ISSN 1516-845X / e-ISSN 1679-043X

Documentos

150

Dourados, MS / Maio, 2024

O clima de Dourados e Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul

Embrapa
Agropecuária Oeste

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

ISSN 1516-845X / e-ISSN 1679-043X

Documentos 150

Maio, 2024

O clima de Dourados e Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul

Carlos Ricardo Fietz
Gilberto Fisch
Éder Comunello
Danilton Luiz Flumignan

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2024

Embrapa Agropecuária Oeste
Caixa Postal 449
www.embrapa.br/agropecuaria-oeste
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Rafael Zanoni Fontes

Secretário-executivo
Rômulo Penna Scorza Júnior

Secretário
Gustavo Henrique Pinto

Membros
Adriana Marlene Moreno Pires
Alexandre Dinnys Roese
Fernando Mendes Lamas
Guilherme Lafourcade Asmus
Marciana Retore
Maria Aparecida Viegas Martins
Sílvia Mara Belloni

Edição executiva
Eliete do Nascimento Ferreira

Revisão de texto
Eliete do Nascimento Ferreira

Normalização bibliográfica
Sílvia Mara Belloni (CRB-1/1662)

Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio

Diagramação
Eliete do Nascimento Ferreira

Fotos/ilustração da capa
Éder Comunello

Publicação digital: PDF

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

O clima de Dourados e Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul / Carlos Ricardo Fietz ... [et al.]. – Dourados, Mato Grosso do Sul : Embrapa Agropecuária Oeste, 2024.
PDF (49 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Agropecuária Oeste, e-ISSN 1679-043X ; 150).

1. Meteorologia – Mato Grosso do Sul. 2. Meteorologia – Dourados. 3. Meteorologia – Rio Brilhante, MS. 4. Estação meteorológica. I. Fietz, Carlos Ricardo. II. Fisch, Gilberto. III. Comunello, Éder. IV. Flumignan, Danilton. V. Embrapa Agropecuária Oeste. VI. Título. VII. Série.

CDD (21. ed.) 551.5

Silvia Mara Belloni (CRB-1/1662)

© 2024 Embrapa

Autores

Carlos Ricardo Fietz
Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Gilberto Fisch
Meteorologista, doutor em Meteorologia, professor titular da Universidade de Taubaté, Taubaté, SP

Éder Comunello
Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Danilton Luiz Flumignan
Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação,
Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS

Apresentação

As condições climáticas podem afetar o dia a dia do cidadão comum, indo até as mais importantes atividades econômicas, tais como a agricultura, o transporte, o turismo, etc.

Por essa capacidade de afetar as diferentes atividades, deve-se conhecer as particularidades do clima de cada região, estudando a sua influência de forma que os resultados possam subsidiar o planejamento de diferentes atividades, possibilitando a redução de riscos e perdas e também o uso racional dos recursos.

Quando comparado a outros estados do Brasil, Mato Grosso do Sul ainda possui um pequeno número de estações meteorológicas. No entanto, a região da Grande Dourados pode ser considerada uma exceção, pois a Embrapa Agropecuária Oeste monitora os principais elementos meteorológicos relacionados às atividades agrícolas, desde junho de 1979, em Dourados, e a partir de maio de 2013, em Rio Brilhante.

Esta publicação apresenta a análise detalhada do clima de uma das principais regiões de produção agrícola do País, realizada com base em séries históricas das estações meteorológicas da Embrapa Agropecuária Oeste, localizadas nos municípios de Dourados e Rio Brilhante.

Harley Nonato de Oliveira
Chefe-Geral da Embrapa Agropecuária Oeste

Sumário

Introdução 9

O clima de Dourados, MS 14

Temperatura do ar 14

Umidade relativa do ar 16

Insolação e fotoperíodo 17

Radiação solar 18

Vento 20

Evapotranspiração 24

Chuva 25

Geadas 29

Classificação climática 31

O clima de Rio Brilhante, MS 33

Temperatura do ar 33

Umidade relativa do ar 34

Radiação solar e fotoperíodo 36

Vento 37

Evapotranspiração 42

Chuva 43

Geadas 46

Referências 48

Anexo A – Instrumentos da estação meteorológica convencional (EMC) e sensores das estações meteorológicas automáticas (EMA), cujos dados foram utilizados 49

Introdução

Em Mato Grosso do Sul, existe um pequeno número de estações meteorológicas e, consequentemente, há poucas informações detalhadas sobre o clima. Neste contexto, a Região da Grande Dourados pode ser considerada uma exceção, devido às estações meteorológicas da Embrapa Agropecuária Oeste, localizadas em Dourados e em Rio Brilhante (Figura 1).

Figura 1. Localização dos municípios de Dourados e Rio Brilhante, em Mato Grosso do Sul.
Fonte: Localização... (2024).

A estação meteorológica convencional (Figura 2A), instalada na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, começou a operar em junho de 1979, com três leituras diárias dos principais elementos meteorológicos relacionados às atividades agrícolas (temperatura e umidade do ar, velocidade do vento, insolação e chuva). O horário dessas leituras seguia a orientação do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet)[1], órgão oficial da meteorologia no Brasil e representante nacional da Organização Mundial de Meteorologia[2]. A partir de maio de 1999, essa estação passou a operar parcialmente, com apenas uma leitura diária de temperatura e de chuva, sendo completamente desativada em dezembro de 2000.

A primeira estação meteorológica automática da Embrapa Agropecuária Oeste (Figura 2B), instalada na mesma área experimental, começou a operar efetivamente em janeiro de 2001. Em outubro de 2002 foi instalada uma nova estação meteorológica automática, próxima à primeira. Ambas as estações realizam leituras dos seguintes elementos meteorológicos: temperatura e umidade do ar, direção e velocidade do vento, chuva e radiação solar global.

Em junho de 2013, as estações meteorológicas da Embrapa Agropecuária Oeste, de Dourados, foram inseridas no Guia Clima (Fietz et al., 2013), sistema desenvolvido para realizar o monitoramento agrometeorológico de Mato Grosso do Sul. Esse sistema apresenta as condições do tempo presente e emite na internet[3] avisos e alertas meteorológicos em tempo real[4]. Apresenta, também, as principais estatísticas das estações agrometeorológicas e calcula o balanço hídrico de um período de 180 dias.

[1] Disponível em: www.inmet.gov.br

[2] Disponível em: www.wmo.int

[3] Disponível em: https://clima.cpao.embrapa.br/

[4] Disponível em: https://clima.cpao.embrapa.br/

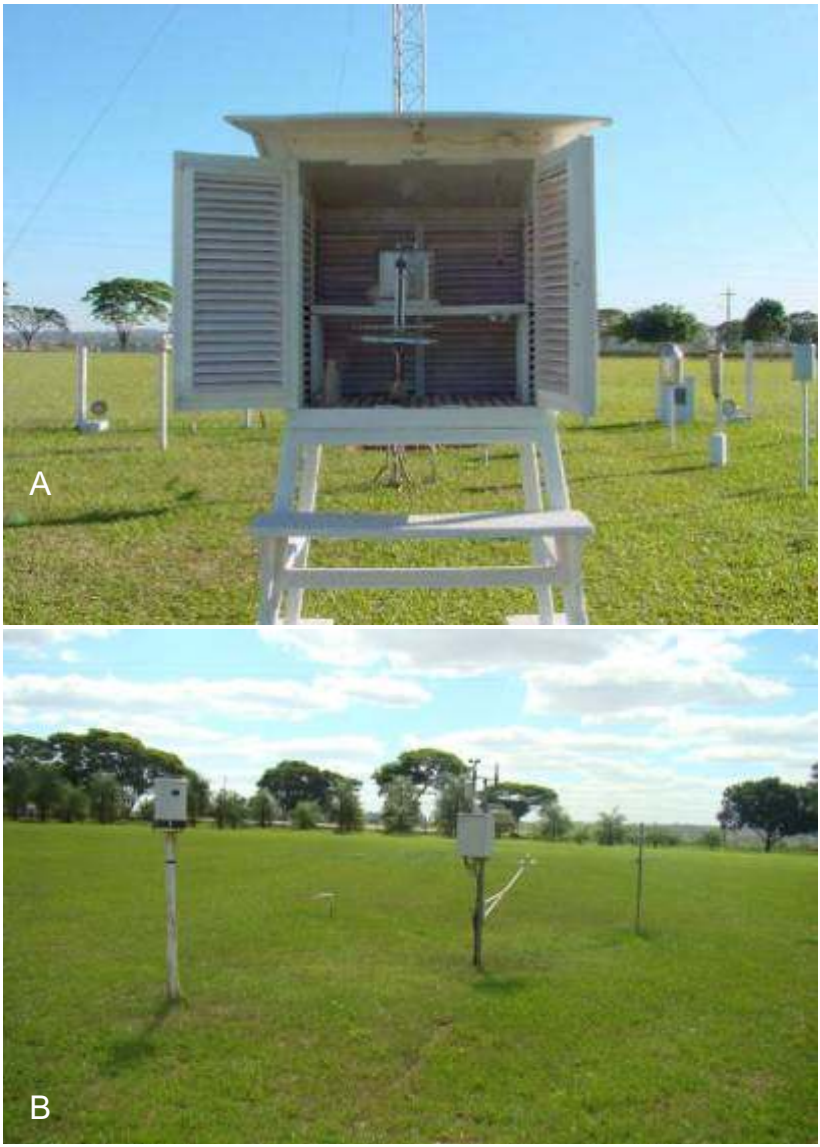

Foto: Carlos Ricardo Fietz

Foto: Carlos Ricardo Fietz

Figura 2. Estações meteorológicas da Embrapa Agropecuária Oeste: convencional (A) e automática (B), em Dourados, MS.

A estação meteorológica automática da Embrapa Agropecuária Oeste em Rio Brilhante (Figura 3) está instalada na Escola Família Agrícola Rosalvo da Rocha Rodrigues. Essa estação começou a operar em maio de 2013 e, portanto, em 2023 completou 10 anos de operação. A estação disponibiliza dados de temperatura e umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, radiação solar global e pressão atmosférica. Em junho de 2013, a estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste de Rio Brilhante também foi inserida no sistema Guia Clima (Fietz et al., 2013).

Foto: Carlos Ricardo Fietz

Figura 3. Estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste de Rio Brilhante, MS.

Elaborou-se este trabalho com o objetivo de realizar um diagnóstico do clima de Dourados e de Rio Brilhante, MS. No caso de Dourados, a versão atual é uma atualização e ampliação da última análise, realizada em 2017 (Fietz et al., 2017). É importante mencionar que essas atualizações são necessárias, pois as condições climáticas têm mudado ao longo do tempo, devido ao aquecimento global.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) preconiza utilizar, ao menos, 30 anos de informações, para caracterizar o clima de uma localidade. Apesar desse período ser menor em Rio Brilhante, considera-se que a série de 10 anos utilizada neste trabalho serve de base para um diagnóstico inicial, que descreve satisfatoriamente o clima dessa localidade.

Esses resultados poderão ser utilizados no planejamento de atividades agrícolas e também como subsídios na tomada de decisões de órgãos governamentais, produtores e técnicos da assistência e extensão rural.

No Anexo 1 estão apresentados os instrumentos e os sensores das estações meteorológicas, cujos dados foram utilizados neste trabalho.

O clima de Dourados

Temperatura do ar

A temperatura média anual na região de Dourados é de 23,1 °C (Tabela 1). Em função desse índice, a região de Dourados pode ser dividida em dois períodos: o primeiro com valores acima dessa média (de outubro a abril) e o segundo com valores abaixo desse índice (maio a setembro). A temperatura média da região atinge valores máximos nos meses de janeiro e dezembro (meses de verão), enquanto as menores temperaturas ocorrem em junho e julho (meses de inverno).

Tabela 1. Temperaturas média, máxima e mínima e amplitude térmica mensal em Dourados, MS.

Mês	Temperatura média (ºC)	Temperatura máxima (ºC)	Temperatura mínima (ºC)	Amplitude térmica (ºC)
Janeiro	25,7	31,9	21,2	10,7
Fevereiro	25,6	32,2	20,8	11,4
Março	25,2	32,0	20,2	11,8
Abril	23,5	30,1	18,1	11,9
Maio	19,8	26,0	14,5	11,5
Junho	19,1	25,5	13,6	11,9
Julho	18,9	26,2	12,6	13,6
Agosto	20,9	28,7	13,8	14,8
Setembro	22,9	30,3	16,2	14,1
Outubro	24,5	31,3	18,9	12,4
Novembro	25,0	31,5	19,4	12,1
Dezembro	25,7	31,9	20,8	11,2
Ano	23,1	29,8	17,5	

Dados da estação meteorológica automática, período de janeiro de 2001 a dezembro de 2022.

As médias das temperaturas máximas e mínimas acompanham essa tendência de variação sazonal, ou seja, a média das máximas também ocorre nos meses de verão, enquanto os valores médios das mínimas ocorrem no inverno.

Considerando toda a série histórica, de 1980 a 2022, que contém dados das estações convencional e automática, pode-se fazer uma análise detalhada das temperaturas extremas (máximas e mínimas diárias) ocorridas na região de Dourados.

Há apenas quatro registros de temperaturas maiores que 40 °C nesses 43 anos, ocorridos em três eventos distintos. Em 1985 há dois registros, em 17 e 18 de novembro, de 40,1 e 40,2 °C, respectivamente. Em 26 de setembro de 2004, a temperatura atingiu 40,7 °C, e a temperatura mais alta da série, 40,8 °C, ocorreu em 17 de outubro de 2014. Todos esses casos ocorreram nos meses de primavera.

Mesmo sendo dezembro e janeiro os meses do ano com maior temperatura média, quase metade dos dias muito quentes nesses 43 anos, com temperatura máxima superior a 33 °C, ocorreram no período de agosto a novembro, principalmente em outubro, na primavera. Em outubro, também há 34 registros de dias com temperaturas superiores a 38 °C, enquanto em janeiro há apenas três. Esse comportamento pode ser justificado pela maior amplitude térmica (ΔT) desses meses do ano, em relação a dezembro e janeiro (Tabela 1), e também a ocorrência de ondas de calor, que são comuns nesse período de transição entre o inverno e o verão.

No caso de valores extremos de frio, existem 15 registros de temperaturas negativas na série histórica. A maioria ocorreu em julho (11 vezes), mas também há registros em outros meses de inverno: junho (uma vez) e agosto (uma vez). A menor temperatura foi -1,9 °C em 17 de julho de 2000, e a mais recente ocorreu em 25 de julho de 2013, quando foi registrado -0,5 °C. Chama atenção a redução da frequência de temperaturas negativas a partir do ano 2000, com apenas dois registros desde então, ambos em 2013. Ressalta-se que isso pode ser um indicativo do aquecimento global da atmosfera.

Umidade relativa do ar

As médias de umidade relativa do ar atingem os menores valores no ano (em torno de 60%) no período do inverno, no final dessa estação, em agosto e setembro (Tabela 2). Por outro lado, os maiores valores ocorrem no verão e outono, com picos nos meses de janeiro, fevereiro, maio e junho.

Tabela 2. Umidades relativas média, máxima e mínima em Dourados, MS.

Mês	Umidade relativa média (ºC)	Umidade relativa máxima (ºC)	Umidade relativa mínima (ºC)
Janeiro	77	95	50
Fevereiro	76	94	48
Março	74	94	46
Abril	74	93	47
Maio	76	94	52
Junho	76	94	51
Julho	67	89	41
Agosto	59	84	34
Setembro	61	85	36
Outubro	69	90	44
Novembro	69	90	44
Dezembro	69	93	48
Ano	71	91	45

Dados da estação meteorológica automática, período de janeiro de 2001 a dezembro de 2022.

Os valores extremos de umidade do ar na estação convencional não eram registrados até 2000. Com a instalação da estação automática, a partir de 2001, esses valores passaram a ser

monitorados. As médias das umidades máxima e mínima tendem a seguir essa distribuição temporal, que é controlada pelo regime pluviométrico da região.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), níveis de umidade do ar inferiores a 30% podem ser prejudiciais à saúde humana. Na região de Dourados, de 2001 a 2022, aproximadamente 20% dos dias registraram níveis de umidade do ar inferior a 30%. Quase metade desses registros ocorreram nos meses de agosto (25%) e setembro (21%). Em janeiro e dezembro ocorreram apenas 3 e 4% dos registros, respectivamente, por serem estes os meses mais chuvosos do ano.

Em 15 dias os níveis de umidade relativa do ar foram inferiores a 12%, índice considerado pela OMS como estado de emergência. Todos esses registros ocorreram nos meses de agosto, setembro e outubro. Os menores índices diários de umidade do ar da série histórica foram 8% (28 e 29 de agosto de 2010 e 13 de setembro de 2010) e 9% (27 de agosto de 2010 e 6 de setembro de 2012).

Insolação e fotoperíodo

As medições de insolação somente foram obtidas durante o período de funcionamento da estação meteorológica convencional.

Analisando-se as medidas de horas de brilho solar registradas pelo heliógrafo, verifica-se que há pouca variação dos valores absolutos da insolação (n) ao longo do ano na região de Dourados (Tabela 3). Os meses de verão apresentam valores entre 7,0 horas e 7,6 horas (trimestre dezembro–janeiro–fevereiro), ao passo que os meses de inverno (trimestre junho–julho–agosto) apresentam valores entre 6,8 horas e 7,7 horas. Entretanto, considerando-se a razão de insolação (n/N), os meses de outono e inverno, principalmente julho, possuem valor levemente superior aos de verão, pois as condições de tempo da região de Dourados ficam sem nebulosidade, o que aumenta a quantidade de radiação solar que atinge a superfície. Com exceção do mês de julho, a diferença da razão de insolação entre os meses de verão e inverno é muito pequena.

Tabela 3. Insolação, fotoperíodo e razão de insolação em Dourados, MS.

Mês	Insolação[1] (h)	Fotoperíodo[2] (h)	Razão de insolação
Janeiro	7,3	13,2	0,55
Fevereiro	7,0	12,7	0,55
Março	7,1	12,1	0,59
Abril	7,3	11,5	0,63
Maio	6,8	10,9	0,62
Junho	6,8	10,7	0,64
Julho	7,7	10,8	0,71
Agosto	7,1	11,3	0,63
Setembro	6,8	11,9	0,57
Outubro	7,2	12,6	0,57
Novembro	7,8	13,1	0,60
Dezembro	7,6	13,3	0,57
Ano	7,2	12,0	0,60

[1]Dados da estação meteorológica convencional, período de janeiro de 1980 a dezembro de 1998.
[2]Calculado em função da latitude e do dia do ano.

Radiação solar

A partir da instalação da estação meteorológica automática, passou-se a medir diretamente, por meio de um piranômetro, as medidas de radiação solar global.

A Tabela 4 apresenta os valores médios mensais de radiação solar global com céu limpo (R_{so}), radiação solar global (R_s) e radiação líquida R_n). A R_{so} representa o valor máximo que a Rs pode atingir, em um dia com ausência total de nebulosidade. Essas três variáveis têm influência direta das estações do ano. Os valores mínimos de radiação ocorrem em junho, no início do inverno, com valores crescentes até o solstício de

verão, em dezembro. A partir de dezembro, os valores de radiação decrescem gradativamente, até o início do inverno.

Examinando-se a Tabela 4, pode-se perceber que a diferença entre R_{so} e R_s é maior no período de outubro a fevereiro, por causa da maior nebulosidade que ocorre nos meses de primavera e verão, associada à maior frequência de precipitações. Por sua vez, a radiação líquida (Rn), grandeza que efetivamente modula os níveis de evaporanspiração, segue o padrão sazonal de Rs, com valores maiores no verão e menores no inverno. Além disso, os valores de Rn no inverno, em média, são quase a metade do que se observa nos meses de verão.

Tabela 4. Radiação solar global com céu limpo (R_{so}), radiação solar global (R_s) e radiação líquida (R_n) em Dourados, MS.

Mês	Radiação solar global com céu limpo[(1)]	Radiação solar global[(1,2)]	Radiação líquida[(1)]
Janeiro	33,3	22,3	14,5
Fevereiro	31,6	21,3	13,6
Março	28,3	20,0	12,3
Abril	24,0	17,1	9,8
Maio	20,1	13,5	7,1
Junho	18,1	12,3	6,2
Julho	19,0	13,3	6,6
Agosto	22,3	16,0	8,2
Setembro	26,7	18,1	10,3
Outubro	30,4	19,8	12,2
Novembro	32,7	22,3	14,0
Dezembro	33,6	22,9	14,7
Ano	26,7	18,3	10,8

[(1)]Dados em MJ m^{-2} dia^{-1}.

[(2)]Dados da estação meteorológica automática, período de janeiro de 2001 a dezembro de 2022.

Vento

As medidas da estação automática mostram que a velocidade média do vento, a 2 m de altura, na região de Dourados, é maior nos meses de primavera e inverno (Figura 4). A velocidade média do vento aumenta progressivamente de abril (1,11 m s^{-1}), valor mínimo no ano, até o período de agosto a novembro, quando atinge o seu valor máximo, em setembro (1,53 m s^{-1}).

Na Figura 5 está apresentada a variação da velocidade média do vento nas 24 horas do dia (ciclo diário). Percebe-se que a velocidade média do vento tende a aumentar no período da manhã (6h às 12h), quando atinge o maior valor (1,88 m s^{-1}). A partir das 13h, a velocidade média do vento diminui até o horário das 18h (pôr do sol), mostrando um comportamento aproximadamente constante ao longo da noite (em torno de 0,70 m s^{-1}).

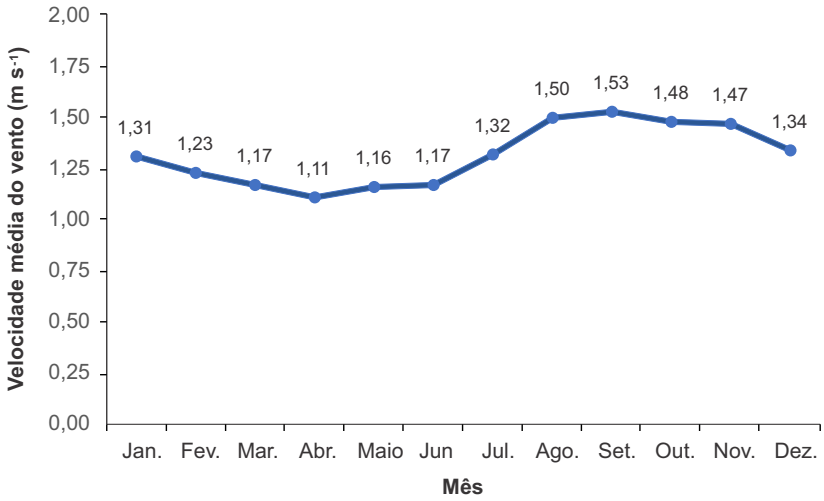

Figura 4. Velocidade média do vento a 2 m, na região de Dourados, MS.
Dados da estação meteorológica automática, período de janeiro de 2001 a dezembro de 2022.

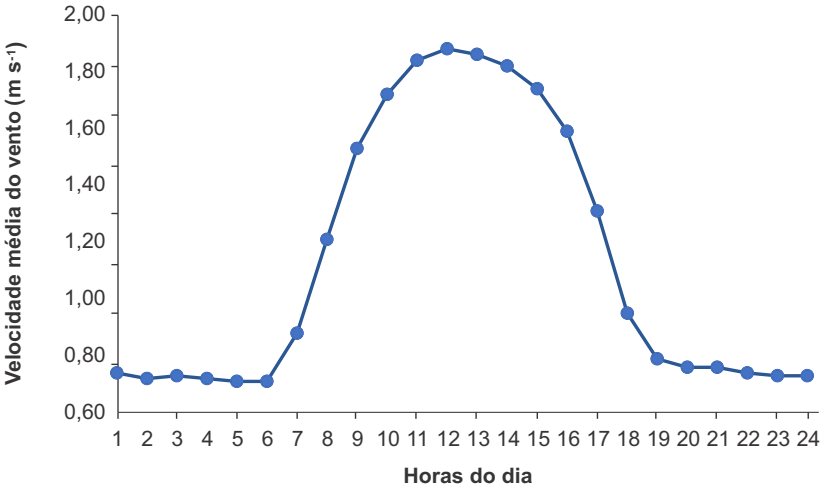

Figura 5. Velocidade média do vento a 2 m na região de Dourados, MS.
Dados da estação meteorológica automática, período de janeiro de 2020 a janeiro de 2022.

Dessa forma, percebe-se que algumas atividades agrícolas, tais como a irrigação e a aplicação de defensivos químicos, podem ser prejudicadas quando realizadas nos períodos do dia com maior velocidade do vento, principalmente das 10h às 15h. O acréscimo da velocidade do vento nessa faixa horária deve-se à maior turbulência atmosférica, em função do aquecimento da superfície pelo fluxo de radiação solar.

Conforme pode-se observar nas Figuras 6 e 7, as direções predominantes do vento na região de Dourados são norte e nordeste, em todos os meses do ano. Ventos de direção norte predominam nos meses de verão e outono (dezembro a junho), enquanto no inverno e na primavera (julho a novembro) os ventos de direção nordeste são predominantes. Também são frequentes ventos dos quadrantes sul e sudoeste, associados à passagem de frentes frias, vindas do Sul.

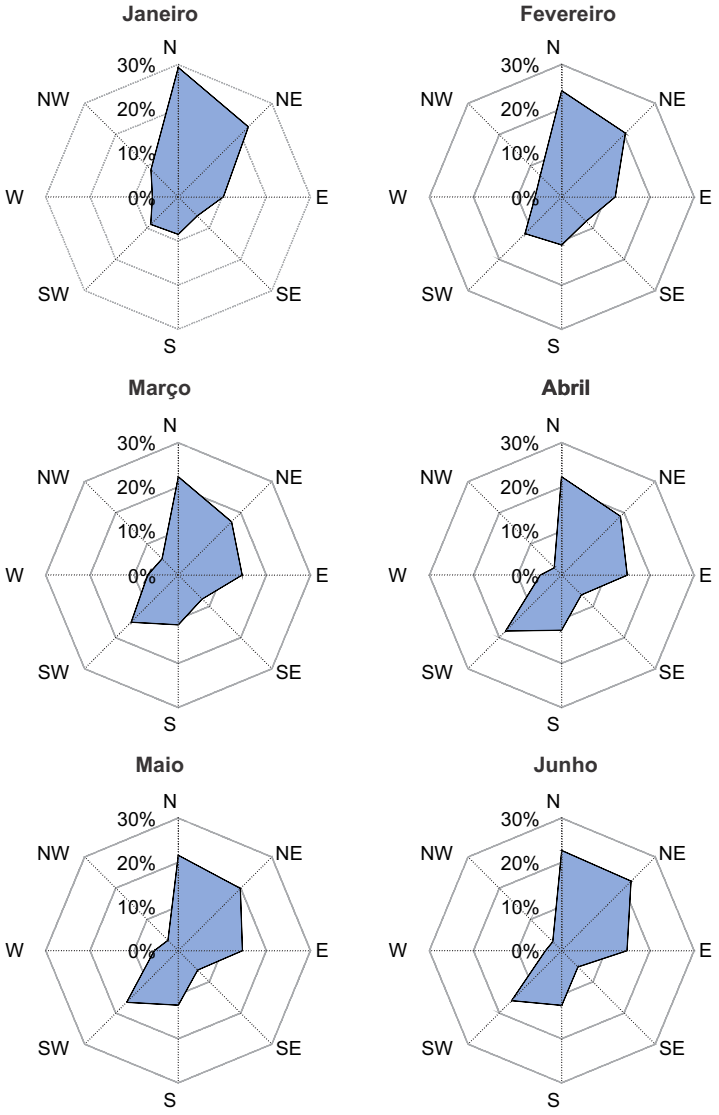

Figura 6. Frequência relativa da direção dos ventos na região de Dourados, MS, nos meses de janeiro a junho.
Dados da estação meteorológica automática, período de janeiro de 2014 a dezembro de 2021.

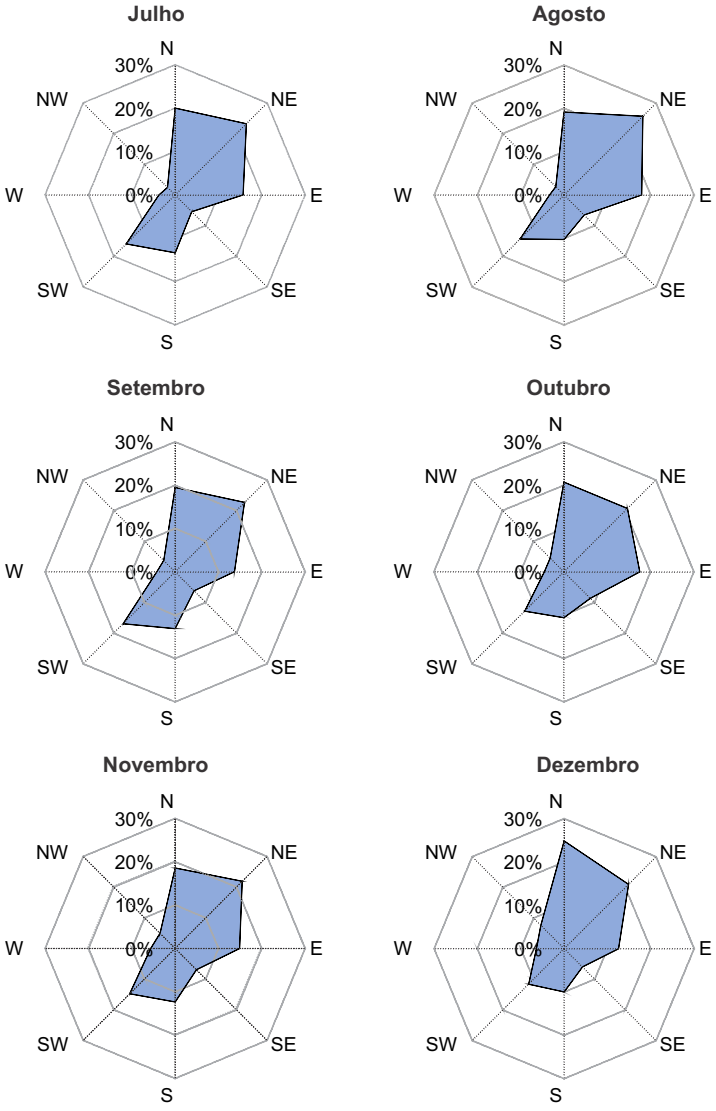

Figura 7. Frequência relativa da direção dos ventos na região de Dourados, MS, nos meses de julho a dezembro

Dados da estação meteorológica automática, período de janeiro de 2014 a dezembro de 2021.

Desde 2009, as estações da Embrapa Agropecuária Oeste monitoram a ocorrência de ventos fortes (rajadas de vento), com velocidade superior a 30 km h^{-1}. Nesse período de 14 anos, há 424 registros de ventos fortes, em média 30 ocorrências por ano. Aproximadamente a metade dessas ocorrências foram na primavera, no período de setembro a novembro. Estes eventos estão associados com a forte convecção e turbulência atmosférica, que formam as chuvas convectivas de final de tarde (nuvens do tipo *Cumulonimbus*).

Evapotranspiração

A análise mensal da evapotranspiração de referência (ET_0) foi realizada com base em estimativas diárias de ET_0, realizadas pelo método Penman-Monteith (Allen et al., 1998). A média anual da evapotranspiração de referência (ET_0) na região de Dourados é de 4,1 mm dia^{-1} (Tabela 5). No período de abril a agosto, os valores médios de ET_0 são inferiores à média anual, enquanto, nos meses de primavera e verão (setembro a março), são maiores. A maior demanda evapotranspirativa ocorre em novembro (5,2 mm dia^{-1}), dezembro (5,2 mm dia^{-1}) e janeiro (5,1 mm dia^{-1}), enquanto as menores ocorrem em junho (2,4 mm dia^{-1}) e maio (2,6 mm dia^{-1}). Essas informações são importantes para o manejo da irrigação das culturas da região. Ressalta-se que esses valores são de evapotranspiração de referência, e a evapotranspiração de cada cultura, em cada fase de desenvolvimento, precisa ser corrigida por um coeficiente de cultivo.

O menor valor de ET_0, 0,3 mm dia^{-1}, ocorreu sete vezes nos 22 anos da série, principalmente nos meses de agosto e maio, em dias chuvosos, caracterizados por baixa oferta de radiação solar e baixa temperatura. Já o maior valor de ET_0 foi de 9,8 mm dia^{-1}, em 26 de novembro de 2002, dia com alta taxa de radiação solar, alta temperatura e baixa umidade do ar. O quartil superior indica que em 75% dos dias de dezembro, um dos meses do ano com maior demanda evapotranspirativa, a ET_0 foi de, no máximo, 6,3 mm dia^{-1}.

Tabela 5. Evapotranspiração de referência (mm. dia^{-1}) em Dourados, MS.

Mês	Média	Mínima	Máxima	Quartil superior
Janeiro	5,1	0,8	8,1	6,0
Fevereiro	4,9	0,7	7,5	5,8
Março	4,5	0,7	7,4	5,3
Abril	3,6	0,5	6,0	4,2
Maio	2,6	0,3	5,8	3,1
Junho	24	0,3	4,6	2,9
Julho	2,8	0,4	5,5	3,3
Agosto	3,7	0,3	7,6	4,4
Setembro	4,3	0,4	8,4	5,3
Outubro	4,7	0,3	8,5	5,7
Novembro	5,2	0,4	9,8	6,2
Dezembro	5,2	0,5	8,2	6,3
Ano	4,1	0,3	9,8	4,9

Dados da estação meteorológica automática, período de janeiro de 2001 a dezembro de 2022.

Chuva

Na Tabela 6 estão apresentadas as chuvas mensais médias da região de Dourados, de janeiro de 1980 a dezembro de 2022, totalizando 43 anos. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) preconiza utilizar 30 anos de informações, para caracterizar o clima de uma localidade. Nesse caso, utiliza-se um período ainda maior, para garantir a robustez estatística da série. Analisando-se esses dados, percebe-se que o período menos chuvoso abrange os meses de inverno (junho a agosto), enquanto as maiores médias ocorrem nos meses de primavera (outubro e novembro) e verão (dezembro a março).

Tabela 6. Precipitação pluviométrica mensal em Dourados, MS.

Mês	Média	Mínima	Máxima	Quartil inferior	Quartil superior
Janeiro	164,9	37,4	345,2	113,9	211,3
Fevereiro	146,4	18,0	283,8	89,8	200,4
Março	140,6	34,8	430,9	76,6	173,2
Abril	108,4	0,0	272,0	49,6	164,8
Maio	104,8	1,6	340,0	45,1	152,3
Junho	72,8	0,3	299,9	19,3	104,1
Julho	42,3	0,0	124,8	11,5	61,6
Agosto	51,3	0,0	230,2	13,9	68,9
Setembro	96,4	8,6	286,9	36,6	140,8
Outubro	144,7	22,7	306,3	90,6	188,0
Novembro	151,9	47,2	326,4	106,2	207,8
Dezembro	172,4	17,8	386,5	118,2	220,7

Dados das estações meteorológica convencional e automática, período de janeiro de 1980 a dezembro de 2022.

Julho é o mês de menor precipitação, com média de 42,3 mm. A análise dos quartis indica que, na metade da série, aproximadamente em 22 anos, o total de chuvas foi superior a 11,5 mm e inferior a 61,6 mm.

Já o mês de dezembro é o mais chuvoso, com média de 172,4 mm. Analisando-se os quartis, verifica-se que a chuva mensal em aproxi-madamente 22 anos, em dezembro, foi maior que 118,2 mm e menor do que 220,7 mm.

Outro aspecto interessante que se observa é a ocorrência de totais mensais de chuva nulos ou praticamente nulos entre os meses de abril e agosto (Tabela 6).

Na região de Dourados, no período de janeiro de 1980 a dezembro de 2022, em 15 ocasiões ocorreram chuvas intensas, com mais de 100 mm em 24 horas (Figura 8). A maior, com 148 mm, foi registrada em 8 de dezembro de 2006. Nota-se que aproximadamente 70% das ocorrências dessas chuvas ocorreram a partir de 2002. Ressalta-se que uma das características das mudanças climáticas é aumentar a frequência de eventos extremos.

Na Figura 9 estão apresentados os totais de chuva anuais do período de 1980 a 2022. A média climatológica anual de chuva na região de Dourados é de 1.375 mm. O ano de 1991 foi o menos chuvoso da série, quando choveu apenas 1.063 mm. O mais chuvoso foi 2015, quando, sob influência de El Niño, choveu 2.033 mm. Foi o único ano da série em que o total de chuva superou 2.000 mm.

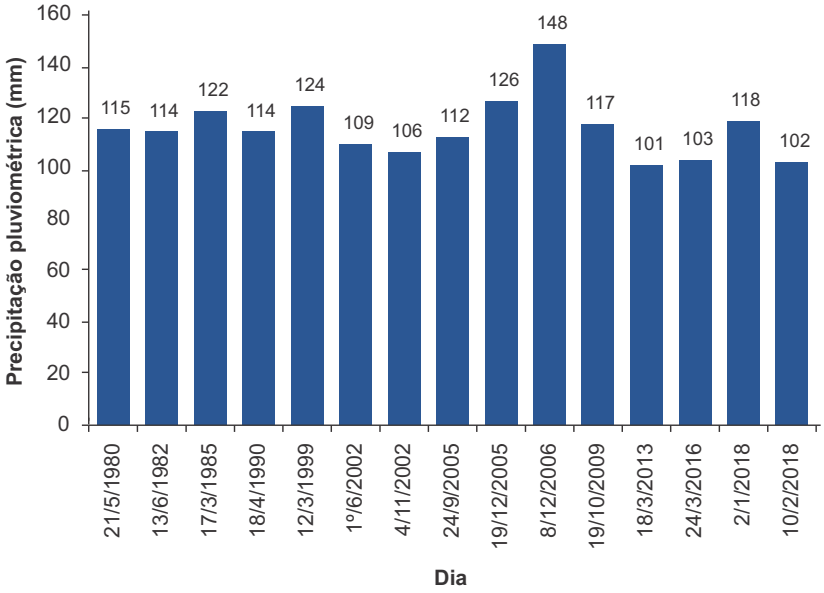

Figura 8. Dias em que ocorreram chuvas intensas, mais de 100 mm em 24 horas, na região de Dourados, MS.

Dados das estações meteorológicas convencional e automática no período de janeiro de 1980 a dezembro de 2022.

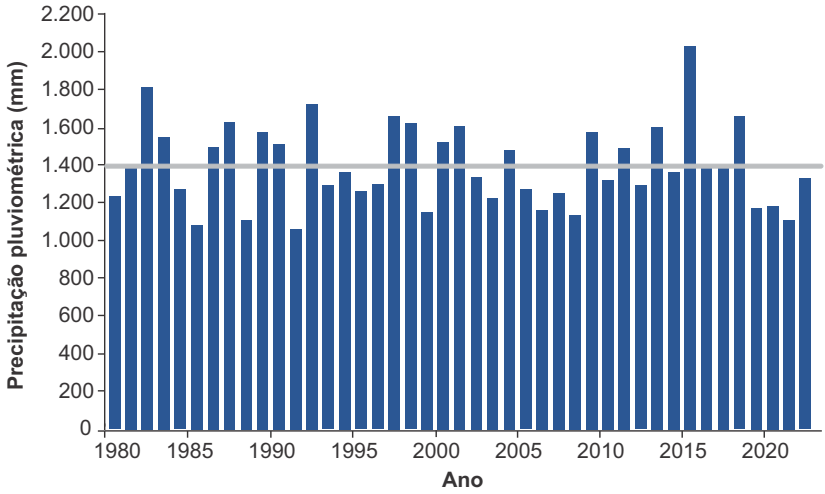

Figura 9. Precipitação pluviomértrica anual na região de Dourados, MS.
Dados das estações meteorológicas convencional e automática no período de janeiro de 1980 a dezembro de 2022.

Na região de Dourados, de 1980 a 2022, ocorreram 135 eventos com mais de 15 dias consecutivos sem chuva (Figura 10), uma média de três ocorrências por ano. Aproximadamente 60% desses eventos foram nos meses de junho a setembro, comportamento que pode ser atribuído ao inverno seco que caracteriza a região. Em 11 ocasiões, esses períodos secos superaram 40 dias.

O maior período sem chuvas ocorreu em 1988, com 92 dias, iniciando em 15 de junho e encerrando em 14 de setembro. O segundo maior período, com 76 dias de duração, ocorreu de 11 de junho a 25 de agosto de 2021. O terceiro maior período ocorreu em 1999, com 64 dias consecutivos sem chuvas, iniciando em 6 de julho e terminando em 7 de setembro. Deve-se observar que praticamente a totalidade desses períodos ocorreu no inverno. A ocorrência desses eventos pode ser atribuída a fortes bloqueios atmosféricos, que impedem a chegada de frentes frias em Mato Grosso do Sul, pois, nessa época do ano, as chuvas são sempre frontais, ou seja, ocorrem a partir do choque entre massas de ar frio e massas de ar quente.

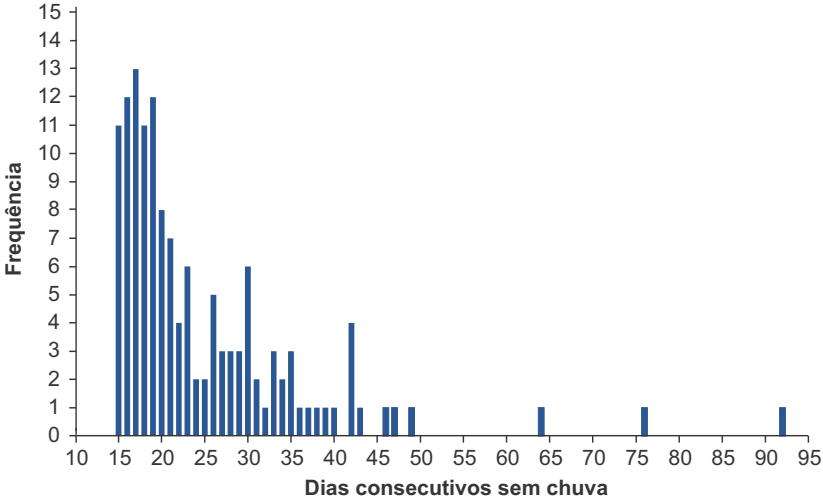

Figura 10. Frequência de períodos com mais de 15 dias consecutivos sem chuva na região de Dourados, MS.

Dados das estações meteorológicas convencional e automática no período de janeiro de 1980 a dezembro de 2022.

Geadas

A ocorrência e a intensidade das geadas foram definidas em função da temperatura mínima do ar no abrigo meteorológico (Tm), no período noturno, e na faixa horária entre 1h às 6h, com base no critério apresentado por Fietz et al. (2017): geada fraca ocorre quando a Tm está entre 3,1 e 4 °C; geada moderada para valores de Tm entre 1,1 °C e 3 °C e geada forte, quando a Tm for igual ou abaixo de 1 °C.

No período de 2001 a 2022, houve condições climáticas para a formação de 67 geadas na região de Dourados (Figura 11), que gera uma média de três eventos por ano. Desse total, 28 geadas foram de intensidade média (42%), 25 de intensidade fraca (37%) e 14 de intensidade forte (21%).

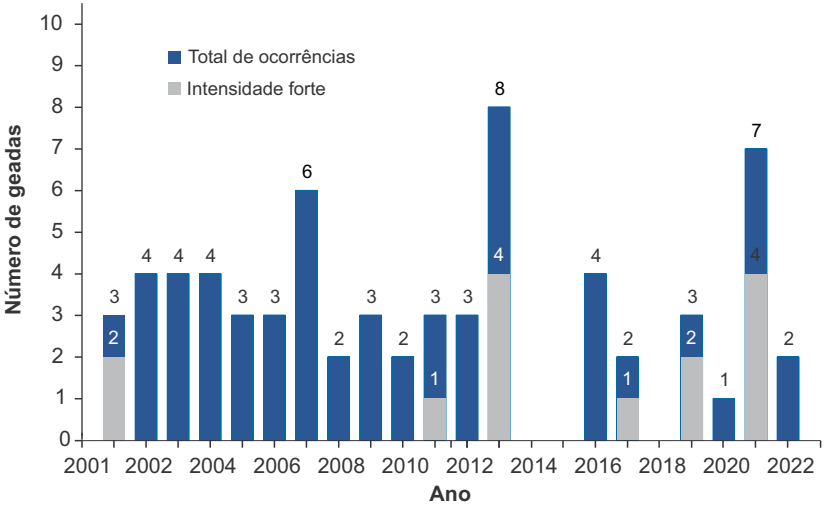

Figura 11. Geadas ocorridas na região de Dourados, MS.
Dados da estação meteorológica automática no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2022.

A Figura 11 mostra que, em alguns anos, não ocorreram geadas (2014, 2015 e 2018), enquanto, em 2013 e 2021, houve oito e sete registros, respectivamente. Observa-se, também, que esses anos também apresentaram a maior frequência de geadas de intensidade forte, quatro vezes em cada ano. Por outro lado, no período de 2002 a 2010, não ocorreram geadas de intensidade forte. Nos últimos 10 anos, houve redução da ocorrência de geadas. Entretanto, também houve o aumento da frequência de geadas de intensidade forte, que é uma característica das mudanças climáticas.

A Figura 12 apresenta a frequência de geadas na região de Dourados nos meses do ano. As geadas ocorrem com maior frequência em agosto (22%), junho (25%) e, principalmente, julho (40%). Há, também, registros de geadas em maio (geada precoce) e em setembro (geada tardia), porém não foi registrada nenhuma geada de intensidade forte. Percebe-se que a maioria das geadas de intensidade forte ocorre em junho (29%) e, principalmente, em julho

(58%). Os eventos de geadas estão associados à penetração de sistemas frontais (frente fria), que trazem ar frio e seco (massa de ar polar) em sua retaguarda, permanecendo na região por 2 a 3 dias.

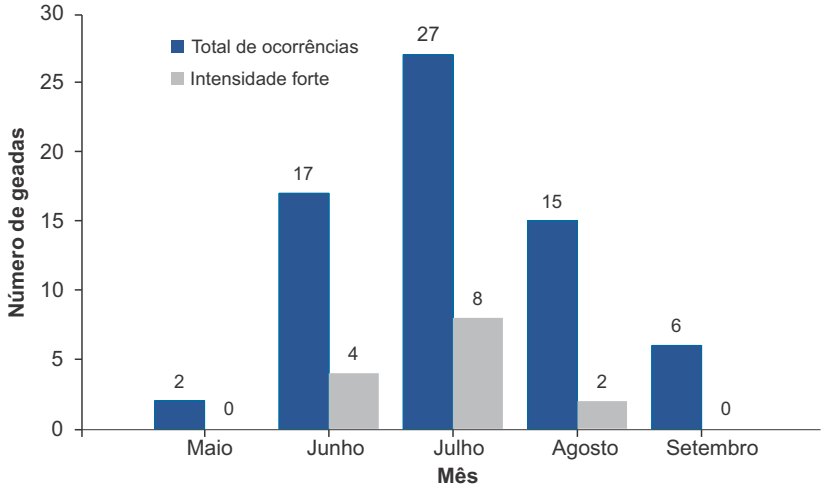

Figura 12. Ocorrência de geadas ao longo do ano na região de Dourados, MS.
Dados da estação meteorológica automática no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2022.

Classificação climática

O clima da região de Dourados é bastante peculiar, pois sofre influências de sistemas atmosféricos tropicais e extratropicais, esses últimos também denominados de frentes frias. De forma geral, pode-se caracterizar o clima como sendo verão quente e chuvoso, com invernos de temperaturas moderadas e seco. O período de verão possui temperaturas altas, que frequentemente superam 30 °C, com forte convecção natural ao longo do dia e chuvas torrenciais no final da tarde ou início da noite. As chuvas no verão têm médias mensais de 172,4, 164,9 e 146,4 mm, respectivamente em dezembro, janeiro e

fevereiro (Tabela 6). Já no inverno predomina um sistema sinótico de alta pressão atmosférica, com inibição da formação de chuvas e com temperaturas mais baixas. Por vezes, em condições de céu limpo à noite e na ausência de ventos, há formação de geadas, que são mais frequentes e intensas no mês de julho. As chuvas que ocorrem no inverno são oriundas da passagem de frentes frias, que provocam redução na temperatura após sua passagem. Em situações normais, os períodos de estiagem são entre 15 a 20 dias, podendo chegar, em casos extremos, entre 60 e 90 dias. O tipo de classificação climática de Köppen característico é Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos).

O clima de Rio Bilhante, MS

Temperatura do ar

A temperatura média anual de Rio Brilhante é de 23,5 °C (Tabela 7); em função desse valor, Rio Brilhante pode ser dividida em dois períodos: o primeiro com valores médios acima (setembro a abril) e o segundo com valores abaixo desse valor (maio a agosto). A temperatura média de Rio Brilhante atinge valores máximos em dezembro, janeiro e fevereiro (meses de verão), enquanto as menores temperaturas ocorrem em junho e julho (meses de inverno).

Tabela 7. Temperaturas média, máxima e mínima e amplitude térmica em Rio Brilhante, MS.

Mês	Temperatura média (ºC)	Temperatura máxima (ºC)	Temperatura mínima (ºC)	Amplitude térmica (ºC)
Janeiro	26,0	32,9	21,3	11,5
Fevereiro	26,2	33,5	21,1	12,5
Março	25,9	33,2	20,5	12,7
Abril	23,6	31,3	17,6	13,8
Maio	20,5	28,0	14,4	13,6
Junho	19,5	27,1	13,3	13,8
Julho	19,0	28,6	10,8	17,8
Agosto	20,9	30,2	12,4	17,8
Setembro	23,9	32,7	16,1	16,6
Outubro	25,2	33,1	18,9	14,2
Novembro	25,6	33,0	19,6	13,5
Dezembro	26,2	33,0	20,9	12,1
Ano	23,5	31,4	17,2	

Período de maio de 2013 a abril de 2023.

A média das temperaturas mínimas acompanha essa tendência de variação sazonal, ou seja, também ocorre no inverno, nos meses de junho, julho e agosto, enquanto a média das temperaturas máximas ocorre na primavera e no verão, nos meses de outubro a março.

Há 49 registros de temperaturas maiores que 40 °C nos 10 anos da série. Em 2019 e 2020, há 15 e 18 registros, respectivamente. Nos três primeiros dias de outubro de 2020, há os únicos registros de temperaturas superiores a 43 °C; no dia 3 de outubro de 2020 foram registrados 43,5 °C, sendo esta a temperatura mais alta da série temporal.

Mesmo sendo dezembro, janeiro e fevereiro os meses do ano com maiores temperaturas médias, praticamente a totalidade desses eventos ocorreram em setembro (43%), outubro (41%) e novembro (14%), meses de primavera. Esse comportamento pode ser justificado pela maior amplitude térmica (ΔT) desses meses do ano, em relação a dezembro, janeiro e fevereiro (Tabela 7), e também à ocorrência de ondas de calor, que são comuns nesse período de transição.

No caso de valores extremos de frio, existem 13 registros de temperaturas negativas na série temporal. A maioria ocorreu em julho (69%), mas também há registros em outros meses de inverno: junho (8%) e agosto (23%). A maior parte das temperaturas negativas ocorreram em 2013 e 2021, com quatro e seis registros, respectivamente. A menor temperatura da série foi de -2,2 °C, em 30 de julho de 2021. É importante ressaltar que temperaturas do ar próximo a 4 °C podem levar à formação de geadas.

Umidade relativa do ar

As médias de umidade relativa do ar atingem os menores valores no ano (valores em torno de 60%) no final do inverno, em agosto e setembro (Tabela 8), enquanto os maiores valores ocorrem no verão e no outono, com picos nos meses de janeiro, fevereiro, maio e junho.

Tabela 8. Umidades relativas média, máxima e mínima em Rio Brilhante, MS.

Mês	Umidade relativa média (%)	Umidade relativa máxima (%)	Umidade relativa mínima (%)
Janeiro	80	50	97
Fevereiro	77	45	96
Março	76	45	96
Abril	77	47	97
Maio	80	51	97
Junho	80	50	97
Julho	68	36	94
Agosto	63	32	91
Setembro	63	34	90
Outubro	70	41	93
Novembro	70	42	93
Dezembro	77	48	95
Ano	73	43	95

Período de maio de 2013 a abril de 2023.

As médias das umidades máxima e mínima tendem a seguir essa distribuição temporal, que é controlada pelo regime pluviométrico da região.

Segundo a OMS, níveis de umidade do ar inferiores a 30% podem ser prejudiciais à saúde humana. Em Rio Brilhante, nos 10 anos da série temporal de dados, em 782 dias ocorreram níveis de umidade do ar inferiores a 30%, representando 21% do período total. Aproximadamente 60% desses registros ocorreram nos meses de julho (16%), setembro (19%) e, principalmente, agosto (23%). Em janeiro e fevereiro ocorreram apenas 1% e 5% dos registros, respectivamente, por serem estes os meses mais chuvosos do ano.

Em 11 dias os níveis de umidade relativa do ar foram inferiores a 12%, índice considerado pela OMS como estado de emergência. A maioria desses registros ocorreram em 2020 e 2021, nos meses de agosto e setembro. Os menores índices diários de umidade do ar da série foram de 6%, registrados em 2020, nos dias 11 de junho e 22 de agosto.

Radiação solar e fotoperíodo

A Tabela 9 apresenta os valores médios mensais de radiação solar global com céu limpo (R_{so}), radiação solar global (R_s), radiação líquida R_n e fotoperíodo (N). A R_{so} representa o valor máximo que a Rs pode atingir, em um dia totalmente límpido, com ausência total de nebulosidade. São variáveis que exercem influência direta nas estações do ano. Os valores mínimos dessas variáveis ocorrem em junho, no início do inverno, com valores crescentes até o início do verão, em dezembro. A partir de dezembro, os valores de radiação decrescem gradativamente até o solstício de inverno, em junho.

A diferença entre R_{so} e R_s é maior no período de outubro a fevereiro (Tabela 9), devido à maior nebulosidade que ocorre nos meses de primavera e verão, associada à maior frequência de precipitações. De outro modo, a diferença é menor em junho, julho e agosto, os meses com os menores índices de chuva do ano. A radiação líquida (Rn), grandeza que define os níveis de evaporanspiração, segue o padrão sazonal de Rs, com valores maiores no verão e menores no inverno. Além disso, os valores de Rn no inverno, em média, são aproximadamente a metade dos níveis observados nos meses de verão.

Analisando-se a variação do fotoperíodo (N) ao longo do ano, verifica-se que os meses de verão apresentam valores de N entre 12,7 horas e 13,3 horas (trimestre dezembro–janeiro–fevereiro), ao passo que os meses de inverno apresentam valores entre 10,7 horas e 11,3 horas (trimestre junho-julho-agosto). Verifica-se, também, que há uma variação máxima do fotoperíodo ao longo do ano de 2,6 horas, entre os meses de dezembro e junho.

Tabela 9. Radiação solar global com céu limpo, radiação solar global, radiação líquida e fotoperíodo, em Rio Brilhante, MS.

Mês	Radiação solar global com céu limpo[1]	Radiação solar global[1]	Radiação líquida[1]	Fotoperíodo[2] (h)
Janeiro	33,2	20,9	13,6	13,2
Fevereiro	31,6	19,7	12,6	12,7
Março	28,4	18,8	11,6	12,1
Abril	24,1	16,7	9,6	11,5
Maio	20,2	12,6	6,7	10,9
Junho	18,3	11,2	5,7	10,7
Julho	19,2	13,3	6,2	10,8
Agosto	22,5	15,4	7,8	11,3
Setembro	26,7	17,2	9,7	11,9
Outubro	30,4	18,5	11,4	12,5
Novembro	32,7	21,2	13,2	13,1
Dezembro	33,6	21,5	13,8	13,3
Ano	26,7	17,2	10,2	12,0

[1] Dados em MJ m^{-2} dia^{-1}.
[2] Calculado em função da latitude e do dia do ano.
Período de maio de 2013 a abril de 2023.

Vento

As medidas da estação mostram que a velocidade média do vento a 2 m de altura, em Rio Brilhante, é maior nos meses de primavera (Figura 13). A velocidade média do vento aumenta progressivamente de abril e maio (0,71 m s^{-1}), valores mínimos no ano, até o período de setembro a novembro, quando atinge o seu valor máximo (1,10 m s^{-1}).

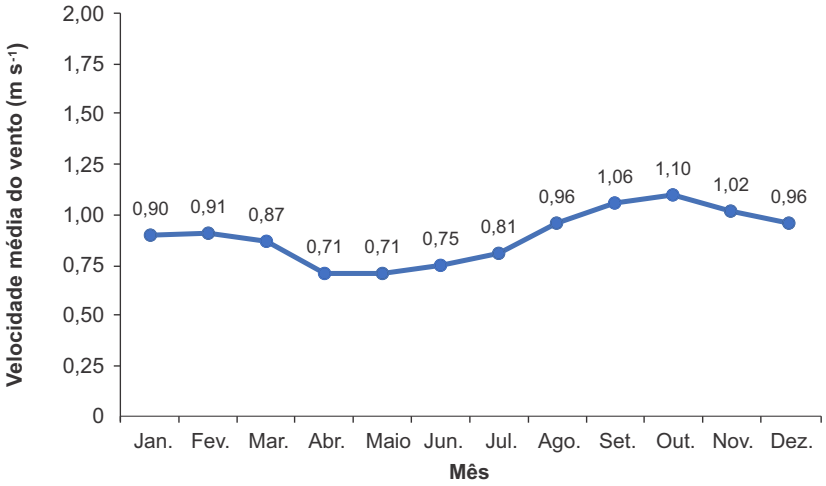

Figura 13. Velocidade média do vento a 2 m em Rio Brilhante, MS.
Período de maio de 2013 a abril de 2023.

A variação da velocidade média do vento nas 24 horas do dia (ciclo diário) está apresentada na Figura 14. A velocidade média do vento tende a aumentar no período da manhã, das 7h às 13h, quando atinge o maior valor (1,70 m s^{-1}). A partir das 14h, a velocidade média do vento diminui até o horário das 18h e, ao longo da noite, permanece praticamente constante, com velocidade média em torno de 0,60 m s^{-1}.

Percebe-se que algumas atividades agrícolas, tais como a irrigação e a aplicação de defensivos químicos, podem ser afetadas quando realizadas nos períodos do dia com maior velocidade do vento, principalmente das 11h às 15h. O acréscimo da velocidade do vento nessa faixa horária deve-se à maior turbulência atmosférica, em função do aquecimento da superfície pelo fluxo de radiação solar.

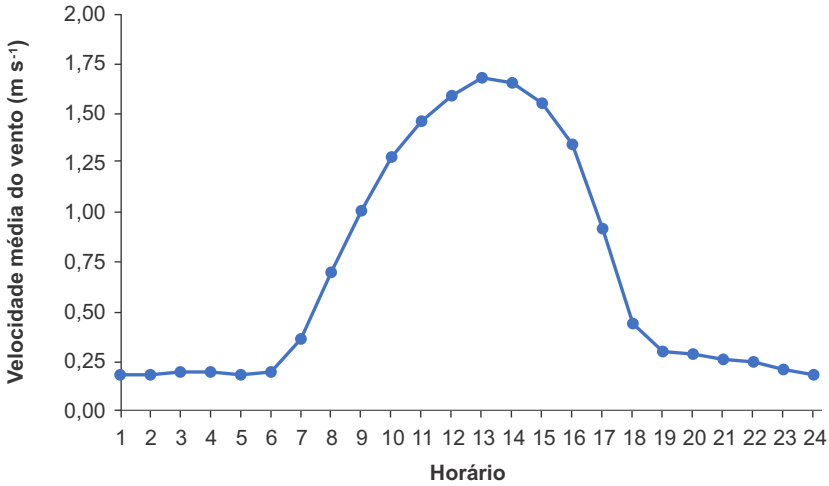

Figura 14. Variação média diária da velocidade do vento, a 2 m, em Rio Brilhante, MS.
Período de janeiro de 2020 a dezembro de 2022.

A direção predominante do vento, em Rio Brilhante, é dinâmica no transcorrer dos meses do ano. Conforme pode-se observar nas Figuras 15 e 16, a direção predominante do vento é a norte, de janeiro a março. De abril a outubro predominam ventos da direção sudoeste, sul e sudeste, nessa sequência. Os ventos de direção norte voltam a predominar em novembro e dezembro, completando um giro de 360 graus durante os 12 meses do ano.

As estações da Embrapa Agropecuária Oeste monitoram a ocorrência de ventos fortes (rajadas de vento), com velocidade superior a 30 km h^{-1}. Em Rio Brilhante, nesse período de 10 anos, há 370 registros de ventos fortes, em média 37 ocorrências por ano. Aproximadamente a metade dessas ocorrências foi na primavera, no período de setembro a novembro, principalmente em outubro. Esses eventos devem-se à forte convecção e à turbulência atmosférica, que formam as chuvas convectivas de final de tarde, associadas a nuvens do tipo *Cumulonimbus*.

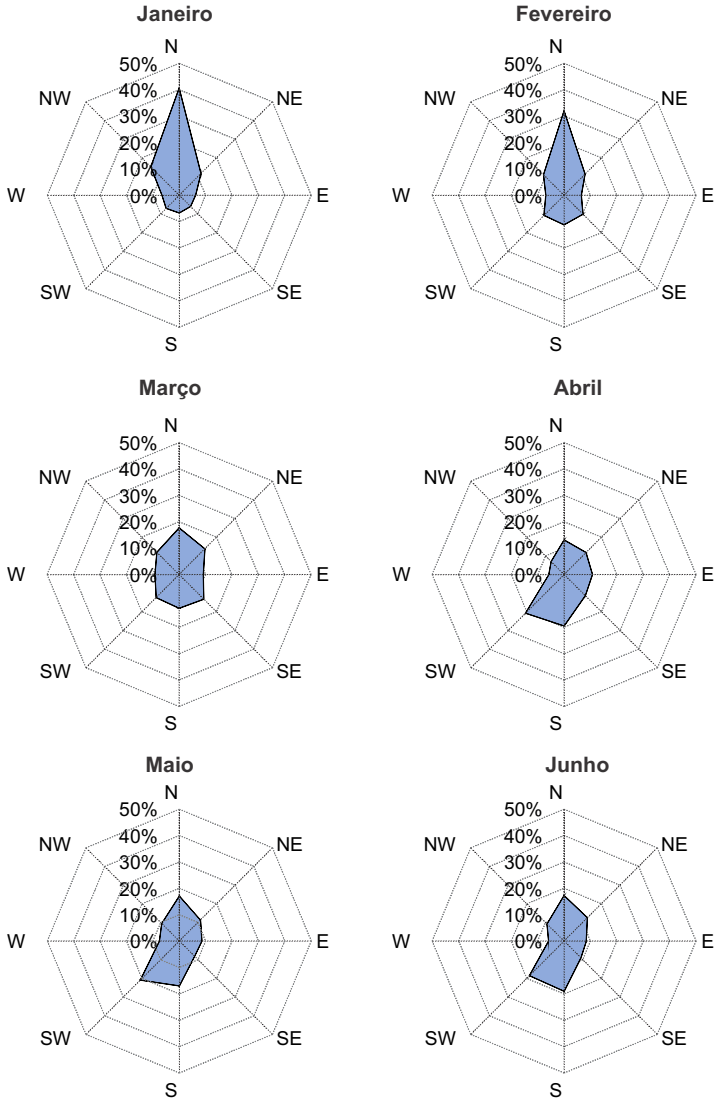

Figura 15. Frequência relativa da direção dos ventos em Rio Brilhante, MS, nos meses de janeiro a junho.
Período de janeiro de 2017 a dezembro de 2021.

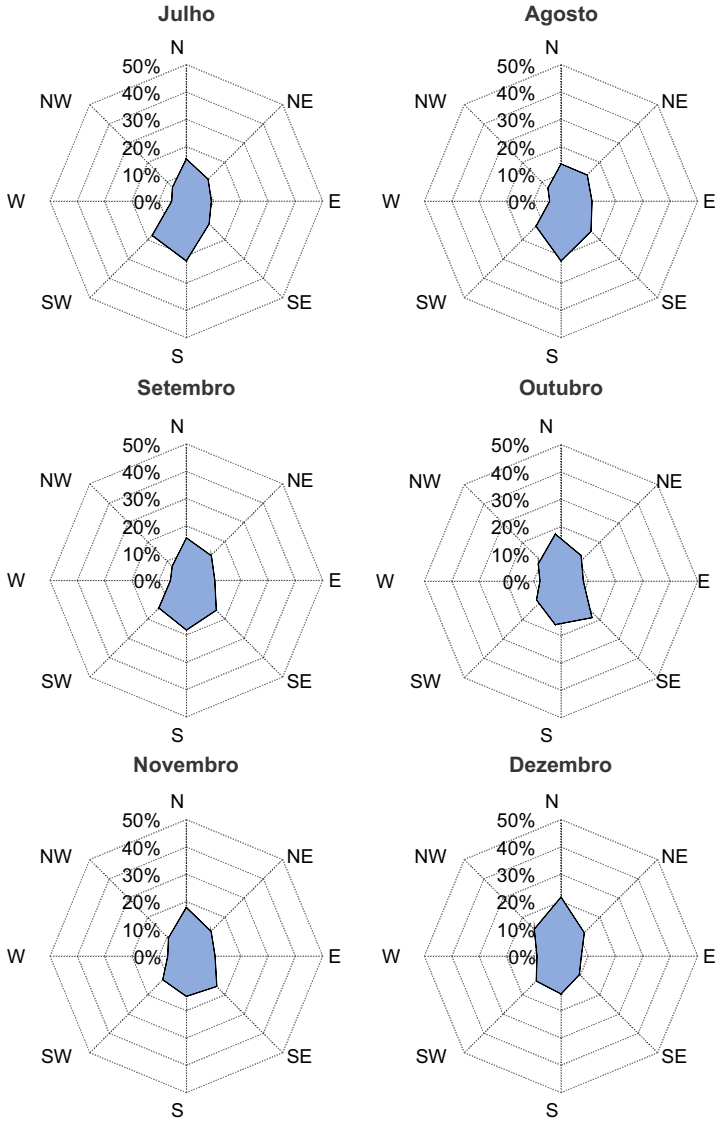

Figura 16. Frequência relativa da direção dos ventos de Rio Brilhante, MS, nos meses de julho a dezembro.
Período de janeiro de 2017 a dezembro de 2021.

Evapotranspiração

A análise da evapotranspiração de referência (ET_0) foi realizada para períodos mensais, com base na evapotranspiração diária, estimada pelo método Penman-Monteith (Allen et al., 1998). A média anual da ET_0, em Rio Brilhante, é de 3,8 mm dia^{-1} (Tabela 10). Nos meses de abril a agosto, os valores médios de ET_0 são inferiores à média anual; já na primavera e verão (setembro a março), são maiores. A maior demanda evapotranspirativa ocorre em novembro (4,9 mm dia^{-1}), dezembro (4,9 mm dia^{-1}) e janeiro (4,7 mm dia^{-1}), enquanto as menores são em junho (2,1 mm dia^{-1}) e maio (2,4 mm dia^{-1}). Essas informações são importantes para o manejo da irrigação e definição das épocas de semeadura mais favoráveis para as culturas da região.

Tabela 10. Evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}) em Rio Brilhante, MS.

Mês	Média	Mínima	Máxima	Quartil superior
Janeiro	4,7	0,8	7,0	5,7
Fevereiro	4,6	0,6	6,8	5,6
Março	4,2	0,6	6,5	5,0
Abril	3,4	0,6	4,9	3,9
Maio	2,4	0,3	4,0	2,9
Junho	2,1	0,3	3,5	2,6
Julho	2,6	0,3	4,9	3,0
Agosto	3,3	0,4	7,5	3,9
Setembro	4,1	0,4	6,9	4,9
Outubro	4,5	0,3	8,1	5,4
Novembro	4,9	0,7	8,6	5,8
Dezembro	4,9	0,5	7,4	6,0
Ano	3,8	0,5	6,3	4,6

Período de maio de 2013 a abril de 2023.

Ressalta-se que esses valores são de evapotranspiração de referência. A evapotranspiração das culturas, considerando cada fase de desenvolvimento, precisa ser corrigida por um coeficiente de cultivo.

O menor valor de ET_0, 0,3 mm dia^{-1}, ocorreu seis vezes nos 10 anos da série, em dias chuvosos, caracterizados por baixa oferta de radiação solar e pequena amplitude térmica. Já o maior valor de ET_0 foi de 8,6 mm dia^{-1}, em 5 de novembro de 2019, dia com alta taxa de radiação solar, alta temperatura e baixa umidade do ar.

O quartil superior indica que em 75% dos dias de novembro e dezembro, os meses de maior demanda evapotranspirativa, a ET_0 foi de, no máximo, 5,8 e 6,0 mm dia^{-1}, respectivamente.

Chuva

Na Figura 17 estão apresentadas as chuvas mensais médias de Rio Brilhante da série de 10 anos. Analisando-se esses dados, percebe-se que o período menos chuvoso abrange os meses de inverno (junho a agosto), enquanto as maiores médias ocorrem nos meses de primavera (outubro e novembro) e verão (dezembro a março). Julho é o mês de menor precipitação, com média de 36 mm, enquanto janeiro é o mais chuvoso, com média de 178 mm.

Na Figura 18 estão apresentadas as chuvas anuais do período de 2014 a 2022. A média anual de chuva em Rio Brilhante é de 1.391 mm. O ano de 2019 foi o menos chuvoso, quando choveu apenas 997 mm, o único ano da série com chuva anual inferior a 1.000 mm. O mais chuvoso foi 2015, quando, sob influência do fenômeno climático El Niño, choveu 1.964 mm. Nesse ano, choveu 944 mm no período de setembro a dezembro, praticamente a metade do total de chuvas de 2015. Salienta-se que, de 2019 a 2022, as chuvas anuais foram inferiores à média, indicando um período de anomalia seca na região.

Em seis ocasiões ocorreram em Rio Brilhante chuvas com mais de 70 mm em 24 horas e em apenas dois dias igualou ou superou 80 mm. As maiores chuvas diárias foram de 90 mm, em 27 de setembro de 2014, e de 80 mm, em 6 de dezembro de 2020.

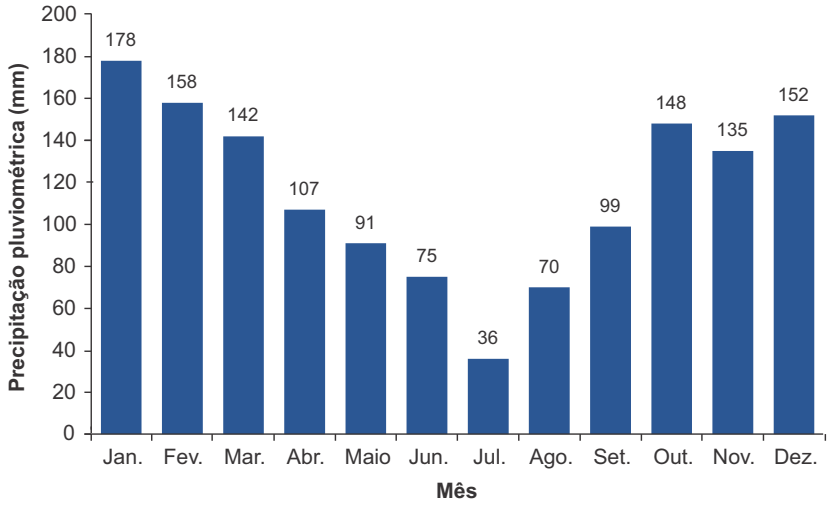

Figura 17. Precipitação pluviométrica mensal média em Rio Brilhante, MS.
Período de maio de 2013 a abril de 2023.

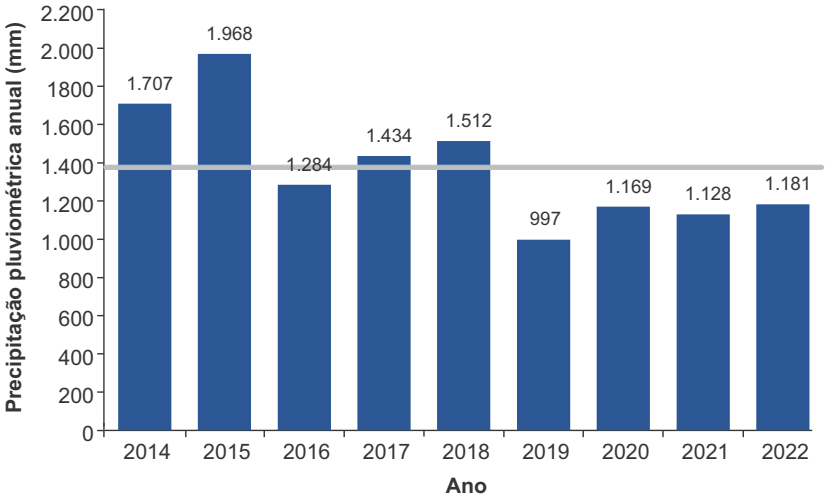

Figura 18. Precipitação pluviométrica anual, de 2014 a 2022, em Rio Brilhante, MS.
Período de janeiro de 2014 a dezembro de 2022.

Em Rio Brilhante, de maio de 2013 a abril de 2023, ocorreram 37 períodos com mais de 15 dias consecutivos sem chuva (Figura 19), aproximadamente quatro eventos por ano. A maior parte desses períodos ocorreu nos meses de junho a setembro, o que pode ser atribuído ao período de estiagem (inverno seco) que caracteriza a região.

Os maiores períodos de dias sem chuva em Rio Brilhante, superiores a 40 dias, ocorreram em três anos seguidos. O maior foi em 2017, com 54 dias, iniciando em 20 de junho e encerrando em 12 de agosto. O segundo foi em 2018, com 53 dias, de 13 de junho a 4 de agosto. O terceiro maior período ocorreu em 2019, com 46 dias, de 16 de julho a 30 de agosto. Todos esses períodos ocorreram no inverno, nos meses de junho a agosto. A ocorrência desses eventos pode ser atribuída aos fortes bloqueios atmosféricos, que impedem a chegada de frentes frias em Mato Grosso do Sul. Nessa época do ano, as chuvas são sempre frontais, ou seja, ocorrem a partir do choque entre massas de ar frio e massas de ar quente.

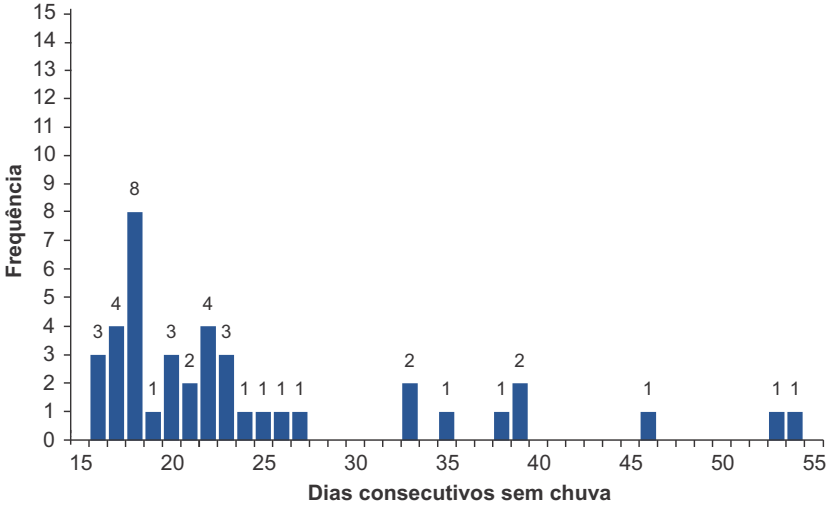

Figura 19. Frequência de períodos com mais de 15 dias consecutivos sem chuva em Rio Brilhante, MS.
Período de maio de 2013 a abril de 2023.

Geadas

A ocorrência e a intensidade das geadas foram definidas em função da temperatura mínima do ar no abrigo meteorológico (Tm), no período noturno, e na faixa horária entre 1h às 6h, com base no critério apresentado por Fietz et al. (2023): geada fraca (Tm entre 3,1 e 4 °C); geada moderada (Tm entre 1,1 e 3 °C) e geada forte (Tm inferior a 1 °C).

No período de maio de 2013 a abril de 2023, houve condições climáticas para a formação de 57 geadas em Rio Brilhante (Figura 20), o que significa, aproximadamente, seis eventos por ano, em média. Desse total, 17 geadas foram de intensidade fraca (30%), 21 geadas de intensidade média (37%), e 19 de intensidade forte (33%).

O ano de 2015 foi o único da série sem ocorrência de geadas, enquanto, em 2016 e 2021, houve 10 e 11 registros, respectivamente. O ano de 2021 apresentou, também, a maior frequência de geadas de intensidade forte, com sete registros. Já em 2014, 2015, 2020 e 2022 não ocorreram geadas de intensidade forte.

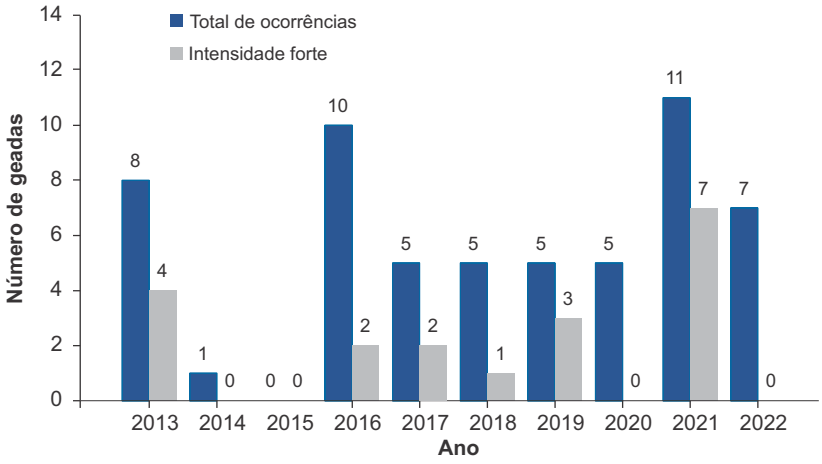

Figura 20. Número de geadas ocorridas em Rio Brilhante, MS.
Período de maio de 2013 a abril de 2023.

A Figura 21 apresenta a frequência de geadas em Rio Brilhante, no transcorrer do ano. As geadas ocorreram com maior frequência em junho (18%), agosto (23%) e, principalmente, em julho (46%), havendo também registros de geadas precoces em abril e maio. Percebe-se, também, que a maioria das geadas de intensidade forte ocorreu em julho (74%). A ocorrência de geadas está associada com a invasão de frentes frias, que trazem em sua retaguarda massas polares, permanecendo na região por 2 a 3 dias.

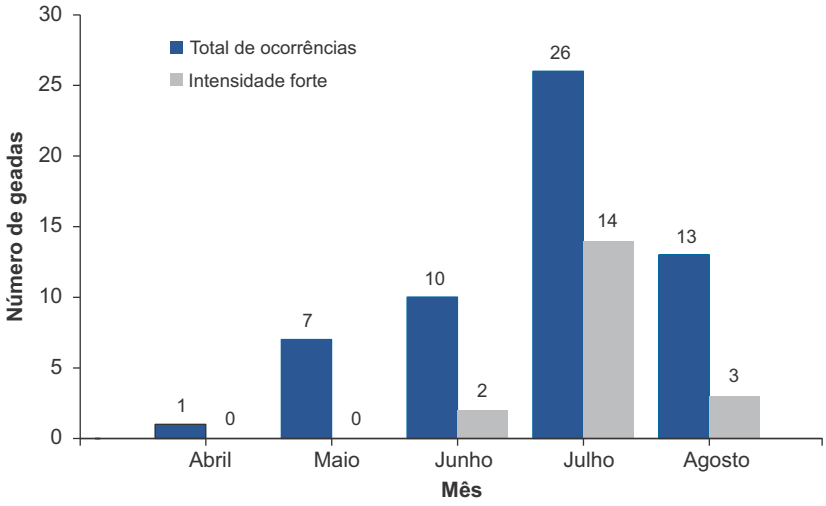

Figura 21. Número de geadas ao longo do ano em Rio Brilhante, MS.
Período de maio de 2013 a abril de 2023.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration:** guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L. Guia clima: sistema de monitoramento agrometeorológico de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 18., 2013, Belém, PA. **Cenários de mudanças climáticas e a sustentabilidade socioambiental e do agronegócio na Amazônia**: anais. Belém, PA: UFPA: Embrapa: UFRA, 2013. Disponível em: http://www.sbagro.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=104&Itemid=118. Acesso em: 2 mai. 2023.

FIETZ, C. R.; FISH, G. F.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L. **O clima da região de Dourados, MS**. 3. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1079733/1/DOC2017138FIETZ.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

LOCALIZAÇÃO dos municípios de Dourados e Rio Brilhante, em Mato Grosso do Sul. 2024. Baseado em dados do Google Maps; Mapa elaborado por Éder Comunello com ajuda do Software: QGIS com o plugin QuickMapServices.

Anexo A – Instrumentos da estação meteorológica convencional (EMC) e sensores das estações meteorológicas automáticas (EMA), cujos dados foram utilizados

Elemento climático	EMC	EMA
Temperatura do ar	Termômetro de mercúrio (bulbo seco)	Vaisala, mod, HMP452 e Rotronic mod, HC2S3-L12
Umidade do ar		Vaisala, mod, HMP452 e Rotronic, mod, HC2S3-L12
Velocidade e direção do vento		Anemômetro Met – One Instruments, Mod, 014A e GILL, mod, Windsonic-L34
Insolação	Heliógrafo tipo Campbell-Stokes	
Radiação solar	-	Piranômetro Kipp & Zonen, mod, CM3
Chuva	Pluviômetro do tipo Ville de Paris	Hydrological, mod, TB4 e Texas Eletronics, mod, TE525M

CGPE 18586