ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

CICLO DIÁRIO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NOS BIOMAS DO ESTADO DE MATO GROSSO

MOREIRA, Patricia Simone Palhana
Mestranda. Universidade do Estado de Mato Grosso / Tangará da Serra, MT

DALLACORT, Rivanildo
Doutor. Universidade do Estado de Mato Grosso / Tangará da Serra, MT

GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos
Doutora. Universidade do Estado de Mato Grosso / Barra do Bugres, MT

NEVES, Ronaldo José
Doutor. Universidade do Estado de Mato Grosso / Cáceres, MT

CARVALHO, Marco Antonio Camillo de
Doutor. Universidade do Estado de Mato Grosso / Alta Floresta, MT

BARBIERI, Joao Danilo
Mestrando. Universidade do Estado de Mato Grosso / Tangará da Serra, MT

RESUMO: As variáveis meteorológicas estão entre os fatores que influenciam em todos os setores da sociedade. O objetivo deste trabalho foi analisar o ciclo diário de variáveis meteorológicas nos diferentes biomas do estado de Mato Grosso. Para tanto, foram utilizados dados de cinco estações meteorológicas, uma no bioma Amazônia; uma no bioma Pantanal; e três em área de transição dos biomas Cerrado-Amazônia, no estado de Mato Grosso. Foram calculadas as frequências de ocorrência de precipitação pluviométrica e a média das variáveis de temperatura e umidade relativa, vento e rajada, com médias de cada hora. Os resultados mostraram que em Diamantino, Tangará da Serra e Barra do Bugres, as ocorrências de chuva tiveram maior frequência entre doze e vinte e três horas, enquanto que em Cáceres e Alta Floresta, apresentaram uma frequência diurna diferente em relação à chuva. Entre zero e onze horas ocorreram 50,09% dos eventos de chuva em Alta Floresta e 44,47% em Cáceres. A temperatura do ar apresentou ciclo diário clássico, com média mais baixa ocorrendo às seis horas e mais alta às quatorze horas, a umidade relativa do ar apresentou comportamento inverso ao da temperatura, o vento e a rajada apresentaram evolução no ciclo diário, altamente correlacionado de forma positiva com a temperatura. O ciclo horário das variáveis foi semelhante entre as estações meteorológicas, com exceção das chuvas.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclo diurno, precipitação pluviométrica, biomas.

METEOROLOGICAL VARIABLES DAILY CYCLE IN MATO GROSSO STATE BIOMES

ABSTRACT: Meteorological variables are among the factors that has influence in all sectors of society. The aim of this work was to analyze the meteorological variables daily cycle in different biomes of the state of Mato Grosso. Therefore data from five weather stations were used, one in the Amazon biome, one in the Pantanal biome and three in the Cerrado-Amazon biome transition areas, in Mato Grosso State. Water precipitation frequencies occurrence and average temperature and relative humidity, wind and blast were assessed hourly. Results showed that the rain occurrence in Diamantino, Tangara da Serra and Barra do Bugres were more frequent between 12:00 and 23:00 hours, while Caceres and Alta Floresta had a different diurnal frequency regarding the rain. Rainfall events had 50.09% occurred between 00:00 and 11:00 in Alta Floresta and 44.47% in Caceres. Air temperature had presented classic daily cycle, with lower averages occurring at 06:00 and highest at 14:00 hours, relative humidity had opposite values to the temperature, wind and blast had progress throughout the day highly positive correlated with temperature. The variables hourly cycle was similar between weather stations, except for the rain.

KEYWORDS: Diurnal cycle, rainfall, biomes.

1. INTRODUÇÃO

As variáveis climáticas estão entre os fatores que mais influenciam a vida na Terra, consequentemente também são umas das maiores preocupações na atualidade, tanto por parte dos estudiosos como da população em geral. Neste sentido, as pesquisas relacionadas

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

ao clima e tempo tornam-se cada vez mais importantes no cenário atual, devido às tendências de mudanças climáticas no planeta. Segundo o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2013) como consequência de mudança climática, poderão ocorrer mudanças nos padrões de comportamento, principalmente da temperatura e precipitação, os eventos extremos relacionados a essas variáveis tenderão a aumentar, causando transtornos em todos os setores da sociedade.

Desta forma, os estudos sobre observações de dados meteorológicos se tornam fundamentais, pois mesmo com os avanços tecnológicos e expansão das estações meteorológicas, no país ainda há carência de dados. Para a agricultura, que é uma das principais atividades econômicas do país o conhecimento sobre o comportamento das condições de tempo são de extrema importância, pois mesmo com o desenvolvimento de novas tecnologias para os sistemas agrícolas as condições de tempo ainda causam muitos prejuízos, pois muitos fatores adversos são difíceis de serem previstos (AYOADE, 2004; PEREIRA et al., 2002). Conforme Pereira et al. (2002) os sistemas agrícolas são os que possuem maior dependência das condições meteorológicas, pois estas influenciam em todas as fases das atividades agrícolas, desde a escolha da época de semeadura até o armazenamento dos produtos.

Informações meteorológicas são importantes para estudos sobre modelagem agrometeorológicas, como para o rendimento de culturas, adaptabilidade e zoneamento climático. Por meio da avaliação de dados meteorológicos pode-se analisar a aptidão de culturas para uma determinada região, principalmente através de análise de temperatura e precipitação que são as variáveis mais importantes para o desenvolvimento das plantas. Segundo Moura e Lorenzzetti (2006) o zoneamento agrometeorológico, bem como o monitoramento do tempo e do clima são indispensáveis para o gerenciamento da produção agrícola, no entanto, essas informações devem ser utilizadas de forma correta nos processos de tomada de decisão, pois somente deste modo poderão contribuir para a minimização dos riscos associados ao tempo e clima no âmbito do setor agrícola.

Sabe-se que as variáveis meteorológicas passam por um ciclo diário, que se deve ao movimento de rotação da Terra. A temperatura do ar apresenta um ciclo diário relacionado com a radiação solar, que aquece o solo e consequentemente o ar, geralmente a temperatura mais alta ocorre entre 14 e 15 horas, e a mais baixa antes do sol nascer (VIANELLO e ALVES, 2000; PEREIRA et al., 2002). A avaliação sobre a evolução da temperatura no decorrer do dia é de grande importância para o desenvolvimento das culturas agrícolas, pois as temperaturas que ocorrem durante o dia são igualmente importantes para o desenvolvimento das plantas quanto as temperaturas noturnas (PEREIRA et al., 2002).

A umidade relativa que é uma variável importantíssima para a condução das culturas agrícolas geralmente apresenta um comportamento inverso ao da temperatura, desde que o ar não esteja saturado com vapor de água (AYOADE, 2004; PEREIRA et al., 2002). A umidade relativa do ar é um importante elemento agrometeorológico, pois a quantidade de vapor d'água na atmosfera é um importante agente que regula o ciclo das pragas e doenças em culturas agrícolas, assim como também é importante para o desenvolvimento e crescimento das plantas, desta forma a umidade tem influência direta e indiretamente o rendimento final das culturas agrícolas (OMETTO, 1981). O vento é uma variável que pode causar danos a culturas agrícolas, dependendo da sua velocidade e direção, como estímulo excessivo da evapotranspiração, efeito mecânico de quebra de galhos, dentre outros (PEREIRA et al., 2002).

No âmbito das atividades agrícolas o regime diurno das variáveis meteorológicas é especialmente importamente para o planejamento para aplicação de defensivos agrícolas, pois estes somente podem serem aplicados com condições ambientais adequadas. Neste contexto, o vento é especialmente importante, não sendo recomendado a aplicação na ausência de vento, tampouco com a presença de ventos muito fortes, os valores de velocidade do vento recomendados são entre 0,88 a 1,50 $m.s^{-1}$, pois ventos muito calmos podem impedir que o produto atinja o alvo, e ventos muitos fortes podem transportar o produto para longe do alvo de ação (SHIRATSUCHI e FONTES, 2002). Além do vento, outras variáveis como a chuva, temperatura e umidade do ar também são igualmente importantes no que se refere a aplicação de produtos fitossanitários (ANTUNIASSI, 2005).

Segundo Ayoade (2004) os regimes diurnos das chuvas são bastante regulares em regiões tropicais, todavia seu estudo é muitas vezes limitados, devido a carência de dados na maioria das regiões, pois para analisar do ciclo diário são necessários dados horários.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Portanto, devido a importância do ciclo diurno dos elementos meteorológicos e considerando a importância de estudos relacionados ao tempo e clima no mundo atual, O objetivo deste trabalho é analisar o ciclo diário de variáveis meteorológicas em áreas de diferentes biomas no estado de Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização das áreas de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido utilizando o banco de dados meteorológicos, disponibilizados pelo Laboratório de Agrometeorologia (Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), *Campus* de Tangará da Serra. Os dados foram coletados nos municípios de Alta Floresta (Bioma Amazônia); Diamantino, Tangará da Serra, Barra do Bugres (região de transição Cerrado e Amazônia) e Cáceres (Bioma Pantanal), no estado de Mato Grosso (figura 1).

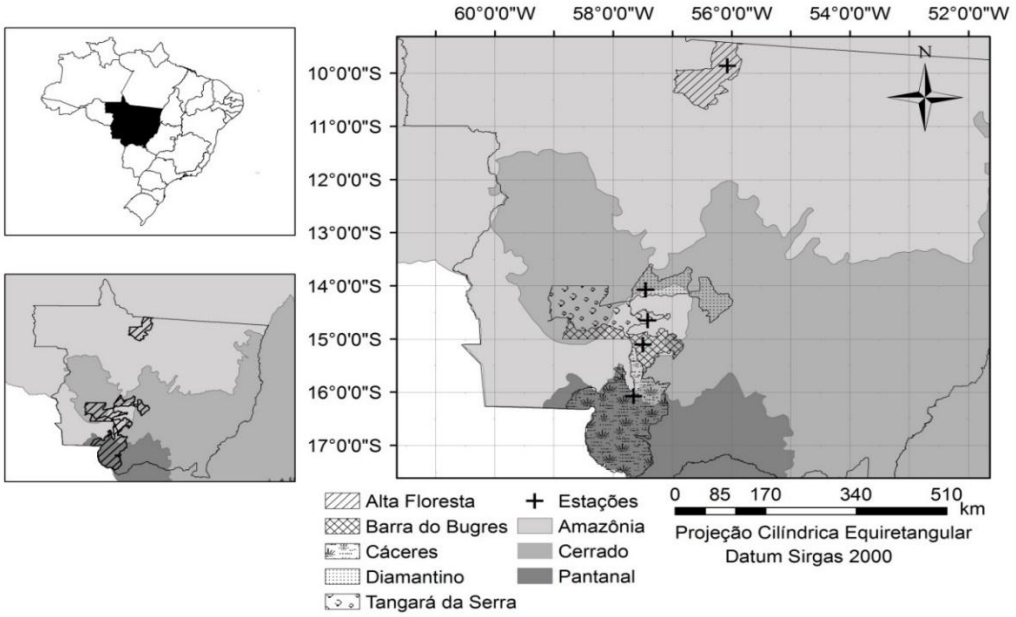


Figura 1. Localização das áreas de estudo, municípios de Alta Floresta, Diamantino, Barra do Bugres, Tangará da Serra e Cáceres e biomas no estado de Mato Grosso.

O Munícipio de Alta Floresta está localizado ao norte do estado de Mato Grosso, possui clima equatorial, quente e úmido, com média de temperatura acima de 18 °C em todos os meses do ano, com cerca de 3 meses seco. Diamantino, Tangará da Serra, Barra do Bugres e Cáceres apresentam clima tropical Brasil central, quente semiúmido, com média de temperatura acima de 18 °C em todos os meses do ano, com 4 a 5 meses seco (IBGE, 2002).

Em geral os tipos de vegetação encontrados em Alta Floresta são formação de vegetação secundária, Savanas e Floresta ombrófila. Em Diamantino a maior parte da vegetação é composta por vegetação secundária, Tangará da Serra apresenta áreas de vegetação secundária, Savana Arborizada (cerrado típico) e Savana Parque (campos de cerrado). No município de Barra do Bugres a maior parte da vegetação é constituída de vegetação secundária; Savana Parque (campos de cerrado), e Savana Arborizada (cerrado típico). Em Cáceres são encontradas vegetação secundárias, formações de Savana Arborizada (cerrado típico), Savana Parque (campos de cerrado) e Savana/Floresta estacional (IBGE, 2006).

2.2. Dados Meteorológicos

Para o presente trabalho foi utilizado dados precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa, vento e rajada (tabela 1).

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 1. Estação meteorológica e período utilizado para cada variável.

Estação	Variável	Período	Alt (m)	Lat (S)	Long (W)
Alta Floresta	Temp (°C) UR (%) Chuva (mm) Vento ($m.s^{-1}$) Rajada ($m.s^{-1}$)	Nov/2012 a Mar/2014	284	09° 51' 43"	56° 04' 06"
Diamantino	Temp (°C) UR (%) Chuva (mm)	Nov/2012 a Dez/2013	621	14° 04' 20	57° 27' 02"
Tangará da Serra	Temp (°C) UR (%)	Nov/2012 a Out/2013	440	14° 39’	57° 25’ 53,5”
	Chuva (mm) Vento ($m.s^{-1}$) Rajada ($m.s^{-1}$)	Nov/2012 a Jan/2014			
Barra do Bugres	Temp (°C) UR (%) Chuva (mm)	Nov/2012 a Jan/2014	208	15° 06' 14"	57° 29' 41"
Cáceres	Temp (°C) UR (%) Chuva (mm) Vento ($m.s^{-1}$) Rajada ($m.s^{-1}$)	Jan/2013 a Fev/2014	131	16° 04' 34,9"	57° 39' 11,2"

2.3. Instrumentação

A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas com sensor modelo CS215 (Campbell Ltd), montado em abrigo meteorológico termométrico de 6 pratos modelo 41303-5A. A precipitação foi registrada com pluviômetro do tipo basculante modelo TB4 (Hydrological Services Pty. Ltd). O vento foi registrado com Anemômetro modelo 03002 (R. M.Young).

Os dados coletados foram armazenados na memória de um *datalogger* modelo CR1000 (Campbell Ltd). O *datalogger* foi programado para realizar uma leitura a cada segundo, e no intervalo de uma hora o sistema calcula a média horária. Os valores foram armazenados na memória do *datalogger* e posteriormente transmitidos para um computador portátil.

2.4. Análise dos dados

A partir dos dados foi realizado o somatório de todos os eventos de precipitação em cada horário de registro durante todos os dias do período analisado para cada uma das cinco estações meteorológicas. Posteriormente a variabilidade horária da precipitação pluviométrica foi calculada através da frequência de ocorrência de precipitação em cada horário, para tanto foi utilizado a fórmula 1.

$$F(\%) = F(h)/F(24) * 100 \quad (1)$$

onde:

F(%) é a frequência em porcentagem;
F(h) é o número de eventos ocorridos em uma determinada hora;
F(24) total de eventos ocorridos em 24 horas.

O ciclo diário das variáveis: temperatura, umidade relativa, vento e rajada, foram calculados por meio da média horária de todo o período considerado, e posteriormente para o mês de janeiro e agosto, pois estes são meses que representam mês úmido e seco, respectivamente.

Posteriormente a análise das médias nas 24 horas do dia, para os dados das estações de Alta Floresta, Tangará da Serra e Cáceres foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman entre as médias horárias de temperatura, umidade relativa, vento e rajada.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Precipitação

As frequências horárias de ocorrência de precipitação pluviométrica apresentaram uma evolução no ciclo diário semelhante em Diamantino, Tangará da Serra e Barra do Bugres, como picos ocorrendo sempre após as 12 horas (figura 2).

Em Diamantino entre os horários de 12 as 23 horas concentraram-se 69,45% de todos os eventos de chuva. Às 19 horas em Diamantino ocorreu um pico, com 12% de ocorrência de chuvas. Em contrapartida, o horário de menor ocorrência de chuvas durante o período analisado foi 4 horas, com uma frequência de apenas 0,84%.

Com base nos dados de Tangará da Serra, foi observado que 70% dos eventos de chuva ocorreram entre 12 e 23 horas. Com dois picos máximos, um às 14 horas e outro 21 horas, com 10,44 e 8,88% dos eventos de chuvas, respectivamente. A menor frequência de ocorrência de eventos de chuva foi durante 0 horas com 1,32% e 3 horas 1,51%.

Barra do Bugres registrou 78,87% dos eventos de chuva no período de 12 as 23 horas, destacando-se dois picos máximos, às 15 horas com 11,22% e 17 horas com 9,76% dos eventos de chuva. Com frequência mínima no horário de 7 horas da manhã, com 1,06% de ocorrência dos eventos de chuva.

Cáceres e Alta Floresta apresentaram um comportamento bastante distinto (figura 2). Alta Floresta apresentou os eventos de chuva mais distribuidos durante o ciclo diário, com 52,09% dos eventos de chuva entre 0 e 11 e 47,91% entre 12 e 23 horas. Alta Floresta apresentou um pico máximo de 7,95% no horário de 1 da madrugada, e às 17 (7,84%). O horário que apresentou menor frequência de eventos de chuva foi as 13 e 19 horas.

Em Cáceres o horário de 0 a 11 horas apresentou 44,47% de ocorrência de chuva, e o período de 12 às 23 apresentou 55,53% dos eventos de chuva. Foi evidenciado dois picos máximos, um no horário de 6 horas com 8,30% dos eventos de chuva, e o outro as 18 horas com 8,67% dos eventos de chuva (figura 6).

Segundo Yang e Smith (2006) a precipitação sobre o continente ocorre principalmente a partir da metade para o final da tarde, destaca-se, que na região central da América do sul os picos máximos de precipitação pluviométrica ocorrem entre o intervalo de 18 a 21 horas, com picos secundários ocorrendo entre 6 e 9 horas. Santos e Silva et al. (2011) avaliaram o ciclo diário da precipitação pluviométrica na região sudoeste a Amazônia por meio de postos pluviométricos, dados estimados por radar S-POL e pelo algoritmo 3B42_V6, e averiguaram a existência de dois picos máximos de precipitação, um maior no final da tarde e um pico secundário a noite.

Tota et al. (2000) estudaram o ciclo diário da precipitação pluviométrica durante a estação chuvosa no ano de 1999, em Ouro Preto D'Oeste, estado de Rondônia, que está inserido no bioma Amazônia, evidenciaram que as chuvas ocorreram com maior frequência nos horários de 2 às 4 e 15 às 17 horas, com o máximos de frequência de ocorrência durante às 15 horas. Santos Neto (2014) em Porto Velho, também no bioma Amazônia, estado de Rondonia verificaram que ocorrem dois picos de máximas frequências de precipitação: um durante as 5 horas da madrugada e o outro durante as 15 horas no período da tarde.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

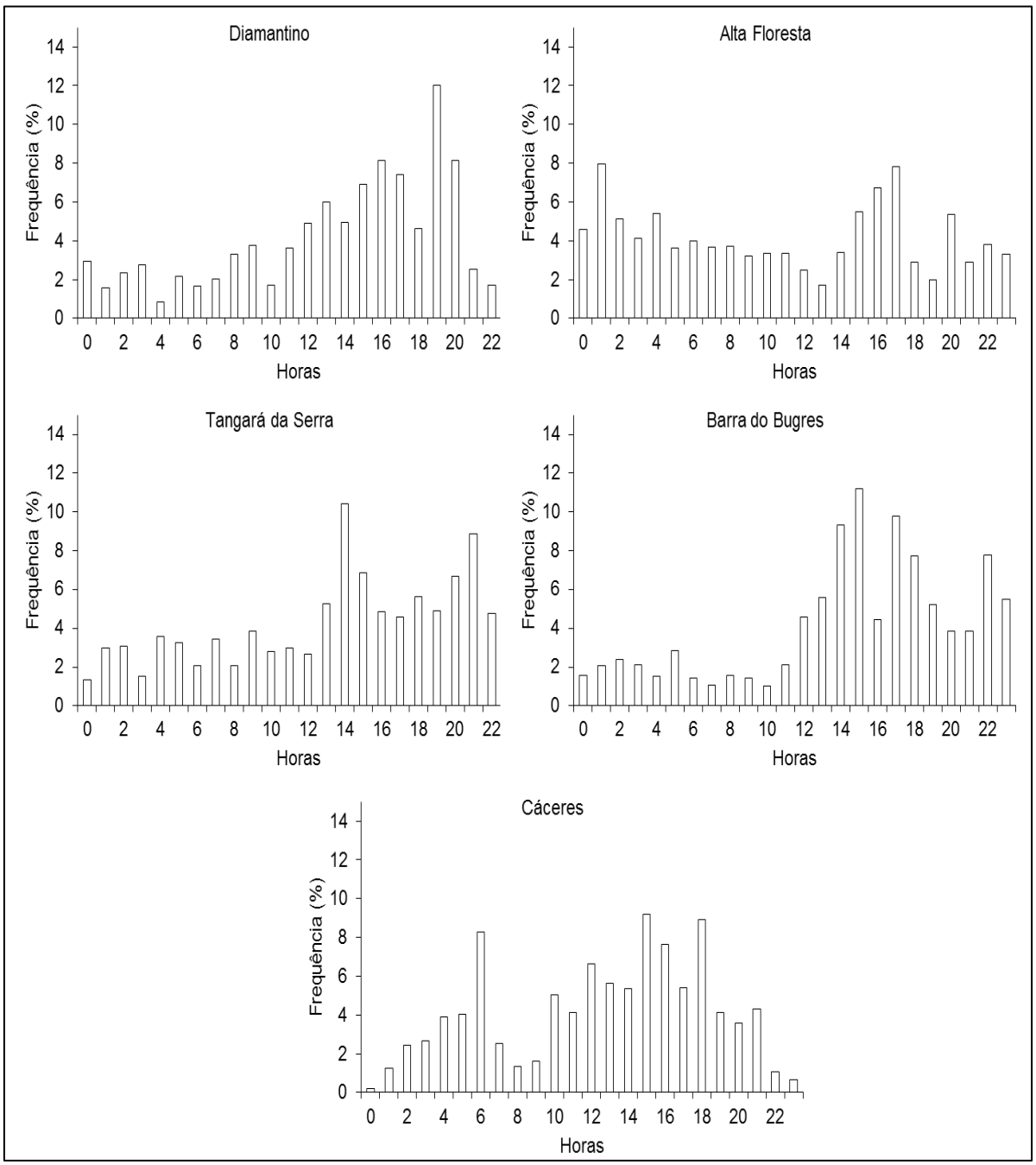


Figura 2. Ciclo diário de ocorrência de precipitação pluviométrica em Diamantino, Alta Floresta, Tangará da Serra, Barra do Bugres e Cáceres.

No que diz respeito a aplicação de defensivos agrícolas o ciclo diário de ocorrências de precipitação é importante, pois deve ser observado um intervalo mínimo entre a aplicação e a ocorrência de chuvas, pois cada produto exige um tempo mínimo para a ação, evitando deste modo a perda por escorrimento (ANTUNIASSI, 2005; SPADOTTO, 2006).

Ainda no âmbito da agricultura, Segundo Ayoade (2004) o conhecimento sobre o ciclo diurno das chuvas é especialmente importante, pois as chuvas que ocorrem durante o dia, estão fortemente sujeitas a perdas por evaporação.

3.2. Temperatura, umidade e vento

A análise do ciclo diurno demonstrou que o horário de ocorrência de temperatura do ar mais baixa foi durante às 6 horas para todas as cinco estações, exceto para o mês de janeiro em Cáceres que foi às 5 horas (figura 3). Em Diamantino a média mais alta ocorreu às 14 horas para a média geral, e médias de janeiro e agosto. Em Tangará da Serra e Barra do Bugres no mês de janeiro a temperatura mais alta ocorreu às 13 horas, e em agosto às 15 horas. Em Alta Floresta a média mais alta ocorreu às 15 horas, tanto para janeiro quanto para

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

agosto. Em Cáceres no mês de janeiro a maior temperatura foi às 14 horas e em agosto às 15 horas (figura 3).

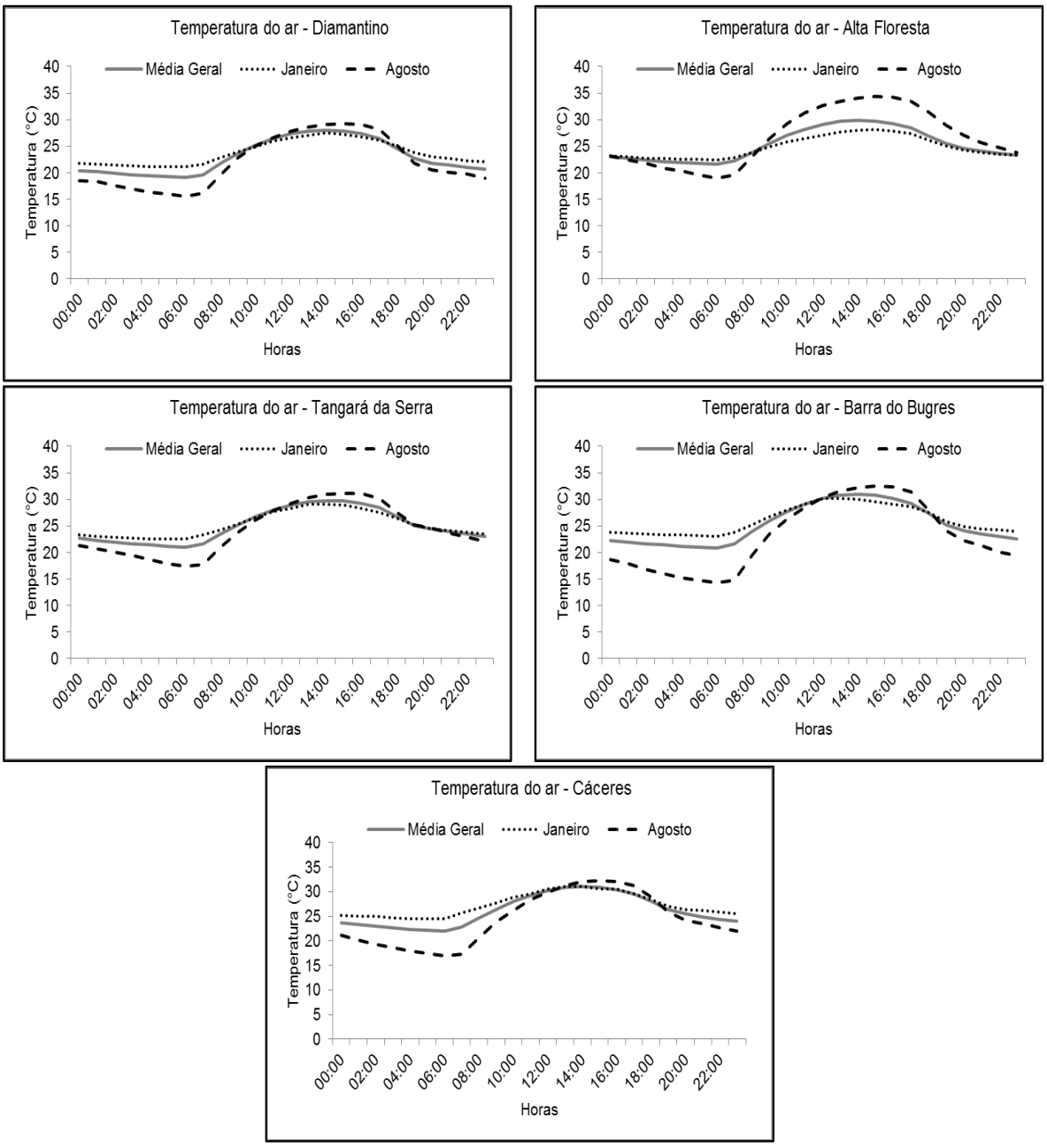


Figura 3. Variação horária da temperatura do ar, para Diamantino, Alta Floresta, Tangará da Serra, Barra do Bugres e Cáceres.

A temperatura do ar apresentou o mesmo padrão de comportamento para os cinco locais analisados (figura 3). O aquecimento do ar se deve ao fato de que o solo é aquecido em função da energia solar, este por sua vez aquece o ar, e após ao pôr do sol, o solo vai se resfriando, e consequentemente também resfriando o ar, que vai perdendo energia, devido a este fenômeno, pouco antes do sol nascer o solo e o ar encontram-se com energia mínima, de modo que no decorrer de um dia a temperatura mais baixa ocorre antes do sol nascer. Em contrapartida a temperatura máxima ocorre 2 ou 3 horas após ao meio dia solar, ou seja, quando o sol atinge o ponto mais alto, também conhecido como o meio dia verdadeiro (OMETTO, 1981; PEREIRA et al., 2002; VAREJÃO-SILVA, 2006).

Considerando os valores da média geral, nos cinco locais analisados a média de temperatura mais baixa ocorreu às 6 horas da manhã, variando de 19,14 °C em Diamantino a 22,00 °C em Cáceres. A média de temperatura mais alta ocorreu às 14 horas, com médias variando de 28,01 °C em Diamantino a 31,11 °C em Cáceres. A diferença entre a temperatura

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

mais baixa e mais alta variou de 8,28 °C em Alta Floresta a 10,21 °C em Barra do Bugres (tabela 2).

Tabela 2. Horário de ocorrência de temperatura mais baixa e mais alta, considerando a média geral.

	Menor Temperatura	*Maior Temperatura*	*Amplitude da temperatura média diária*
Diamantino	19,14 °C (6h)	28,01 °C (14h)	8,87 °C
Alta Floresta	21,65 °C (6h)	29,93 °C (14h)	8,28 °C
Tangará da Serra	21,04 °C (6h)	29,73 °C (14h)	8,69 °C
Barra do Bugres	20,78 °C (6h)	30,99 °C (14h)	10,21 °C
Cáceres	22,00 °C (6h)	31,11 °C (14h)	9,11 °C

Durante o mês de janeiro a média horária de temperatura do ar mais baixa ocorreram às 6 horas da manhã em Diamantino, Alta Floresta, Tangará da Serra e Barra do Bugres, com valores que variaram de 21,13 a 23,05 °C. Em Cáceres a média da temperatura mais baixa foi às 5 horas, com valor de 24,45 °C (tabela 3).

Os valores mais altos de temperatura do ar ocorreram às 14 horas em Diamantino (27,47 °C) e em Cáceres (30,98 °C); 15 horas em Alta Floresta (28,12 °C); e 13 horas em Tangará da Serra (29,05 °C) e Barra do Bugres (30,20 °C). A diferença entre a maior e menor temperatura variou de 5,65 °C em Alta Floresta a 7,15 °C em Barra do Bugres (tabela 3).

Tabela 3. Horário de ocorrência de temperatura mais baixa e mais alta, considerando a média do mês de janeiro.

	Menor Temperatura	*Maior Temperatura*	*Amplitude da temperatura média diária*
Diamantino	21,13 °C (6h)	27,47 °C (14h)	6,34 °C
Alta Floresta	22,46 °C (6h)	28,12 °C (15h)	5,66 °C
Tangará da Serra	22,51 °C (6h)	29,05 °C (13h)	6,54 °C
Barra do Bugres	23,05 °C (6h)	30,20 °C (13h)	7,15 °C
Cáceres	24,45 °C (5h)	30,98 °C (14h)	6,53 °C

No mês de agosto a média de temperatura mais baixa ocorreu às 6 horas da manhã apresentando valores baixos, com médias que variaram de 14,30 °C em Barra do Bugres a 19,04 °C em Alta Floresta. Já as médias mais altas de temperatura ocorreram às 14 horas em Diamantino (29,10 °C) e 15 horas nos demais locais, com valores entre 31,16 °C em Tangará da Serra a 34,39 °C em Alta Floresta. A amplitude da temperatura média variou de 13,68 °C em Tangará da Serra a 18,17 °C em Barra do Bugres (tabela 4).

Tabela 4. Horário de ocorrência de temperatura mais baixa e mais alta, considerando a média do mês de agosto.

	Menor Temperatura	*Maior Temperatura*	*Amplitude da temperatura média diária*
Diamantino	15,57 °C (6h)	29,10 °C (14h)	13,53 °C
Alta Floresta	19,04 °C (6h)	34,39 °C (15h)	15,35 °C
Tangará da Serra	17,48 °C (6h)	31,16 °C (15h)	13,68 °C
Barra do Bugres	14,30 °C (6h)	32,47 °C (15h)	18,17 °C
Cáceres	16,99 °C (6h)	32,21 °C (15h)	15,22 °C

Em Cuiába, Gomes (2010) verificou que a temperatura mais alta foi registrado durante às 15 horas, e a mais baixa as 7 horas. O mesmo autor verificou para Chapada dos Guimarães que a máxima média horária ocorreu às 14 horas, e a mínima média horária ocorreu às 6 horas.

Hofmann (2008), em uma região de campo aberto no Pantanal matogrossense verificou que as temperaturas mínimas ocorrem entre 5 e 6 horas da manhã, e temperatura máxima sempre o 13 e 14 horas. Resultados que concordam com encontrados neste trabalho para os dados de Cáceres, também inserida no Pantanal. Também no Pantantal, para uma área de pastagem Galeano et al. (2013) observaram em setembro de 2009 que a temperatura aumenta nas primeiras horas do dia e decresce no final da tarde, fenômeno que é explicado pelos autores que por volta do meio dia, os raios solares estão mais próximos ao ângulo

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

zenital da superfície estudada, o que faz com a energia incidente pelos raios solares aumente a temperatura.

Rocha et al. (2004) verificou para Santarém-PA (Amazônia oriental) que o horário de ocorrência de maiores temperaturas do ar se concentram em torno de 14 e 15 horas, e as temperaturas mais baixas durante a madrugada.

Os horários de ocorrência de umidade relativa do ar mais alta foi às 6 horas da manhã em Tangará da Serra, Barra do Bugres e Alta Floresta, tanto para a média geral, quanto para as médias dos meses de janeiro e agosto; em Diamantino e Cáceres para média geral e a média de janeiro, porém em agosto a média mais alta foi às 4 horas (figura 4).

A umidade do ar foi mais baixa no horário de 14 horas em Diamantino (média geral, média de janeiro e agosto); em Alta floresta às 14 horas para a média geral e 15 horas para as médias de janeiro e agosto; em Tangará da Serra e Cáceres as porcentagens de vapor de água no ar foram mais baixas no período de 14 horas para a média geral e média de janeiro, e às 15 horas para a média de agosto; já em Barra do Bugres a umidade relativa do ar foi mais baixa às 13 horas para a média de janeiro, e 14 e 15 horas para a média geral e média de agosto, respectivamente (figura 4).

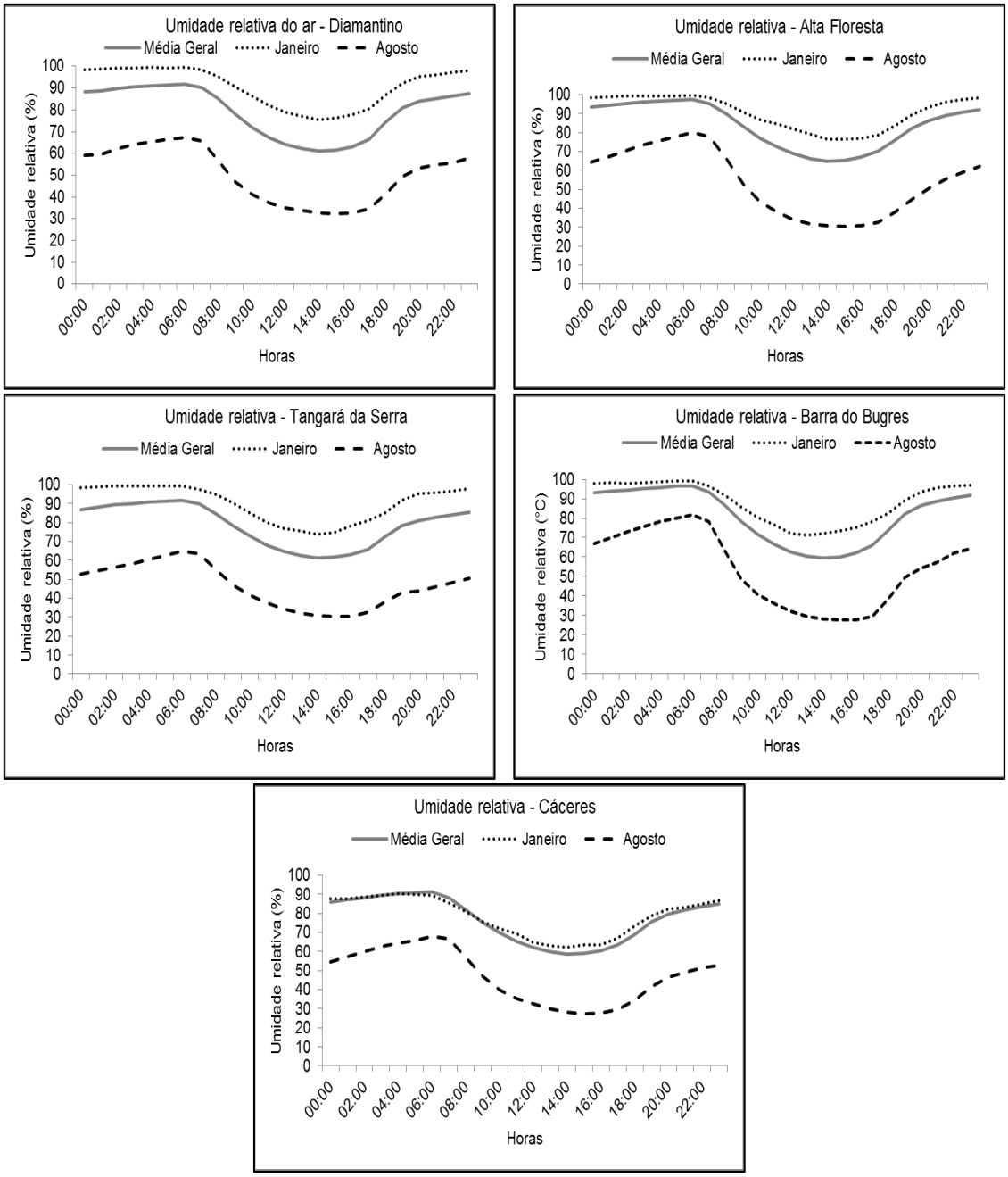


Figura 4. Variação horária da umidade relativa do ar, para Diamantino, Alta Floresta, Tangará da Serra, Barra do Bugres e Cáceres.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

Considerando a média geral a umidade relativa do ar mais alta variou de 91,20 a 97,33% em Cáceres e Alta Floresta, respectivamente, está ocorreu às 6 horas em todos os locais analisados. Já a umidade mais baixa para a média geral ocorreu às 14 horas, e variaram de 58,70 a 64,98%. A diferença entre a umidade relativa mais alta e mais baixa variaram de 30,49% em Tangará da Serra a 37,10% em Barra do Bugres (tabela 5).

Tabela 5. Horário de ocorrência de umidade relativa do ar mais baixa e mais alta, considerando a média geral.

	Maior umidade do ar	*Menor umidade do ar*	*Diferença entre a maior e menor umidade média diária*
Diamantino	91,80% (6h)	61,17% (14h)	30,63%
Alta Floresta	97,33% (6h)	64,98% (14h)	32,35%
Tangará da Serra	91,76% (6h)	61,27% (14h)	30,49%
Barra do Bugres	96,60% (6h)	59,51% (14h)	37,10%
Cáceres	91,20% (6h)	58,70% (14h)	32,50%

Para a média de janeiro em Diamantino e Cáceres a maior média horária de umidade relativa do ar ocorreu durante a madrugada (4 horas), com valores de 99,47 e 90,16%, respectivamente. Os valores de ocorrência de umidade relativa mais baixa variaram de 62,13% em Cáceres às 14 horas a 76,42% em Alta Floresta às 15 horas. A variabilidade horária da umidade relativa do ar de Barra do Bugres e Cáceres apresentaram as maiores diferenças de umidade relativa do ar no ciclo diário (tabela 6).

Tabela 6. Horário de ocorrência de umidade relativa do ar mais baixa e mais alta, considerando a média do mês de janeiro.

	Maior umidade do ar	*Menor umidade do ar*	*Diferença entre a maior e menor umidade média diária*
Diamantino	99,47% (4h)	75,64% (14h)	23,84%
Alta Floresta	99,61% (6h)	76,42% (15h)	23,19%
Tangará da Serra	99,30% (6h)	73,95% (14h)	25,35%
Barra do Bugres	99,00% (6h)	71,51% (13h)	27,49%
Cáceres	90,16% (4h)	62,13% (14h)	28,03%

Para a média do mês de agosto, o maior valor de umidade relativa do ar ocorreu no período de 6 horas da manhã nas cinco estações analisadas, com valores que variaram de 67,83% em Cáceres a 81,87% em Barra do Bugres. Para o horário de ocorrência de menor umidade relativa do ar, foi observado valores médios extremamente baixos, estes ocorreram às 14 horas em Diamantino e 15 horas nos demais locais, sendo que, as médias variaram de 27,38% em Cáceres a 32,69% em Diamantino. Foi observado grandes diferenças entre a média do horário mais úmido e mais seco do dia, com valores de 34,29% em Tangará da Serra e 54,14% em Barra do Bugres (tabela 7).

Tabela 7. Horário de ocorrência de umidade relativa do ar mais baixa e mais alta, considerando a média do mês de agosto.

	Maior umidade do ar	*Menor umidade do ar*	*Diferença entre a maior e menor umidade média diária*
Diamantino	67,26% (6h)	32,69% (14h)	34,57%
Alta Floresta	80,09% (6h)	30,39% (15h)	49,70%
Tangará da Serra	64,61% (6h)	30,32% (15h)	34,29%
Barra do Bugres	81,87% (6h)	27,73% (15h)	54,14%
Cáceres	67,83% (6h)	27,38% (15h)	40,46%

Durante o mês de janeiro foi evidenciado altos valores de umidade relativa do ar, principalmente durante a madrugada. Esses altos valores de umidade relativa do ar podem ocasionar a deposição de orvalho, pois segundo Pereira et al. (2002) em condições de campo, quando a umidade relativa ultrapassa a 95% poderá ocorrem deposição de orvalho.

O orvalho é uma variável importante em práticas agrícolas relacionadas a aplicação de defensivos, esta variável pode interferir na técnica de aplicação, podendo ocorrer a diluição do produto, e/ou escorrimento em decorrência do excesso de água (ANTUNIASSI, 2005; SPADOTTO, 2006). Do ponto de vista fitossanitário, a partir de dados horário de umidade

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

relativa do ar em conjunto com dados de velocidade do vento é possível estimar a duração do período de molhamento (SENTELHAS et al., 1993), pois a duração e a quantidade de orvalho possui grande importância na relação entre a planta e o patógeno (WMO, 2010).

Como observado na figura 3 e 4, a evolução da temperatura e umidade relativa do ar são inversas, ou seja enquanto a temperatura do ar aumenta a umidade diminui. Segundo Pereira et al. (2002) desde que não ocorra saturação do ar, a umidade relativa do ar apresentará uma variabilidade horária inversa a da temperatura, ou seja, está será mais alta nos horários de menor temperatura e mais baixa nas horas mais quentes do dia. Este fenômeno é explicado pelo fato de que conforme a temperatura do ar aumenta em função do aumendo da disponibilidade energética na superfície do solo, devido ao efeito da radiação solar, a umidade relativa diminui em função do aquecimento do ar (COSTA et al., 2004).

Andrade et al. (2009) observaram este mesmo padrão para uma área de floresta Amazônica e outra de transição Cerrado-Amazônia, em que os maiores valores de umidade do ar ocorreram no período noturno, começando a diminuir após o nascer do sol, como os valores mais baixos nos períodos de 13 a 16 horas, a partir deste momento a umidade volta a subir. Os mesmos autores também constataram uma relação inversa da temperatura e umidade, em que os horários de maior temperatura são os horários de menor umidade.

A umidade relativa e a temperatura do ar são variáveis importantíssimas para a agricultura, o conhecimento sobre o ciclo diário destas variáveis é indispensável para às tecnologias de aplicações de defensivos. Segundo Antuniassi (2005) as tecnologias relacionadas às aplicação de defensivos agrícolas devem serem adequadas as condições do ambiente, não sendo recomendado aplicações com umidade relativa do ar abaixo de 50% e temperatura maior que 30 °C.

Deste modo, o conhecimento prévio sobre os horários predominantes de ocorrência de maiores e menores valores de umidade relativa e temperatura do ar podem contribuir para otimizar o trabalho de aplicação de defensivos agrícolas. Como destacado na figuras 3 e 4, os horários de ocorrência de menor temperatura e maior umidade relativa do ar ocorrem no início da manhã e no final da tarde, estes horários segundo Antuniassi (2005) são os mais apropriados para as aplicações.

O horário de ocorrência ventos mais calmos foi 6 horas da manhã. Alta Floresta apresentou a velocidade média de vento mais baixa de 0,86 $m.s^{-1}$, em relação a Tangará da Serra 2,15 $m.s^{-1}$ e Cáceres 0,98 $m.s^{-1}$. As médias horárias da rajada apresentaram valores de 2,15; 3,21; e 2,59 $m.s^{-1}$, em Alta Floresta, Tangará da Serra e Cáceres, respectivamente (figura 5).

Os valores de velocidade do vento foram relativamente baixos durante o mês de janeiro, quando comparado com agosto para todas as estação analisadas (figura 5). Durante o mês de janeiro, os horários de ocorrências de maiores e menores velocidades do vento foram respectivamente, 16 e 6 horas (2,59 e 0,78 $m.s^{-1}$) em Alta Floresta; 15 e 2 horas (3,21 e 1,38 $m.s^{-1}$) em Tangará da Serra; e 14 e 5 horas (2,10 e 1,04 $m.s^{-1}$) em Cáceres (figura 5).

No mês de agosto, os horários de ocorrências de maiores e menores velocidades do vento foram respectivamente, 12 e 6 horas (3,75 e 0,93 $m.s^{-1}$) em Alta Floresta; 11 e 6 horas (4,98 e 2,74 $m.s^{-1}$) em Tangará da Serra; e 13 e 7 horas (3,57 e 1,49 $m.s^{-1}$) em Cáceres (figura 5).

Em janeiro as rajadas foram mais elevadas e mais baixas respectivamente, às 16 (5,66 $m.s^{-1}$) e 6 horas (20,3 $m.s^{-1}$) em Alta Floresta; 14 (6,76 $m.s^{-1}$) e 2 horas (2,69 $m.s^{-1}$) em Tangará da Serra; e 14 (5,99 $m.s^{-1}$) e 6 horas (3,02 $m.s^{-1}$) para Cáceres.

No mês de agosto as rajadas mais elevadas ocorreram as 12 horas em Alta Floresta (7,30 $m.s^{-1}$) e Tangará da Serra (8,67 $m.s^{-1}$); e as 13 horas em Cáceres (7,29 $m.s^{-1}$) (figura 5).

Em todas as localidades de estudo, a velocidade do vento foi maior no período diurno do que noturno. Dallacort et al. (2010) avaliaram o comportamento do vento diurno e noturno em Tangará da Serra, e constataram que em todos os meses do ano a velocidade do vento foi maior durante o dia. Os autores explicam que a tendência da velocidade do vento ser maior durante o dia se deve ao aquecimento do solo, que aquece o ar, e sobe substituindo o ar mais frio, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho, em que as maiores velocidades ocorrem durante as horas mais quentes do dia.

Quanto à evolução da velocidade do vento decorrer do dia, Alves e Silva (2011) em Sinop, ao norte do estado de Mato Grosso encontraram comportamento em que a velocidade

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

tende a aumentar no transcorrer do dia, atingindo valores máximos até meados da tarde, horário a partir do qual a velocidade volta a cair.

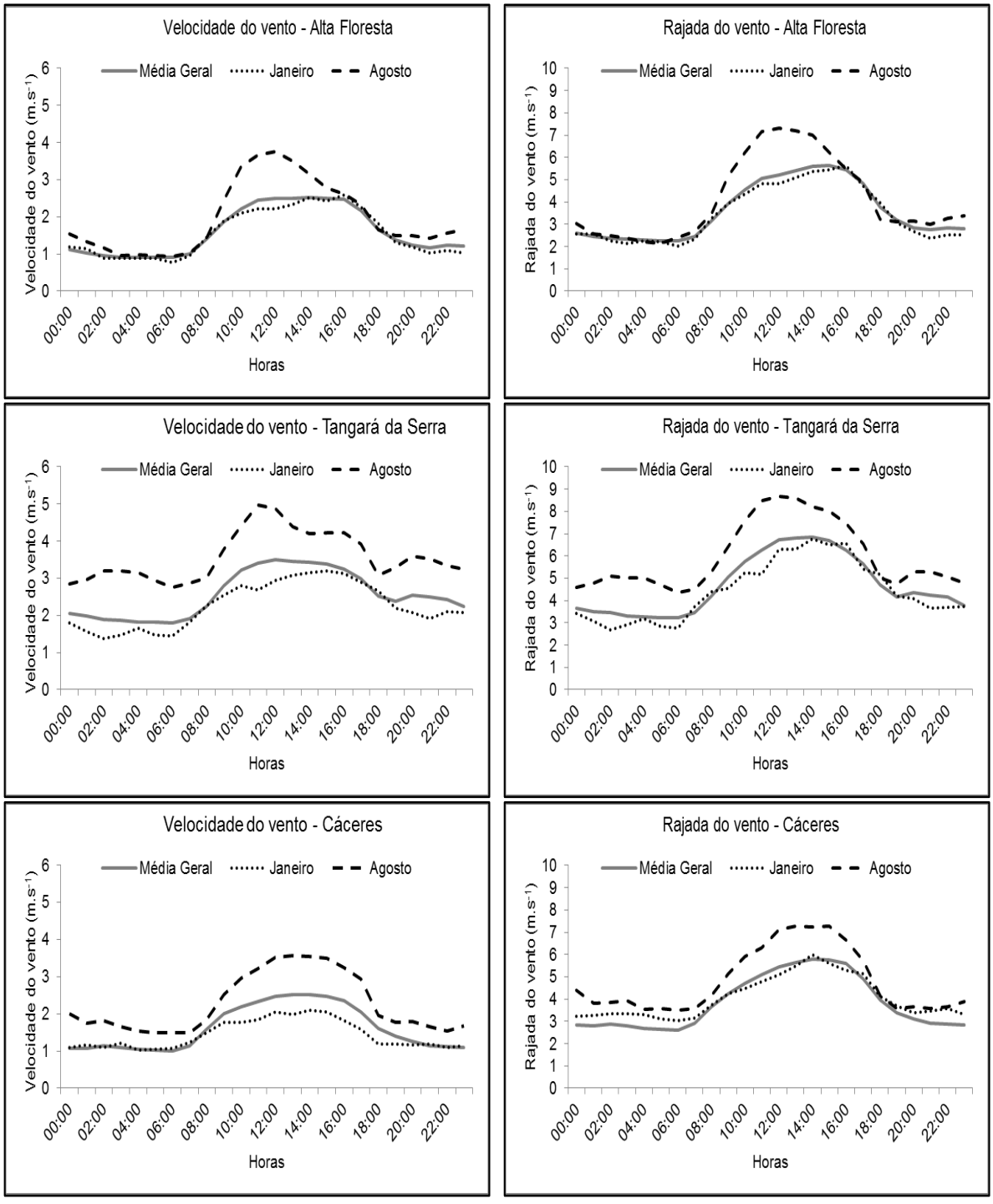


Figura 5. Ciclo horário da velocidade e rajada do vento no ano de 2013, em Diamantino, Alta Floresta, Tangará da Serra, Barra do Bugre e Cáceres.

O conhecimento da variabilidade horária do vento é de extrema relevancia no setor agrícola, principalmente para as atividade de aplicação de defensivos, pois estes devem ser aplicado nas horas de ventos mais calmos, para que não ocorra a dispersão do produto para outras áreas (PEREIRA et al., 2002).

Conforme Antuniassi (2005) é recomendado que os defensivos sejam aplicados quando a velocidade do vento esteja entre 3 e 10 km/h (aproximadamente 0,83 e 2,78 $m.s^{-1}$), não sendo recomendado a aplicação na ausência de vento, pois pode prejudicar a aplicação, porque as gotas podem ter dificuldade para se depositar sobre o alvo, devido ao aquecimento ascendente do ar. Vale destacar que quando o agrotóxico não atinge o alvo, este não

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

apresentará o efeito desejado e se transformará em um fonte importante de contaminação do meio ambiente (SPADOTTO, 2006)

Santos et al. (2013) utilizaram dados horários de velocidade do vento do município de Sinop para avaliar a evolução diurna da velocidade do vento objetivando definir horários propícios para aplicação de fungicidas, e constataram que entre 10 e 15 horas não é recomendado a aplicação devido a ocorrência de rajadas de vento.

Na análise do ciclo diário das variáveis meteorológicas observou-se que a temperatura do ar, umidade do ar, velocidade e rajada de vento são extremamente relacionadas na evolução do ciclo diário. De modo que a temperatura do ar e a umidade apresentaram comportamento inverso, e a velocidade do vento apresentaram os maiores valores nos horários de maior temperatura do ar e menor umidade.

Através da figura 6 é possível verificar claramente está relação no ciclo diário, em que é apresentado o coeficiente de correlação de Spearman para os dados horários de temperatura, umidade, velocidade e rajada do vento. Na qual é possível observar que a temperatura do ar e umidade apresentou correlação negativa perfeita, indicando que à medida que a temperatura do ar aumenta a umidade diminui. O vento e a rajada apresentaram correlação positiva com a temperatura do ar, sugerindo que as maiores velocidades do vento ocorrem nas horas do dia em que a temperatura do ar é mais alta. A velocidade do vento e rajada apresentaram correlação negativa com umidade do ar.

Conforme Pereira Filho et al. (2007) o vento é uma variável altamente correlacionada com a temperatura do ar, e essas duas variáveis (vento e temperatura) por sua vez são correlacionadas com a umidade relativa do ar.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

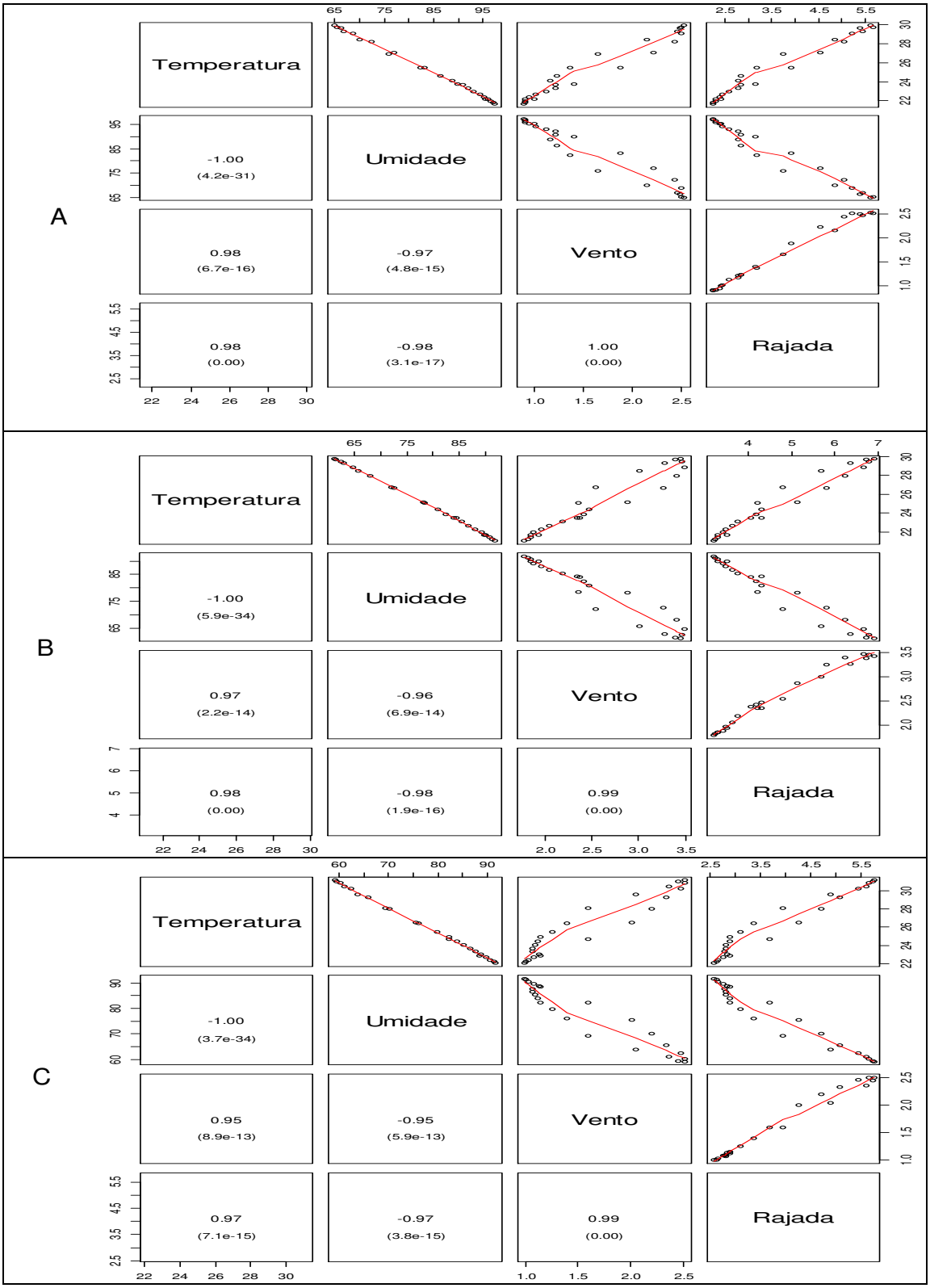


Figura 6. Coeficiente de correlação de Spearman entre as médias horárias das variáveis: temperatura, umidade relativa, velocidade e rajada do vento, para os dados de Alta Floresta (A), Tangará da Serra (B) e Cáceres (C).

4. CONCLUSÃO

Os valores de precipitação no ciclo diário foram semelhantes em Diamantino, Tangará da Serra e Barra do Bugres, com maiores volumes de chuva ocorrendo entre 11 e 23 horas. Em Alta Floresta e Cáceres as chuvas foram bem distribuídas no durante o ciclo diário.

ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica)

A temperatura e umidade relativa do ar apresentaram comportamento esperado no ciclo diário. Com maiores valores de temperatura às quatorze horas e menores as seis, e comportamento inverso para a umidade relativa do ar.

A velocidade do vento foi mais alta nos horários mais quentes do dia para todas as estações meteorológicas, apresentando relação com a temperatura e umidade.

Em Alta Floresta, Tangará da Serra e Cáceres as variáveis temperatura, umidade e vento foram amplamente correlacionadas no ciclo diário.

5. AGRADECIMENTOS

Ao auxílio financeiro 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.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, E. D. L.; SILVA, S. T. Direção e velocidade do vento em uma floresta de transição amazônia-cerrado no norte de Mato Grosso, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 31, n. 1, p. 77-88, 2011.

ANDRADE, N. L. R.; AGUIAR, R. G.; SANCHES, L.; ALVES, E. C. R. F.; NOGUEIRA, J. S. Partição do saldo de radiação em áreas de floresta amazônica e floresta de transição Amazônia-Cerrado. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 24, n. 3, p. 346-355, 2009.

ANTUNIASSI, U. R. Qualidade em tecnologia de aplicação. In: V Congresso Brasileiro de Algodão, 2005, Salvador/BA. *Anais*... V Congresso Brasileiro de Algodão. Salvador/BA: Fundeagro, 2005. v. 1. p. 1-6.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, 332 p.

COSTA, E.; LEAL, P. A.; CARMO JÚNIOR, M. R. Modelo de simulação da temperatura e umidade relativa do ar no interior de estufa plástica. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 57-67, 2004.

DALLACORT, R.; MOREIRA, P. S. P.; INOUE, M. H.; SILVA, D. J.; CARVALHO, I. F.; SANTOS, C. Wind speed and direction characterization in Tangará da Serra, Mato Grosso State, Brazil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 25, n. 3, p. 359-364, 2010.

GALEANO, D. C.; BIUDES, M. S.; DANELICHEN, V. H. M.; FABIAN, F. A.; SOUZA, M. C. Balanço de energia numa pastagem no Pantanal. Journal of Biotechnology and Biodiversity, Gurupi, v. 4, n. 2, p. 113-118, 2013.

GOMES, F. J. D. 2010. *Relação entre variáveis meteorológicas e cobertura do céu na região central de Cuiabá e entorno*. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 73 p.

HOFMANN, G. S. 2008. *Relações entre a temperatura do ar e a estrutura de formações vegetais no norte do Pantanal de Mato Grosso*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegres, 80 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa da Vegetação do Brasil. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/shapes/vegetacao/>. Acesso em: 22 dez. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa de Climas do Brasil. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: < ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/shapes/clima/>. Acesso em: 22 dez. 2014.

MOURA, A. D.; LORENZZETTI, J. A. Aplicações da meteorologia na agricultura e na pesca. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*. v. 30, n. 2-3, p. 9-13, 2006.

OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres 1981. 440 p.

Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC. 2013: *Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas*. Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 28 p.

PEREIRA FILHO, A. J.; SANTOS, P. M.; CAMARGO, R.; FESTA, M.; FUNARI, F. L.; SALUM, S. T.; OLIVEIRA, C. T.; SANTOS, E. M.; LOURENÇO, P. R.; SILVA, E. G.; GARCIA, W.; FIALHO, M. A. Impactos Antrópicos no Clima da Região Metropolitana de São Paulo. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 31, n. 1, p. 48-56, 2007.

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

ROCHA, H. R.; GOULDEN, M. L.; MILLER, S. D.; MENTON, M. C.; PINTO, L. D. V. O.; FREITAS, H. C. FIGUEIRA, A. M. S. Seasonality of water and heat fluxes over a tropical forest in eastern Amazonia. *Ecological Applications*, EUA, v. 14, n. 4, p. 22-32, 2004.

SANTOS e SILVA, C. M.; FREITAS, S. R.; GIELOW, R. Ciclo diário da precipitação estimada através de um radar banda s e pelo algoritmo 3B42_V6 do projeto TRMM durante a estação chuvosa de 1999 no sudoeste da Amazônia. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 26, n. 1, p. 95-108, 2011.

SANTOS NETO, L. A. 2014. *Variabilidade da precipitação horária em Porto Velho – RO e suas tendências anuais e sazonais*. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. UNIR.

SANTOS, R. B.; SOUZA, A. P.; SILVA, A. C.; ALMEIDA, F. T.; ARANTES, K. R.; SIQUEIRA, J. L. Planejamento da pulverização de fungicidas em função das variáveis meteorológicas na região de Sinop – MT. *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 6, n. 1, p. 72-88, 2013.

SENTELHAS, P. C.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; FELÍCIO, J. C. Estimativa da duração do período de molhamento para o trigo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 117-122, 1993.

SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A. *Tecnologia de aplicação de herbicidas*. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002, 36 p. (EMBRAPA CERRADOS, Documentos).

SPADOTTO, C. A. Influência das condições meteorológicas no transporte de agrotóxicos no ambiente. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 30, n. 1, p. 15-20, 2006.

TOTA, J.; FISCH, G.; FUENTES, J.; OLIVEIRA, P. J.; GARSTANG, M.; HEITZ, R.; SIGLER, J. Análise da variabilidade diária da precipitação em área de pastagem para a época chuvosa de 1999 – Projeto TRMM/LBA. *Acta Amazônia*, Manaus, v. 30, n. 4, p. 629-639, 2000.

VAREJÃO-SILVA, M.A. 2006. *Meteorologia e Climatologia*. Versão digital. Brasília: INMET. 463p. disponível em: http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: UFV, 2000, 449 p.

YANG, S.; SMITH, E. A. Mechanisms for Diurnal Variability of Global Tropical Rainfall Observed from TRMM. *Journal of Climate*, v. 19, n. 20, p. 5190–5226. 2006. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1175/JCLI3883.1

Texto submetido à RBClima na data de 01/05/2015