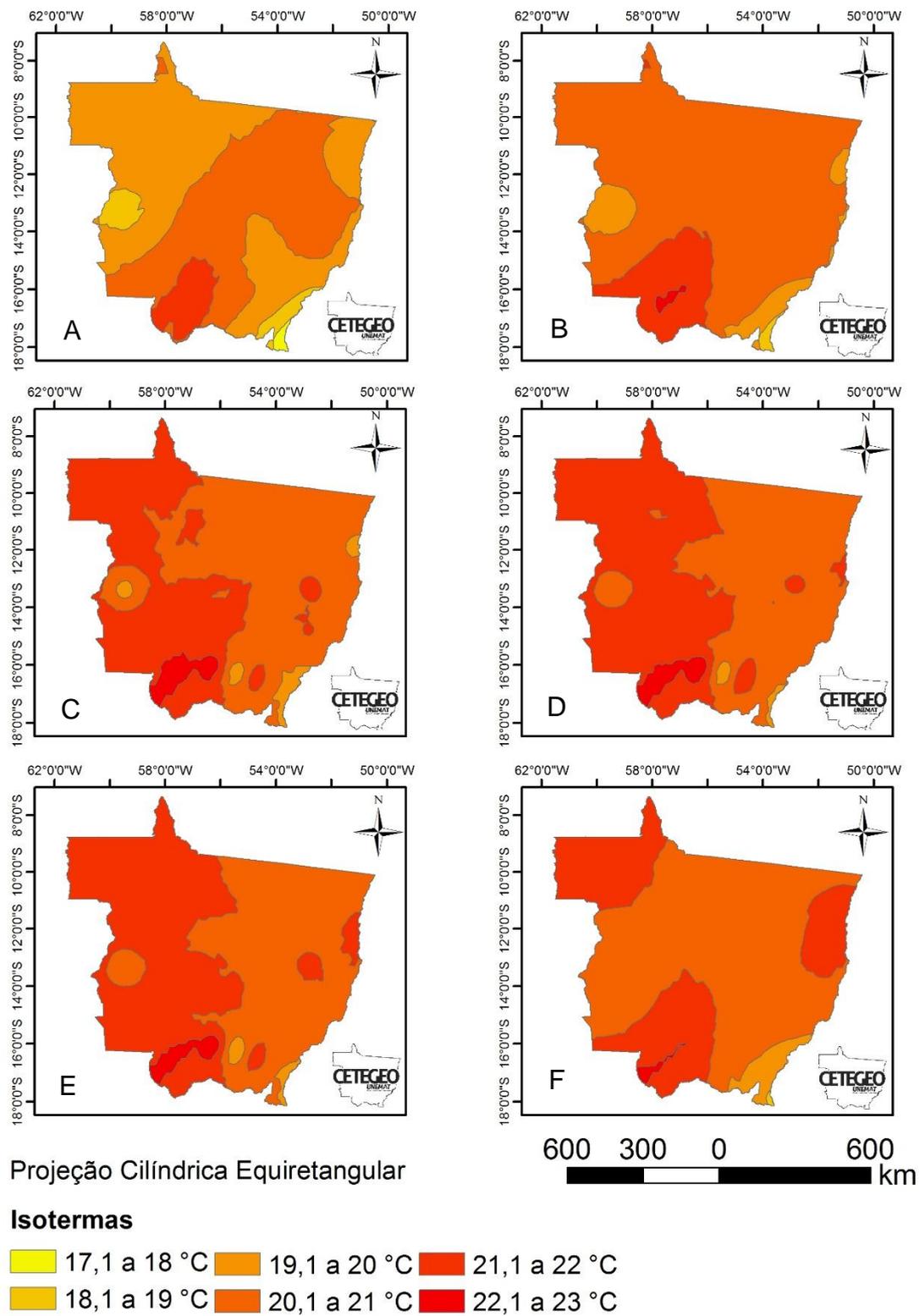


Figura 10: Temperatura mínima do ar nos meses de outubro (A), novembro (B), dezembro (C), janeiro (D), fevereiro (E) e março (F).

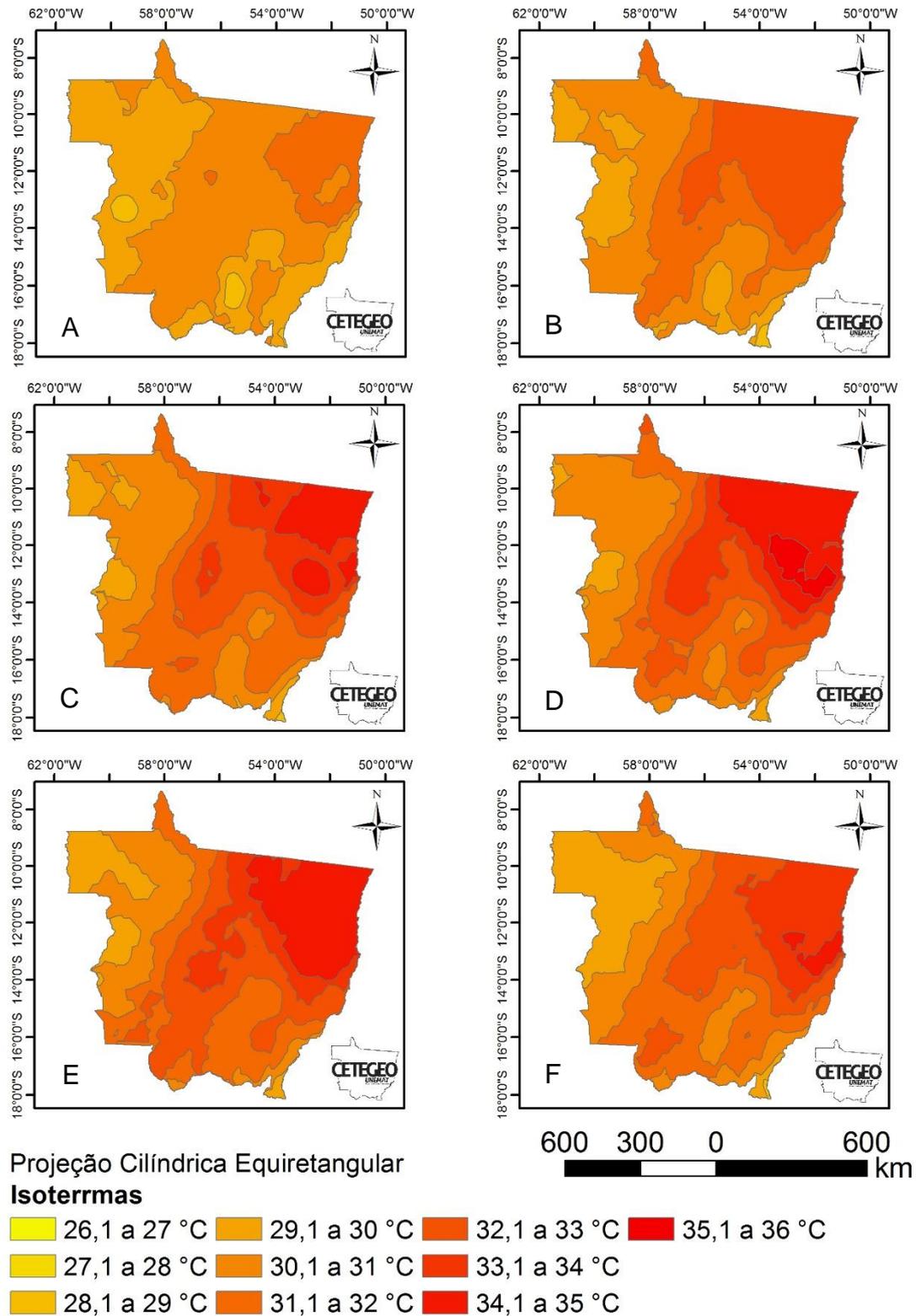


Figura 11: Temperatura máxima do ar nos meses de abril (A), maio (B), junho (C), julho (D), agosto (E) e setembro (F).

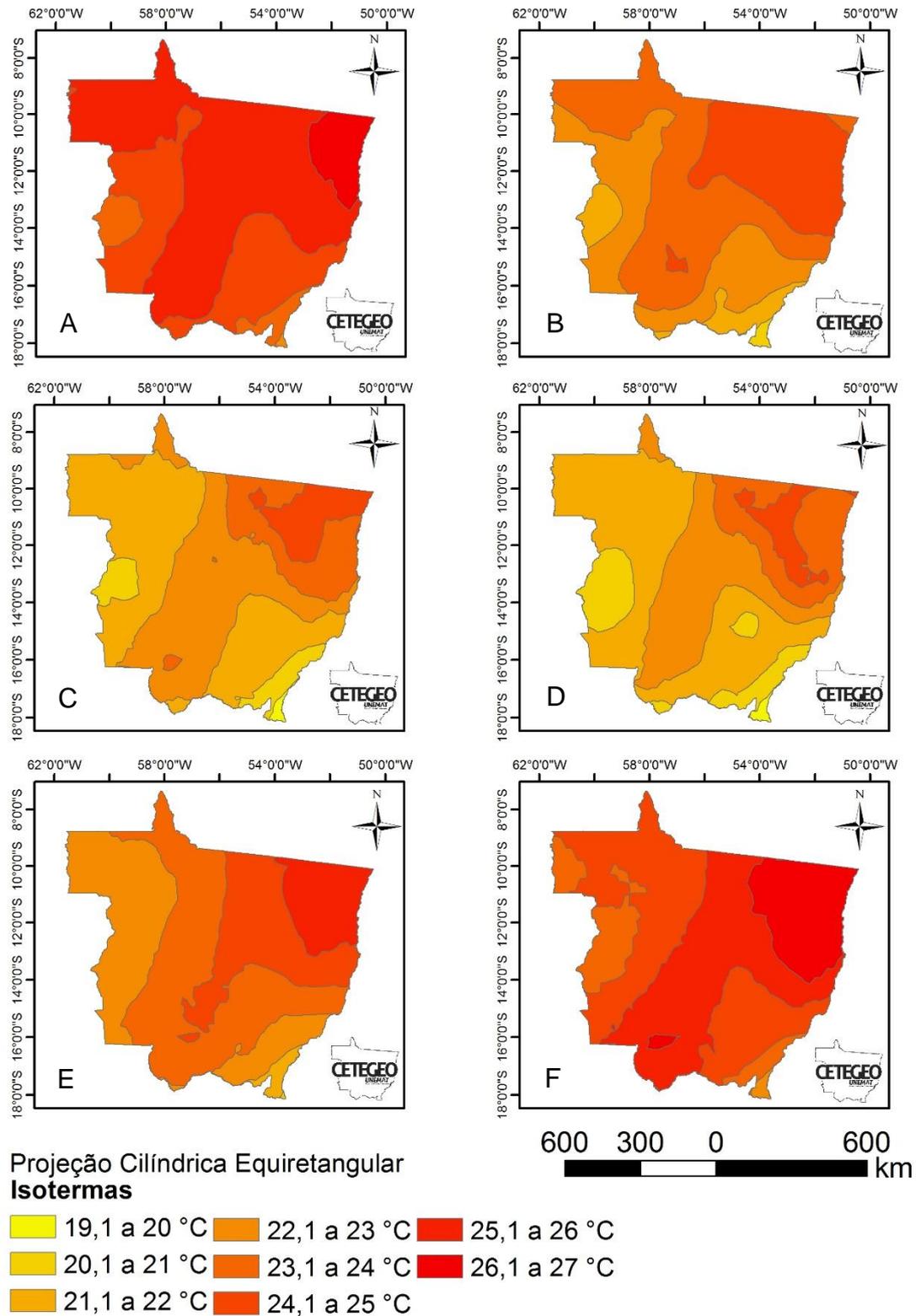


Figura 12: Temperatura média do ar nos meses de abril (A), maio (B), junho (C), julho (D), agosto (E) e setembro (F).

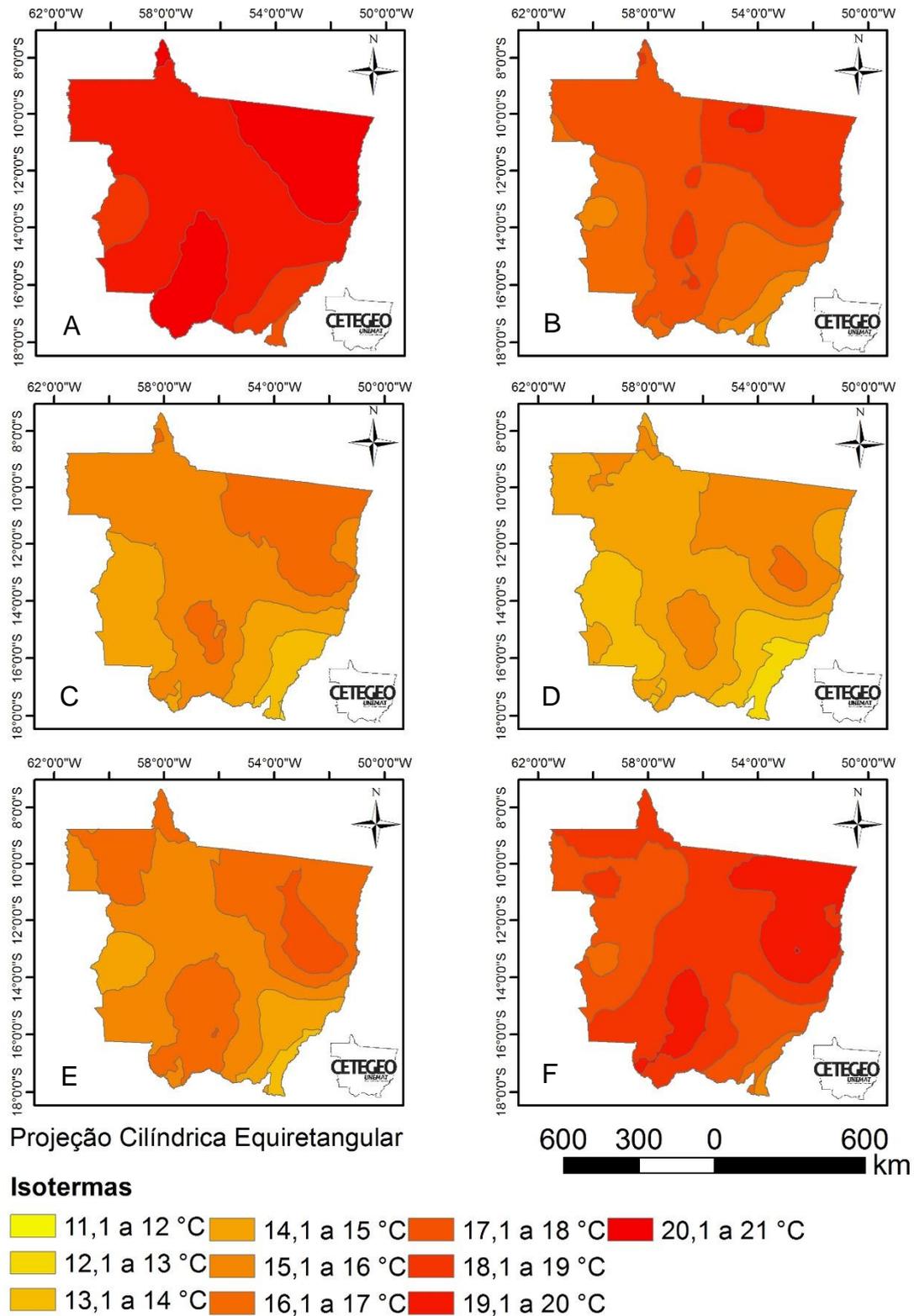


Figura 13: Temperatura mínima do ar nos meses de abril (A), maio (B), junho (C), julho (D), agosto (E) e setembro (F).

A partir da análise dos resultados obtidos neste trabalho foi possível observar que a precipitação do Estado de Mato Grosso está diretamente relacionada às frentes equatoriais provenientes da Amazônia, responsáveis pelas precipitações no período chuvoso. Deste modo o norte do estado apresenta as maiores médias pluviométricas durante o ano, apresentando um período chuvoso mais longo que o restante do estado.

Todavia na estação seca as chuvas passam a ser dependentes das frentes frias provenientes do polo sul e as maiores precipitações passam a ocorrer no sul do estado, sendo que neste período as precipitações apresentam maior variabilidade espacial, uma vez que chegam com menor intensidade ao estado, tornando as precipitações mais dependentes de fatores microclimáticos.

Quanto à temperatura, observa-se que esta é influenciada diretamente pela radiação solar e presença de água na atmosfera, com as maiores temperaturas médias ocorrendo na região do Cerrado e durante o período chuvoso, este período apresenta ainda as menores máximas e as maiores mínimas indicando menor amplitude térmica, justamente pela presença de água na atmosfera. Contudo, o período seco é marcado pelas maiores máximas e menores mínimas bem como maiores variações espaciais para as três temperaturas máximas médias e mínimas do ar, reduzindo a qualidade das interpolações realizadas.

4. CONCLUSÕES

O método exponencial foi o que melhor se ajustou à estimativa da precipitação no período chuvoso, enquanto que para a estação seca o gaussiano se sobressaiu aos demais modelos.

O modelo gaussiano apresentou o melhor ajuste para todas as temperaturas, principalmente a temperatura máxima.

O Estado de Mato Grosso possui duas estações bem definidas, uma chuvosa de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro.

As maiores alturas pluviométricas ocorrem no norte do Estado no bioma Amazônia, enquanto que as menores ocorrem na região Sul do Estado no bioma Pantanal.

A temperatura média é maior no período chuvoso, já as maiores máximas e as menores mínimas ocorrem na estação seca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. D. L.; VECCHIA, F. A. S. Análise de diferentes métodos de interpolação para a precipitação pluvial no Estado de Goiás. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-197, 2011.

ASSAD, E. D.; SANO, E. Y.; MASUTOMO, R.; CASTRO, L. H. R.; SILVA, F. A. M. Veranicos da região dos cerrados brasileiros frequência e probabilidade de ocorrência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.9, p. 993 - 1003, 1993.

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R.; VIOLA, M. R. Mapeamento da precipitação mínima provável para o sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 906-915, 2009.

BARBOSA, J. P. M. Utilização de método de interpolação para análise e espacialização de dados climáticos: o SIG como ferramenta. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.9, n.17, p. 85-96, 2006.

BECKER, E. L. S; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. Relação entre solo e clima no Rio Grande do Sul, segundo diferentes modelos edafoclimáticos. **Revista Geografar**, Curitiba, v.8, n.1, p. 7-27, 2013.

BEIJO, L. A.; VIVANCO, M. J. F.; MUNIZ, J. A. Análise bayesiana no estudo do tempo de retorno das precipitações pluviais máximas em Jaboticabal (SP). *Revista Ciências e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 1, p. 261-270, 2009.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; CHAGAS, A. C.; EBERHARDT, D. Clima e vegetação natural do Estado do Rio Grande Do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 91-100, 2007.

CARVALHO, J. R. P.; VIEIRA, S. R.; VENDRUSCULO, L. G. **Uso da técnica de mínimos quadrados ponderados para ajuste de modelos aos semivariogramas**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2004. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 11).

COELHO, E. C.; SOUZA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; Pinheiro Neto, R. Influência da densidade amostral e do tipo de interpolador na elaboração de mapas temáticos. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 165-174, 2009.

DALCHIAVON, F. C; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012.

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**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.

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 Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 373-379, 2010.

FARIA, R. T.; CHIBANA, E. Y.; CARAMORI, P. H. Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.2, p. 372-387, 2003.

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

GARCIA, R. G.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; SERIGATTO, E. M.; FARIA JUNIOR, C. A. A.; Calendário agrícola para a cultura do milho em Sinop (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 218-222, 2013.

GUARDIMAN JUNIOR, B. S.; MAGALHÃES, I. A. L.; FREITAS, C. A. A.; CECÍLIO, R. A. Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES). **Ambiência**, Guarapuava, v.8, n.1, p. 61-71, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Agrícola, Março de 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IPCC Climate Change 2007: Summary for policymakers. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

MARCUZZO, F. F. N.; ANDRADE, L. R.; MELO, D. C. R. Métodos de interpolação matemática no mapeamento de chuvas do Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.4, n.1, p. 793-804, 2011.

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 Meteorologia**, São Paulo, v. 26, n. 4, dez. 2011.

MEDEIROS, S. S.; CECÍLIO, R. A.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; SILVA JUNIOR J. L. C. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.2, p.247-255, 2005.

MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; MELLO, J. M.; SILVA, A. M. Continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 532-539, 2008.

MOLION, L. C. B. Climatologia dinâmica da região amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 2, n.1, p. 107-117, 1987.

MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v.35, n.2, p. 207-214, 2005.

MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; MAGALHÃES, R. A.; INOUE, M. H.; STIELER, M. C.; SILVA, D. J.; MARTINS, J. A. Distribuição e probabilidade de ocorrências de chuvas no município de Nova Maringá – MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 9-20, 2010.

MOUSINHO, F. E. P.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; GONÇALVES, A. C. A.; FRIZZONE, J. A. Variabilidade espacial dos percentis 75 da precipitação pluvial anual para o Estado do Piauí. **Revista Irriga**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 178-187, 2006.

PIZZATO, J. A.; DALLACORT, R.; TIEPPO, R. C.; MODOLO, A. J.; CREMON, C.; MOREIRA, P. S. P. Distribuição e probabilidade de ocorrência de precipitação em Cáceres (MT). **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 137-142, 2012.

RIBEIRO, B. T.; AVANZI, J. C.; MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, L. M. N. Comparação de distribuições de probabilidade e estimativa da precipitação provável para a região de Barbacena, MG. **Revista Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1297-1302, 2007.

SEDTUR. **Aspectos Geográficos do Estado de Mato Grosso**. 2013. Disponível em: <turismo.sedtur.mt.gov.br/imprime.php?cid=83&sid=74> , acesso em 05/07/2013.

SOARES, V. P.; ZANETI, L. 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, v.32, n.2, p.251-258, 2008.

SOUSA, S. A. V. Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de rendimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Bras v. 33, n. 12, p. 1952-1956, 1998.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital, Recife, 2006, 449 f.

VIEIRA, J. P. G.; SOUZA, M. J. H.; TEIXEIRA, J. M.; CARVALHO, F. P. Estudo da precipitação mensal durante a estação chuvosa em Diamantina, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 762-767, 2010.

VILANI, M. T.; SANCHES, L.; NOGUEIRA, J. S.; PRIANTE-FILHO, N. Sazonalidade da radiação, temperatura e umidade em uma floresta de transição Amazônia Cerrado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 21, n. 3b, p. 331-343, 2006.

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**, Rio de Janeiro, v.62, n.1, p. 67-76, 2010.

ARTIGO 2

Zoneamento agroclimático da cultura do girassol semeada em segunda safra para o

Estado de Mato Grosso

[Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Tropical]

Resumo: O Girassol diferencia-se entre as oleaginosas produzidas no estado de Mato Grosso por suas características como baixa demanda hídrica, resistência ao frio e ao calor e qualidade do óleo produzido. O presente trabalho objetivou determinar o zoneamento agroclimático do girassol segunda safra para o Estado de Mato Grosso. Foram utilizados dados diários de precipitação, temperatura mínima, média e máxima do ar de 38 estações meteorológicas no localizados no estado em estados limítrofes. O balanço hídrico decendial da cultura foi calculado utilizando a planilha BHcult[®] e a partir deste obteve-se o índice de satisfação de necessidade de água, que posteriormente foi espacializado através de Krigagem ordinária, utilizando quatro modelos de semivariogramas sendo escolhido o melhor modelo pela raiz quadrada do erro quadrático médio, determinando assim as zonas e épocas aptas ao cultivo do girassol. O modelo de semivariograma gaussiano foi o que melhor se adequou aos valores de índice de satisfação de necessidade de água. Quanto ao zoneamento agroclimático verificou-se que todo o estado é apto ao cultivo desta oleaginosa até o sexto decêndio. No sétimo decêndio começam a ocorrer áreas não aptas ao cultivo, que aumentam progressivamente a partir do leste do estado até o décimo quarto decêndio quando já não se observam áreas aptas a semeadura.

Palavras-chave: Climatologia agrícola, balanço hídrico da cultura, *Helianthus annuus* L., planejamento agrícola, Krigagem.

26 **Agroclimatic zoning of sunflower sowing winter crop in the State of Mato Grosso**

27

28 **Abstract:** The Sunflower differs from the other oil grains produced in the Mato Grosso State
29 by its characteristics, such as low water demand, resistance to cold and heat and quality of oil
30 produced. This work aimed to determine the agroclimatic zoning for winter crop sunflower in
31 Mato Grosso State. It was daily data of precipitation, minimum, average and maximum air
32 temperature of 38 weather stations located in the State in neighboring States. The culture
33 decennial water balance was calculated using the BHcult® spreadsheet and from that it was
34 obtained the water requirement satisfaction index, which was spatialized through ordinary
35 kriging, using four semivariograms models and chosen the best model by the square root from
36 the mean square error, thus determining the areas and times suitable for sunflower cultivation.
37 The Gaussian semivariogram model was the one best suited to the values of water
38 requirement satisfaction index. The agroclimatic zoning it was found that every State is fit to
39 this oilseed cultivation until the sixth decennial period. In the seventh decennial period areas
40 unfit for cultivation increasing gradually from the eastern State until the fourteenth decennial
41 period, when no longer it is observed suitable sowing areas.

42 **Keywords:** Agricultural climatology, culture water balance, *Helianthus annuus* L.,
43 agricultural planning, Kriging.

44

45 **Introdução**

46

47 No atual sistema produtivo, a segunda safra assume cada vez mais um papel
48 importante no agronegócio. Segundo Pitol et al. (2010) a principal espécie cultivada em
49 segunda safra no estado de Mato Grosso é o milho, com a janela de plantio de janeiro a

50 fevereiro, o que leva a uma ociosidade das áreas agrícolas neste período, sendo então o
51 girassol uma opção uma vez que apresenta uma maior janela de semeadura.

52 O girassol destaca-se entre as plantas oleaginosas produzidas no estado por apresentar
53 características agronômicas desejáveis como ciclo curto, menor sensibilidade à seca e elevada
54 qualidade e rendimento de óleo (LEITE et al. 2005). O Estado de Mato Grosso é o maior
55 produtor desta cultura no Brasil, com uma área cultivada de 47.100 ha, 63% da área cultivada
56 no país, na safra 2012/2013. Apresentando ainda a maior produtividade entre os estados
57 produtores, 1.686 kg.ha^{-1} , o que fez com que sua participação na produção fosse de 68% da
58 produção nacional no ano agrícola em questão, porém a maior parte desta produção está
59 restrita a pequenas áreas na região da Chapada dos Parecis (CONAB, 2013).

60 O cultivo em segunda safra no estado é realizado após a colheita soja, a partir de
61 janeiro, quando as chuvas começam a diminuir, deste modo sendo mais exposta ao déficit
62 hídrico. Segundo Castro et al.(2006) e Silva et al. (2011) o déficit hídrico é fator
63 determinante no sucesso do cultivo do girassol e uma vez que ocorra na floração e, ou no
64 enchimento de grãos reduz significativamente a produção de aquênios e o teor de óleo nos
65 mesmos, reduzindo a produção e o rendimento.

66 Outro fator climático que interfere diretamente no desenvolvimento do girassol é a
67 temperatura do ar. Apesar desta espécie se adaptar a uma ampla faixa de temperatura, quando
68 se desenvolve em temperaturas abaixo de $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ apresenta baixa área foliar e reduzido número
69 de aquênios. Por outro lado, em temperaturas superiores a $34 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ocorre redução no teor de
70 óleo de aquênios e aumento da incidência de patógenos (CASTRO e FARIAS, 2005).

71 A época de semeadura é fundamental para o sucesso desta atividade, uma vez que há
72 uma resposta fisiológica diferente, de uma mesma cultivar, a diferentes condições climáticas
73 de uma dada região (BACKES, et al., 2008). A escolha da melhor época de semeadura

74 diminui ainda a incidência de doenças (SANGOI & KRUSE, 1993), portanto, reduz o volume
75 de defensivos agrícolas utilizados e os custos de produção, aumentando a rentabilidade.

76 O zoneamento agroclimático é uma ferramenta que possibilita a diminuição de riscos
77 de perdas por adversidades de natureza climática na atividade agrícola e são de extrema
78 importância à agricultura, determinando regiões e épocas nas quais a semeadura de
79 determinada cultura é exposta a menores riscos (MELO et al. 2004). Deste modo, o objetivo
80 deste trabalho foi realizar o zoneamento agroclimático do girassol semeado como segunda
81 safra para o Estado de Mato Grosso.

82

83 **Material e Métodos**

84

85 Foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica temperatura mínima
86 (Tmim), média (Tmed) e máxima (Tmax) do ar de 38 estações meteorológicas, cedidos pelo
87 site Agritempo[®], reunindo estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do
88 Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e Secretária de Estado do
89 Desenvolvimento Ambiental – RO (SEDAM) (Tabela1) localizados no Estado de Mato
90 Grosso e em estados limítrofes (Figura 1) com no mínimo 12 anos de observações devido à
91 baixa disponibilidade de séries de observações longas no estado.

92 Para o preenchimento de falhas e análise de consistência foi empregado o software
93 CLIMA (FARIA et al., 2003) desenvolvido pelo Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR).

94

95 Tabela 1: Estações meteorológicas e os intervalos observações utilizados.

Fonte	Estação meteorológica	Período	Latitude	Longitude	Altitude (m)
INMET	Alta Floresta	1979-2012	10°40'S	56°45'W	294
INMET	Aripuanã	1979-2012	10°9'S	59°27'W	105
INMET	Ariquemes	1982-2012	9°55'S	62°57'W	119
INMET	Cáceres	1962-2012	16°3'S	57°40'W	118
INMET	Cacoal	1978-2012	11°29'S	61°22'W	186
INMET	Caiapônia	1978-2012	16°58'S	51°49'W	737
INMET	Campo Verde	1977-2012	16°18'S	55°4'W	749
INMET	Canarana	1996-2010	13°30' S	52°30' W	430
INMET	Canarana	2000-2012	13°28'S	52°16'w	430
INMET	Chapadão do Sul	1983-2012	18°0'S	52°36'W	818
INMET	Comodoro	1971-2012	13°25'S	59°27'W	591
INMET	Conceição do Araguaia	1962-2012	8°16'S	49°16'W	156
INMET	Corumbá	1962-2012	19°1'S	57°39'W	130
INMET	Cuiabá	1961-2010	15°37'S	56°06'W	145
INMET	Cuiabá	1962-2012	15°37'S	56°6'W	145
INMET	Cuiabá	1968-2012	15°33'S	56°4'W	245
CPTEC	Cuiabá	1968-2012	15°37'S	56°6'W	151
INMET	Diamantino	1961-2010	14°24'S	56°27'W	286
SEDAM	Diamantino	1965-2012	12°17'S	55°17'W	415
INMET	Gleba Celeste	1973-2010	12°12'S	56°30'W	415
INMET	Humaitá	1980-2102	7°30'S	63°1'W	61
INMET	Jataí	1978-2012	17°52'S	52°35'W	663
INMET	Juara	1979-2012	11°22'S	57°31'W	260
INMET	Juína	1979-2012	11°22'S	58°46'W	374
INMET	Matupá	1987-2010	10°15'S	54°55'W	285
INMET	Mineiros	1974-2012	17°52'S	52°35'W	706
INMET	Nova Xavantina	1988-2010	14°42'S	52°21'W	316
INMET	Padre Ricardo Remetter	1987-2010	15°47'S	56°04'W	140
CPTEC	Paranatinga	1977-2012	14°25'S	54°2'W	474
INMET	Porto dos Gaúchos	1983-2012	11°32'S	57°25'W	274
INMET	Poxoréo	1977-2010	15°50'S	54°23'W	450
INMET	Rondonópolis	1995-2010	16°27'S	54°34'W	284
INMET	Rondonópolis	1966-2012	15°46'S	56°4'W	140
INMET	Rondonópolis	1966-2012	16°27'S	54°33'W	284
INMET	Santo Antônio do Leverger	2000-2012	16°27'S	54°28'W	284
INMET	São Felix do Araguaia	1977-2012	11°37'S	50°43'W	218
INMET	São Jose do Rio Claro	1996-2010	13°26'S	56°43'W	350
INMET	São Vicente	1998-2010	15°49'S	55°25'W	800

96

97 A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada utilizando o método de

98 Thornthwaite modificado, onde é utilizada a temperatura efetiva (Equação 1) como proposto

99 por Camargo e Picini (1995) e sugerido por Camargo e Camargo (2000) para regiões quentes

100 e secas onde o método Thornthwaite tende a subestimar a ET_o. Para o cálculo da

101 evapotranspiração da cultura foram utilizados os valores de coeficiente da cultura (Kc)
 102 descritos por Doorenbos e Kassam (1979) (Tabela 2).

$$T_{ef} = 0,36(3T_{max} - t_{min})$$

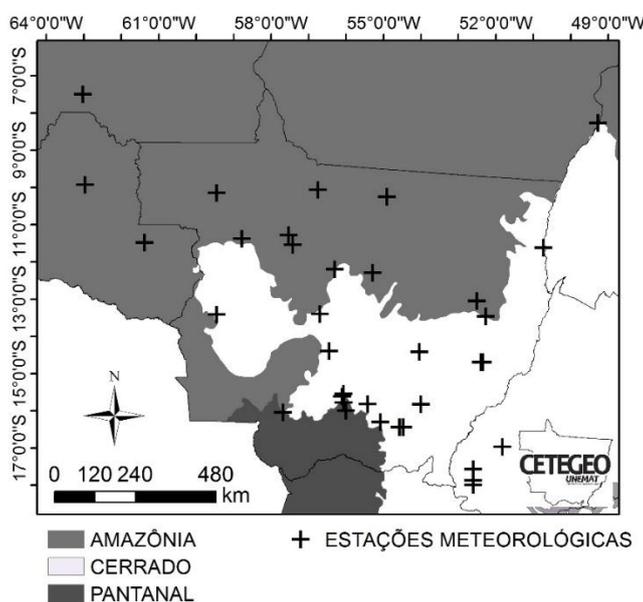
103 Onde:

104 T_{ef}: temperatura efetiva;

105 T_{max}: temperatura máxima

106 T_{min}: temperatura mínima

107



109 Figura 1: Distribuição espacial das estações meteorológicas e postos pluviométricos utilizados.

110

111 Tabela 2. Valores do coeficiente da cultura (kc) para as diferentes fases do desenvolvimento
 112 do girassol.

Fase do desenvolvimento	kc
Estabelecimento	0.3
Desenvolvimento vegetativo	0.7
Florescimento	1.05
Frutificação	0.7
Maturação	0.35

113 Adaptado de Doorenbos e Kassam (1979)

114 Para o cálculo de balanço hídrico foi utilizado *software* BHCult desenvolvido por
 115 Rolim et al. (1998) que utiliza o modelo proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Do
 116 mesmo modo a duração do ciclo da cultura para cada local foi calculada pelo mesmo software
 117 utilizando o método dos graus dias considerando os valores de soma térmica e temperatura
 118 base estabelecidos por Sentelhas et al. (1994).

119 Quanto à capacidade de água disponível (CAD) nos solos na zona radicular (CAD) os
 120 solos foram separados em três grupos, baixa (CAD 30 mm), média (CAD 50 mm) e alta
 121 (CAD 75 mm) de acordo com a classificação feita por Sans et al. (2001) (Tabela 2).

122
 123 Tabela 2. Classificação dos solos de Mato Grosso quanto à capacidade de água disponível
 124 (CAD).

Grupo	Classe de solo
Baixa	Solos Aluviais, Areias Quartzosas, Areias Quartzosas Hidromórficas, Plintossolo, Solos Litólicos, Solos Concrecionários Cambícos, Solos Concrecionários Latossólicos, Solos Concrecionários Podzólicos.
Média	Brunizem Avermelhado E Planossolo.
Alta	Cambissolo, Gleí Pouco Húmico, Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico, Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico, Podzólico Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro, Podzólico Vermelho-Amarelo, Terra Roxa Estruturada.

125 Adaptado de Sans et al. (2001).

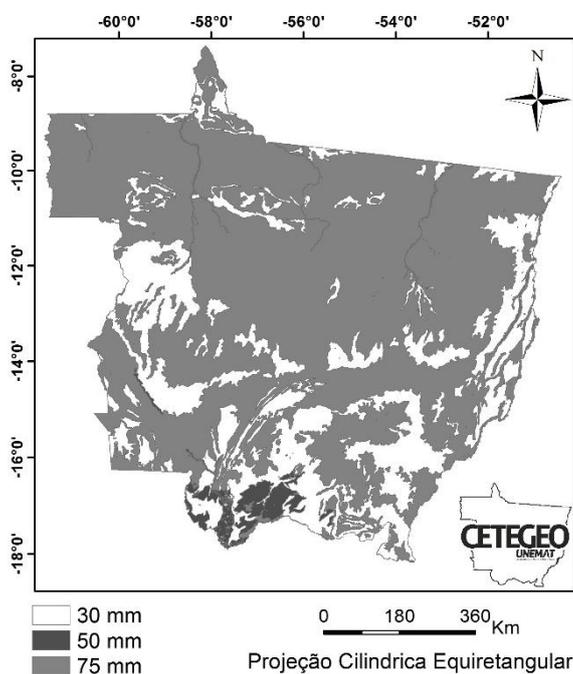
126
 127 O mapa de solos foi extraído do zoneamento ecológico econômico do estado de Mato
 128 Grosso feito pela SEPLAN em escala 1:1500 (Figura 2). Observou-se que 22.676.825,94 ha,
 129 25,1% da área, se encaixam na primeira classe de solos, com CAD de 30 mm, outros
 130 1.889.225,72 ha, 2,09%, na segunda classe, com CAD de 50 mm e os 72,28% restantes da
 131 área, 65.296.068,30 ha, na terceira classe, que possui CAD alta 75 mm.

132 Para a determinação do zoneamento foram utilizados os valores do índice de satisfação
 133 de necessidade de água (ISNA), obtidos pela razão entre a evapotranspiração real e a
 134 evapotranspiração potencial da cultura em suas fases críticas, que segundo Castro e Farias

135 (2005) são os subperíodos da semeadura à emergência e da floração ao enchimento de grãos,
 136 simulando a semeadura a cada decêndio a partir do primeiro decêndio do ano, se estendendo
 137 até o décimo quarto decêndio.

138 Estes valores foram então espacializados utilizando o módulo *Geostatistical Analyst*
 139 do *software* ArcGis, versão 10, da ESRI. O método interpolador escolhido foi a krigagem
 140 ordinária, utilizando quatro modelos de semivariograma (exponencial, esférico, circular e
 141 gaussiano) que foram ajustados pelo software através de técnicas de validação cruzada.

142



143
 144 Figura 2: Solos do Estado de Mato Grosso agrupados pela capacidade de água disponível
 145 conforme a classificação proposta por Sans et al. (2001).

146

147 Como valores de ISNA nos períodos críticos da cultura foram calculados para cada
 148 local por meio do balanço hídrico considerando os três valores de CAD, foram gerados três
 149 diferentes planos de informação, dos quais, após a espacialização, foram recortados apenas as
 150 áreas em que os valores de CAD do solo coincidiram com o valor utilizado no cálculo do
 151 balanço hídrico. Posteriormente estes recortes foram unidos formando o produto final.

152 As áreas foram então classificadas em três classes de risco de acordo com o valor de
153 ISNA: baixo risco ($ISNA \geq 0,65$), risco médio ($0,65 > ISNA > 0,55$) e alto risco ($ISNA \leq$
154 $0,55$) como utilizado por Farias et al. (2007).

155

156 **Resultados e Discussão**

157

158 Observa-se, nos decêndios onde foram simuladas as sementeiras, que a precipitação
159 (Tabela 3) no estado foi maior no primeiro decêndio, apresentando média de 95,72 mm, e foi
160 reduzindo com o passar do tempo até um mínimo de 3,9 mm, no décimo nono decêndio. Isto
161 devido ao fato do estado apresentar duas estações bem definidas, uma chuvosa de outubro a
162 março e outra seca de maio a setembro, como observado por Dallacort et al. (2011), Martins
163 et al. (2011), e Moreira et al. (2010) em estudo sobre a precipitação para vários municípios do
164 estado.

165 Por sua vez, o desvio padrão apresentou comportamento oposto, uma vez que
166 aumentou proporcionalmente a média, com o passar do tempo, comportamento também
167 observado nos desvios referente às temperaturas máximas, médias e mínimas. Isto ocorre pois
168 no período seco o clima do estado é condicionado principalmente pelas massas de ar polares,
169 que não chegam com tanta intensidade e frequência como as massas de ar equatoriais que
170 estão presentes do período chuvoso (Gan e Moscati, 2003), isto faz com que o clima fique
171 mais dependente de fatores microclimáticos gerando maior variação espacial das variáveis
172 meteorológicas no estado.

173 Quanto às médias de temperatura máxima, média e mínima, estas tenderam a reduzir
174 com o passar do tempo, porém a amplitude térmica, diferença entre máxima e mínima,
175 aumentou. Isto ocorre pois no período de seca as precipitações e a temperatura do estado são

176 condicionas pela massa de ar polar atlântica, atua no sentido sul para o norte de estado
 177 causando precipitações e quedas de temperatura (Marcuzzo et al. 2011).

178

179 Tabela 3. Valores de chuva temperaturas mínima, média e máxima utilizados.

Decêndio	Precipitação (mm)		Tmin (°C)		Tmed (°C)		Tmax (°C)	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
1	95,7	20,6	21,0	1,3	25,76	1,31	32,3	3,0
2	86,9	18,6	21,1	1,3	26,04	1,26	32,8	3,1
3	94,5	15,5	21,2	1,3	25,97	1,28	32,7	2,9
4	92,0	21,5	21,2	1,2	26,02	1,25	32,8	2,8
5	90,9	19,3	21,0	1,3	25,87	1,26	32,4	2,7
6	68,9	15,3	21,0	1,2	26,10	1,23	32,8	2,5
7	75,8	17,8	21,0	1,3	26,05	1,31	32,8	2,6
8	80,7	17,7	20,7	1,3	25,69	1,32	32,5	2,7
9	74,5	18,6	20,6	1,3	25,66	1,28	32,4	2,6
10	54,1	13,8	20,1	1,4	25,31	1,39	32,1	2,9
11	43,7	14,9	19,5	1,5	24,95	1,47	32,0	3,0
12	29,4	10,4	19,0	1,5	24,60	1,51	31,8	3,2
13	18,7	11,8	17,7	1,6	23,56	1,57	31,1	3,3
14	13,7	8,2	17,2	1,7	23,14	1,72	30,9	3,6
15	15,6	8,2	16,6	1,8	22,64	2,0	30,4	3,9
16	7,0	6,4	15,5	1,8	22,04	2,0	30,0	4,0
17	4,7	5,5	15,2	1,7	21,94	1,9	30,4	3,9
18	4,6	6,9	15,0	1,7	21,85	1,9	30,4	4,2
19	3,4	5,9	15,0	1,6	22,04	1,8	30,4	3,9
20	4,1	6,9	14,2	1,7	21,43	2,0	30,5	4,6
21	4,5	5,5	14,6	1,6	21,98	2,0	31,2	4,5
22	4,0	5,1	15,1	1,6	22,69	2,0	32,0	4,4
23	4,3	4,1	15,7	1,7	23,24	2,0	32,5	4,2
24	9,5	6,1	16,7	1,7	24,14	2,1	33,1	4,4

180 Tmin: temperatura mínima; Tmed: temperatura média; Tmax: temperatura máxima; \bar{X} : média;

181 σ : desvio padrão.

182

183 Observa-se, pela análise dos valores de ISNA nos períodos críticos nos três valores de

184 CAD (30, 50 e 75 mm) (Tabelas 4, 5 e 6), que até o sexto decêndio o ISNA foi igual a um em

185 todos os balanços hídricos calculados para a cultura, deste modo, todo estado apresenta

186 condições favoráveis ao cultivo do girassol, sendo que, com o aumento da CAD o período

187 favorável à semeadura também se expandiu.

188 Nota-se ainda que a precipitação aliada à CAD foi a principal responsável pelos
 189 valores de ISNA apresentados uma vez que com a redução na precipitação devido à chegada
 190 do período seco reduziu-se também os valores de ISNA, redução esta que foi menor à medida
 191 que o valor de CAD considerado foi maior, uma vez que estes solos possuem uma capacidade
 192 de armazenamento de água maior, suprimindo a necessidade da cultura em períodos sem
 193 precipitação.

194
 195 Tabela 4: Estatística descritiva dos valores de ISNA nos períodos críticos da cultura
 196 calculados com CAD de 30 mm.

ES	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	Curtose	Assimetria
1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	-	-
2	1,00	1,00	1,00	0,99	0,00	38,00	-6,16
3	1,00	1,00	1,00	0,96	0,01	17,54	-3,94
4	0,99	1,00	1,00	0,94	0,02	5,04	-2,57
5	0,98	1,00	1,00	0,84	0,04	4,35	-2,22
6	0,93	0,95	1,00	0,70	0,08	1,09	-1,37
7	0,88	0,89	1,00	0,63	0,10	-0,11	-0,72
8	0,78	0,80	1,00	0,51	0,13	-0,61	-0,35
9	0,68	0,66	1,00	0,43	0,15	-0,66	0,22
10	0,55	0,53	0,94	0,29	0,17	-0,36	0,51
11	0,47	0,41	0,91	0,21	0,18	0,43	0,99
12	0,40	0,35	0,91	0,13	0,18	2,15	1,50
13	0,33	0,28	0,91	0,04	0,20	2,42	1,54
14	0,27	0,23	0,88	0,04	0,20	2,89	1,67

197 ES: época de semeadura.

198

199

200 Tabela 5: Estatística descritiva dos valores de ISNA nos períodos críticos da cultura
 201 calculados com CAD de 50 mm.

ES	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	Curtose	Assimetria
1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	-	-
2	1,00	1,00	1,00	0,99	0,00	38,00	-6,16
3	1,00	1,00	1,00	0,97	0,00	38,00	-6,16
4	1,00	1,00	1,00	0,96	0,01	10,50	-3,41
5	0,99	1,00	1,00	0,89	0,03	6,22	-2,47
6	0,95	0,97	1,00	0,75	0,07	2,08	-1,57
7	0,91	0,92	1,00	0,68	0,08	0,32	-0,87
8	0,83	0,85	1,00	0,59	0,11	-0,77	-0,41
9	0,73	0,71	1,00	0,48	0,14	-0,74	0,06
10	0,61	0,59	0,96	0,34	0,16	-0,54	0,31
11	0,52	0,48	0,93	0,23	0,18	0,15	0,76
12	0,45	0,42	0,93	0,15	0,18	1,28	1,16
13	0,38	0,35	0,93	0,05	0,20	1,54	1,22
14	0,32	0,28	0,91	0,07	0,21	1,91	1,37

202 ES: época de semeadura.

203 Tabela 6: Estatística descritiva dos valores de ISNA nos períodos críticos da cultura
 204 calculados com CAD de 75 mm.

ES	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	Curtose	Assimetria
1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	-	-
2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	-	-
3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	-	-
4	1,00	1,00	1,00	0,97	0,01	9,06	-3,25
5	0,99	1,00	1,00	0,91	0,02	7,37	-2,72
6	0,96	0,98	1,00	0,80	0,05	2,62	-1,71
7	0,93	0,94	1,00	0,77	0,06	-0,07	-0,81
8	0,86	0,88	1,00	0,69	0,09	-0,93	-0,45
9	0,78	0,77	1,00	0,54	0,12	-0,78	-0,04
10	0,67	0,65	0,97	0,37	0,15	-0,57	0,15
11	0,59	0,56	0,94	0,31	0,17	-0,21	0,54
12	0,51	0,49	0,94	0,19	0,18	0,55	0,77
13	0,44	0,42	0,94	0,08	0,20	0,77	0,87
14	0,37	0,35	0,93	0,08	0,21	0,95	1,01

205 ES: época de semeadura

206

207 Os valores do desvio padrão se comportaram de forma semelhante nos três tipos de
 208 solos, aumentando à medida que a época de semeadura avança, comportamento esperado uma
 209 vez que os dados de precipitação e temperatura utilizados no cálculo do balanço hídrico

210 também apresentavam esta tendência, observada ainda por Martins et al. (2011) que
 211 constaram um aumento no desvio padrão da precipitação na estação seca no arco das
 212 nascentes do rio Paraguai.

213 A espacialização dos valores de ISNA apenas foi realizada a partir do sétimo decêndio
 214 do ano, uma vez que do primeiro ao sexto decêndio todo o estado apresenta plenas condições
 215 de cultivo apresentando valores de ISNA muito próximos a um em todas as estações
 216 utilizadas não sendo possível a interpolação, pois a variabilidade espacial é praticamente nula.
 217 Os valores de RMSE (Tabelas 7, 8 e 9) permaneceram próximos a zero nos três tipos de solo
 218 o que, segundo Alves e Vecchia (2011), é desejável, uma vez que há maior precisão dos
 219 valores estimados, conferindo assim maior qualidade a espacialização.

220

221 Tabela 7: Parâmetros dos semivariogramas para os valores de ISNA calculados com a CAD
 222 de 30 mm.

ES	Modelo	RMSE	Pepita	Alcance (km)	Patamar	GD (%)
7	Esférico	0,0752	0,0041	960,95	0,0123	66,91
8	Gaussiano	0,0972	0,0090	967,04	0,0218	58,62
9	Gaussiano	0,1014	0,0108	960,95	0,0313	65,60
10	Gaussiano	0,1147	0,0144	960,95	0,0288	50,00
11	Gaussiano	0,1312	0,0191	960,95	0,0446	57,08
12	Gaussiano	0,1345	0,0185	653,63	0,0385	51,92

223 GD: grau de dependência espacial; ES: época de semeadura.

224

225 Tabela 8: Parâmetros dos semivariogramas para os valores de ISNA calculados com a CAD
 226 de 50 mm.

ES	Modelo	RMSE	Pepita	Alcance (km)	Patamar	GD (%)
7	Exponencial	0,0631	0,0024	565,23	0,0066	63,56
8	Gaussiano	0,0866	0,0076	960,95	0,0151	49,60
9	Gaussiano	0,0976	0,0102	960,95	0,0205	50,00
10	Gaussiano	0,1149	0,0150	960,95	0,0299	50,00
11	Gaussiano	0,1322	0,0199	960,95	0,0413	51,74
12	Gaussiano	0,1475	0,0227	621,95	0,0366	38,08

227 GD: grau de dependência espacial; ES: época de semeadura.

228 Tabela 9: Parâmetros dos semivariogramas para os valores de ISNA calculados com a CAD
 229 de 75 mm.

ES	Modelo	RMSE	Pepita	Alcance (km)	Patamar	GD (%)
7	Exponencial	0,0498	0,0017	565,23	0,0040	58,84
8	Circular	0,0751	0,0053	960,95	0,0101	47,73
9	Gaussiano	0,0894	0,0087	960,95	0,0188	53,96
10	Gaussiano	0,1097	0,0135	960,95	0,0301	55,04
11	Gaussiano	0,1272	0,0188	960,95	0,0346	45,71
12	Gaussiano	0,1495	0,0238	629,95	0,0342	30,31

230 GD: grau de dependência espacial; ES: época de semeadura.

231
 232 O modelo gaussiano foi o que melhor se ajustou à espacialização dos valores de ISNA,
 233 exceto quando a semeadura foi simulada no sétimo decêndio, este fato pode estar associado à
 234 maior variabilidade espacial dos valores à medida em que a semeadura era simulada mais
 235 tardiamente.

236 O grau de dependência espacial (GD), considerando a classificação proposta por
 237 Dalchiavon e Carvalho (2012), variou entre as classes de alta dependência espacial ($60\% \leq$
 238 $GD < 80\%$) a baixa dependência espacial ($20\% \leq GD < 40\%$). Entretanto, na maioria dos
 239 decêndios este valor apresentou média dependência espacial ($40\% \leq GD < 60\%$).

240 Observa-se que os menores valores de GD ocorreram nas simulações em que a
 241 semeadura foi realizada mais tardiamente no decorrer do tempo, o que já era esperado, uma
 242 vez que os dados apresentaram maior variabilidade espacial não amostrada, como pode ser
 243 diagnosticado pelos valores do efeito pepita, o que, segundo Mello et al. (2008), dificulta o
 244 ajuste dos semivariogramas experimentais e, por sua vez, causa o aumento dos valores de
 245 RMSE.

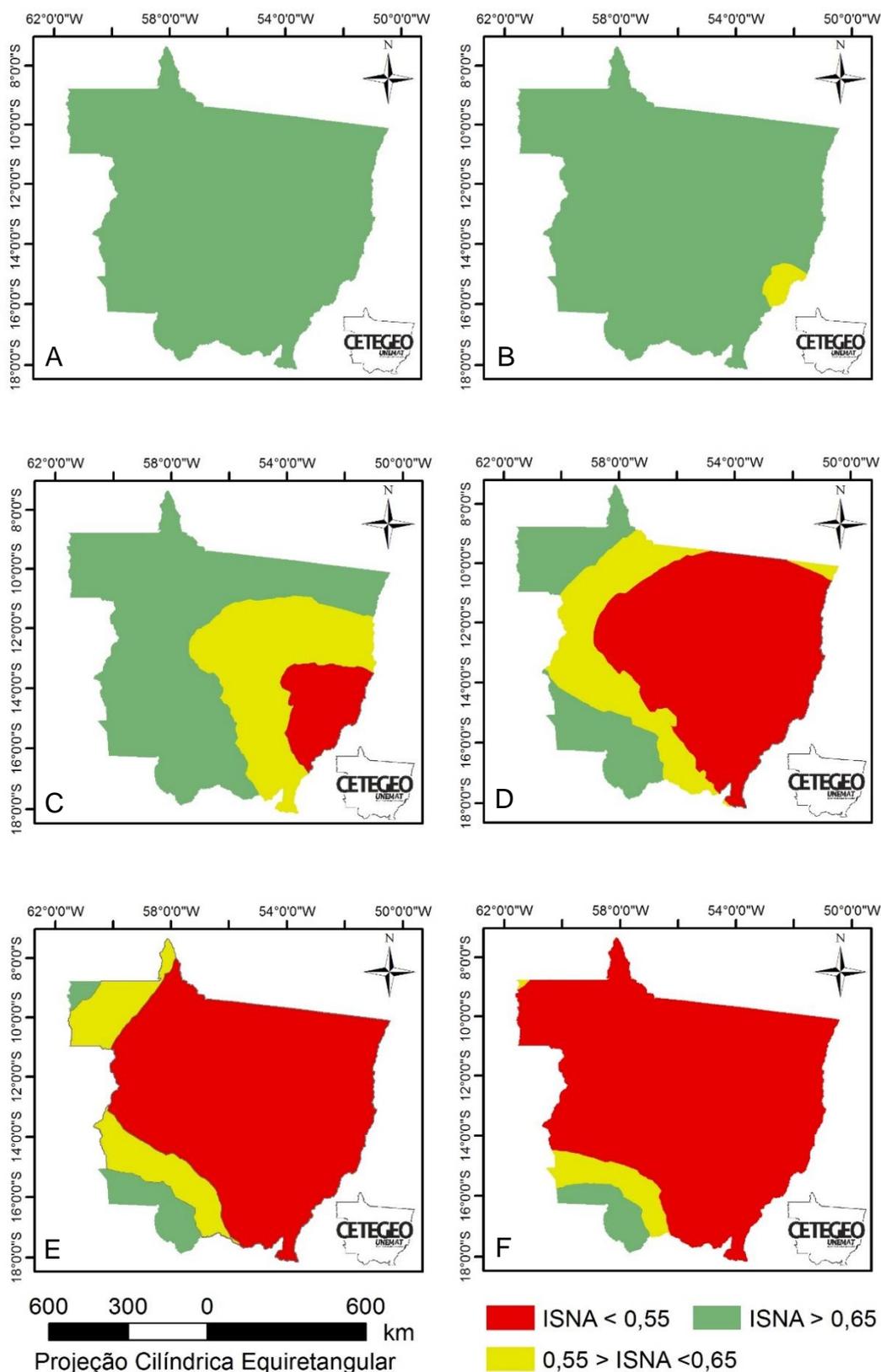
246 Nos mapas onde considerou-se a CAD igual a 30 mm observou-se áreas não indicadas
 247 ao cultivo do girassol em segunda safra ($ISNA < 0,55$) a partir do nono decêndio. Todavia
 248 onde considerou-se valores maiores de CAD (50 e 75 mm) estas áreas apenas foram

249 observadas no décimo decêndio, ampliando a janela de plantio. Isto devido à maior
250 capacidade de armazenamento de água disponível para plantas nestes solos.

251 No mapa final, onde utilizou-se a distribuição real dos solos no estado (Figura 6),
252 notou-se que nos biomas Amazônia e Pantanal a janela de plantio é maior, na Amazônia por
253 apresentar o maior regime hídrico e seca menos severa que no Cerrado, e no Pantanal pelo
254 período chuvoso ser mais tardio que no restante do estado (GARCIA, 1984).

255 Para a região médio norte, onde estão localizados municípios de Sorriso, Nova
256 Mutum, Lucas do Rio Verde e Nova Ubiratã entre outros, e região da Chapada do Parecis,
257 onde estão localizados os municípios de Campo Novo do Parecis, Sapezal, Brasnorte e
258 Campos de Júlio, que são uns dos principais polos agrícolas do estado, a janela de plantio se
259 estende até 21/03, já para a região do Araguaia do estado onde se destaca os municípios de
260 Querência, Canarana e Ribeirão Cascalheira, e para região centro-sul do estado onde se
261 localizam os municípios de Campo Verde, Primavera do Leste, Itiquira e Rondonópolis a
262 janela é menor se fechando em 11/03.

263

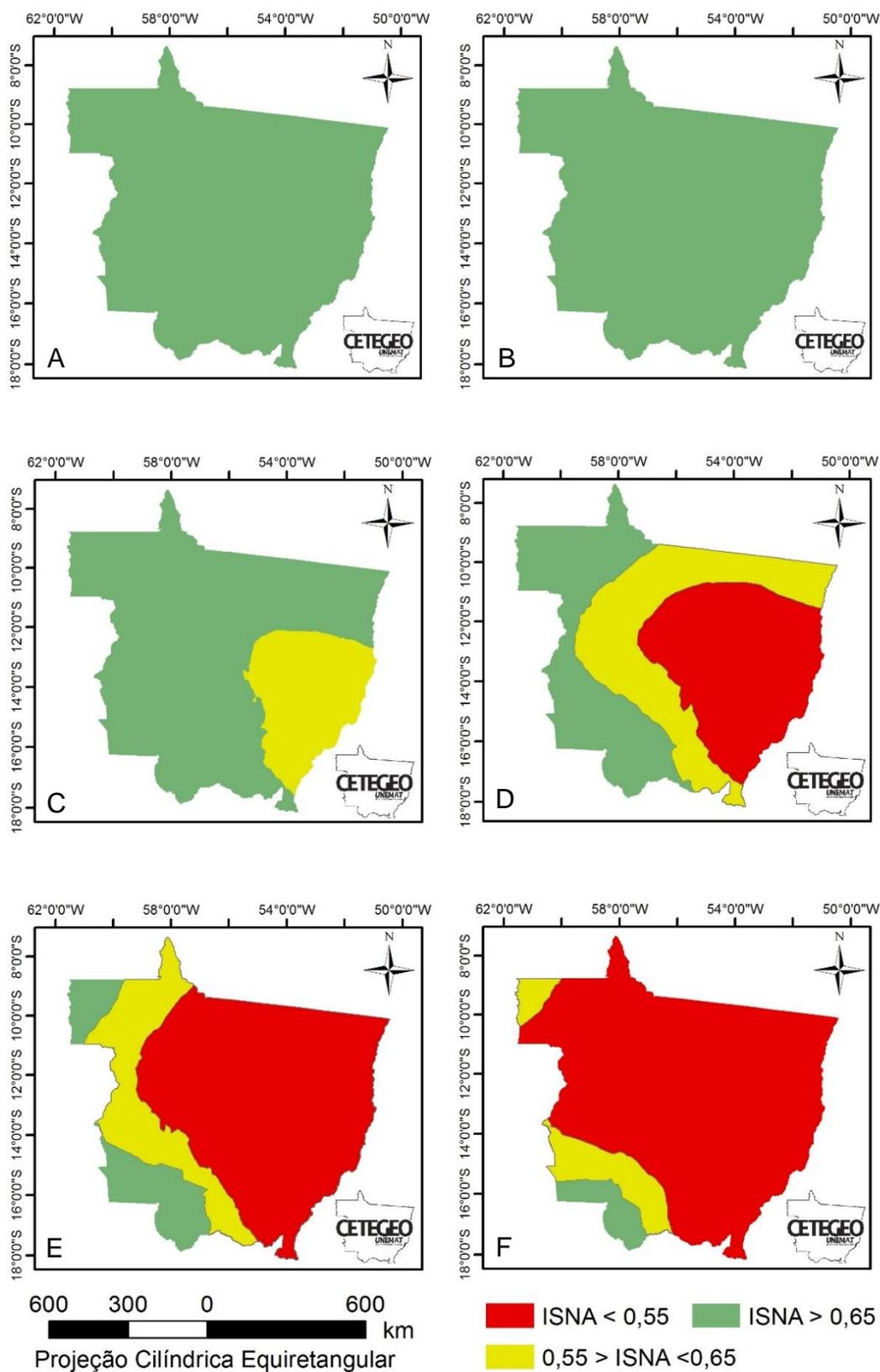


264

265 Figura 3: Zoneamento agroclimático do girassol para o estado de Mato Grosso considerando a

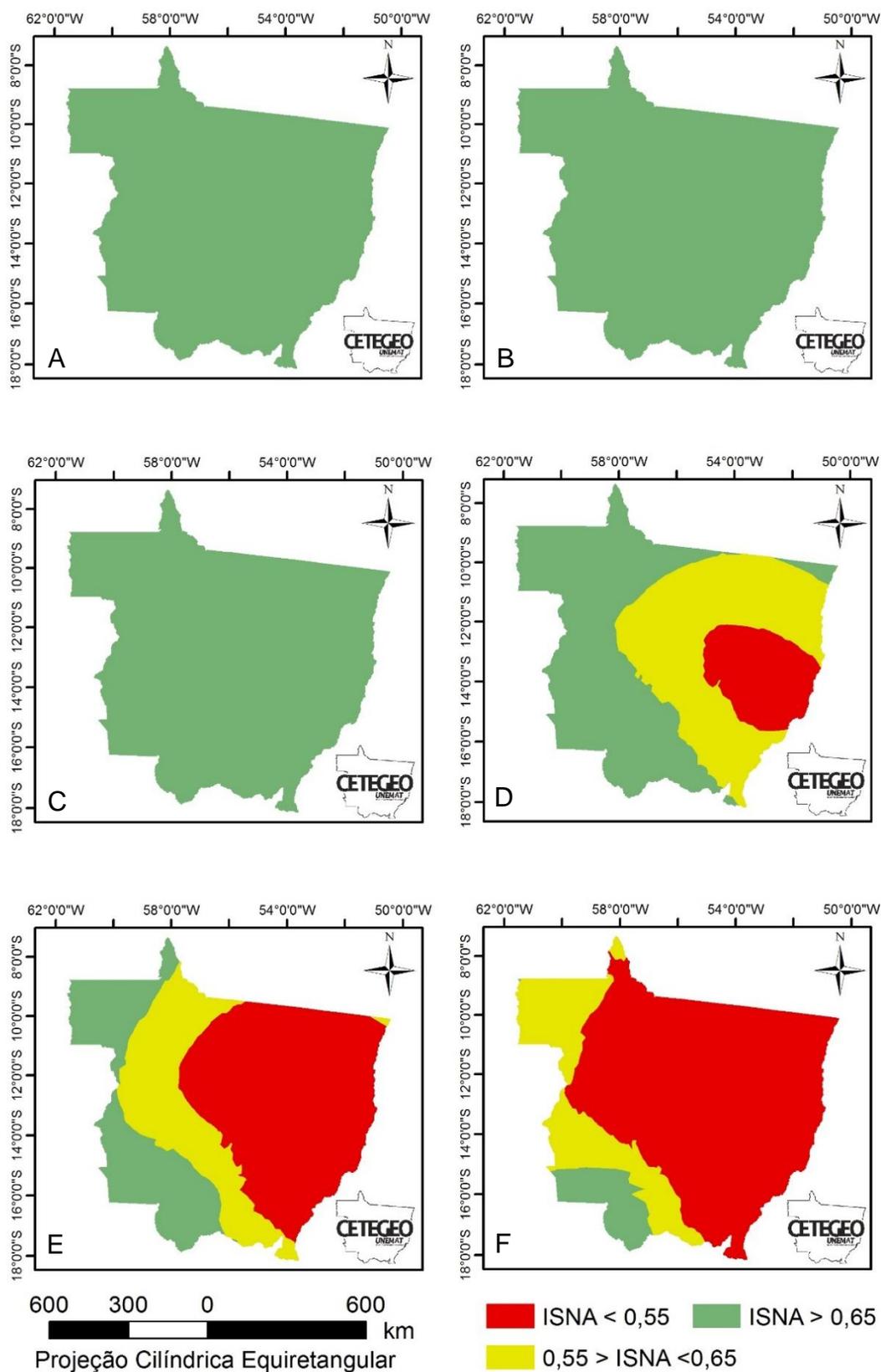
266 CAD de 30 mm e semeador em 01/03 (A), 11/03 (B), 21/03 (C), 01/04 (D), 11/04 (E) e 21/04

267 (F).



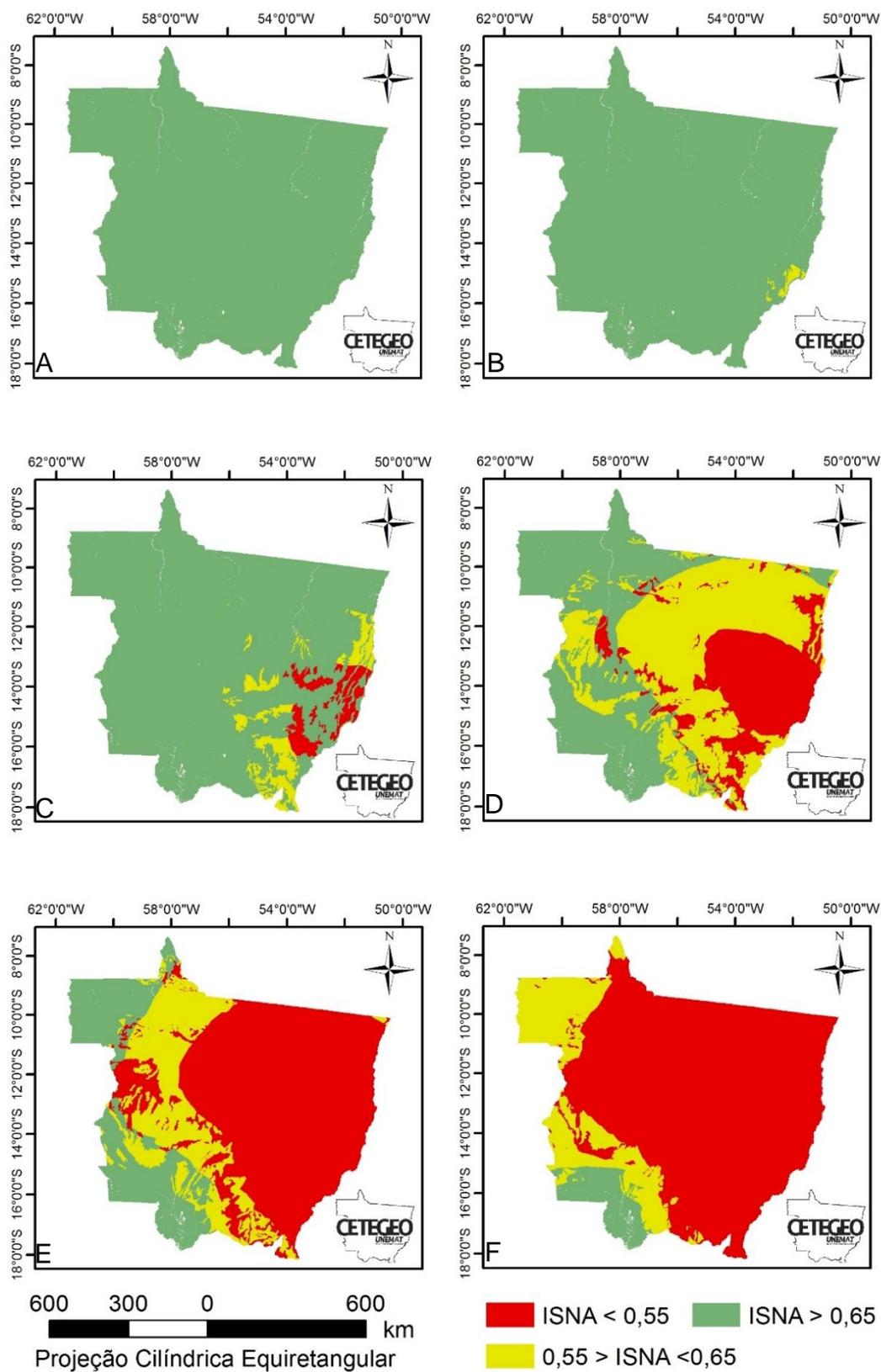
268

269 Figura 4: Zoneamento agroclimático do girassol para o Estado de Mato Grosso considerando
 270 a CAD de 50 mm e semeadura em 01/03 (A), 11/03 (B), 21/03 (C), 01/04 (D), 11/04 (E) e
 271 21/04 (F).



272

273 Figura 5: Zoneamento agroclimático do girassol para o Estado de Mato Grosso considerando
 274 a CAD de 75 mm e semeadura em 01/03 (A), 11/03 (B), 21/03 (C), 01/04 (D), 11/04 (E) e
 275 21/04 (F).



276

277 Figura 6: Zoneamento agroclimático do girassol para o Estado de Mato Grosso utilizando o

278 mapas de solos classificados segundo Sans et al. (2001) e semeado em 01/03 (A), 11/03 (B),

279 21/03 (C), 01/04 (D), 11/04 (E) e 21/04 (F).

280 Com base nos mapas apresentados é possível afirmar que o girassol é uma planta
281 plenamente apta às características climáticas do estado durante o período de segunda safra,
282 tornando-se uma alternativa viável para o atual sistema de produção vigente principalmente
283 por possuir uma janela de plantio maior que a do milho que, segundo Pitol et al. (2010) vai de
284 janeiro a fevereiro no estado.

285 Observa-se ainda que para maiores produções indica-se a semeadura a partir do quarto
286 decêndio quando as precipitações e as temperaturas começam a diminuir, evitando assim
287 maiores problemas relacionados à fitossanidade, ao oitavo decêndio, quando ainda ocorre um
288 déficit hídrico ainda baixo, pois nos decêndios seguintes mesmo que em áreas ainda indicados
289 ao cultivo a produção tende a ser menor.

290

291 **Conclusões**

292

293 Todo o estado de Mato Grosso é favorável ao cultivo do girassol em segunda safra
294 desde que semeado até a data de 28/02. Sendo que a área favorável ao cultivo diminui com
295 passar do tempo, possuindo áreas aptas até 11/05. Observa-se portanto que esta cultura possui
296 grande potencial para expansão no estado constituindo uma boa opção para o fechamento de
297 semeadura, uma vez que esta cultura é mais resistente ao estresse hídrico que o milho, cultura
298 usualmente cultivada como safrinha no estado.

299

300 **Referências Bibliográficas**

301

302 ALVES, E. D. L.; VECCHIA, F. A. S. Análise de diferentes métodos de interpolação para a
303 precipitação pluvial no Estado de Goiás. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**,
304 Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-197, 2011.

305

- 306 BACKES, R. L; SOUZA, A. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.;
307 BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de
308 safrinha no Planalto Norte Catarinense. **Scientia agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 41-48, 2008.
309
- 310 CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Uma revisão analítica da evapotranspiração
311 potencial. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 125-137, 2000.
312
- 313 CAMARGO, A. P.; PICINI, A.G. Modelo para estimativa de ET_p considerando a advecção
314 regional em climas áridos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE**
315 **AGROMETEOROLOGIA IX.**, 1995. Campina Grande, Anais. Campina Grande: Sociedade
316 Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p. 407-408
317
- 318 CASTRO, C ; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: CAMPOS LEITE, R. V. de et
319 al. **Girassol no Brasil**. Londrina: CNPSo, 2005. p. 163-218.
320
- 321 CASTRO, C.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F. DE; DECHEN, A. R. Boro e estresse
322 hídrico na produção do girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, p.214-220,
323 2006.
324
- 325 CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira:**
326 **grãos, nono levantamento, julho 2013**. Brasília: CONAB, 2013.
327 28p.
328
- 329 DALCHIAVON, F. C; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de
330 produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 541-
331 552, 2012.
332
- 333 DALLACORT, R.; MARTINS, J. A., INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L; COLETTI, A. J.
334 Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do estado de Mato
335 Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.
336
- 337 DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 212p.
338 (Irrigation and Drainage paper, 33).
339
- 340 FARIA, R. T.; CHIBANA, E. Y.; CARAMORI, P. H. Programa computacional para
341 organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, v.23, n.2, p.372 - 387,
342 2003.
343
- 344 FARIAS, J. R. B.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; CASTRO, C.; LEITE, R. M. V.
345 B. C.; NEPOMUCENO, A. L.; SILVA, F. A. M.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Zoneamento
346 de risco climático à cultura do girassol. In: **XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**.
347 Aracaju, p. 1 - 5, 2007.
348
- 349 GAN, M. A.; MOSCATI, M. C. L. Estação chuvosa de 2001/02 na região Centro-Oeste do
350 Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.18, n.2, 181-194, 2003.
351
- 352 GARCIA, EA C. **O clima no Pantanal Mato-grossense**. EMBRAPA-UEPAE Corumba,
353 1984.
354

- 355 LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; **Girassol no Brasil**. Embrapa
356 soja: Londrina, 2005.
357
- 358 MARCUZZO, F. F. N.; ROCHA, H. M.; MELO, D. C. R. Mapeamento da precipitação
359 pluviométrica no bioma Cerrado do Estado do Mato Grosso. **Boletim de Goiano de**
360 **Geografia**. Goiânia, V. 31, n. 2, p. 83 – 97, 2011.
361
- 362 MARTINS, J. A.; DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; GALVANIN, E. A S; MAGNANI, E.
363 B. Z.; OLIVEIRA, K. C. Caracterização do regime pluviométrico no arco das nascentes do rio
364 Paraguai. **Revista Brasileira Meteorologia**, São Paulo, v. 26, n. 4, p.639-647, 2011.
365
- 366 MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; MELLO, J. M.; SILVA, A. M. Continuidade espacial de
367 chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p.
368 532-539, 2008.
369
- 370 MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; MAGALHÃES, R. A.; INOUE, M. H.; STIELER,
371 M. C.; SILVA, D. J.; MARTINS, J. A. Distribuição e probabilidade de ocorrências de chuvas
372 no município de Nova Maringá – MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta,
373 v. 8, n. 1, p. 9-20, 2010.
374
- 375 PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: Crambe 2010**. Maracaju:
376 308 Fundação MS, 2010. 60p
377
- 378 ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Exceltm para os
379 cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e
380 potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137,
381 1998.
382
- 383 SANGOI, L.; KRUSE, N. D. Comportamento de cultivares de girassol em diferentes épocas
384 de semeadura no planalto catarinense. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 28,
385 n. 1, p. 81-91, jan. 1993.
386
- 387 SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos
388 climáticos para a cultura de milho na Região Centro-Oeste do Brasil e para o estado de Minas
389 Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.1-10, 2001.
390
- 391 SENTELHAS, P. C.; NOGUEIRA, S. S. S.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; SANTOS, R. R.
392 Temperatura-base e graus-dia para cultivares de girassol. **Revista Brasileira de**
393 **Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p.43-49, 1994.
394
- 395 SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; PEREIRA FILHO, J. V.;
396 FREITAS, C. A. S. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação
397 no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 01, p. 57-64, 2011.
398
- 399 THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel
400 Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in
401 Climatology, vol. VIII, n.1)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No primeiro capítulo foi possível observar a sazonalidade existente no clima do Estado, que é causada principalmente pelo regime hídrico do estado, onde a maior parte da precipitação se concentra de outubro a abril. Da mesma forma neste período é onde estão concentradas as maiores temperaturas médias do ar, graças à maior disponibilidade de energia, uma vez que este período coincide com o verão no hemisfério sul.

Por outro lado, a estação seca que se estende de maio a setembro é marcada pela escassez de chuvas, períodos de baixas temperaturas causadas pelas massas de ar, e grande amplitude térmica, ou seja, grande disparidade entre as máximas e as mínimas, uma vez que a presença de água é relativamente baixa no ar, este aquece mais durante o dia e durante a noite perde a energia ganha durante o dia com maior facilidade.

Esta sazonalidade reflete diretamente na agricultura do estado como observado no segundo capítulo no qual concluiu-se que todo Estado de Mato Grosso é apto para o cultivo do girassol segunda safra desde que esta seja realizada até 28/02 quando a área apta começa reduzir progressivamente até o décimo quarto decêndio. Deste modo, observa-se grande potencial para expansão do Girassol no estado, tornando-se uma alternativa viável para o cultivo em segunda safra.

ANEXOS

Diretrizes para Autores (Artigo 1)

A RBMET publica artigos inéditos que contribuam para o desenvolvimento científico e tecnológico das ciências atmosféricas, além de revisão temática, apresentando o estado da arte em um determinado assunto. Fica vedada a apresentação simultânea do artigo em outra revista. Na aceitação, está implícita a publicação exclusiva por parte da revista, sendo permitida sua reprodução total ou parcial, desde que citada a fonte.

Os artigos devem ser submetidos preferencialmente em Inglês, entretanto, podem ser aceitos em Português ou em Espanhol. Em quaisquer dos casos, deverá ser anexado ao artigo um resumo inglês e outro em português.

Os artigos devem ser apresentados na forma mais concisa possível, tendo em média 20 páginas, incluindo texto e referências bibliográficas. Na primeira página do texto, deve constar o título, o abstract e key words. A segunda página deve conter o título, o resumo e as palavras chaves. Tanto o resumo como o abstract não deve exceder a 200 palavras. As páginas seguintes devem conter o texto e as referências bibliográficas. Gráficos, tabelas, desenhos, mapas e fotografias com legendas explicativas, devem ser incluídos após as referências bibliográficas, e suas posições indicadas no texto. Se figuras coloridas forem incluídas, será cobrada uma taxa de R\$200,00 por figura.

O texto deverá estar digitado no formato A4 (297 x 210mm), usando o editor Word 6.0 ou posterior, fonte Times New Roman 11, espaço duplo, observando-se as seguintes margens: 3,0cm do lado esquerdo, 3,0cm do lado direito, 2,5cm na parte superior e 2,5cm na parte inferior. As páginas deverão ser numeradas na parte superior direita, seqüencialmente, iniciando a numeração na página do título do artigo.

As referências bibliográficas deverão ser relacionadas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e de acordo com as normas da ABNT (NRB-6023, agosto de 2002). Os títulos dos periódicos deverão ser abreviados de acordo com o que estabelece o World List of Scientific Periodicals.

Os trabalhos, sempre que possível, devem ser organizados com a seguinte estrutura: Título, Resumo, Abstract, 1. Introdução, 2. Material e Métodos, 3. Resultados e Discussão, 4. Conclusões, 5. Agradecimentos e 6. Referências Bibliográficas.

Normas para submissão Artigo 2

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT) é o periódico científico trimestral editado pela Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (e-ISSN 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos relacionados ao desenvolvimento da atividade agropecuária. Notas Técnicas, Comunicações Científicas e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial.

A submissão de trabalhos deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível através do endereço www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat. Os autores devem cadastrar-se no sistema e manifestar, por meio de documento assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar, anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente).

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção "Agradecimentos" é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso ou repositórios institucionais não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave – em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores).

Os trabalhos devem ser escritos em **Português** ou **Inglês**. A possibilidade de submissão e publicação de trabalhos em outros idiomas deve ser submetida à análise do Conselho Editorial.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas, com linhas numeradas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão .doc) e digitado em página tamanho A-4 (210

mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre linhas. A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título* (máximo de 20 palavras); *resumo* (máximo de 250 palavras); *palavras-chave* (no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por ponto-e-vírgula); *título em Inglês*; *abstract*; *key-words*; *Introdução*; *Material e Métodos*; *Resultados e Discussão*; *Conclusões*; *Agradecimentos* (se necessário, em parágrafo único); *Referências*; e *Apêndice* (se estritamente necessário). Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores, com suas afiliações e endereços (incluindo *e-mail*) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema "autor-data". Apenas a inicial do sobrenome do autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo "&" deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, "et al.". Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de *sites* particulares na Internet.

3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos autores, de acordo com a norma NBR 6023:2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

4. As tabelas e figuras devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*), e suas notas de rodapé exigem chamadas numéricas. Expressões como "a tabela acima" ou "a figura abaixo" não devem ser utilizadas. Quando aplicável, os títulos de tabelas e figuras devem conter local e data. As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.

5. A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT (www.agro.ufg.br/pat) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, conseqüentemente, agilizar a publicação.

6. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

7. Endereço e contatos:

Pesquisa Agropecuária Tropical (Revista PAT)

Escola de Agronomia

Universidade Federal de Goiás

Caixa Postal 131 - Campus II (Samambaia)

CEP 74.001-970 - Goiânia, GO – Brasil

E-mail: pat@agro.ufg.br

Telefone: (62) 3521-1552

Homepage: <http://www.agro.ufg.br/pat>