



Influência das variáveis climáticas declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera em regiões agricultáveis do Brasil

Raquel Serrano Baldisera^{1,*}, Rivanildo Dallacort¹

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT, Brasil.

*Autor Correspondente: raquelbaldisera@hotmail.com

Recebido: 09/06/2016; Aceito: 01/07/2017

Resumo: O estabelecimento de culturas agrícolas em uma determinada região é diretamente influenciado pelos fatores climáticos; sendo assim, o conhecimento prévio de variáveis como declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera é essencial na tomada de decisões e no desenvolvimento de estratégias que garantam o desenvolvimento e o sucesso na produção. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo comparar as médias das variáveis climáticas declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera de três municípios em regiões distintas no Brasil e relacionar esses fatores com seus respectivos potenciais agrícolas. Os três municípios foram escolhidos aleatoriamente, suas coordenadas geográficas estão disponíveis em documento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados climáticos foram consultados no *site* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a apreciação dos fenômenos meteorológicos foi feita com o auxílio do *software* CLIMA e o comportamento das variáveis foi tabelado e organizado para discussão dos resultados no Microsoft Office Excel[®] 2010. Como esperado, foi possível constatar maiores valores de irradiação solar e fotoperíodo nos meses que correspondem à primavera e ao verão, e valores menores nos períodos do outono e do inverno para os três municípios aqui considerados. Os resultados evidenciaram que a latitude influencia nas variáveis climáticas, sendo determinante para escolha de cultivares e sucesso dos sistemas de produção em diferentes períodos anuais e em região específica.

Palavras-chave: mapeamento edafoclimático, latitude, produtividade agrícola.

Influence of solar declination, photoperiod and irradiation climatic variables at the top of the atmosphere in Brazilian agricultural regions

Abstract: The establishment of agricultural crops in a certain region is directly influenced by climatic factors. Then, previous knowledge of variables such as solar declination, photoperiod and irradiation at the top of the atmosphere is essential in making decisions and strategies that ensure the development and the success on the production. In this sense, the present study aimed to compare the averages of solar declination, photoperiod and irradiation climatic variables, at the top of the atmosphere in three municipalities of distinct regions in Brazil and to relate these factors to their respective agricultural potentials. The three municipalities were randomly selected. Their geographic coordinates are available in a document by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Climate data were consulted on the website of the National Institute of Meteorology (INMET), the evaluation of meteorological data occurred in CLIMA software, and the behavior of variables was tabulated and organized for discussion in Microsoft Office Excel[®] 2010. As expected, it was possible to verify higher values of solar irradiation and photoperiod in the months corresponding to spring and summer, and smaller values in the autumn and winter periods for the three municipalities considered in this study. The results showed that latitude influences climatic variables, being determinant for the choice of cultivars and the success of the production systems in different annual periods and in specific regions.

Keywords: edafoclimatic mapping; latitude; agricultural productivity.

1. INTRODUÇÃO

Os fatores climáticos influenciam diretamente o desenvolvimento, a qualidade e a produtividade das culturas agrícolas em todo o mundo. Analisar a relação existente entre clima e agricultura é essencial para determinar o estabelecimento de culturas em uma específica região, definir melhores técnicas de cultivo e adotar estratégias adequadas para garantir o sucesso do sistema produtivo.

Para ter rendimento satisfatório na produção agrícola, é necessário considerar as condições do meio ambiente e suas interações com a cultura, desde o período que antecede o plantio, a colheita e a pós-colheita. Índices como precipitação pluvial e temperatura do ar, acompanhados do fotoperíodo, bem como a temperatura ambiental, que exerce influência na duração dos subperíodos de desenvolvimento das culturas, são as principais variáveis meteorológicas decisivas para o sucesso da produtividade agrícola (GARCIA et al., 2013).

No Brasil, em particular, a agricultura apresenta-se tanto de forma extensiva — ou seja, tradicional, utilizando grande quantidade de mão de obra não qualificada, com baixa produtividade devido ao uso de técnicas rudimentares que diminuem a qualidade do solo — como intensiva, denominada agricultura moderna, com alta produtividade e grandes investimentos em insumos agrícolas (BEM, 2010). A agricultura tecnificada tem se destacado por considerar o conhecimento do clima e as características do solo da propriedade rural, combinado ao seu manejo adequado, porém o mapeamento edafoclimático de uma região permite a seleção de condições mais adequadas à implantação das culturas tanto para a agricultura de subsistência como para a agricultura moderna (BARBIERI et al., 2015).

Para Ricieri et al. (2002), conhecer a intensidade da radiação difusa que incide sobre a superfície da terra é de grande importância por desencadear grande parte dos fenômenos químicos, físicos e biológicos no sistema solo-planta-atmosfera. Assim, admitir fatores climáticos como declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera torna possível determinar melhores épocas de semeadura, respeitando as exigências hídricas para cada tipo de solo direcionadas às áreas agricultáveis, a fim de atingir maiores índices de produção e qualidade.

Devido à sua comprovada importância, estudos que consideram a influência das variáveis climáticas nos sistemas de cultivo vêm sendo desenvolvidos no Brasil e em outros países. O zoneamento agroclimático é fundamental para a expansão da produção agrícola, visto que indica as regiões aptas ao cultivo, determinando também as cultivares que melhor se desenvolvem em cada região e período do ano (RIBEIRO et al., 2015).

O presente trabalho teve o objetivo de comparar as médias das variáveis climáticas declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera de três municípios em regiões distintas no Brasil e relacionar esses fatores com seus respectivos potenciais agrícolas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado utilizando informações coletadas em estações meteorológicas, disponibilizadas no *site* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); a tabulação dos dados ocorreu no Microsoft Office Excel® 2010 e a análise de consistência foi feita no *software* CLIMA, a fim de subsidiar interpretações de três pontos quaisquer que correspondem a cidades agricultáveis em diferentes regiões no Brasil, sendo esse procedimento metodológico utilizado por diversos autores (FENNER et al., 2015; GASPARIM et al., 2005; DALLACORT et al., 2004b).

Foram observadas as coordenadas geográficas dos municípios, escolhidos aleatoriamente pelo autor, disponíveis no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), sendo eles: Alto Piquiri, Estado do Paraná, latitude: 24°01'41"S; longitude: 53°26'26"W; altitude: 436 m, tendo como principais cultivares a soja e o milho; Castanheira, Estado de Mato Grosso, latitude: 11°07'40"S; longitude: 58°36'36"W; altitude: 304 m, com implantação de braquiária para o sistema pastoril; e Campinas, Estado de São Paulo, latitude: 22°54'23"S; longitude: 47°03'42"W; altitude: 677 m, com o predomínio de cinturões verdes — circuito das frutas e do café.

A radiação solar incidente no topo da atmosfera (Q_0) foi obtida pela seguinte Equação 1:

$$Q_0 = 916,7d(\sin\theta \sin\delta \cos H + \cos\theta \cos\delta \sin h) \quad (1)$$

Em que:

d = a excentricidade da terra;

H e h = o ângulo horário (rad e °);

θ = a latitude (°);

δ = a declinação solar (°).

A excentricidade da terra foi calculada pela Equação 2:

$$d = 1 + 0,033 \cos\left(2\pi \frac{DJ}{365}\right) \quad (2)$$

Em que:

DJ = o dia juliano do ano (dias).

O ângulo horário (H) no momento do nascer do solo foi calculado pela seguinte Equação 3:

$$H = \arccos(-\operatorname{tg}\theta \operatorname{tg}\delta) \quad (3)$$

Na qual:

θ = a latitude (°);

δ = a declinação solar (°).

A declinação solar (δ) foi obtida em função do número de dias do ano (DJ) conforme Equação 4:

$$\delta = 23,45^\circ \operatorname{sen}\left[360^\circ \left(\frac{284 + DJ}{365}\right)\right] \quad (4)$$

Em que:

DJ = o dia juliano do ano (dias).

O fotoperíodo (N) foi obtido de acordo com a Equação 5:

$$N = \frac{2}{15} \arccos(-\operatorname{tg}\theta \operatorname{tg}\delta) \quad (5)$$

Na qual:

θ = a latitude (°);

δ = a declinação solar (°).

Os dados obtidos foram analisados por meio do Microsoft Office Excel® 2010, processando tabela de médias mensais do comportamento das variáveis climáticas declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera, seguida de gráficos que demonstram os índices a fim de avaliar os resultados, estabelecer parâmetros climáticos e definir métricas que podem contribuir para a compreensão dos sistemas de produção e realizar possíveis conclusões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1, 2 e 3 podemos observar o comportamento da declinação solar, do fotoperíodo e da irradiação no topo da atmosfera. Verificaram-se maiores valores de irradiação solar nos meses que correspondem à primavera e ao verão, e valores menores nos períodos do outono e do inverno para os três municípios considerados neste estudo.

No município de Alto Piquiri, Paraná (Tabela 1), o fotoperíodo obteve média mínima de 10.53995594 horas, estabelecida nos dias julianos 152 a 181, período que corresponde ao mês de junho; já a maior média é de 13.46135679 horas, entre os dias julianos 335 a 365, que caracterizam o mês de dezembro (alto verão). Quanto à média de radiação solar, obteve-se valor mínimo de 23.53528062 MJ m⁻², também compreendido no mês de junho, e valor máximo de 43.05152735 MJ m⁻², no mês de dezembro. Para declinação solar foi considerada média mínima de -23.09560549° no mês de dezembro e média máxima de 23.07705882° no mês de junho, sendo os resultados obtidos para declinação solar inversamente proporcionais aos resultados obtidos para as variáveis climáticas fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera.

Observando o gráfico (Figura 1) verifica-se que o fotoperíodo oscila em um intervalo de duas horas, mínimo e máximo, e as variações nas médias de radiação solar são bem evidenciadas no período do inverno, dada a localização do município, Alto Piquiri, Paraná, na Região Sul do Brasil. As médias de declinação solar são inversamente proporcionais, ou seja, para valores extremos de uma encontramos valores mínimos para outra, considerando que o Brasil possui escalas continentais.

Estudos similares vêm sendo desenvolvidos com regularidade no Estado do Paraná. Beruski et al. (2015) compararam medidas diárias de Q_g (irradiância solar global) com estimativas dessa variável obtidas por quatro diferentes métodos de cálculo, com o objetivo de determinar a transmitância solar global, bem como avaliar e comparar o desempenho de quatro diferentes modelos de estimativa de Q_g sob as condições climáticas de Ponta Grossa, Paraná, Brasil, e concluíram que os valores de transmitância solar global para dias nublados foram de 0,152 e 0,142 MJ m⁻², para pri-

mavera/verão e outono/inverno, respectivamente; em dias ensolarados os valores para primavera/verão e outono/inverno foram de 0,610 e 0,622 MJ m⁻², respectivamente. Assim, em ambas as ocasiões a transmitância global diária foi condicionada pela nebulosidade atmosférica e pode ser empregada para estimar a irradiância solar global, visto que confere maior confiabilidade da estimativa de Q_g para fins radiométricos e agrometeorológicos.

Em outro trabalho, o objetivo previa determinar os parâmetros da equação de Angstron, com partições anual e mensal, para estimativa da irradiação solar global diária na região de Palotina, Estado do Paraná. A irradiação solar global apresentou os menores valores nos meses de declinação solar norte, com valor mínimo de 7,82 MJ m⁻², no dia 6 de julho, e maiores valores na declinação sul, com valor máximo de 22,07 MJ m⁻², em 29 de novembro, com média anual de 14,27 MJ m⁻². A irradiação no topo da atmosfera apresentou o mesmo padrão de distribuição anual, com valor mínimo de 21,58 MJ m⁻², em 24 de junho, e valor máximo de 44,51 MJ m⁻², em 1º de janeiro, com média anual de 33,45 MJ m⁻². Os maiores valores da razão de insolação foram observados no inverno, e os menores, no verão, variando no intervalo de 0,13 a 0,97 MJ m⁻², com valor médio de 0,58 MJ m⁻². O índice de claridade possui uma variação no intervalo de 0,32 a 0,55 MJ m⁻², sendo que 0,55 MJ m⁻² constitui o limite máximo para a região (DALLACORT et al., 2004a).

Para o município de Castanheira, Mato Grosso (Tabela 2), verificou-se que o fotoperíodo teve média mínima de 11.35903305 horas, estabelecida nos dias julianos 152 a 181, período correspondente ao mês de junho, e média máxima de 12.64153808 horas, compreendida nos dias julianos de 335 a 365, mês de dezembro (alto verão);

Tabela 1. Médias mensais da declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera. Alto Piquiri, Paraná.

Rótulos de linha	Média de declinação solar	Média de fotoperíodo	Média de radiação solar
1	-20.8471721	13.30451937	42.54515926
2	-13.32525687	12.81020944	40.48459528
3	-2.38917861	12.14271179	36.50232587
4	9.493197789	11.42798721	31.01493844
5	18.80581803	10.83374654	26.00030188
6	23.07705882	10.53995594	23.53528062
7	21.10146737	10.6779934	24.68652502
8	13.29604132	11.19119149	29.03172025
9	1.993572635	11.88097204	34.61199654
10	-9.848545141	12.59399428	39.33279794
11	-19.05050905	13.18252523	42.10162084
12	-23.09560549	13.46135679	43.05152735
Total geral	6.03475E-16	12	34.3757393

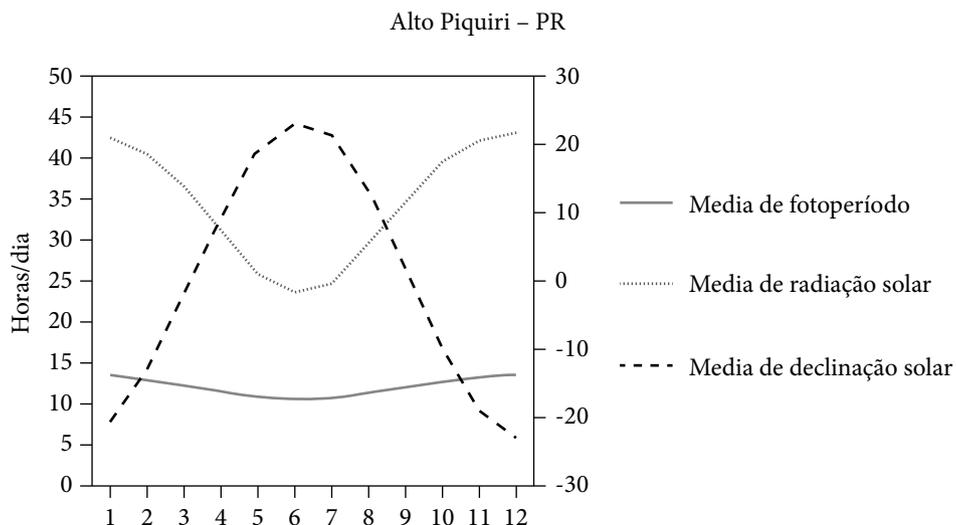


Figura 1. Médias mensais das variáveis climáticas, declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera, Alto Piquiri, Paraná.

a média de radiação solar mínima foi de 30.62927632 MJ m⁻², também compreendida no mês de junho, e a máxima, de 39.87456151 MJ m⁻², no mês de dezembro. Quanto à declinação solar obteve-se média mínima de -23.09560549°, no mês de dezembro, e média máxima, de 23.07705882°, no mês de junho.

Os resultados apresentados na Figura 2 evidenciam que as médias mínimas e máximas referentes ao fotoperíodo oscilaram muito pouco, ou seja, mantiveram-se praticamente constantes, fato que pode estar relacionado ao município de Castanheira, Mato Grosso, localizar-se próximo à linha do equador. A radiação solar também apresentou pouca variação entre as médias, acentuando-se somente nos meses de maio, junho e julho; já nas médias de declinação solar ocorre grande oscilação bem delimitada pelas estações do ano.

Um trabalho publicado pela revista *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, bastante relevante para a região, avalia o efeito de atributos condicionantes, tais como fotoperíodo, temperatura e radiação global, no acúmulo de forragens, a fim de desenvolver modelos estimadores do acúmulo de forragem potencial com base em parâmetros climáticos (Modelo 1 – produção de forragem em gramíneas do gênero *Cynodon*; Modelo 2 – produção de forragem de *Brachiaria brizantha*; Modelo 3 – acúmulo de forragem em *Panicum*; Modelo 4 – acúmulo de forragem em um segundo conjunto de dados com gramíneas das espécies *Brachiaria decumbens*; e Modelo 5 – acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha*). Seus realizadores concluíram que os modelos possuem capacidade estimadora diferente para cada cultivar, visto que sua calibração com dados locais pode acomodar efeitos desconsiderados na sua formulação e aumentar a acurácia de estimativas da produção potencial (TONATO et al., 2010).

Tabela 2. Médias mensais da declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera. Castanheira, Mato Grosso.

Rótulos de linha	Média de declinação solar	Média de fotoperíodo	Média de radiação solar
1	-20.8471721	12.57321799	39.97109882
2	-13.32525687	12.35683413	39.87732343
3	-2.38917861	12.06293818	38.57515876
4	9.493197789	11.74789833	35.68637765
5	18.80581803	11.48716057	32.40557046
6	23.07705882	11.35903305	30.62927632
7	21.10146737	11.4191552	31.47099958
8	13.29604132	11.64379627	34.4463785
9	1.993572635	11.94750503	37.68752996
10	-9.848545141	12.26177033	39.60178488
11	-19.05050905	12.51995588	40.00487145
12	-23.09560549	12.64153808	39.87456151
Total geral	6.03475E-16	12	36.66717492

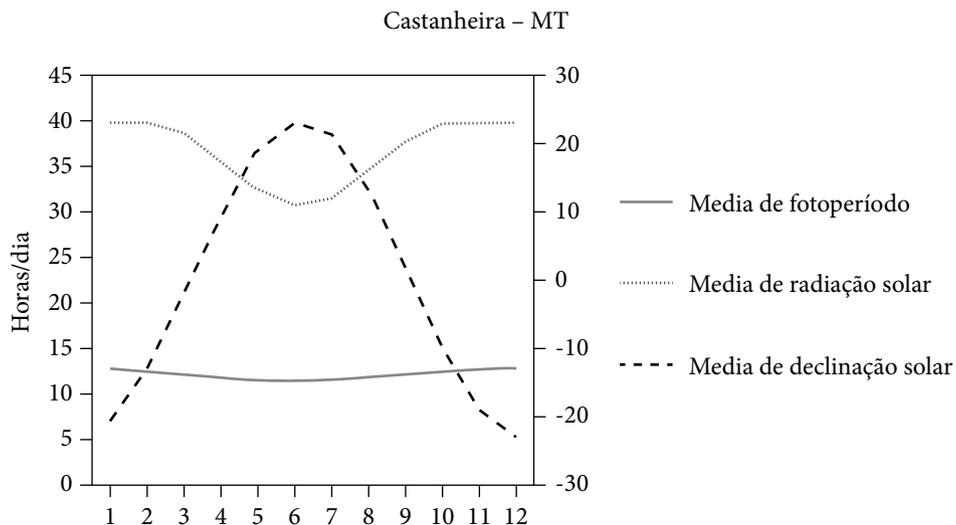


Figura 2. Médias mensais das variáveis climáticas, declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera, Castanheira, Mato Grosso.

No município de Juína, Estado do Mato Grosso, foram realizados estudos para determinar as variabilidades anual, mensal e decenal, quantificar o número de dias secos e chuvosos e definir diferentes níveis de probabilidade de ocorrência de chuvas, com a finalidade de analisar o comportamento das chuvas e a probabilidade de ocorrência por meio da detecção de tendências ou alterações no clima, a fim de auxiliar nas atividades humanas e agropecuárias. Verificou-se que a distribuição pluviométrica na região apresenta variabilidade temporal anual: a maior precipitação mensal ocorre em janeiro, com 335,12 mm, e a menor, em julho, com 1,88 mm, definindo a região em duas estações — seca (de maio a setembro) e chuvosa (de outubro a abril). Nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março ocorrem 90% de probabilidade de pluviosidade, sendo esta superior a 160 mm (BATISTÃO et al., 2013).

Já o município de Campinas, São Paulo (Tabela 3), evidenciou média mínima de fotoperíodo de 10.61704875 horas, estabelecida nos dias julianos 152 a 181, que corresponde ao mês de junho; já a maior média é de 13.38419323 horas, correspondente aos dias julianos 335 a 365, mês de dezembro (alto verão). Quanto à média de radiação solar, foram obtidos valor mínimo de 24.18910785 MJ m⁻², no mês de junho, e valor máximo de 42.84399382 MJ m⁻², no mês de dezembro. Para declinação solar foram consideradas média máxima de 23.07705882°, no mês de junho, e média mínima de -23.09560549°, no mês de dezembro.

Esses resultados (Figura 3) demonstram que houve pouca variação entre as médias, mínimas e máximas, de fotoperíodo para a cidade de Campinas, São Paulo, porém grande variação nas médias de radiação solar, apresentando

Tabela 3. Médias mensais da declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera. Campinas, São Paulo.

Rótulos de linha	Média de declinação solar	Média de fotoperíodo	Média de radiação solar
1	-20.8471721	13.23578444	42.39245592
2	-13.32525687	12.76774525	40.50781804
3	-2.38917861	12.13525518	36.75740339
4	9.493197789	11.45791951	31.48445355
5	18.80581803	10.89509232	26.60406972
6	23.07705882	10.61704875	24.18910785
7	21.10146737	10.74766554	25.31816704
8	13.29604132	11.23358595	29.55990293
9	1.993572635	11.8871907	34.951264
10	-9.848545141	12.5629065	39.43280592
11	-19.05050905	13.12031287	41.99202503
12	-23.09560549	13.38419323	42.84399382
Total geral	6.03475E-16	12	34.63807446

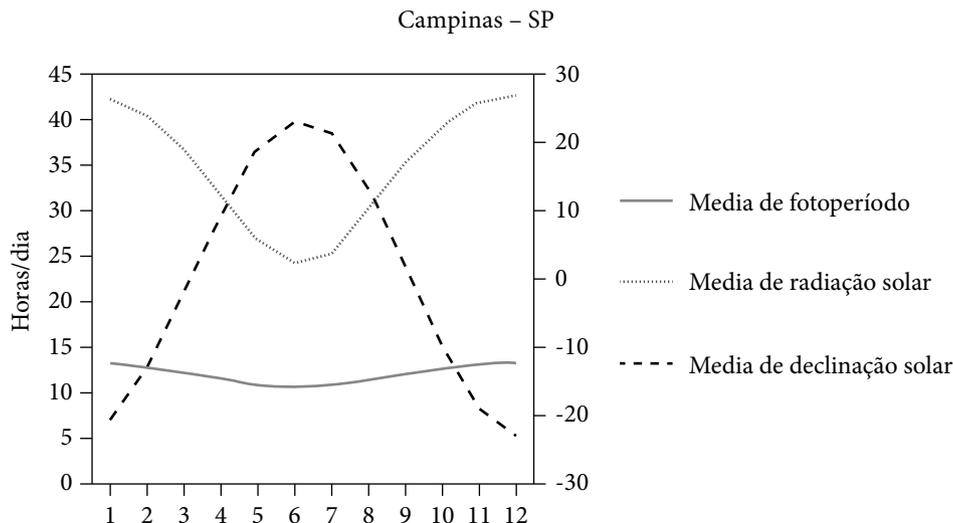


Figura 3. Médias mensais das variáveis climáticas, declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera, Campinas, São Paulo.

os maiores índices nos meses de janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro; a declinação solar é mais acentuada no mês de junho, como já discutido anteriormente.

Em estudo sobre a influência da radiação solar nos processos de indução e diferenciação de gemas reprodutivas em *Coffea arabica* L, realizado no município de Rio Claro, São Paulo, com o objetivo de avaliar as morfologias externa e interna durante as etapas do processo de floração em *C. arabica*, cultivada em campo, sob quatro diferentes regimes de radiação, visando a contribuir para o conhecimento do processo de floração do cafeeiro, os autores concluíram que níveis intermediários de sombreamento anteciparam o desenvolvimento das gemas no ano de alta produção, ocorrendo o inverso no ano de baixa produção. Também se verificou que ramos de cafeeiro em ano de alta produção, com grande número de frutos na base, apresentam atraso na diferenciação das gemas florais em relação aos ramos com poucos frutos em anos de baixa produtividade e que a radiação solar possui efeito maior nas fases iniciais do desenvolvimento floral do *C. arabica* (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2011).

Averiguando a escassez de dados meteorológicos para estudos climáticos, foram desenvolvidas equações de estimativas da temperatura do ar, pelo método da regressão linear, obtidas em função de coordenadas geográficas visando a minimizar erros, para determinar os valores máximos e mínimos médios mensais e anuais na região compreendida pelos municípios que compõem o Polo Turístico do Circuito das Frutas do Estado de São Paulo. Observou-se que a estimativa das temperaturas — máximas e mínimas, médias mensais e anuais — pode ser realizada utilizando-se apenas a altitude e que as temperaturas na região oeste do Circuito das Frutas são, em geral, mais elevadas e diminuem no sentido leste (BARDIN et al., 2010).

4. CONCLUSÃO

O comportamento da declinação solar, do fotoperíodo e da irradiação no topo da atmosfera apresentou variações relativamente baixas nas médias observadas, quando comparado ao das três cidades escolhidas em diferentes regiões do Brasil. Este estudo não se baseou em análises estatísticas para estabelecer se os valores encontrados apresentam significância; assim, as diferenças observadas em cada município podem estar atreladas à sua localização geográfica.

Foram verificados maiores valores de irradiação solar e fotoperíodo nos meses que correspondem à primavera e ao verão, e valores menores nos períodos do outono e do inverno para os três municípios considerados neste estudo.

O município de Castanheira, Mato Grosso, apresentou menor variação de fotoperíodo com intervalo de uma hora; já o município de Campinas, São Paulo, apresentou maior variação com intervalo de três horas. Para a radiação solar, Castanheira, Mato Grosso, apresentou uma diferença de 9.24528519 MJ m⁻², enquanto Alto Piquiri, Paraná, exibiu intervalo de 19.51624673 MJ m⁻².

Tais resultados evidenciam que a latitude influencia nas variáveis climáticas, sendo determinante para escolha de cultivares e sucesso dos sistemas de produção em diferentes períodos anuais e em região específica.

5. AGRADECIMENTOS Agradecemos à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), ao Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Agroambiental (CEPEDA), ao Laboratório de Agrometeorologia, localizado no CEPEDA da UNEMAT, à Secretaria de Estado de Educação, Esporte e Lazer de Mato Grosso (SEDUC-MT) e ainda ao orientador do referido trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; ROCHA, R. P.; CARVALHO, M. A. C. Zoneamento agroclimático de amendoineiro para a Bacia do Alto Paraguai (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, p. 231-240, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4532985>
- BARDIN, L., PEDRO JÚNIOR, M. J.; DE MORAES, J. F. Estimativa das temperaturas máximas e mínimas do ar para a região do Circuito das Frutas, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 618-624, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000600008>
- BATISTÃO, A. C.; LAVEZO, A.; PESSOA, M. J. G.; DALLACORT, R.; CARVALHO, M. A. C. Distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juína (MT). **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 9, v. 13, 2013. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v13i0.33704>
- BEM, A. O problema do emprego dos conceitos de agricultura extensiva e intensiva nos livros didáticos de geografia. **Revista Eletrônica AGB-TL**, n. 12, p. 125-149, 2010.

- BERUSKI, G. C.; PEREIRA, A. B.; SENTELHAS, P. C. Desempenho de diferentes modelos de estimativa da radiação solar global em Ponta Grossa, PR. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 2, p. 205-213, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620130097>
- DALLACORT, R.; DE FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R.; BERTONHA, A.; DA SILVA, F. F.; TRINTINALHA, M. Determinação dos coeficientes da equação de Angstron para a região de Palotina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 3, p. 329-336, 2004a. DOI: 10.4025/actasciagron.v26i3.1831
- DALLACORT, R.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. D. L.; FREITAS, P. S. L.; SILVA, F. D. Análises do comportamento de um actinógrafo bimetalico (R. Fuess-Berlin-Steglitz) em diferentes tipos de cobertura do céu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 413-419, 2004b. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i4.1800>
- FENNER, W.; DALLACORT, R.; MOREIRA, P. S. P.; DE QUEIROZ, T. M.; FERREIRA, F. D. S.; BENTO, T. S.; DE CARVALHO, M. A. C. Índices de satisfação de necessidade de água para o milho segunda safra em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, 2015. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v15i0.37309>
- GARCIA, R. G.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; SERIGATTO, E. M.; FARIA JÚNIOR, C. A. Calendário agrícola para a cultura do milho em Sinop (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 218-222, 2013.
- GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. D. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum**, v. 27, p. 107-115, 2005. DOI: 10.4025/actasciagron.v27i1.2127
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.br>>. Acesso em: 30 set. 2016.
- QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Diferenciação floral em cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) sob diferentes níveis de radiação. **Coffee Science**, v. 6, n. 3, p. 256-268, 2011.
- RIBEIRO, R. C.; DALLACORT, R.; BARBIERI, J. D.; SANTI, A.; RAMOS, H. C. Zoneamento do saldo hídrico anual da cana-de-açúcar para o estado de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11 n. 21, p. 1958, 2015.
- RICIERI, R. P.; DALLACORT, R.; GNOATO, E.; SOUZA, S. N. M. Eficiência do método de medida da radiação solar difusa medida por sombreamento em função do tipo de cobertura do céu. *In*: ENCONTRO DE ENERGIA DO MEIO RURAL, 4., 2002, **Anais...** Campinas, 2002. 1 CD-ROM.
- TONATO, F.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, C. G. S.; DANTAS, O. D.; MALAQUIAS, J. V. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 522-529, 2010.