

O Clima na Região do Bolsão de Mato Grosso do Sul



ISSN 1679-043X
Janeiro, 2015

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 127

O Clima na Região do Bolsão de Mato Grosso do Sul

*Danilton Luiz Flumignan
Carlos Ricardo Fietz
Éder Comunello*

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2015

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6

Trecho Dourados-Caarapó

79804-970 Dourados, MS

Caixa Postal 449

Fone: (67) 3416-9700

Fax: (67) 3416-9721

www.embrapa.br/agropecuaria-oeste

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*

Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*

Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan,*

Fernando Mendes Lamas, Germani Concenção, Ivo de Sá Motta,

Marciana Retore e Michely Tomazi

Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crêbio José Ávila*

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Ilustração da capa: adaptada de Mato Grosso do Sul (2011).

1ª edição

On-line (2015)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agropecuária Oeste

Flumignan, Danilton Luiz

O clima na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul /
Danilton Luiz Flumignan, Carlos Ricardo Fietz, Éder Comunello.
– Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2015.

42 p. : il. color. ; 16 x 21 cm. – (Documentos / Embrapa
Agropecuária Oeste, ISSN 1679-043X ; 127).

1. Clima – Brasil – Mato Grosso do Sul. I. Fietz, Carlos
Ricardo. II. Comunello, Éder. III. Embrapa Agropecuária Oeste.
IV. Título. V. Série.

Autores

Danilton Luiz Flumignan

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Carlos Ricardo Fietz

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Éder Comunello

Engenheiro-agrônomo, doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Apresentação

A agricultura caracteriza-se como uma atividade de risco. Além de questões relacionadas às oscilações de mercado, o clima – fator condicionante para o sucesso da atividade – é um dos principais fatores de incerteza.

A região do Bolsão de Mato Grosso do Sul historicamente se desenvolveu com forte predomínio da pecuária, porém, mais recentemente, vem diversificando a sua economia. A agricultura, a qual sempre ocupou papel secundário, recentemente tem ganhado força, especialmente com o aumento do plantio da cana-de-açúcar e grãos (soja e milho). Nesta onda de diversificação soma-se também a intensificação da produção florestal, especialmente com eucalipto e seringueira.

No meio agrícola os padrões climáticos são considerados fatores de produção fundamentais, sendo capazes de determinar o potencial produtivo, tanto no sentido da obtenção de altos índices de produtividade, quanto na ocorrência de quebras de safras.

Por isso, a Embrapa Agropecuária Oeste desenvolveu este trabalho, que envolveu uma intensa busca de séries confiáveis de dados meteorológicos e posterior filtragem desses dados, no intuito de caracterizar o clima da região do Bolsão de Mato Grosso do Sul. Com este documento, espera-se que o meio agrícola regional possa encontrar os subsídios necessários para ser capaz de explorar, da melhor forma possível, as características favoráveis do clima regional, adequando a atividade agrícola de maneira a maximizar a produção e diminuir os riscos climáticos.

Guilherme Lafourcade Asmus
Chefe-Geral

Sumário

O Clima na Região do Bolsão de Mato Grosso do Sul	9
Introdução	9
Metodologia Geral	12
Radiação Solar Global (R_s)	14
Análise.....	15
Insolação (n) e Fotoperíodo (N)	19
Análise.....	20
Precipitação Pluviométrica (P) ou Chuva	22
Análise.....	24
Temperatura (T) e Umidade Relativa do Ar (UR)	27
Análise.....	29
Velocidade (u) e Direção dos Ventos (dir)	33
Análise.....	36
Considerações Finais	41
Referências	42

O Clima na Região do Bolsão de Mato Grosso do Sul

Danilton Luiz Flumignan

Carlos Ricardo Fietz

Éder Comunello

Introdução

A região do Bolsão de Mato Grosso do Sul é uma das nove regiões de planejamento instituídas pelo governo do Estado (MATO GROSSO DO SUL, 2011). Esta região está localizada à nordeste do estado (Figura 1A) e é compreendida por dez municípios (Figura 1B), sendo eles: Santa Rita do Pardo, Brasilândia, Três Lagoas (também considerada cidade polo da região), Água Clara, Selvíria, Aparecida do Taboado, Paranaíba, Inocência, Cassilândia e Chapadão do Sul. A região tem área total de, aproximadamente, 58 mil km² (16,2% do território estadual) e ali residem pouco mais de 250 mil habitantes (10,3% da população estadual).

Trata-se de uma região que se desenvolveu dentro de características agrícolas com forte predomínio da pecuária, porém nos últimos anos vem intensificando a diversificação da sua economia. A agricultura, com exceção de Chapadão do Sul, apresenta-se com baixa dinâmica, tendo sempre ocupado um papel secundário na economia da maior parte dos seus municípios. Recentemente, esta tem ganho força, especialmente com o aumento do plantio da cana-de-açúcar e grãos (soja e milho). Tem-se, ainda, a silvicultura, que expandiu significativamente as atividades deste setor na região (MATO GROSSO DO SUL, 2011).



Figura 1. Localização da região do Bolsão no Estado de Mato Grosso do Sul (A) e municípios componentes (B).

Fonte: adaptada de Mato Grosso do Sul (2011).

Embora o Bolsão tenha forte perfil agrícola, os índices de produtividade nesta região são baixos. Tais índices são explicados, pelo menos em parte, pela falta de pesquisa científica aplicada ao meio agrícola desta região. Historicamente, a pesquisa agrícola tem-se mostrado como um vetor de desenvolvimento no Brasil, a exemplo dos casos da viabilização dos solos do Cerrado e da fruticultura irrigada no Semiárido nordestino.

Uma das áreas do conhecimento ainda não exploradas pela pesquisa agrícola na região do Bolsão diz respeito ao estudo das características do clima. O conhecimento dessas características pode ser fundamental para entender como estas interferem no meio agrícola, e também para definir planejamentos e práticas que possam ser adotadas para melhorar os índices de produtividade.

Nesse contexto, é importante frisar a diferença entre a meteorologia e a climatologia. A meteorologia diz respeito ao estudo das condições do tempo reinantes em um dado local e em um dado momento, ao passo que a climatologia se refere ao estudo do clima da região, o qual só pode ser conhecido por meio de longas séries históricas de dados, onde são aplicadas estatísticas adequadas para caracterizar o clima regional (PEREIRA et al., 2011).

Diante dessa carência de informações de pesquisa, apresenta-se neste trabalho uma caracterização climática da região do Bolsão de Mato Grosso do Sul. Esta caracterização envolve os principais elementos do clima e espera-se que sirva de referência para uso pelo setor produtivo agrícola da região, bem como pelas instâncias do governo diretamente relacionadas a este setor.

Metodologia Geral

Neste estudo, foram analisadas séries históricas de dados de radiação solar global (R_s), insolação (n), precipitação pluviométrica ou chuva (P), temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), velocidade (u) e direção do vento (dir).

De todos os municípios pertencentes ao Bolsão, conseguiu-se uma série histórica de P para cada um, exceto para Selvíria, onde não foi obtida nenhuma série histórica. Para alguns dos demais elementos meteorológicos conseguiu-se uma série histórica apenas no Município de Paranaíba. Essa constatação evidencia a boa base de dados pluviométricos disponível na região, porém também demonstra a clara deficiência das demais informações meteorológicas. A menos de 15 km de Selvíria localiza-se o Município de Ilha Solteira, SP. Este apresenta características bastante semelhantes à da região do Bolsão de Mato Grosso do Sul e possui uma estação meteorológica mantida, desde 1992, pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/Ilha Solteira). Por isso, todos os dados meteorológicos desta estação (incluindo P) foram considerados neste estudo. Na Tabela 1 consta um resumo das estações que foram utilizadas.

Todos os dados obtidos nas séries históricas eram diários e foram submetidos à análise de qualidade, tendo como referência as recomendações constantes em Allen (1996), Allen et al. (1998), ASAE (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 2004) e ASCE-EWRI (ALLEN et al., 2005). Os dados que não apresentaram qualidade foram submetidos à correção (quando possível) ou descartados da série histórica. Após a certificação da qualidade dos dados, calculou-se as estatísticas pertinentes a cada elemento, nas escalas mensal e anual, para efeito de caracterização do clima regional.

Tabela 1. Estações utilizadas na caracterização climática do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

Estação	Responsável	Localização geográfica ⁽¹⁾	Dados utilizados ⁽²⁾	Série histórica utilizada
Ilha Solteira/SP	UNESP/Ilha Solteira ⁽³⁾	Lat: 20° 25' S Long: 51° 21' W Alt: 337 m	R _s /n/P/T/UR/ u/dir	1992-2013
Paranaíba	INMET ⁽⁴⁾	Lat: 19° 45' S Long: 51° 11' W Alt: 331 m	n/P/T/UR/u	1972-2013
Três Lagoas	INMET	Lat: 20° 48' S Long: 51° 43' W Alt: 313 m	P	1975-1998
Santa Rita do Pardo	CPRM ⁽⁵⁾	Lat: 21° 18' S Long: 52° 49' W Alt: 393 m	P	1976-2013
Água Clara	CPRM	Lat: 19° 41' S Long: 52° 54' W Alt: 471 m	P	1983-2013
Chapadão do Sul	CPRM	Lat: 19° 00' S Long: 52° 35' W Alt: 570 m	P	1983-2013
Inocência	CPRM	Lat: 19° 33' S Long: 52° 10' W Alt: 401 m	P	1983-2013
Cassilândia	CPRM	Lat: 19° 14' S Long: 51° 53' W Alt: 734 m	P	1983-2013
Aparecida do Taboado	CPRM	Lat: 20° 04' S Long: 51° 06' W Alt: 375 m	P	1983-2013
Brasilândia	CPRM	Lat: 21° 15' S Long: 52° 17' W Alt: 336 m	P	1984-2013

⁽¹⁾Lat = latitude; Long = longitude; Alt = altitude.

⁽²⁾R_s = radiação solar global; n = insolação; P = precipitação; T = temperatura do ar; UR = umidade relativa do ar; u = velocidade do vento; dir = direção do vento.

⁽³⁾Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Campus de Ilha Solteira, SP (UNESP/Ilha Solteira).

⁽⁴⁾Instituto Nacional de Meteorologia.

⁽⁵⁾Serviço Geológico do Brasil (antiga Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais).

Radiação Solar Global (R_s)

A radiação solar é a maior fonte de energia para o planeta Terra, sendo também o principal elemento meteorológico, pois é ela que desencadeia todo o processo meteorológico que afeta todos os outros elementos (temperatura, pressão, vento, chuva, umidade, etc.). Trata-se, portanto, de um elemento primordial no entendimento da variação dos demais. A energia solar é a fonte primária de energia para todos os processos terrestres, desde a fotossíntese, responsável pela produção vegetal e manutenção da vida na presente forma, até a circulação geral da atmosfera e oceanos (PEREIRA et al., 2011).

Para que se possa entender as análises que são apresentadas mais adiante, é fundamental compreender antes a existência de três tipos de radiação solar, sendo elas: a que atinge o topo da atmosfera (R_a), a radiação máxima admissível em dia de céu limpo à superfície terrestre (R_{so}) e a radiação solar global que efetivamente atinge a superfície terrestre (R_s).

Considerando-se que o sol emite a luz no espaço e que ela viaja no vácuo até atingir a atmosfera, esta não sofre interferência até este momento. Se houvesse um sensor de radiação solar instalado na mesma latitude da região do Bolsão, porém no topo da atmosfera, R_a seria o valor medido de radiação. Logo, a latitude é o único fator que influencia R_a .

Após atingir a atmosfera a radiação interage com esta e sofre interferência, sendo atenuada por ela à medida que se desloca em direção à superfície terrestre. Dessa forma, quanto menor for a altitude do local, maior será a camada de atmosfera que irá atenuar a radiação, diminuindo a quantidade de energia que atinge a superfície. Nesse sentido, tanto R_{so} quanto R_s são tipos de radiação que presumem a sua avaliação na superfície terrestre. Em R_{so} é levada em consideração a situação hipotética que todos os dias são de céu limpo, ou seja, sem nebulosidade. Nesse caso, os valores de R_{so} são sempre menores que os de R_a , pois levam em consideração a altitude, ou seja, a camada de atmosfera sem nuvens que interage e reduz a radiação que atinge a superfície. Diferentemente, R_s nada mais é do que a radiação solar que efetivamente é medida à superfície terrestre, ou seja, numa situação real em que a composição e nebulosidade variável da atmosfera interferem na quantidade de radiação que atinge a superfície. Portanto, é de se esperar

que os valores de R_s sejam sempre menores (dias com algum nível de nebulosidade) ou iguais aos de R_{so} (dias de céu limpo).

Finalizando esse contexto, tem-se também a chamada transmitância global (T_g), a qual é obtida dividindo-se o valor de radiação mensurado (R_s) pela radiação no topo da atmosfera (R_a). Isso implica dizer que T_g indica qual a quantidade de radiação que efetivamente atinge a superfície de um determinado local em um dado momento, quando comparado à quantidade que poderia ter atingido se não houvesse a influência da atmosfera.

Na análise de R_s foram utilizados somente os dados da estação de Ilha Solteira, SP, haja vista que esta era a única estação com série histórica deste elemento. Os dados estavam disponíveis no período de 1996 a 2013, sendo todos aproveitáveis, totalizando, portanto, 18 anos de dados. Os valores de R_{so} e R_a foram calculados conforme disposto em Allen et al. (2005). T_g foi calculada pela divisão dos valores de R_s por R_a .

Análise

Nota-se na Figura 2 que a quantidade média de R_s diária que atinge a superfície na região do Bolsão é de $19,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e que essa quantidade praticamente não varia entre os diferentes anos. Esse comportamento estável já era bastante previsível, pois neste tipo de análise os fatores que provocam mudanças significativas nos valores medidos à superfície são a latitude e a altitude. Sendo assim, por se tratar de uma mesma região de análise ao longo do tempo, esses fatores não mudam.

Nota-se, ainda, que os valores médios de R_s e R_{so} são, respectivamente, $34,1$ e $25,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Portanto, na região do Bolsão o efeito da altitude da região faz com que apenas $75,7\%$ da radiação que atinge o topo da atmosfera possa atingir a superfície terrestre em dias de céu limpo (R_{so}/R_a). Da mesma forma, em média, a radiação solar que efetivamente atinge a superfície terrestre é apenas $74,8\%$ do máximo admissível (R_s/R_{so}) e $56,6\%$ daquela que atinge o topo da atmosfera (R_s/R_a), ou seja, a T_g é numericamente igual a este último valor. Essa observação demonstra que a atmosfera reduz em quase a metade ($44,4\%$) a quantidade de radiação que atinge a superfície terrestre na região.

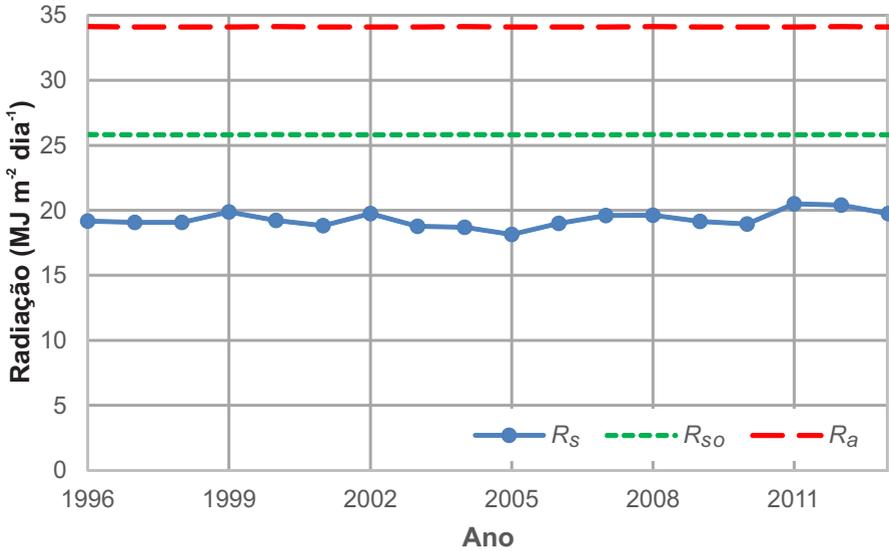


Figura 2. Valores médios diários da radiação solar (R_s), radiação máxima admissível em dia de céu limpo (R_{so}) e radiação que atinge o topo da atmosfera (R_a) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, entre 1996 e 2013.

Embora a quantidade de energia que atinge a região do Bolsão seja semelhante entre os diferentes anos, na análise dos diferentes meses nota-se que existe variação nesses valores (Figura 3 e Tabela 2). Essa variabilidade é determinada, principalmente, pela inclinação do eixo terrestre e pelo movimento de translação, ou seja, o movimento que a Terra faz em torno do Sol ao longo do ano. Sendo assim, nota-se que esses fatores influenciam a variação mensal de R_a e R_{so} , de tal forma que entre os meses de setembro e março é de se esperar que a quantidade de energia que atinge a superfície na região do Bolsão seja acima da média (meses em que R_a e R_{so} são acima da média). Diferentemente, entre abril e agosto é de se esperar que a quantidade de energia que incidirá sobre a região do Bolsão seja abaixo da média anual.

O comportamento real pode, na prática, ser um pouco diferente do esperado, em consequência de outros fatores, sendo o principal deles a presença de nebulosidade, que pode impedir que aquela energia, que era potencialmente esperada de atingir uma determinada região, seja interceptada antes de

atingi-la. No caso da região do Bolsão, nota-se que esse fenômeno ocorre mas não é bastante significativo, pois da mesma forma que para R_a e R_{so} , os valores de R_s são acima da média entre setembro e março e abaixo da média entre abril e agosto; portanto, o mesmo comportamento comparado ao esperado.

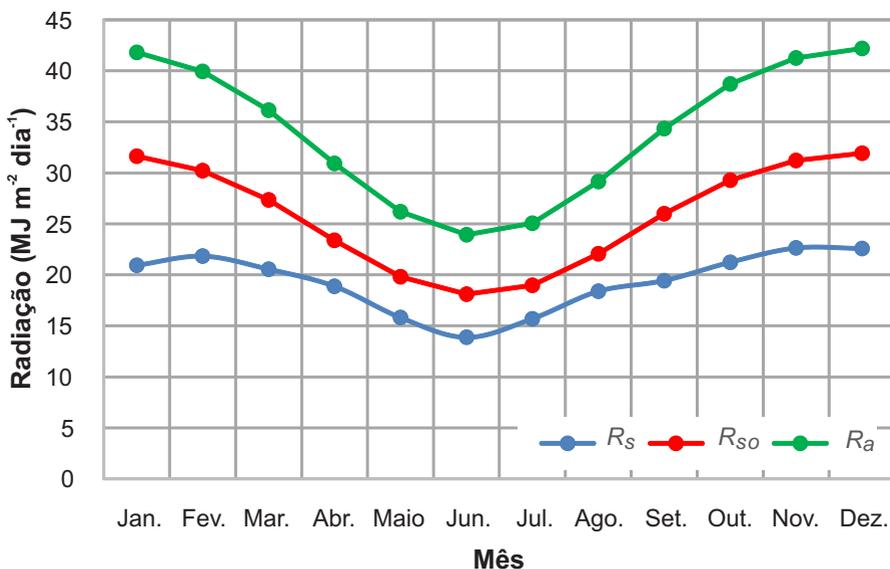


Figura 3. Variação mensal dos valores médios diários da radiação solar (R_s), radiação máxima admissível em dia de céu limpo (R_{so}) e radiação que atinge o topo da atmosfera (R_a) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

Tabela 2. Variação mensal da média diária dos valores de radiação solar (R_s), radiação máxima admissível em dia de céu limpo (R_{so}), radiação que atinge o topo da atmosfera (R_a) e transmitância global (T_g) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul⁽¹⁾.

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
R_s	20,9	21,8	20,6	18,9	15,8	13,9	15,7	18,4	19,4	21,2	22,6	22,6
R_{so}	31,6	30,2	27,4	23,4	19,8	18,1	19,0	22,1	26,0	29,3	31,2	31,9
R_a	41,8	39,9	36,1	30,9	26,2	23,9	25,1	29,2	34,3	38,7	41,3	42,2
T_g	50,0	54,6	57,1	61,2	60,3	58,2	62,6	63,0	56,6	54,8	54,7	53,6

⁽¹⁾ Dados de R_s , R_{so} e R_a em MJ m² dia⁻¹. Dados de T_g em %.

Ressalta-se que os maiores valores médios diários de R_a ($42,2 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e R_{so} ($31,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) ocorrem no mês de dezembro e que para R_s ($22,6 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) ocorrem tanto em novembro quanto em dezembro. Por outro lado, os menores valores ocorrem sempre em junho ($23,9$; $18,1$; e $13,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente).

Conforme ressaltado anteriormente, embora o efeito da nebulosidade na atenuação da radiação não seja bastante significativo para a região do Bolsão, ele existe e necessita ser aclarado. Na Figura 3, verifica-se que entre os meses de abril e agosto as curvas de R_s e R_a são relativamente mais próximas entre si, indicando que a quantidade de radiação que de fato atinge a superfície é relativamente próxima daquilo que atinge o topo da atmosfera (R_s próximo de R_a), ou seja, praticamente não existe nebulosidade durante estes meses, logo a radiação é menos atenuada. Por esse motivo, os valores de R_s tendem a se aproximar dos de R_{so} nesse período. Isso se traduz nos valores mais altos de T_g (Tabela 3), tal qual o valor máximo de 63%, o qual ocorre no mês de agosto. Diferentemente, entre os meses de setembro e março as curvas de R_s e R_a se encontram mais afastadas, evidenciando que a energia que de fato atinge a superfície é bem menor, se comparada àquela que atinge o topo da atmosfera (R_s bem menor que R_a). Por essa razão, os valores de R_s tendem a se distanciar dos de R_{so} nesse período, tornando evidente a maior nebulosidade. Tal fato se traduz nos baixos valores de T_g (Tabela 3), como exemplo do valor mínimo de 50%, que é observado no mês de janeiro.

Essa constatação converge com o comportamento das chuvas na região do Bolsão ao longo do ano, conforme será explorado no tópico referente à precipitação pluviométrica. Resumidamente, os meses de setembro a março respondem por 84% das chuvas que ocorrem no ano (meses de alta nebulosidade), diferentemente do período de abril a agosto, que respondem pelos 16% restantes (meses de baixa nebulosidade).

Esse comportamento fica bastante evidente ao se observar o exemplo do ano de 2007 (Figura 4), onde nota-se que embora nos primeiros meses do ano sejam esperados valores altos de radiação (R_{so} alto), os valores efetivamente medidos foram atenuados (R_s menores que R_{so}) por causa da nebulosidade associada às chuvas que ocorreram intensamente nos primeiros meses desse ano. Por outro lado, no meio do ano ocorreu a estiagem, que é normal na região do Bolsão; com isso a nebulosidade foi reduzida e os valores medidos de R_s se aproximaram na maioria dos dias dos valores previstos de R_{so} .

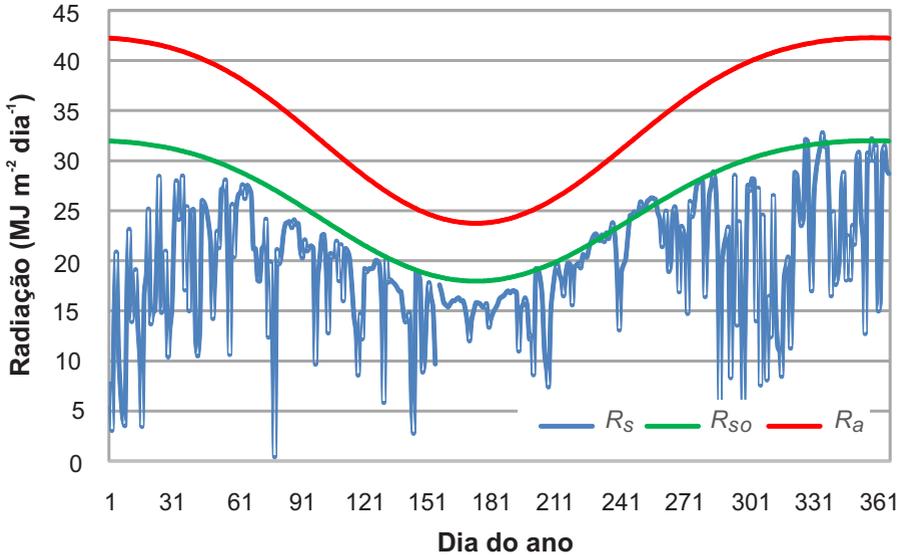


Figura 4. Radiação solar (R_s), radiação máxima admissível em dia de céu limpo (R_{so}) e radiação que atinge o topo da atmosfera (R_a) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, em 2007.

Insolação (n) e Fotoperíodo (N)

A insolação (n) consiste no fenômeno em que os feixes solares incidem diretamente sobre a superfície; por isso, ela também é conhecida como número de horas de brilho solar. Do ponto de vista de um observador localizado sobre a superfície em questão, se o mesmo olhasse em direção ao sol e conseguisse avistá-lo, seria caracterizada a insolação. Por outro lado, se não fosse possível avistá-lo, a insolação não seria caracterizada. Percebe-se, portanto, que no período noturno a insolação jamais deverá ser caracterizada, sendo esta restrita ao período diurno. Porém, mesmo durante o período diurno pode-se não ter insolação. Isso ocorre justamente na ocasião em que o observador não consegue avistar o sol, pois o mesmo se encontra escondido atrás de nuvens. Sendo assim, percebe-se que o fator nebulosidade é bastante importante no estudo da insolação.

Existe também o fotoperíodo (N), o qual consiste na duração do período diurno, ou seja, período em que o sol se encontra pairando sobre o horizonte. Esta duração do dia é influenciada pela latitude do local e pela época do ano. Em dias de céu completamente limpo (sem nebulosidade), o valor de n deverá ser igual ao de N . Por outro lado, se algum nível de nebulosidade ocorrer, os feixes solares deixarão de incidir diretamente sobre a superfície, restando apenas uma pequena parte de feixes solares que incidem de forma difusa (os quais são menos energéticos) e, dessa forma, o valor de n deverá ser menor que o de N .

Os valores de n e N se relacionam por meio da razão de insolação (n/N), a qual é um indicativo do nível de transmissividade ou nebulosidade da atmosfera. Quanto menos nebulosa está a atmosfera, mais transmissiva esta se encontra e a razão de insolação tende a 1. Por outro lado, se a atmosfera estiver mais nebulosa, estará menos transmissiva e a razão de insolação tenderá a 0.

Diante do exposto, nota-se que todo este estudo relacionado a n , N e n/N tem estreita correlação com o apresentado no tópico da radiação. Dessa forma, muitas das observações apontadas naquele tópico servem também para este e, por isso, não serão aqui repetidas.

Na análise de n foram utilizados os dados das estações de Ilha Solteira (1996 a 2013) e de Paranaíba (1972 a 2013). Da série de dados de Ilha Solteira foram aproveitados 16 anos, enquanto para Paranaíba foram aproveitados 32 anos. Os valores de N foram calculados conforme disposto em Allen et al. (2005), considerando-se a latitude média da região. Calculou-se a razão de insolação (n/N) dividindo-se os valores medidos de n pelos calculados de N .

Análise

Nota-se na Figura 5 que o número médio de horas de brilho solar diário na região do Bolsão é de 7,6 h, enquanto a duração média do dia é de 12 h. Isso implica dizer que, em média, em apenas 63,3% do período diurno a radiação solar incide diretamente sobre a superfície, sendo que nos outros 36,7% ocorre algum nível de nebulosidade que impede a incidência direta dos raios solares.

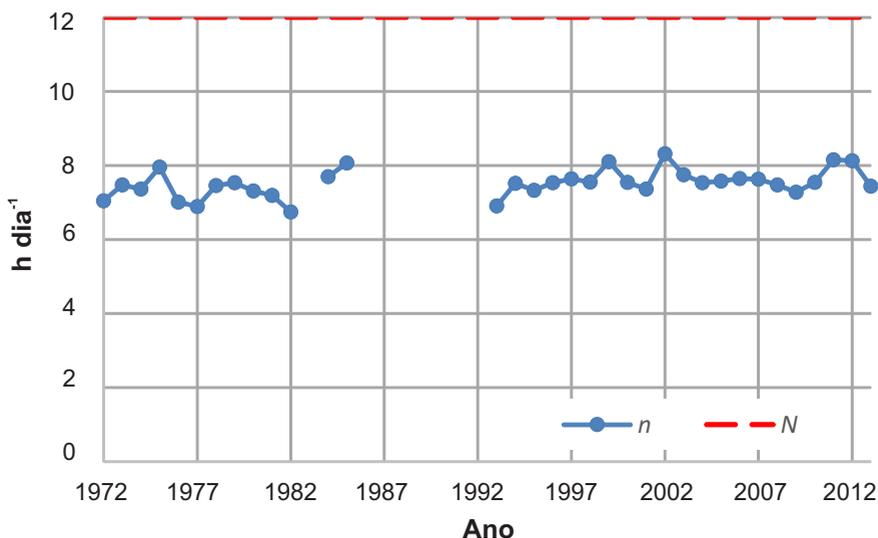


Figura 5. Valores médios diários de insolação (n) e fotoperíodo (N) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, de 1972 a 2013.

Na Figura 6 e Tabela 3 tem-se a variabilidade mensal do N na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul. Como é de se esperar, nota-se que no verão os dias são mais longos e no inverno os dias são mais curtos. Dessa forma, entre os meses de outubro a março os dias são mais longos que a média anual de 12 h, enquanto entre abril e setembro os dias são mais curtos.

Embora n na região do Bolsão seja semelhante entre os diferentes anos (Figura 5), na análise dos diferentes meses nota-se que existe variação (Figura 6 e Tabela 3). Existe uma tendência de, entre os meses de outubro a março, os valores de n serem abaixo da média de 7,6 h. Diferentemente, entre os meses de abril a setembro a tendência é de que os valores de n sejam acima da média. Essa é uma observação interessante, pois ocorre o inverso do comportamento de N . Essa observação se deve, da mesma forma que explicado no tópico da radiação, ao fato de que entre outubro e março ocorre a maior quantidade de precipitação na região. Isso implica dizer que a nebulosidade neste período é mais acentuada. Por isso, a incidência direta de feixes solares é reduzida. Tal fato resulta nos menores valores de n/N nesses meses, evidenciando o efeito da nebulosidade na redução da transmissividade da atmosfera. O comportamento oposto ocorre nos meses de abril a setembro.

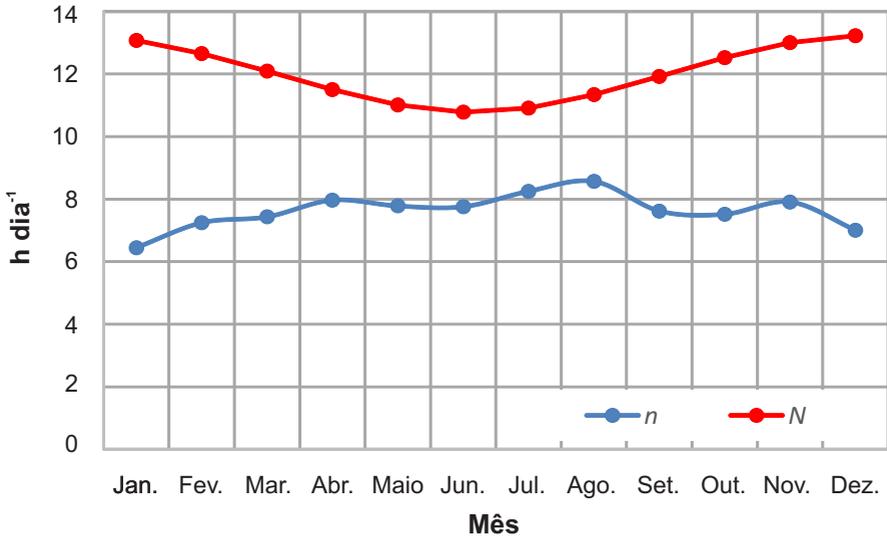


Figura 6. Variação mensal dos valores médios diários de insolação (n) e fotoperíodo (N) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

Tabela 3. Variação mensal da média diária dos valores de insolação (n), fotoperíodo (N) e razão de insolação (n/N) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul⁽¹⁾.

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
n	6,4	7,2	7,4	8,0	7,8	7,8	8,3	8,6	7,6	7,5	7,9	7,0
N	13,1	12,7	12,1	11,5	11,0	10,8	10,9	11,3	11,9	12,5	13,0	13,2
n/N	48,9	56,7	61,2	69,6	70,9	72,2	76,1	76,1	63,9	60,0	60,8	53,0

⁽¹⁾Dados de n e N em horas dia⁻¹. Dados de n/N em %.

Precipitação Pluviométrica (P) ou Chuva

Nas regiões tropicais a precipitação pluviométrica (P) ou chuva, consiste, do ponto de vista do ciclo hidrológico, na principal forma de retorno da água para as superfícies naturais. Por isso é um elemento climático que determina o tipo de vegetação natural e o tipo de exploração agrícola que pode ser praticada em uma determinada região (PEREIRA et al., 2011).

Dentre os elementos do clima, a P é a que mais apresenta variabilidade no tempo e no espaço. Em um mesmo local pode ocorrer chuva em um dia e no outro não. Da mesma forma, é possível que um ano seja bem chuvoso e outro não. Ou, também, meses em que seja normal haver boa precipitação, mas acabam surpreendendo e podem ser pouco chuvosos. Além disso, existem os casos em que em um local as chuvas ocorrem adequadamente, mas em outros locais bastante próximos (localizados dentro de uma mesma região geográfica) as chuvas não ocorrem conforme o esperado.

A P normalmente é avaliada em termos de valores médios. No entanto, este tipo de análise pode conduzir a erros. Por exemplo, suponha que em um dado local a P do mês de agosto foi medida durante 5 anos consecutivos. Nos quatro primeiros anos a chuva medida foi de 10 mm. Porém, no último ano, as condições climáticas fugiram do padrão e a chuva foi de 200 mm. Nesse caso, a média dos cinco anos é de 48 mm. No entanto, nota-se claramente que o valor mais provável de ocorrer é 10 mm, haja vista que ele ocorreu em quatro dos cinco anos avaliados. Ou seja, o valor médio é 4,8 vezes maior que o valor mais provável de ocorrer. Neste caso, a média está superestimando o valor mais provável.

A análise das chuvas, considerando a média, pode ser útil em diversas situações, porém em algumas outras pode ser mais interessante analisar sob o ponto de vista da probabilidade de ocorrência; esta, como o próprio nome sugere, diz respeito à avaliação da probabilidade da chuva ser maior ou menor que um determinado valor. É preciso considerar que esta análise não diz respeito à previsão de tempo, mas sim da análise probabilística de séries históricas. Por exemplo, no caso anterior, é possível afirmar que em 80% dos anos a chuva no mês de agosto é igual ou menor que 10 mm.

Embora a P apresente alta variabilidade espaço-temporal, os padrões pluviométricos de uma determinada região podem ser seguramente avaliados usando-se dados de séries históricas longas e de múltiplas estações de coleta de dados. Por isso, na análise da P foram utilizados dados de 10 estações que, juntas, serviram para construir uma série histórica de 42 anos (1972-2013). Dentre as estações listadas na Tabela 1, a estação de Três Lagoas foi aquela que apresentou menor número de anos aproveitáveis para o estudo (10 anos). Por outro lado, Paranaíba foi a que apresentou maior número (32 anos). A probabilidade de ocorrência foi calculada na base de 75%, seguindo os procedimentos descritos em Pereira et al. (2011).

Análise

Anualmente chove, em média, 1.435 mm na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul (Figura 7 e Tabela 4). Nota-se que existe variabilidade no tempo, que fez com que no ano mais chuvoso (1989) fossem registrados 1.775 mm (24% a mais que a média). Já em 1985, ano mais seco, foram registrados somente 1.107 mm (23% abaixo da média). Por fim, nota-se que em 75% dos anos a chuva registrada foi acima de 1.288 mm.

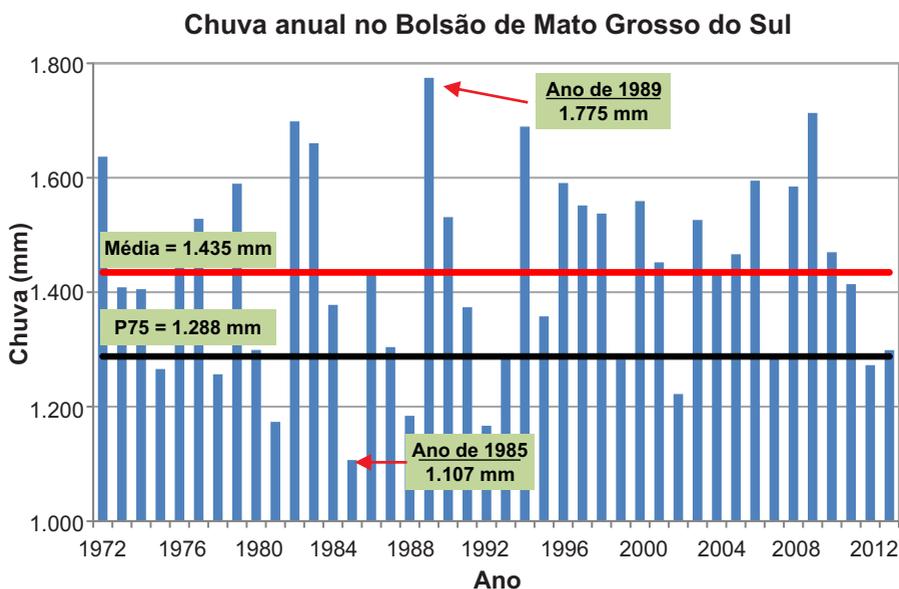


Figura 7. Variabilidade anual das chuvas na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, entre 1972 e 2013.

Nota: P75 se refere à probabilidade de ocorrência com nível de 75% de confiança.

Tabela 4. Variabilidade das chuvas (mm) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

Mês	Máxima	Média	Mínima	P75 ⁽¹⁾
Janeiro	447	269	155	203
Fevereiro	359	196	68	130
Março	380	179	67	113
Abril	196	88	9	57
Mai	152	64	0	27
Junho	146	31	0	6
Julho	82	19	0	3
Agosto	130	26	0	0
Setembro	185	72	7	27
Outubro	210	119	32	86
Novembro	241	156	56	116
Dezembro	382	217	73	179
Anual	1.875	1.435	1.107	1.288

(1) P75 refere-se à probabilidade de ocorrência com nível de 75% de confiança.

Embora a variabilidade entre os diferentes anos não seja muito expressiva, o mesmo não pode ser dito com relação à variabilidade entre os meses (Figura 8 e Tabela 4). O padrão de distribuição das chuvas na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul segue um fluxo bastante consistente, onde as chuvas são maiores em dezembro, janeiro e fevereiro; diminuem gradativamente nos meses de março, abril e maio até, atingir o período de estiagem evidente em junho, julho e agosto. A partir daí, as chuvas aumentam gradativamente nos meses de setembro, outubro e novembro, atingindo novamente os meses mais chuvosos do ano.

Nota-se na Tabela 4 que, com exceção do mês de novembro, os valores médios são sempre mais próximos dos valores mínimos do que dos máximos. Isso indica que, na maioria dos anos, os valores registrados são mais baixos, mas que em alguns poucos anos os volumes de chuva registrados são altos e fora do padrão e, por isso, originam os valores máximos descritos na Tabela 4.

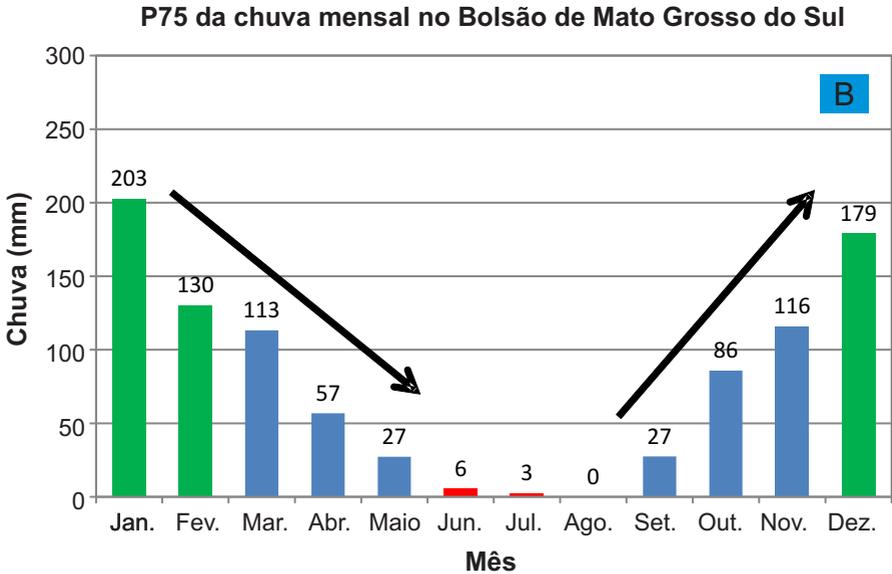
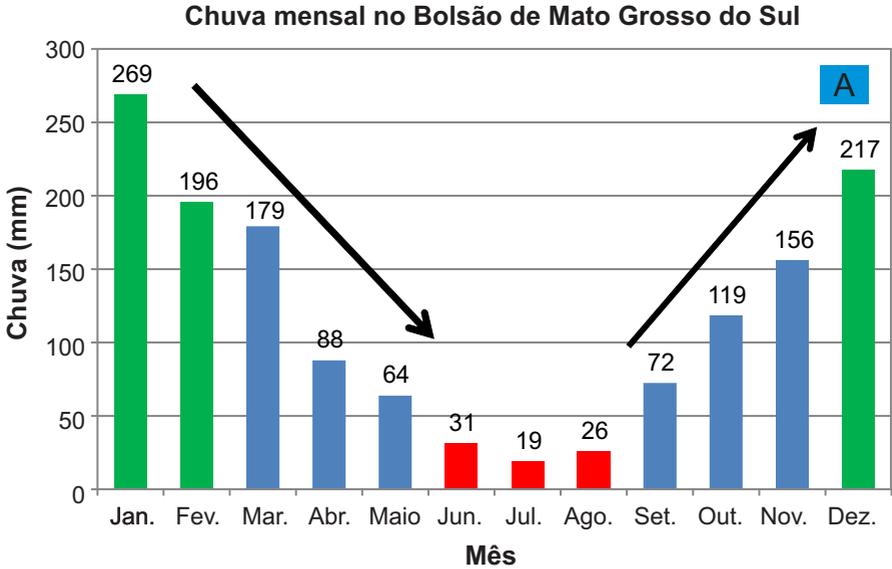


Figura 8. Variabilidade da média mensal (A) e ao nível de probabilidade de ocorrência de 75%-P75 (B) das chuvas na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são os mais chuvosos na região, com valores médios de 217 mm, 269 mm e 196 mm, respectivamente. Nestes meses, também é observada a maior probabilidade de ocorrência de chuvas ao nível de 75% de confiança, ou seja, nesses meses, em 75% dos anos, foi observada chuva maior que 179 mm, 203 mm e 130 mm, respectivamente.

Por outro lado, os meses de junho, julho e agosto são os mais secos, pois em média chove 31 mm, 19 mm e 26 mm, respectivamente. De modo semelhante, nos registros da série histórica observa-se que as lâminas precipitadas com 75% de confiança são muito baixas, abaixo de 10 mm.

Ao se fazer uma análise semestral da distribuição das chuvas, nota-se que na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul existe um semestre bastante chuvoso e, por isso, mais apto ao uso do solo para fins agrícolas, que é o compreendido entre os meses de outubro a março, onde chovem em média 1.135 mm, ou seja, 79% da chuva anual. Por outro lado, o semestre compreendido entre abril e setembro é evidentemente mais seco, pois em média a chuva neste semestre é de 300 mm, quase quatro vezes menor que o volume precipitado no semestre chuvoso e somente 21% da precipitação total anual. Portanto, é de se presumir que o uso do solo para fins agrícolas neste semestre é bastante limitado, em razão da falta de chuvas, sendo o uso da irrigação uma alternativa tecnicamente viável, ou até mesmo necessária, para o meio agrícola nas suas diferentes formas de exploração (agricultura, pecuária, etc.).

Temperatura (T) e Umidade Relativa do Ar (UR)

A temperatura é um índice físico que procura expressar a quantidade de calor sensível de um determinado corpo. Pelo senso comum ela é interpretada como quente ou fria, muito embora a definição do que é quente e o que é frio seja relativa. Ela também pode ser interpretada como uma expressão do nível energético do corpo. Seguindo esta lógica, se a temperatura do corpo em questão aumenta, a sua quantidade de calor sensível também aumenta, assim como o seu nível energético, e dessa forma, o corpo se torna mais quente. Se o corpo em questão é o ar, dá-se o nome de temperatura do ar (T).

A T é um elemento do clima muito importante para o meio agrícola, pois influencia diretamente este meio, a exemplo das geadas ou do nível de temperatura ideal para o desenvolvimento de um cultivo ou de patógenos e pragas.

A T é um elemento do clima que depende fortemente da radiação solar. Isso decorre da análise do balanço de energia em superfícies naturais, pois do total de radiação solar que atinge uma determinada superfície, uma parte desta é usada para aquecer a superfície em questão. Estando esta superfície aquecida, a mesma transmite calor para o ar localizado acima dela. Logo, é de se presumir que em situações onde a incidência de radiação solar seja maior, a temperatura também deverá ser maior. O inverso também é verdadeiro.

A umidade relativa do ar (UR) também é um elemento do clima importante para o meio agrícola. Como o próprio nome sugere, esta é uma variável relativa, ou seja, a sua variação é dependente da variação de outras duas variáveis. Isso se deve ao fato de que a UR é calculada com base na razão entre a pressão atual de vapor d'água na atmosfera (e_a) e a pressão de saturação de vapor d'água na atmosfera (e_s). A primeira, (e_a), diz respeito à quantidade de vapor d'água que efetivamente existe na atmosfera de um determinado local, em um determinado momento. A segunda, (e_s), está diretamente relacionada à T . Do ponto de vista prático, ela se refere à quantidade de vapor d'água que cabe na atmosfera de um determinado local, em um determinado momento. Quando a T aumenta, segundo a lei dos gases ideais, o ar se expande e, por isso, cabe naquela porção de ar uma maior quantidade de vapor d'água, ou seja, a e_s aumenta. Porém, quando a T diminui, o ar se contrai, reduzindo a quantidade de vapor d'água que cabe dentro da mesma porção de ar, diminuindo a e_s .

Nota-se que a variação da T introduz uma forte variação na UR , porque a e_s varia muito em função da T . Logo, mesmo em situações onde a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera (e_a) varie pouco, a variação da T faz variar a e_s e, por consequência, a UR . Como a T varia constantemente, ou seja, ao longo do dia e também ao longo do ano, é evidente que a e_s também varia e, por consequência, a UR também. Além disso, a quantidade de vapor d'água efetivamente presente na atmosfera também varia, variando a e_a , especialmente ao longo do ano. Por exemplo, em épocas chuvosas, a evapotranspiração em uma determinada região é maior e isso aumenta a

emissão de vapor d'água para a atmosfera. Por outro lado, com a chegada e a continuidade de um período de estiagem, a evapotranspiração na região diminui, diminuindo a emissão de vapor d'água para a atmosfera. Logo, nota-se que a e_a também promove variação nos valores de UR .

De maneira geral, quando os valores de e_a e e_s são próximos entre si, a UR tende a se aproximar de 100%. Esse é um fenômeno mais comum durante o período noturno e em épocas frias e chuvosas. Por outro lado, se os valores de e_a e e_s estão afastados entre si, a UR tende a apresentar valores mais baixos. Esse é o caso mais comum durante o período diurno e em épocas quentes e pouco chuvosas.

Na análise da T e da UR foram utilizados dados das estações de Ilha Solteira e Paranaíba. Juntas, as estações serviram para construir uma série histórica que vai desde 1972 até 2013, porém para T foram aproveitados os dados em 28 anos e para UR foram aproveitados 36 anos. Os dados de T foram analisados em termos dos seus valores máximos ($T_{máx}$), médios ($T_{méd}$) e mínimos ($T_{mín}$). Já a UR foi analisada somente em termos dos valores médios ($UR_{méd}$). Os valores máximos e mínimos de UR não foram analisados em virtude da pouca disponibilidade destes dados nas séries históricas disponíveis.

Análise

A $T_{méd}$ anual na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul é de 24,5 °C, o valor médio diário de $T_{máx}$ é de 31,1 °C e o de $T_{mín}$ é de 19 °C (Figura 9 e Tabela 5).

Nota-se na Figura 9 que a variabilidade entre os anos é pequena. Ainda assim, chama a atenção a correlação existente entre a chuva anual e a temperatura. Se cruzadas as informações da Figura 9 (temperatura) com as da Figura 7 (chuva), verifica-se que os anos onde as temperaturas foram mais elevadas coincidem com anos pouco chuvosos (exemplo dos anos de 1992, 1993, 1995, 2002, 2007 e 2012). O mesmo pode ser dito com relação ao fato de que as temperaturas mais baixas coincidem com anos mais chuvosos (exemplo dos anos de 1972, 1973, 1976 e 1982).

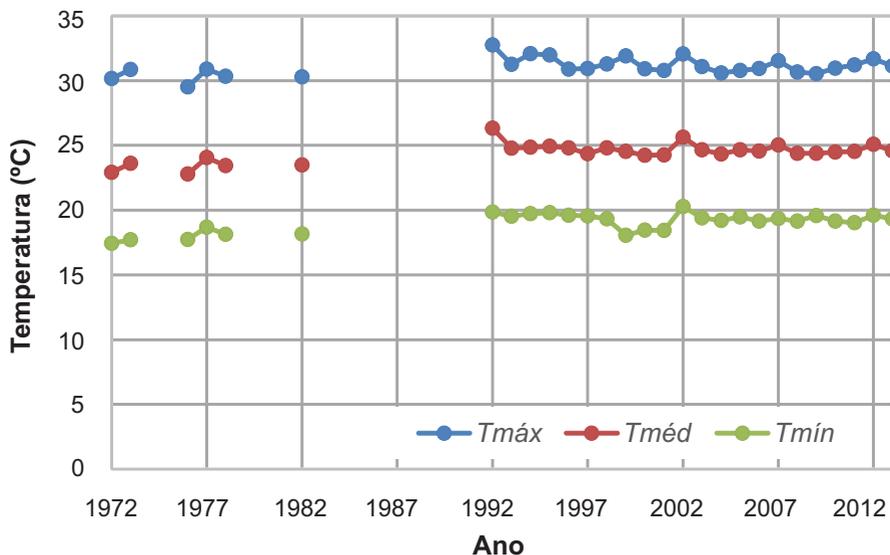


Figura 9. Média diária da temperatura máxima ($T_{máx}$), média ($T_{méd}$) e mínima ($T_{mín}$) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, entre 1972 e 2013.

Tabela 5. Média das temperaturas (°C) máxima ($T_{máx}$), média ($T_{méd}$) e mínima ($T_{mín}$) e da umidade relativa média ($UR_{méd}$ em %) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

Mês	$T_{máx}$	$T_{méd}$	$T_{mín}$	$UR_{méd}$
Janeiro	31,9	26,1	21,7	75,3
Fevereiro	32,2	26,3	21,7	75,0
Março	32,0	26,1	21,4	74,1
Abril	31,3	25,1	19,9	69,7
Mai	28,6	22,1	16,5	68,0
Junho	28,4	21,4	15,4	65,9
Julho	28,9	21,4	14,8	59,8
Agosto	31,1	23,3	16,3	52,7
Setembro	32,0	24,9	18,7	57,1
Outubro	32,9	26,3	20,7	62,4
Novembro	32,2	26,1	21,0	67,2
Dezembro	32,1	26,3	21,6	72,7
Anual	31,1	24,5	19,0	67,9

A mesma correlação existente entre a temperatura e as chuvas foi observada para a *UR*. A média anual da *UR_{méd}* é de 67,9% (Figura 10 e Tabela 5). Nos anos em que foram obtidos os maiores valores de *UR_{méd}*, foi também observada boa quantidade de chuvas (1972, 1973, 1974 e 1976). De modo análogo, nos anos em que a *UR_{méd}* foi baixa, a chuva anual também foi baixa (1985, 1992, 1993, 1995 e 1999). Isso se deve ao fato de que em anos chuvosos a *T* é mais baixa e maior quantidade de vapor d'água é adicionado na atmosfera, logo a *UR* é alta. O inverso ocorre em anos mais secos, situação em que a *UR* é mais baixa.

Embora a variabilidade anual da *T* e da *UR* seja muito pequena, a variabilidade entre os diferentes meses é expressiva (Tabela 5 e Figuras 11 e 12). Nota-se que o semestre compreendido entre outubro e março é mais quente, enquanto o semestre de abril a setembro é mais frio. Esse comportamento converge integralmente com o padrão de distribuição mensal da radiação solar global, ou seja, nos meses em que os valores de R_s são maiores, a *T* é maior também; porém, nos meses em que os valores de R_s são menores, a *T* também é menor.

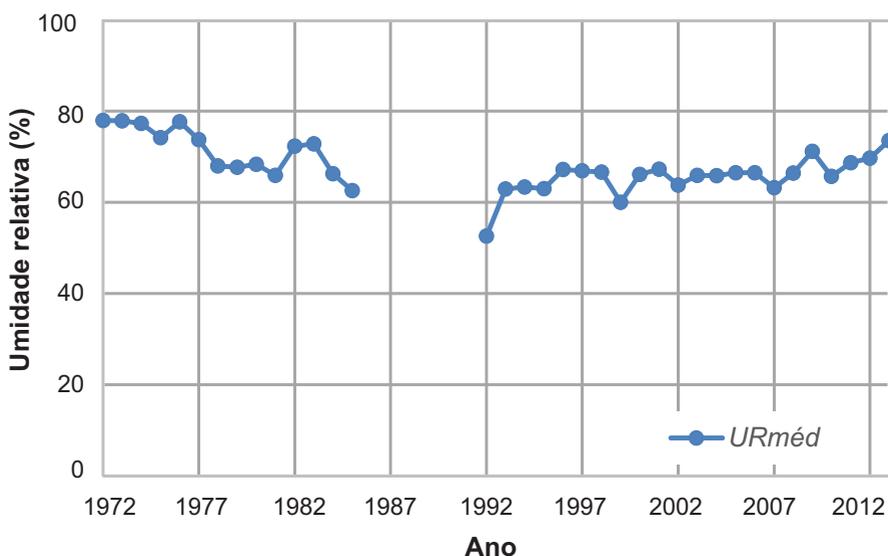


Figura 10. Média diária da umidade relativa média (*UR_{méd}*) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, entre 1972 e 2013.

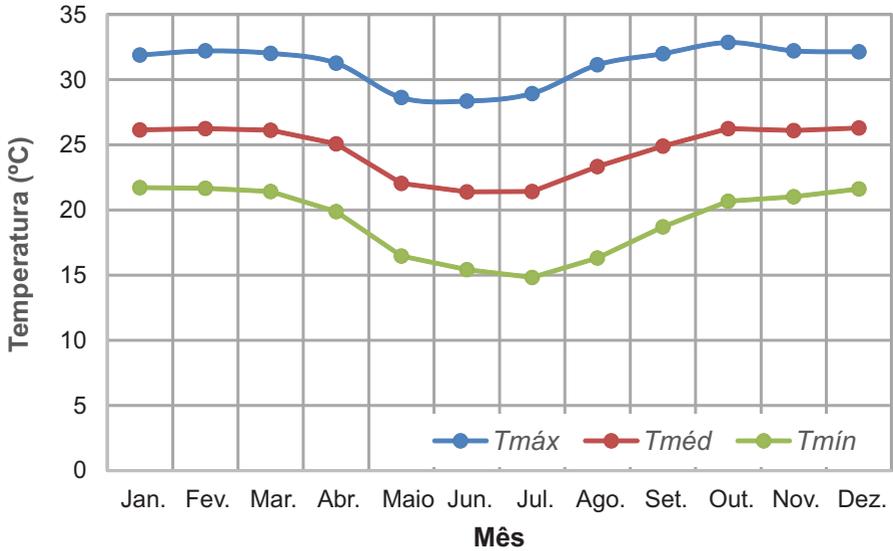


Figura 11. Variabilidade mensal da média diária da temperatura máxima ($T_{máx}$), média ($T_{méd}$) e mínima ($T_{mín}$) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

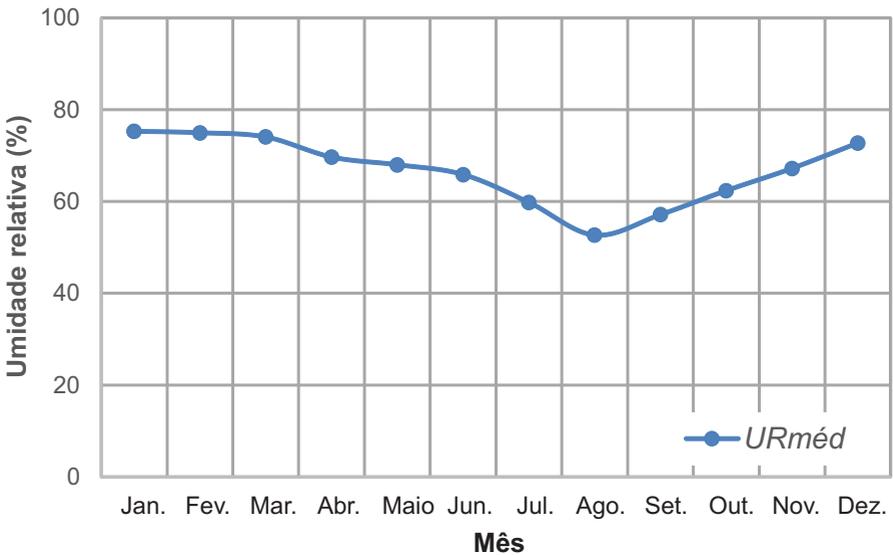


Figura 12. Variabilidade mensal da média diária da umidade relativa média ($UR_{méd}$) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

A variação mensal da UR se parece com a da T , porém apresenta um evidente retardo de dois meses, ou seja, o semestre em que a UR é mais elevada vai de dezembro a maio. Isso se deve ao fato de que as chuvas voltam a ocorrer na região apenas no mês de setembro; desse mês até novembro elas ainda são relativamente fracas. Somado a isso tem o fato de que o período de estiagem na região perdura por seis meses (março a agosto). Esse fraco retorno das chuvas, aliado ao longo período de estiagem, faz com que de fato a UR somente alcance padrões elevados no mês de dezembro, os quais permanecem até meados de maio. Embora as chuvas a partir de fevereiro sejam gradativamente menores, a natureza na região ainda permanece úmida por causa da quantidade de água precipitada durante o período chuvoso. Por isso, embora as chuvas se escasseiem neste período, a UR ainda é elevada e, de fato, apresenta valores expressivamente mais baixos apenas a partir de junho.

Velocidade (u) e Direção dos Ventos (dir)

Os ventos são deslocamentos de ar no sentido horizontal, originários a partir de diferenças de pressão existentes na atmosfera. A intensidade e a direção dos ventos são determinadas pela variação espacial e temporal do balanço de energia na superfície terrestre, a qual causa variações no campo de pressão atmosférica, gerando os ventos. Normalmente, o vento se desloca de áreas de maior pressão (áreas mais frias) para aquelas de menor pressão (áreas mais quentes), e quanto maior for a diferença entre as pressões dessas áreas, maior será a velocidade de deslocamento (PEREIRA et al., 2011).

A ocorrência de ventos em um dado local na Terra obedece às características da circulação geral da atmosfera, ou seja, a tendência em escala global (macroescala) dos ventos se deslocarem de uma região para outra. Porém, na prática, o vento em um dado local pode variar no tempo e no espaço em função de características peculiares à cada região (características de mesoescala e microescala). Dentre essas características podem-se citar a proximidade de rios, lagos e oceanos, o nível de aquecimento das águas dos

oceanos, o período diurno ou noturno, a presença de obstruções como árvores e construções, a topografia local, etc.

O estudo dos ventos é realizado a partir da análise de sua velocidade (u) e direção (dir). Como os próprios nomes sugerem, a u diz respeito à intensidade de deslocamento das massas de ar, podendo ser analisada tanto em termos de velocidade média ($u_{méd}$) como em termos de velocidade máxima ($u_{máx}$). Uma escala de velocidade dos ventos foi desenvolvida pelo meteorologista Francis Beaufort, para facilitar a sua interpretação, permitindo ao observador relacionar a velocidade do vento com situações comuns (Tabela 6). Por outro lado, a dir diz respeito à origem dos ventos, indicando no plano horizontal qual a procedência dos ventos, sendo normalmente classificada em função dos quatro pontos cardeais (N, S, L e O) e dos quatro pontos colaterais (NE, SE, SO e NO).

Na análise dos ventos foram utilizados dados das estações de Ilha Solteira e Paranaíba. Na análise da $u_{méd}$ conseguiu-se construir uma série histórica com dados de ambas as estações desde 1972 até 2013, porém somente foram aproveitados neste período os dados de 36 anos. Para a análise de $u_{máx}$ e dir somente se encontravam disponíveis os dados da estação de Ilha Solteira, com os quais foi possível construir uma série histórica desde 2001 até 2013. No caso de $u_{máx}$ foram aproveitados os dados de todos os anos, ou seja, 13 anos. Para dir somente um ano falhou, totalizando 12 anos na análise. Com os dados de dir foram construídas rosas dos ventos para avaliar a direção predominante dos ventos (DPV) na região. Foram considerados nesta análise os quatro pontos cardeais (N, S, L e O) e os quatro colaterais (NE, SE, SO e NO). Considerou-se como calma (C) os dias em que $u_{méd}$ foi menor ou igual a $0,5 \text{ ms}^{-1}$, ou seja, quando esta condição foi atingida não houve DPV .

Tabela 6. Escala de Beaufort para a velocidade dos ventos.

Grau	Categoria	m s ⁻¹	Km h ⁻¹	Efeitos observados
0	Calmo	< 0,3	< 1	Fumaça sobe na vertical
1	Aragem	0,3 a 1,5	1 a 5	Fumaça indica direção do vento
2	Brisa leve	1,6 a 3,3	6 a 11	Folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	Brisa fraca	3,4 a 5,4	12 a 19	As folhas agitam-se e bandeiras desfraldam ao vento
4	Brisa moderada	5,5 a 7,9	20 a 28	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	Brisa forte	8 a 10,7	29 a 38	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas
6	Vento fresco	10,8 a 13,8	39 a 49	Movem-se se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda-chuva-aberto; assobio em fios de postes
7	Vento forte	13,9 a 17,1	50 a 61	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	Ventania	17,2 a 20,7	62 a 74	Quebram-se galhos de árvores; dificuldade em andar contra o vento; barcos permanecem nos portos
9	Ventania forte	20,8 a 24,4	75 a 88	Danos em árvores e pequenas construções; impossível andar contra o vento
10	Tempestade	24,5 a 28,4	89 a 102	Árvores arrancadas; danos estruturais em construções
11	Tempestade violenta	28,5 a 32,6	103 a 117	Estragos generalizados em construções
12	Furacão	> 32,7	> 118	Estragos graves e generalizados em construções

Fonte: Pereira et al. (2011).

Análise

Conforme a Figura 13, a variabilidade entre os anos da média da $u_{méd}$ e da média da $u_{máx}$ é pequena, sendo o valor médio de $u_{méd}$ de $1,2 \text{ ms}^{-1}$ e o de $u_{máx}$ de 6 ms^{-1} . Conforme a escala de Beaufort constante na Tabela 6, isso quer dizer que na média ($1,2 \text{ ms}^{-1}$) a região do Bolsão de Mato Grosso do Sul é caracterizada por ventos de Grau 1 (Aragem). Porém, ocorrem ventos máximos diariamente que atingem, em média, 6 ms^{-1} , ou seja, ventos de Grau 4 (Brisa moderada).

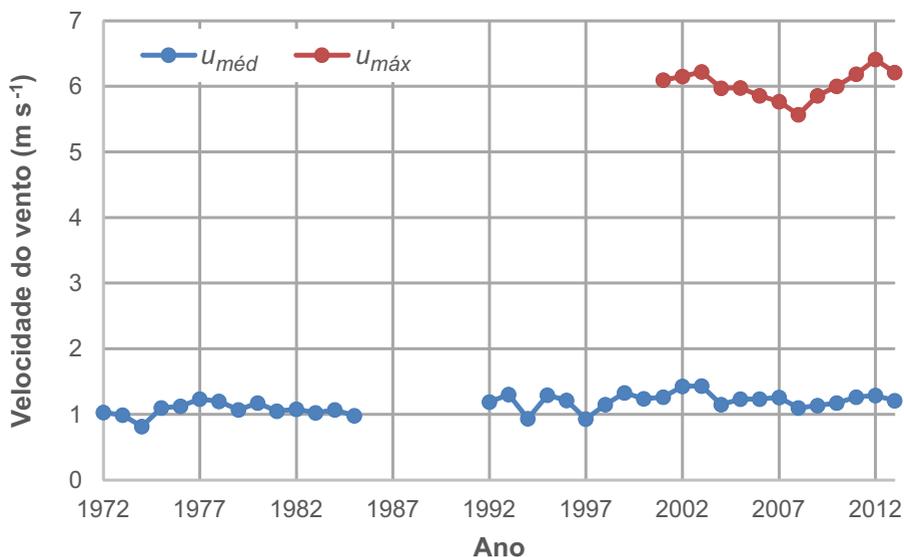


Figura 13. Média da velocidade média do vento ($u_{méd}$) e da velocidade máxima do vento ($u_{máx}$) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, entre 1972 e 2013.

Embora a variabilidade anual seja pequena, a variabilidade mensal é relativamente maior (Figura 14). Os meses de março e abril são aqueles onde se encontram os menores valores de $u_{méd}$ (1 ms^{-1}), diferentemente de setembro, onde se observa o maior ($1,6 \text{ ms}^{-1}$). Comportamento similar também ocorre com relação aos valores de $u_{máx}$, ou seja, em abril é observado o menor valor ($5,1 \text{ ms}^{-1}$) e em setembro o maior (7 ms^{-1}).

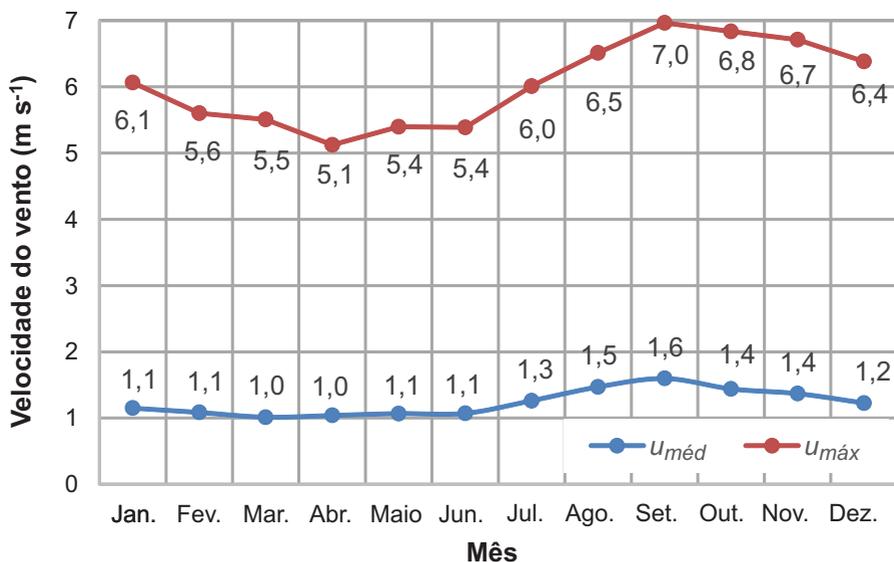


Figura 14. Variabilidade mensal da velocidade média do vento ($u_{méd}$) e da velocidade máxima do vento ($u_{máx}$) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

Analisando-se mês a mês, setembro é o único que apresenta $u_{méd}$ condizente com ventos de Grau 2 (Brisa leve), enquanto todos os demais meses são caracterizados por ventos de Grau 1 (Aragem). Por outro lado, os meses de abril, maio e junho são os únicos onde a $u_{máx}$, em média, é igual a ventos de Grau 3 (Brisa fraca). Os demais meses são todos caracterizados por $u_{máx}$ de Grau 4 (Brisa moderada).

A DPV na região é a direção L, ou seja, 31,9% dos ventos que atingem a região vêm de L (Figura 15). As direções NE (23,3%) e SE (19,1%) também contribuem muito. Se somadas as contribuições associadas às direções L, NE e SE, estas respondem pela origem de 74,3% dos ventos que atingem a região. Isso indica que os ventos que atingem a região do Bolsão de Mato Grosso do Sul são predominantemente originários do Estado de São Paulo, do Triângulo Mineiro e do sul de Goiás.

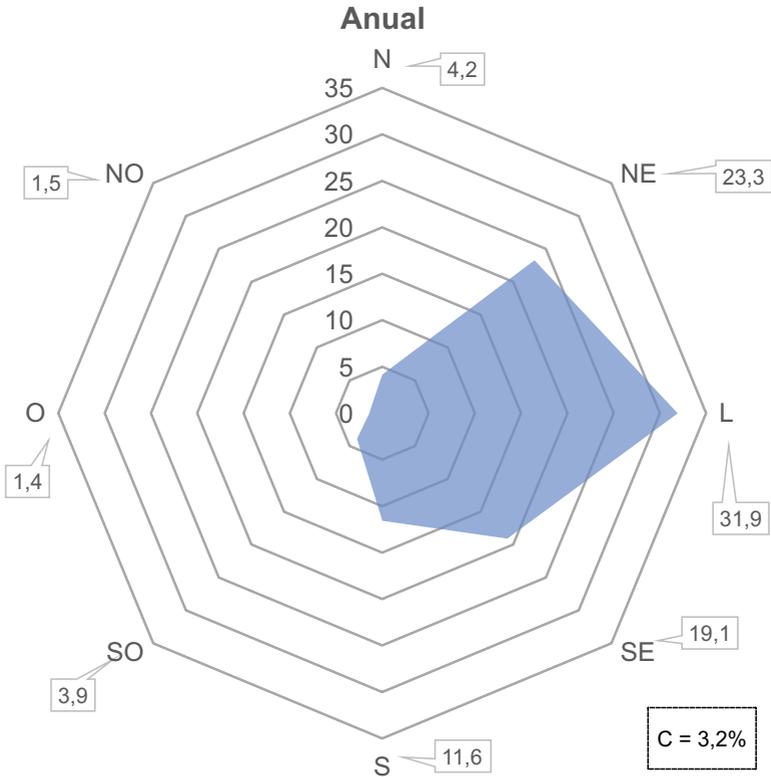


Figura 15. Direção predominante anual dos ventos (DPV) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul.

Nota: C (Calmaria) corresponde aos dias sem predominância devido à ocorrência de ventos calmos ($u_{mês}$ menor ou igual a $0,5 \text{ ms}^{-1}$).

Nas Figuras 16 e 17 nota-se que esta tendência anual da DPV é relativamente constante ao longo dos meses. O mês de junho é aquele que apresenta a maior predominância dos ventos de L (42,8%), diferentemente de janeiro que apresenta a menor contribuição dos ventos com origem no L (21,8%). Se analisada a contribuição dos ventos vindos de L, NE e SE juntas, o mês de abril é aquele que apresenta maior dependência desses ventos, pois 82,9% são advindos dessas direções. Já o mês de dezembro é o que apresenta menor dependência (58%), porém este nível de dependência ainda é bastante expressivo.

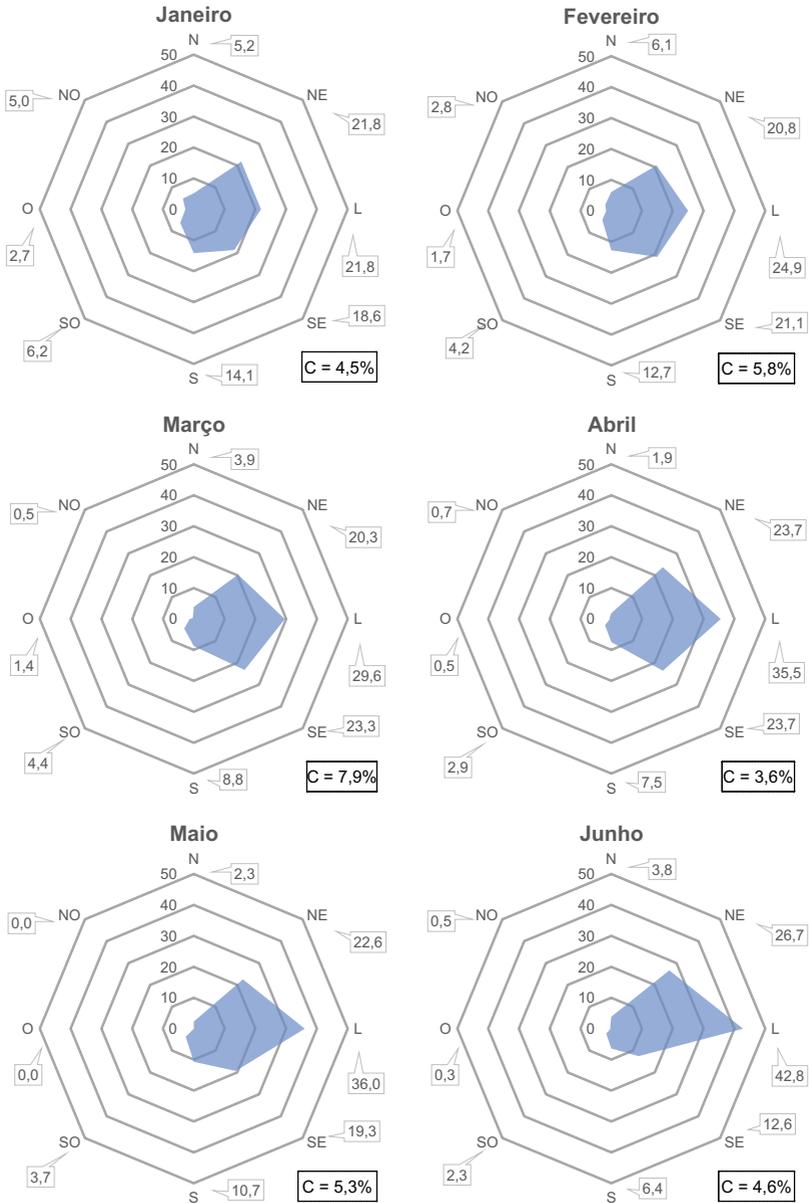


Figura 16. Variabilidade mensal da direção predominante dos ventos (DPV) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, nos meses de janeiro a junho.

Nota: C (Calmaria) corresponde aos dias sem predominância por causa da ocorrência de ventos calmos (u_{med} menor ou igual a $0,5 \text{ ms}^{-1}$).

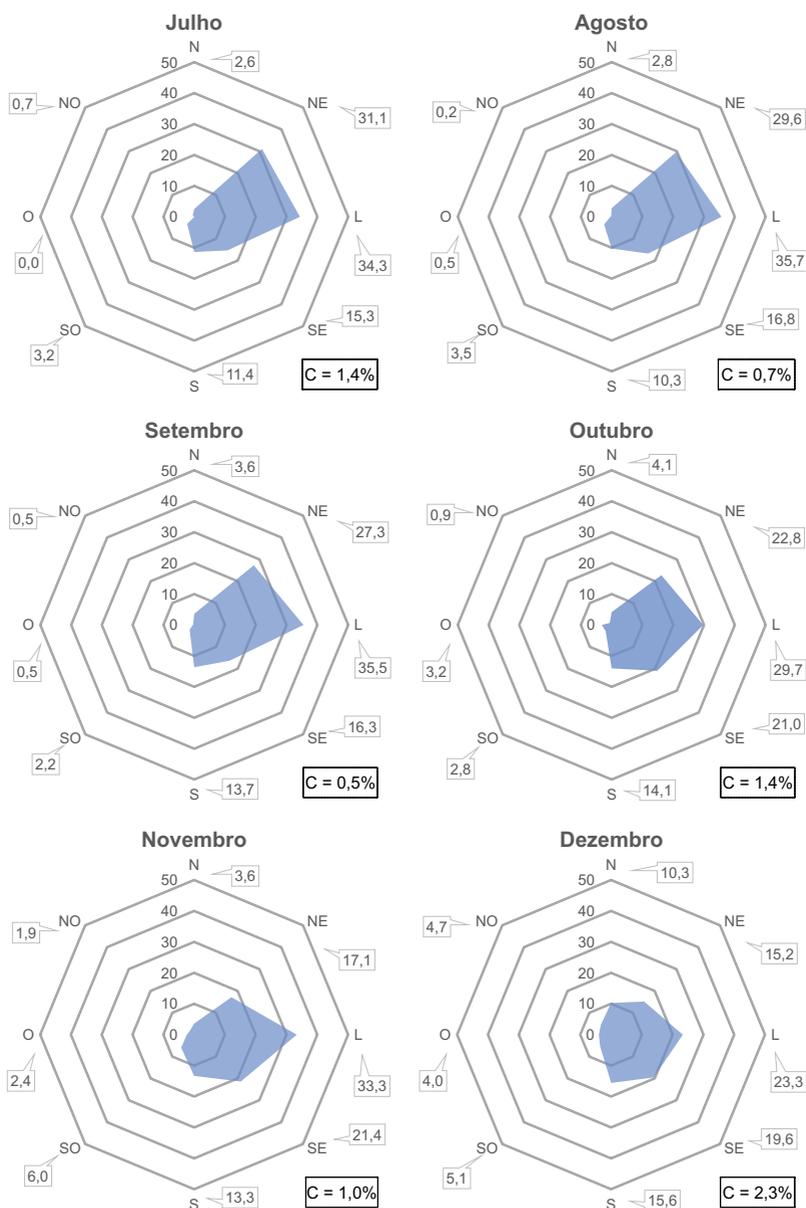


Figura 17. Variabilidade mensal da direção predominante dos ventos (DPV) na região do Bolsão de Mato Grosso do Sul, nos meses de julho a dezembro.

Nota: C (Calmaria) corresponde aos dias sem predominância por causa da ocorrência de ventos calmos (u_{med} menor ou igual a $0,5 \text{ ms}^{-1}$).

Considerações Finais

A região do Bolsão de Mato Grosso do Sul tem conseguido, nos últimos anos, empreender esforços rumo ao caminho do desenvolvimento. No entanto, o setor agrícola, salvo algumas exceções pontuais, ainda se apresenta com baixo dinamismo, fato que é evidenciado pelos baixos índices de produtividade.

A Embrapa Agropecuária Oeste entende que pode dar seu contributo para esta região por meio do desenvolvimento de pesquisas que deem suporte para o meio agrícola. Nesse sentido, uma das contribuições consideradas fundamentais pela Embrapa passa pela caracterização do clima regional, procurando evidenciar uma descrição do clima com enfoque mais holístico e não pontual, ou seja, município por município, muito embora existam pequenas diferenças no clima entre os municípios desta região.

Com isso, após um rigoroso trabalho de busca de séries confiáveis de dados meteorológicos e filtragem desses dados, realizou-se esta caracterização do clima da região. Essa caracterização foi abrangente o suficiente ao abordar os principais elementos do clima.

De maneira geral, este estudo demonstrou que o clima na região do Bolsão é constituído por verão com maior quantidade de radiação solar, dias mais longos, insolação mais baixa decorrente da maior nebulosidade, maior pluviosidade, temperatura e umidade do ar mais elevadas. Por outro lado, o inverno é caracterizado por menor quantidade de radiação solar, dias mais curtos, maior insolação em virtude da menor nebulosidade, menor pluviosidade, temperatura e umidade do ar mais baixas. Os ventos na região são mais fracos no outono e mais intensos na primavera, sendo a sua origem bastante consistente ao longo do ano, de tal forma que 74,3% destes têm origem à NE, L ou SE.

A Embrapa Agropecuária Oeste enfatiza que, no que tange ao padrão climático regional, qualquer tipo de exploração agrícola pode ser praticada na região, bastando para isso saber usar da melhor forma as características favoráveis e superar as desfavoráveis do padrão climático da região do Bolsão. Alguns exemplos podem ser citados: priorizar a agricultura de sequeiro entre os meses de outubro a março; usar irrigação para permitir o

cultivo durante todo o ano; adotar plantio direto para minimizar as perdas por evaporação de água do solo; adotar sistemas de integração lavoura, pecuária, floresta (iLPF) para o componente florestal contribuir para melhoria do microclima da lavoura e da pastagem; implantar quebra-ventos voltados à NE, L e SE para minimizar as perdas por evapotranspiração; plantar espécies ou cultivares mais tolerantes a temperaturas altas e déficit hídrico, etc.

Sendo assim, a Embrapa Agropecuária Oeste considera ter atingido seus objetivos ao produzir um documento que espera-se que sirva de referência para uso pelo setor produtivo agrícola da região, bem como pelas instâncias do governo diretamente relacionadas a este setor.

Referências

ALLEN, R. G. Assessing integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 122, n. 2, p. 97-106, 1996.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and drainage paper, 56).

ALLEN, R. G.; WALTER, I. A.; ELLIOTT, R. L.; HOWELL, T. A.; ITENFISU, D.; JENSEN, M. E.; SNYDER, R. L. (Ed.). **ASCE standardized reference evapotranspiration equation**. Reston: ASCE, 2005. 216 p.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Measurement and reporting practices for automatic agricultural weather stations**. St. Joseph, 2004. 21 p. (Engineering practices, 505).

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. **Estudo da dimensão territorial do Estado de Mato Grosso do Sul: regiões de planejamento**. Campo Grande, MS, 2011. 90 p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: Copiadora Luiz de Queiroz, 2011. 192 p. Apostila.

Embrapa

Agropecuária Oeste

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

CGPE 11676