

Anomalias de chuva de 1988 a 2022 em Mato Grosso (1ª e 2ª safras)

Jorge Lulu, Embrapa Agrossilvipastoril, jorge.lulu@embrapa.br

Alexandre Ferreira do Nascimento, Embrapa Agrossilvipastoril, alexandre.nascimento@embrapa.br

João Luiz Palma Meneguci, Embrapa Agrossilvipastoril, joao.meneguci@embrapa.br

José Ricardo Macedo Pezzopane, Embrapa Pecuária Sudeste, jose.pezzopane@embrapa.br



Considerações iniciais

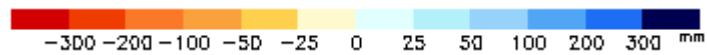
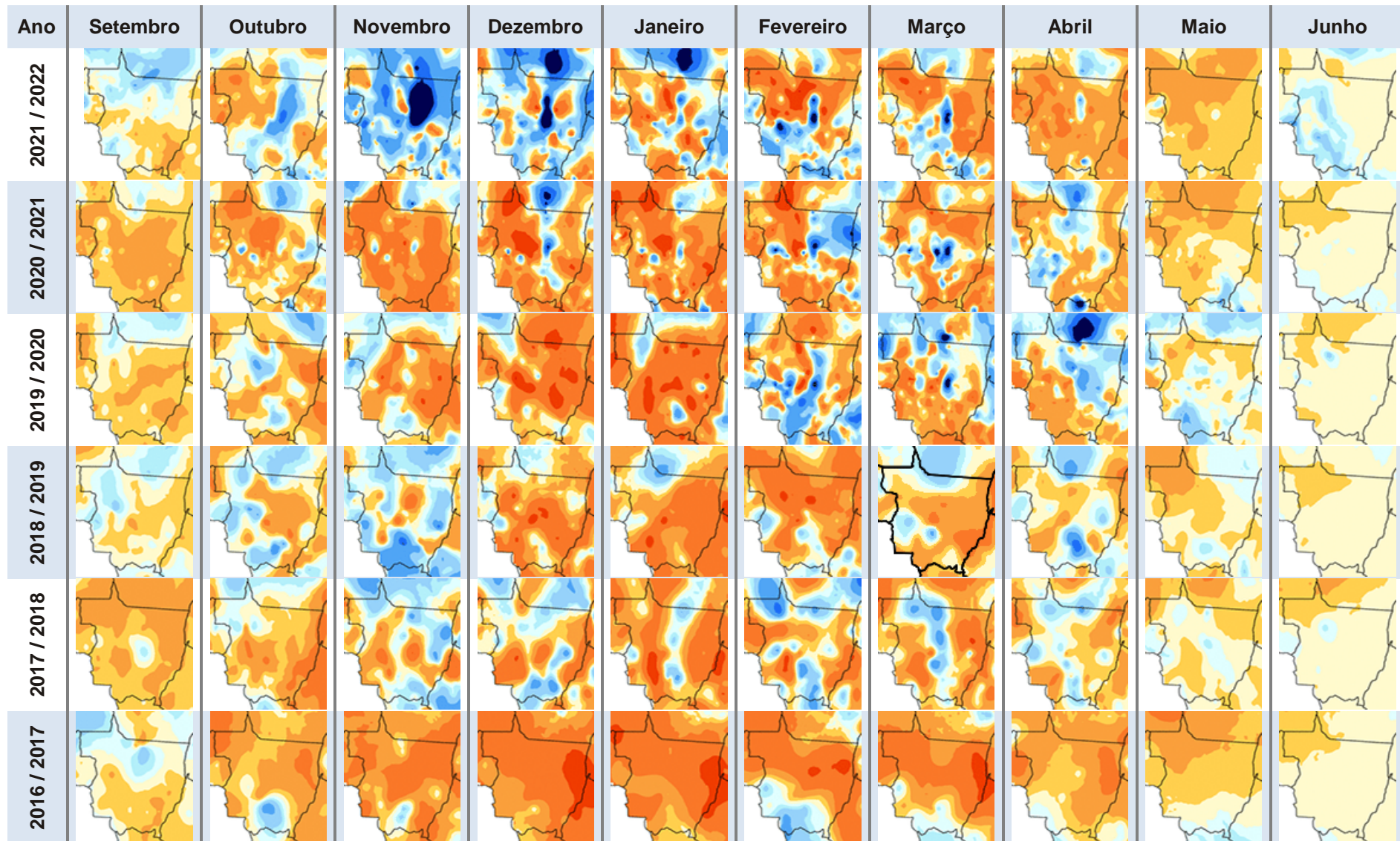
O presente boletim agrometeorológico (número especial) tem por objetivo verificar o comportamento das chuvas ao longo dos últimos 34 anos em Mato Grosso (anos agrícolas de 1988/1989 a 2021/2022), procurando detectar tendências ou alterações temporais na precipitação pluvial no estado, abrangendo os períodos de cultivo de soja na 1ª safra e milho na 2ª safra. O monitoramento de eventos de precipitação irregular pode ser realizado por meio da utilização de índices de verificação climática (COSTA; SILVA, 2017). Dessa forma, além da observação dos mapas mensais de anomalia de chuva de todo esse período, elaborados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE, 2022), utilizou-se como ferramenta o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), desenvolvido por van Rooy (1965), visando analisar a frequência e a intensidade dos meses/anos secos e chuvosos no estado. Foram calculados o IAC médio mensal e o IAC médio anual em Mato Grosso, utilizando os dados diários de chuva de 10 estações meteorológicas convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022), localizadas em municípios de diferentes regiões do estado (todas estações com mais de 30 anos de dados, período mínimo necessário para estudos climatológicos). Este boletim está associado com o objetivo 13 - Ação contra a Mudança Global do Clima - dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), na meta 13.1 - Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países.

Mapas mensais de anomalia de chuva dos anos agrícolas de 1988/1989 a 2021/2022 (setembro a junho) em Mato Grosso

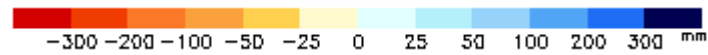
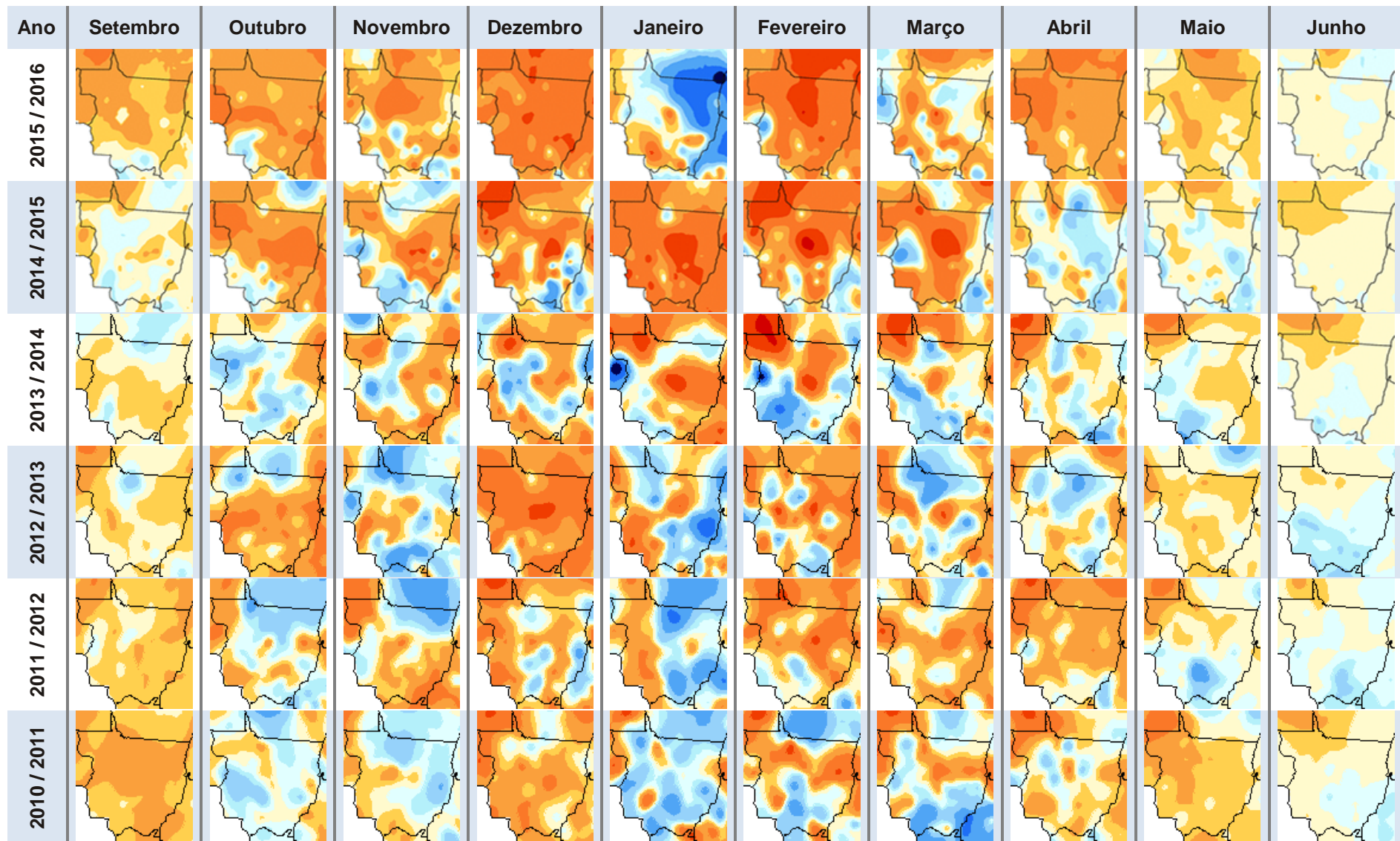
Os mapas mensais de anomalia de precipitação acumulada (desvios em relação à média histórica - Normal Climatológica de 1961 a 1990) para o estado de Mato Grosso nos últimos 34 anos agrícolas (1988/1989 a 2021/2022 – setembro a junho) são apresentados na tabela 1 (páginas 2 a 7). Destaca-se aqui que, de acordo com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc)¹, em Mato Grosso, a janela de plantio da soja na 1ª safra tem início em 1º de outubro (BRASIL, 2022a) e a janela de plantio do milho na 2ª safra tem início em 1º de janeiro (BRASIL, 2022b), considerando o risco de 20% de frustração da safra. Importante destacar também que, com as constantes melhorias no Zarc, foram inseridos também os riscos de 30% e 40% de frustração da safra, o que resultou em uma janela de plantio maior para o produtor que esteja disposto a correr um risco mais elevado, tanto para a soja na 1ª safra, como para o milho na 2ª safra.

¹ <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico>

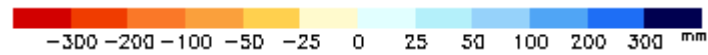
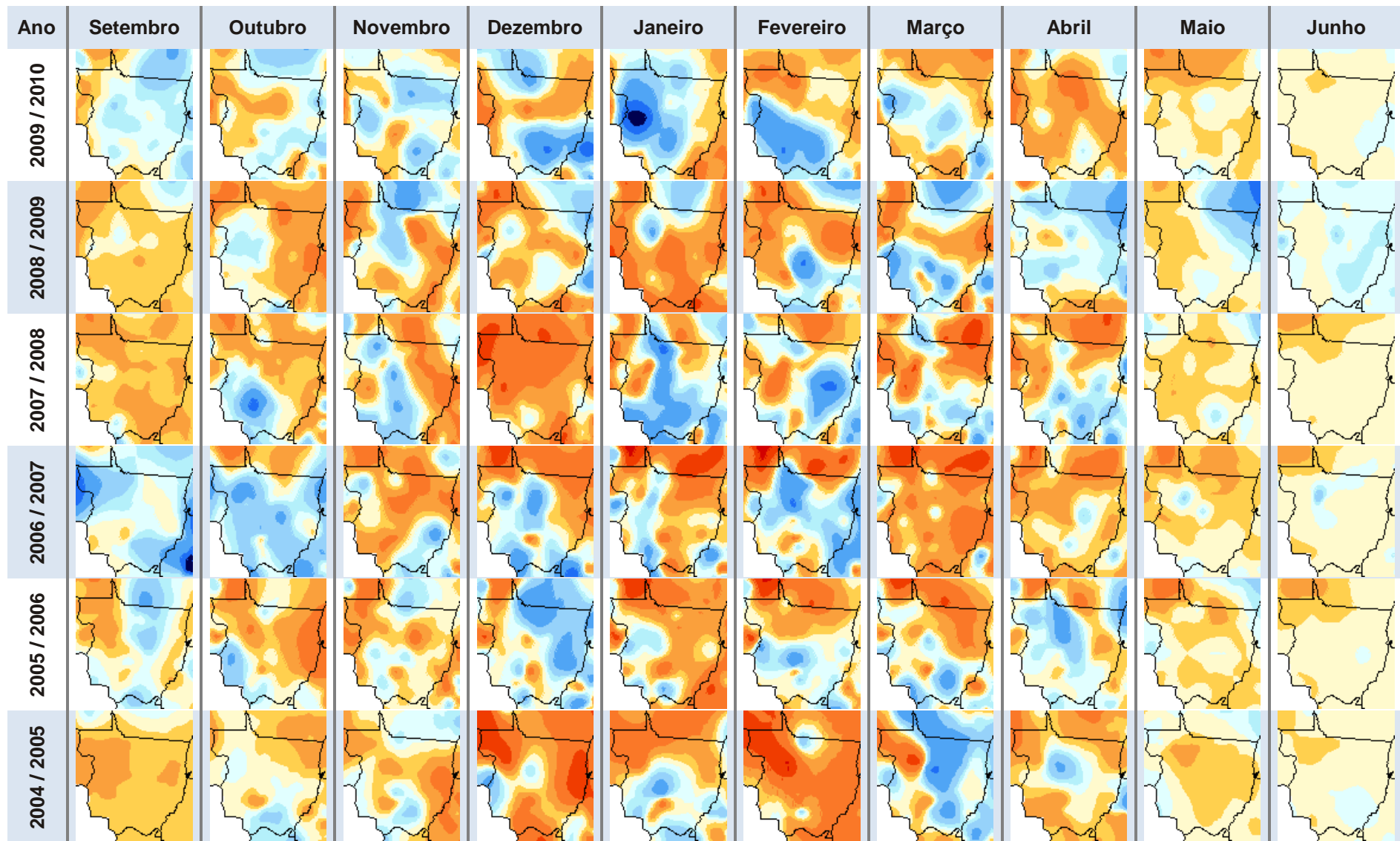
Tabela 1. Mapas de anomalia de precipitação acumulada (mm) dos anos agrícolas de 1988/1989 a 2021/2022 (setembro a junho) em Mato Grosso.



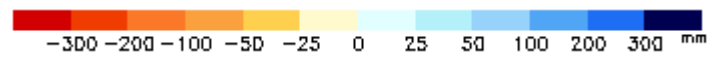
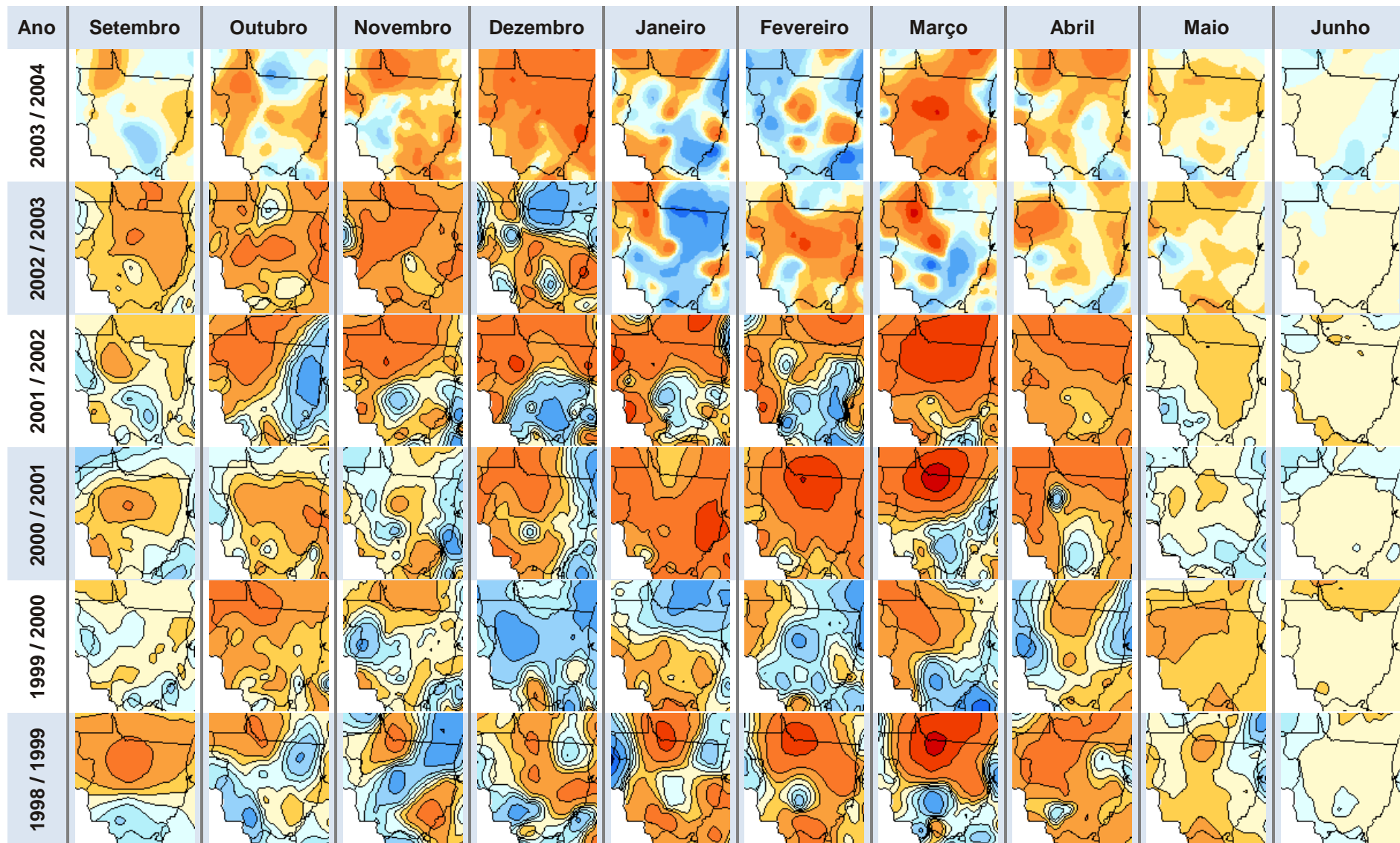
Continua...



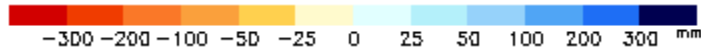
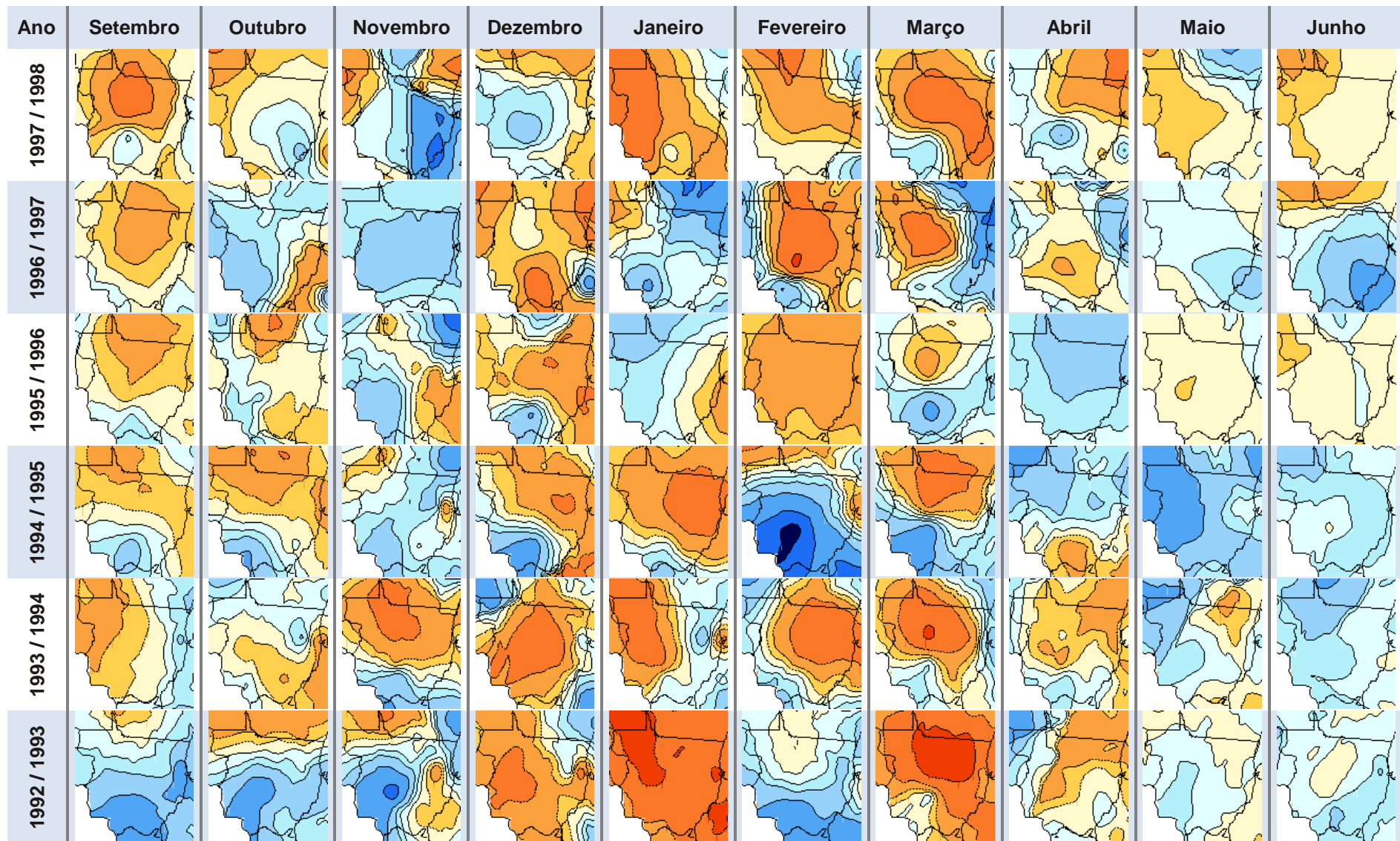
Continua...



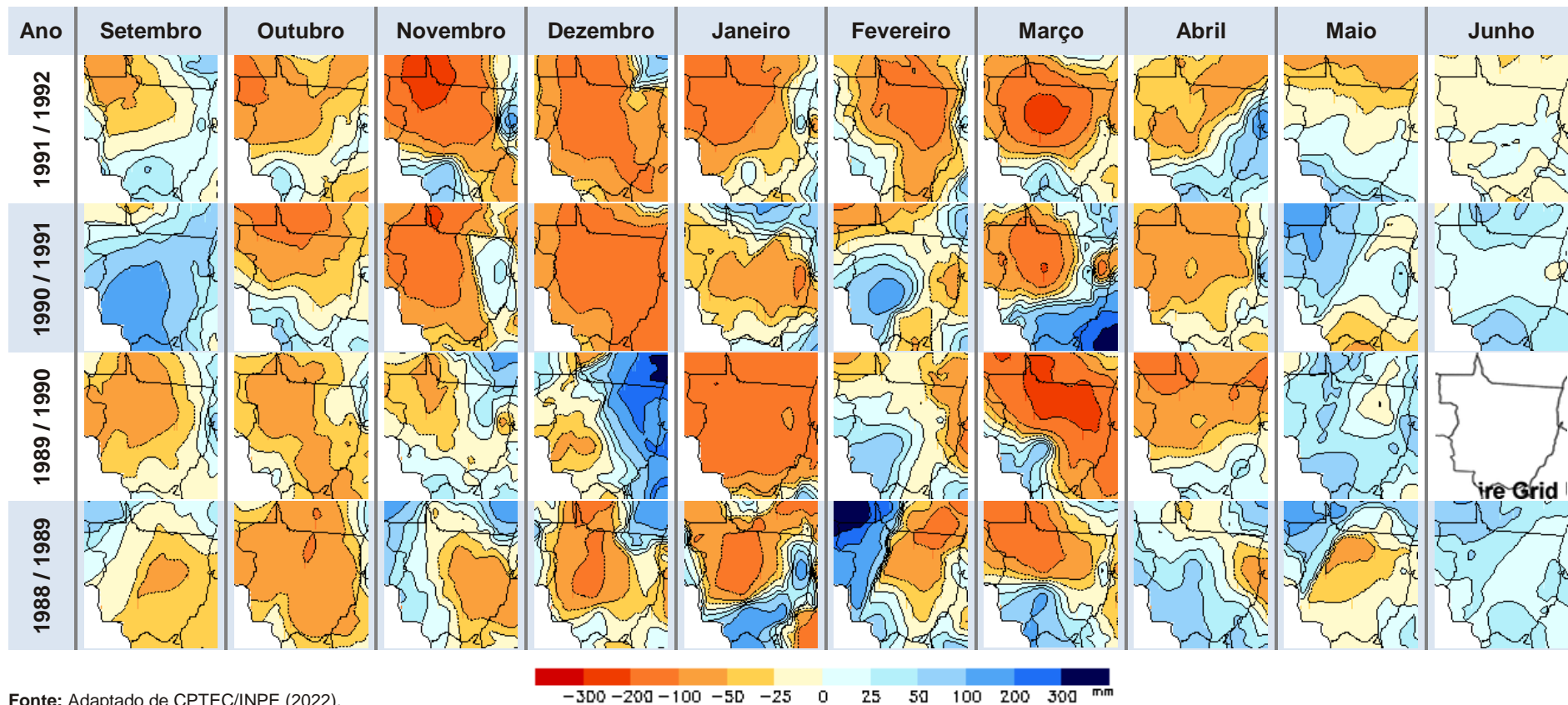
Continua...



Continua...



Continua...



Fonte: Adaptado de CPTEC/INPE (2022).

Comparando-se as anomalias de chuva nos últimos 34 anos agrícolas em Mato Grosso (Tabela 1) e, considerando-se os meses de setembro e outubro como início do período chuvoso e início da janela de plantio da soja na 1ª safra no estado de acordo com o Zarc, verifica-se que ocorreram chuvas abaixo da média histórica na maior parte do estado nesses dois meses (setembro e outubro), em 10 anos agrícolas: 1988/1989, 1989/1990, 1993/1994, 1995/1996, 2000/2001, 2002/2003, 2008/2009, 2012/2013, 2015/2016 e 2017/2018. Isto significa que, nesses anos, entre setembro e outubro, ocorreram menores quantidades de chuva para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesses meses de acordo com a região do estado: semeadura, emergência e desenvolvimento vegetativo. Também é possível observar na tabela 1 que ocorreram veranicos (chuvas abaixo da média histórica na maior parte do estado) nos meses de novembro e dezembro, em seis anos agrícolas: 1988/1989, 1990/1991, 1991/1992, 2003/2004, 2011/2012 e 2015/2016. Assim, nesses anos, entre novembro e dezembro, houve menor quantidade de chuva para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesses meses de acordo com a região do estado: emergência, desenvolvimento vegetativo e floração.

Considerando-se os meses de janeiro e fevereiro como início da janela de plantio do milho 2ª safra no estado de acordo com o Zarc, verifica-se na tabela 1 que ocorreram chuvas abaixo da média histórica na maior parte do estado nesses dois meses (janeiro e fevereiro), em seis anos agrícolas: 1991/1992, 1993/1994, 1997/1998, 1998/1999, 2000/2001 e 2014/2015. Com isso, nesses anos, entre janeiro e fevereiro, ocorreram menores quantidades de chuva tanto para o milho 2ª safra como para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesses meses de acordo com a região do estado (Milho: semeadura, emergência e desenvolvimento vegetativo; Soja: floração, enchimento de grãos, maturação e colheita). Também é possível observar na tabela 1 que ocorreram veranicos (chuvas abaixo da média histórica na maior parte do estado) nos meses de março e abril, em cinco anos agrícolas: 1989/1990, 1992/1993, 2001/2002, 2006/2007 e 2011/2012. Em vista disso, nesses anos, entre março e abril, houve menor quantidade de chuva tanto para o milho 2ª safra como para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesses meses de acordo com a região do estado (Milho: emergência, desenvolvimento vegetativo, floração e enchimento de grãos; Soja: maturação e colheita).

Entretanto, chuvas acima da média histórica em grande parte de Mato Grosso ocorreram em alguns anos agrícolas nos meses de maio e junho (Tabela 1), quando as chuvas já costumam ser mais escassas no estado. É possível observar que o mês de maio foi consideravelmente mais chuvoso no estado em cinco anos agrícolas: 1989/1990, 1994/1995, 2011/2012, 2014/2015 e 2019/2020. Isto significa que, nesses anos, em maio, ocorreram chuvas acima da média histórica para o milho 2ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado: floração, enchimento de grãos e maturação. Já com relação ao mês de junho, foram quatro anos agrícolas com chuvas acima da média histórica em boa parte do estado: 1992/1993, 1993/1994, 1996/1997 e 2008/2009. Assim, nesses anos, em junho, ocorreram chuvas acima da média histórica para o milho 2ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado: enchimento de grãos, maturação e colheita. Importante ressaltar que o mapa de anomalia de chuva do mês de junho do ano agrícola 1989/1990 (Tabela 1) estava em branco na página do CPTEC/INPE (2022) e, portanto, não pôde ser analisado.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC) de 1988 a 2021 em Mato Grosso

Desenvolvido por van Rooy (1965), o “Rainfall Anomaly Index” (RAI) ou Índice de Anomalia de Chuva (IAC) é utilizado para classificar as severidades positivas e negativas nas anomalias de precipitações (COSTA; SILVA, 2017). É um índice de aplicação simples, necessitando de dados somente de precipitação. Assim, visando analisar a frequência e a intensidade dos meses/anos secos e chuvosos em Mato Grosso, calcularam-se o IAC médio mensal e o IAC médio anual no estado. Para isso, utilizaram-se os dados diários de chuva de 10 estações meteorológicas convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022), todas com mais de 30 anos de dados (período mínimo necessário para estudos climatológicos), localizadas em municípios de diferentes regiões do estado (Tabela 2 – próxima página).

Tabela 2. Localização geográfica das estações meteorológicas utilizadas.

Cidade	Região de MT	Latitude (graus)	Longitude (graus)	Altitude (m)
Cáceres	Sudoeste	-16,0	-57,7	118,0
Canarana	Leste	-13,5	-52,3	430,0
Cuiabá	Sul	-15,6	-56,1	157,7
Diamantino	Sudoeste	-14,4	-56,4	274,0
General Carneiro	Sudeste	-15,5	-53,1	418,0
Matupá	Norte	-10,2	-54,9	272,0
Nova Xavantina	Sudeste	-14,7	-52,4	305,3
Poxoréu	Sudeste	-15,8	-54,4	374,4
Santo Antônio do Leverger	Sul	-15,8	-56,1	140,0
Vera	Centro-Norte	-12,3	-55,3	384,0

Fonte: Adaptado de INMET (2022).

O preenchimento de falhas de dados de chuva e/ou a complementação da série histórica até 2022 (no caso, por exemplo, de uma estação convencional que foi desativada antes de 2022) foram feitos utilizando estações do próprio INMET de alguns municípios limítrofes. Somente no caso do município de Vera, MT, devido à escassez de estações nessa região, a estação limítrofe utilizada tanto para preenchimento de falhas como para complementação da série histórica foi a estação meteorológica automática da Embrapa Agrossilvipastoril (2022), localizada no município de Sinop, MT.

Para melhor interpretação dos valores de IAC mediante sua intensidade em cada mês/ano estudado, alguns intervalos de IAC foram classificados por categorias semelhantes às sugeridas por Marcuzzo *et al.* (2011), de acordo com a pluviosidade encontrada em diferentes regiões de Mato Grosso (Tabela 3). Ressalta-se que as categorias usadas neste estudo foram divididas mediante os valores de IAC encontrados apenas para o estado de Mato Grosso, considerando-se os valores máximos e mínimos obtidos. Desta forma, para outras áreas, suas categorias devem ser adaptadas de acordo com as respectivas características pluviométricas e valores de IAC.

Tabela 3. Categorias de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) encontrados para o estado de Mato Grosso.

Intervalo de IAC	Característica da pluviometria
Maior ou igual a 4,0	Extremamente chuvoso
De 2,0 a 3,9	Muito chuvoso
De 0,1 a 1,9	Chuvoso
Igual a 0	Nem chuvoso nem seco
De -0,1 a -1,9	Seco
De -2,0 a -3,9	Muito seco
Menor ou igual a -4,0	Extremamente seco

Fonte: Adaptado de Marcuzzo *et al.* (2011).

Os meses secos e os meses chuvosos em Mato Grosso, durante o período de 1988 a 2021, podem ser visualizados de acordo com o IAC médio mensal, tornando possível identificar períodos (anos) onde esses eventos foram mais intensos e duradouros em cada mês (Figuras 1 a 3 – páginas 11 a 13). Os valores positivos representam meses chuvosos ou úmidos e os valores negativos representam os meses secos.

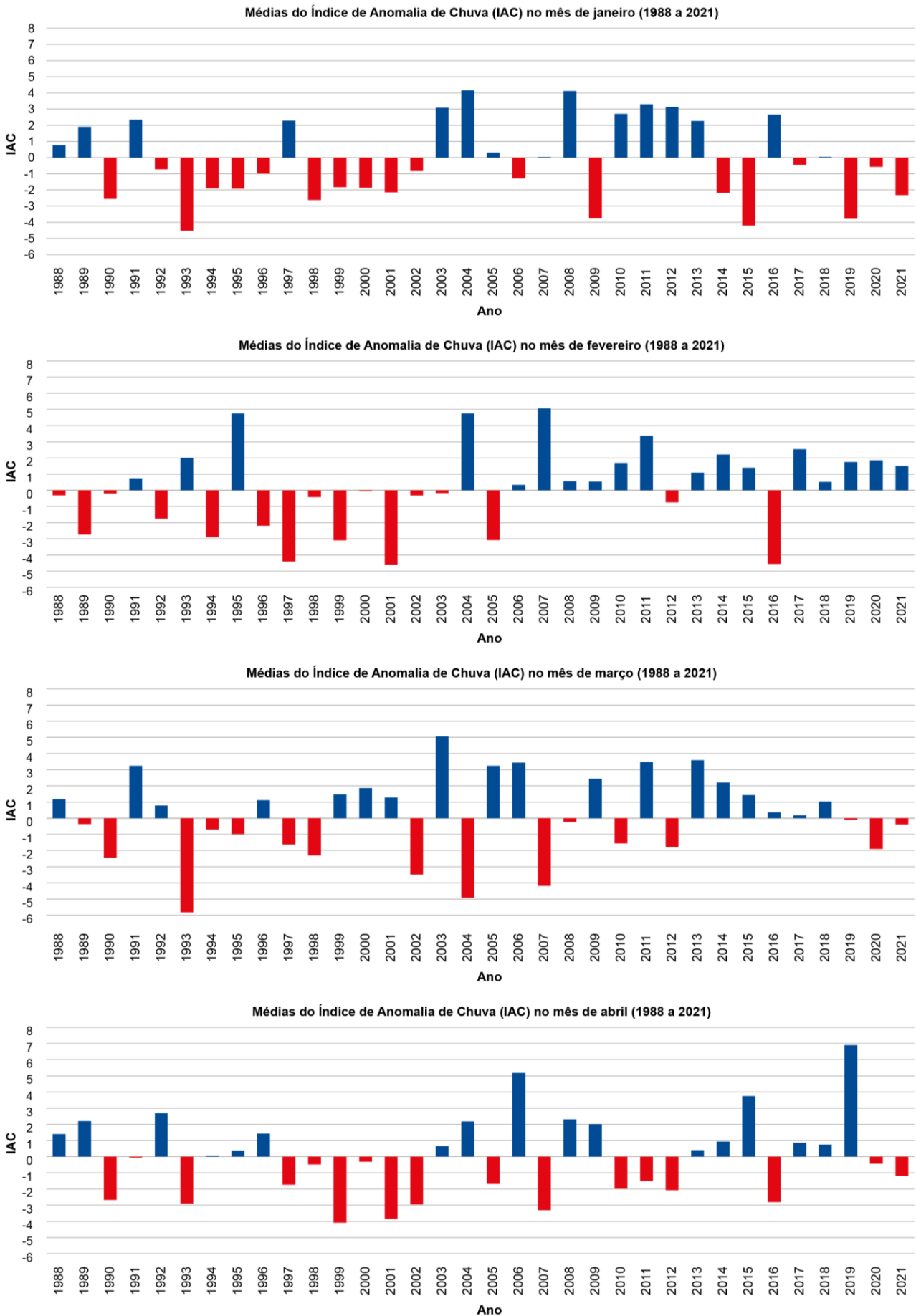


Figura 1. Média mensal do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) em Mato Grosso nos meses de janeiro a abril de 1988 a 2021.

Fonte: Elaborado pelos autores.

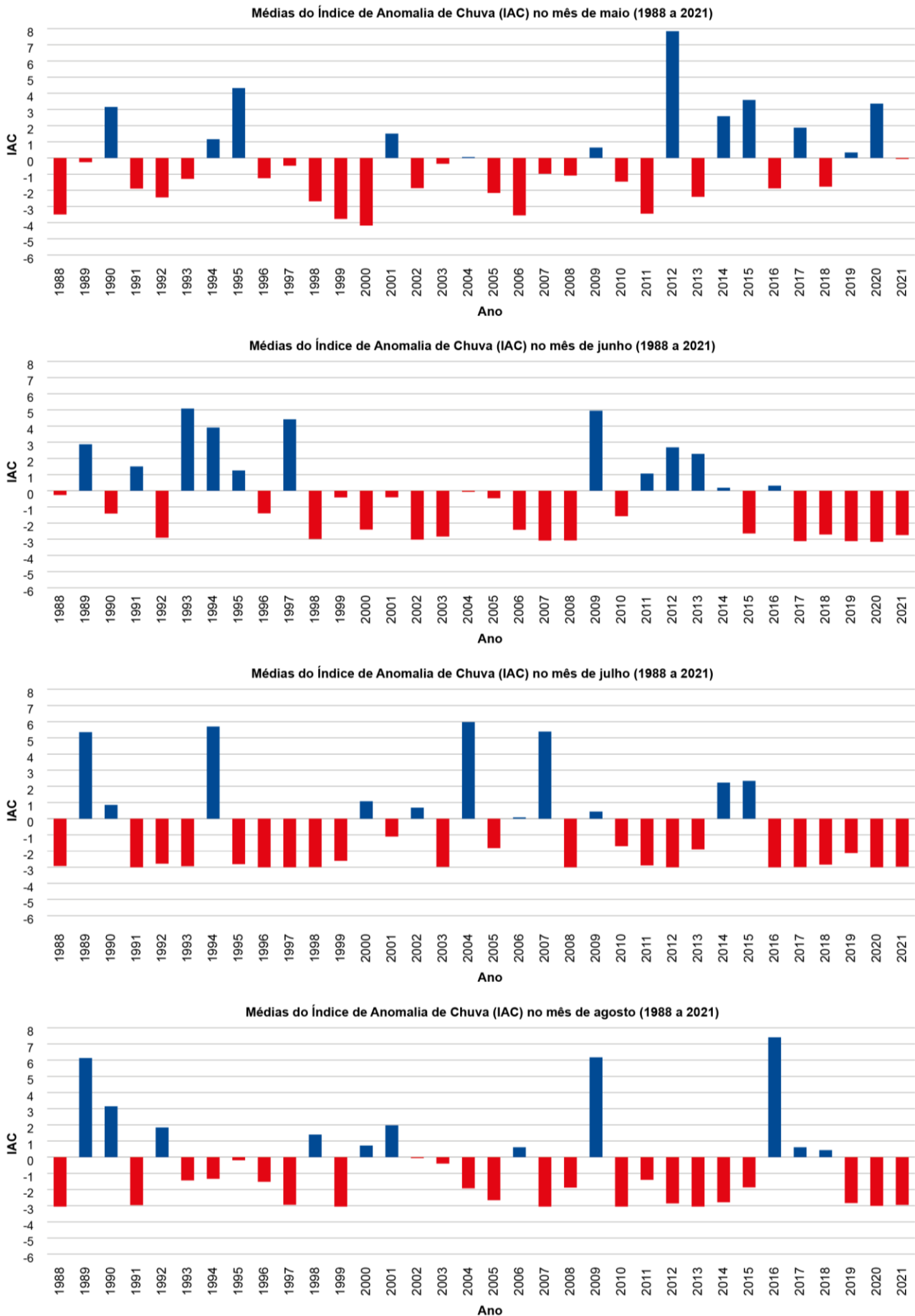


Figura 2. Média mensal do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) em Mato Grosso nos meses de maio a agosto de 1988 a 2021.

Fonte: Elaborado pelos autores.

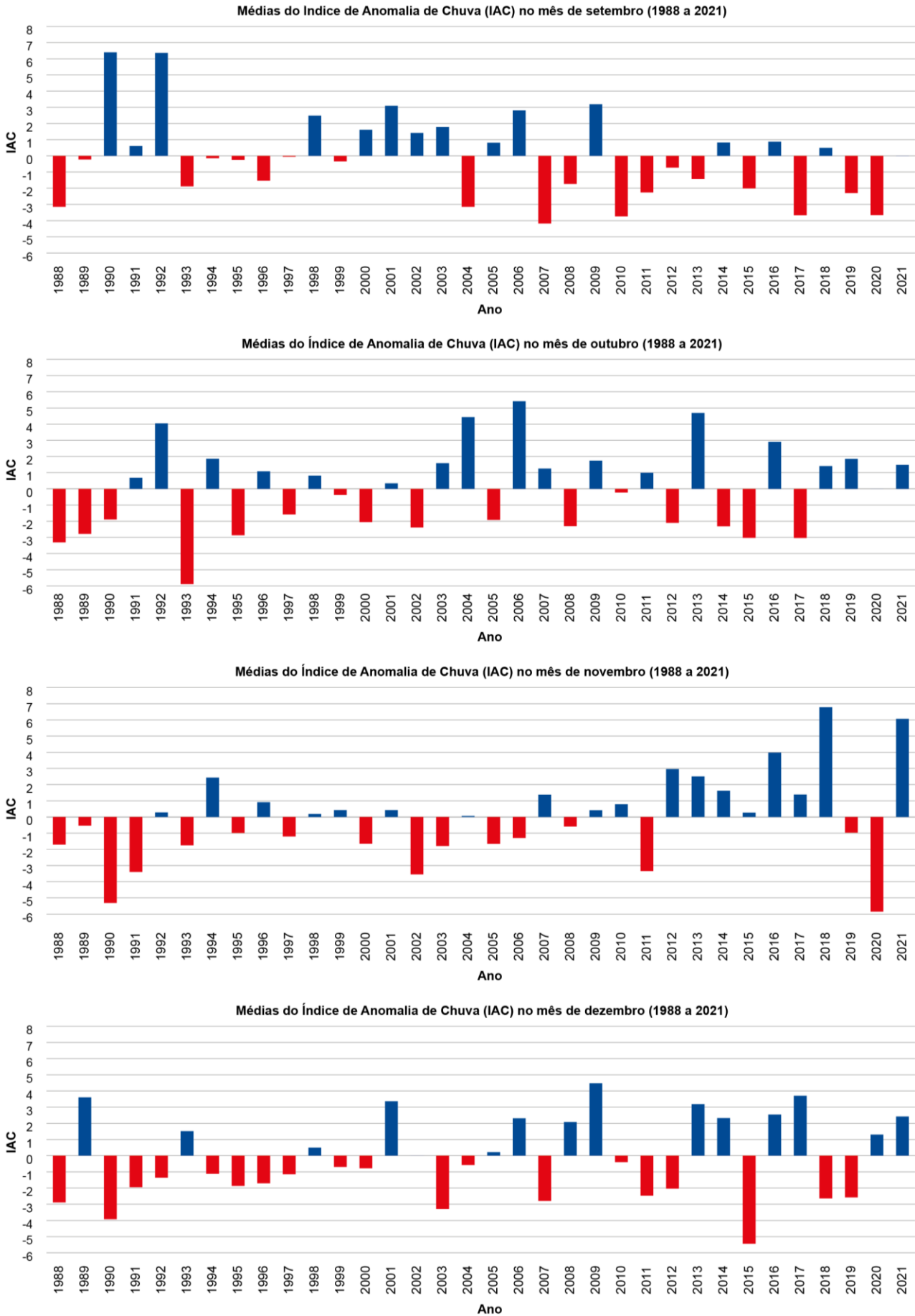


Figura 3. Média mensal do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) em Mato Grosso nos meses de setembro a dezembro de 1988 a 2021. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Analisando-se os meses do primeiro quadrimestre (janeiro a abril) no período de 1988 a 2021 (Figura 1), é possível visualizar que, ao longo desses 34 anos, para o mês de janeiro, houve 15 anos com IAC médio positivo e 19 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos secos do que chuvosos em janeiro no estado. Com isso, em janeiro, ocorreram mais anos com chuvas abaixo da média histórica tanto para o milho 2^a safra como para a soja na 1^a safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (Milho: semeadura e emergência; Soja: floração, enchimento de grãos, maturação e colheita). Os períodos secos mais longos em janeiro foram de cinco anos consecutivos (1992 a 1996 e 1998 a 2002) e o período chuvoso mais longo nesse mês foi de quatro anos consecutivos (2010 a 2013). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de janeiro foi “muito seco” em sete anos (1990, 1998, 2001, 2009, 2014, 2019 e 2021) e “extremamente seco” em dois anos (1993 e 2015) no estado. No entanto, em janeiro também ocorreram oito anos considerados “muito chuvosos” (1991, 1997, 2003, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2016) e dois anos “extremamente chuvosos” (2004 e 2008). De acordo com o IAC médio mensal, em janeiro, os dois anos mais secos em Mato Grosso foram 1993 (IAC médio = -4,5) e 2015 (IAC médio = -4,2) e os dois anos mais chuvosos foram 2004 (IAC médio = 4,2) e 2008 (IAC médio = 4,1). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em janeiro ocorreram mais anos secos (11 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (6 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. Já de 2005 em diante houve uma inversão no padrão de precipitação no estado no mês de janeiro, ocorrendo mais anos chuvosos (9 anos com IAC médio positivo) do que secos (8 anos com IAC médio negativo), ou seja, mais anos com chuvas acima da média histórica tanto para o milho 2^a safra como para a soja na 1^a safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Para o mês de fevereiro (Figura 1), observou-se que houve 18 anos com IAC médio positivo e 16 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos chuvosos do que secos em fevereiro no estado, no período de 1988 a 2021. Assim, em fevereiro, ocorreram mais anos com chuvas acima da média histórica tanto para o milho 2^a safra como para a soja na 1^a safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (Milho: semeadura, emergência e desenvolvimento vegetativo; Soja: enchimento de grãos, maturação e colheita). O período chuvoso mais longo em fevereiro foi de seis anos consecutivos (2006 a 2011) e o período seco mais longo nesse mês foi de oito anos consecutivos (1996 a 2003). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de fevereiro foi “muito chuvoso” em quatro anos (1993, 2011, 2014 e 2017) e “extremamente chuvoso” em três anos (1995, 2004 e 2007) no estado. No entanto, em fevereiro também ocorreram cinco anos considerados “muito secos” (1989, 1994, 1996, 1999 e 2005) e três anos “extremamente secos” (1997, 2001 e 2016). De acordo com o IAC médio mensal, em fevereiro, os dois anos mais chuvosos em Mato Grosso foram 2007 (IAC médio = 5,1) e 1995 (IAC médio = 4,8) e os dois anos mais secos foram 2001 (IAC médio = -4,6) e 2016 (IAC médio = -4,5). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em fevereiro ocorreram mais anos secos (13 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (4 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. Já de 2005 em diante houve uma inversão no padrão de precipitação no estado no mês de fevereiro, ocorrendo mais anos chuvosos (14 anos com IAC médio positivo) do que secos (3 anos com IAC médio negativo), ou seja, mais anos com chuvas acima da média

histórica tanto para o milho 2ª safra como para a soja na 1ª safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Para o mês de março (Figura 1), observou-se que houve 18 anos com IAC médio positivo e 16 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos chuvosos do que secos em março no estado, no período de 1988 a 2021. Em vista disso, em março, ocorreram mais anos com chuvas acima da média histórica tanto para o milho 2ª safra como para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (Milho: emergência, desenvolvimento vegetativo e floração; Soja: maturação e colheita). O período chuvoso mais longo em março foi de seis anos consecutivos (2013 a 2018) e os períodos secos mais longos nesse mês foram de três anos consecutivos (1993 a 1995 e 2019 a 2021). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de março foi “muito chuvoso” em sete anos (1991, 2005, 2006, 2009, 2011, 2013 e 2014) e “extremamente chuvoso” em um ano (2003) no estado. No entanto, em março também ocorreram três anos considerados “muito secos” (1990, 1998 e 2002) e três anos “extremamente secos” (1993, 2004 e 2007). De acordo com o IAC médio mensal, em março, os dois anos mais chuvosos em Mato Grosso foram 2003 (IAC médio = 5,1) e 2013 (IAC médio = 3,6) e os dois anos mais secos foram 1993 (IAC médio = -5,8) e 2004 (IAC médio = -4,9). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em março ocorreram mais anos secos (9 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (8 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. Já de 2005 em diante houve uma inversão no padrão de precipitação no estado no mês de março, ocorrendo mais anos chuvosos (10 anos com IAC médio positivo) do que secos (7 anos com IAC médio negativo), ou seja, mais anos com chuvas acima da média histórica tanto para o milho 2ª safra como para a soja na 1ª safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Para o mês de abril (Figura 1), observou-se que ocorreram 17 anos com IAC médio positivo e 17 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, o mesmo número de anos chuvosos e secos em abril no estado, no período de 1988 a 2021. Isto significa que, em abril, o número de anos com chuvas acima e abaixo da média histórica foram iguais tanto para o milho 2ª safra como para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (Milho: desenvolvimento vegetativo, floração e enchimento de grãos; Soja: colheita). O período seco mais longo em abril foi de seis anos consecutivos (1997 a 2002) e os períodos chuvosos mais longos nesse mês foram de três anos consecutivos (1994 a 1996, 2013 a 2015 e 2017 a 2019). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de abril foi “muito chuvoso” em seis anos (1989, 1992, 2004, 2008, 2009 e 2015) e “extremamente chuvoso” em dois anos (2006 e 2019) no estado. No entanto, em abril também ocorreram sete anos considerados “muito secos” (1990, 1993, 2001, 2002, 2007, 2012 e 2016) e um ano “extremamente seco” (1999). De acordo com o IAC médio mensal, em abril, os dois anos mais chuvosos em Mato Grosso foram 2019 (IAC médio = 6,9) e 2006 (IAC médio = 5,2) e os dois anos mais secos foram 1999 (IAC médio = -4,1) e 2001 (IAC médio = -3,8). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em abril ocorreram mais anos secos (9 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (8 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. Já de 2005 em diante houve uma inversão no padrão de precipitação no estado no mês de abril, ocorrendo mais anos chuvosos (9 anos com IAC médio positivo) do

que secos (8 anos com IAC médio negativo), ou seja, mais anos com chuvas acima da média histórica tanto para o milho 2ª safra como para a soja na 1ª safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Analisando-se os meses do segundo quadrimestre (maio a agosto) no período de 1988 a 2021 (Figura 2), é possível visualizar que, ao longo desses 34 anos, para o mês de maio, houve 12 anos com IAC médio positivo e 22 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos secos do que chuvosos em maio no estado. Com isso, em maio, ocorreram mais anos com chuvas abaixo da média histórica para o milho 2ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (floração, enchimento de grãos e maturação). O período seco mais longo em maio foi de cinco anos consecutivos (1996 a 2000) e os períodos chuvosos mais longos nesse mês foram de dois anos consecutivos (1994 a 1995, 2014 a 2015 e 2019 a 2020). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de maio foi “muito seco” em oito anos (1988, 1992, 1998, 1999, 2005, 2006, 2011 e 2013) e “extremamente seco” em apenas um ano (2000) no estado. No entanto, em maio também ocorreram quatro anos considerados “muito chuvosos” (1990, 2014, 2015 e 2020) e dois anos “extremamente chuvosos” (1995 e 2012). De acordo com o IAC médio mensal, em maio, os dois anos mais secos em Mato Grosso foram 2000 (IAC médio = -4,2) e 1999 (IAC médio = -3,8) e os dois anos mais chuvosos foram 2012 (IAC médio = 7,8) e 1995 (IAC médio = 4,3). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em maio ocorreram mais anos secos (12 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (5 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. O padrão de precipitação no estado no mês de maio se manteve semelhante de 2005 em diante, ocorrendo mais anos secos (10 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (7 anos com IAC médio positivo), ou seja, mais anos com chuvas abaixo da média histórica para o milho 2ª safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Para o mês de junho (Figura 2), observou-se que houve 12 anos com IAC médio positivo e 22 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos secos do que chuvosos em junho no estado. Assim, em junho, ocorreram mais anos com chuvas abaixo da média histórica para o milho 2ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (enchimento de grãos, maturação e colheita). O período seco mais longo em junho foi de 11 anos consecutivos (1998 a 2008) e o período chuvoso mais longo nesse mês foi de quatro anos consecutivos (2011 a 2014). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de junho foi “muito seco” em 14 anos (1992, 1998, 2000, 2002, 2003, 2006, 2007, 2008, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021) no estado. No entanto, em junho também ocorreram quatro anos considerados “muito chuvosos” (1989, 1994, 2012 e 2013) e três anos “extremamente chuvosos” (1993, 1997 e 2009). De acordo com o IAC médio mensal, em junho, os dois anos mais secos em Mato Grosso foram 2020 (IAC médio = -3,2) e 2019 (IAC médio = -3,1) e os dois anos mais chuvosos foram 1993 (IAC médio = 5,1) e 2009 (IAC médio = 4,9). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em junho ocorreram mais anos secos (11 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (6 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. O padrão de precipitação no estado no mês de junho se manteve semelhante de 2005 em diante, ocorrendo mais anos secos (11 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (6 anos com IAC médio positivo), ou

seja, mais anos com chuvas abaixo da média histórica para o milho 2^a safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Para o mês de julho (Figura 2), foram observados 11 anos com IAC médio positivo e 23 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos secos do que chuvosos em julho no estado. Nesse mês, independentemente dos valores de IAC, devido às chuvas escassas, para a maioria dos cultivos a irrigação é necessária. O período seco mais longo em julho foi de seis anos consecutivos (2016 a 2021) e os períodos chuvosos mais longos nesse mês foram de dois anos consecutivos (1989 a 1990, 2006 a 2007 e 2014 a 2015). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de julho foi “muito seco” em 19 anos (1988, 1991, 1992, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2003, 2008, 2011, 2012, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021) no estado. No entanto, em julho também ocorreram dois anos considerados “muito chuvosos” (2014 e 2015) e quatro anos “extremamente chuvosos” (1989, 1994, 2004 e 2007). De acordo com o IAC médio mensal, em julho, os sete anos mais secos em Mato Grosso (com valores iguais de IAC médio mensal) foram 1991, 1996, 1997, 2008, 2012, 2016 e 2020 (IAC médio = -3,0) e os dois anos mais chuvosos foram 2004 (IAC médio = 6,0) e 1994 (IAC médio = 5,7). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em julho ocorreram mais anos secos (11 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (6 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. O padrão de precipitação no estado no mês de julho se manteve semelhante de 2005 em diante, ocorrendo mais anos secos (12 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (5 anos com IAC médio positivo).

Para o mês de agosto (Figura 2), ocorreram 11 anos com IAC médio positivo e 23 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos secos do que chuvosos em agosto no estado. Assim como em julho, nesse mês, independentemente dos valores de IAC, devido às chuvas escassas, para a maioria dos cultivos a irrigação é necessária. O período seco mais longo em agosto foi de seis anos consecutivos (2010 a 2015) e o período chuvoso mais longo nesse mês foi de três anos consecutivos (2016 a 2018). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de agosto foi “muito seco” em 13 anos (1988, 1991, 1997, 1999, 2005, 2007, 2010, 2012, 2013, 2014, 2019, 2020 e 2021) no estado. No entanto, em agosto também ocorreram um ano considerado “muito chuvoso” (1990) e três anos considerados “extremamente chuvosos” (1989, 2009 e 2016). De acordo com o IAC médio mensal, em agosto, os cinco anos mais secos em Mato Grosso (com valores iguais de IAC médio mensal) foram 1988, 1999, 2007, 2010 e 2013 (IAC médio = -3,1) e os dois anos mais chuvosos foram 2016 (IAC médio = 7,4) e 2009 (IAC médio = 6,2). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em agosto ocorreram mais anos secos (11 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (6 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. O padrão de precipitação no estado no mês de agosto se manteve semelhante de 2005 em diante, ocorrendo mais anos secos (12 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (5 anos com IAC médio positivo).

Analisando-se os meses do terceiro quadrimestre (setembro a dezembro) no período de 1988 a 2021 (Figura 3), é possível visualizar que, ao longo dos 34 anos avaliados em Mato Grosso, para o mês de

setembro, houve 15 anos com IAC médio positivo e 19 anos com IAC médio negativo, ou seja, mais anos secos do que chuvosos em setembro no estado. Em vista disso, em setembro, ocorreram mais anos com chuvas abaixo da média histórica para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (semeadura e emergência). O período seco mais longo em setembro foi de cinco anos consecutivos (1993 a 1997) e o período chuvoso mais longo nesse mês foi de quatro anos consecutivos (2000 a 2003). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de setembro foi “muito seco” em oito anos (1988, 2004, 2010, 2011, 2015, 2017, 2019 e 2020) e “extremamente seco” em um ano (2007) no estado. No entanto, em setembro também ocorreram quatro anos considerados “muito chuvosos” (1998, 2001, 2006 e 2009) e dois anos “extremamente chuvosos” (1990 e 1992). De acordo com o IAC médio mensal, em setembro, os dois anos mais secos em Mato Grosso foram 2007 (IAC médio = -4,2) e 2010 (IAC médio = -3,7) e os dois anos mais chuvosos foram 1990 (IAC médio = 6,4) e 1992 (IAC médio = 6,4). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em setembro ocorreram mais anos secos (9 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (8 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. O padrão de precipitação no estado no mês de setembro se manteve semelhante de 2005 em diante, ocorrendo mais anos secos (10 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (7 anos com IAC médio positivo), ou seja, mais anos com chuvas abaixo da média histórica para a soja na 1ª safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Para o mês de outubro (Figura 3), observaram-se 18 anos com IAC médio positivo e 16 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos chuvosos do que secos em outubro no estado, no período de 1988 a 2021. Assim, em outubro, ocorreram mais anos com chuvas acima da média histórica para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (semeadura, emergência e desenvolvimento vegetativo). O período chuvoso mais longo em outubro foi de quatro anos consecutivos (2018 a 2021) e o período seco mais longo nesse mês foi de três anos consecutivos (1988 a 1990). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de outubro foi “muito chuvoso” em um ano (2016) e “extremamente chuvoso” em quatro anos (1992, 2004, 2006 e 2013) no estado. No entanto, em outubro também ocorreram 10 anos considerados “muito secos” (1988, 1989, 1995, 2000, 2002, 2008, 2012, 2014, 2015 e 2017) e um ano “extremamente seco” (1993). De acordo com o IAC médio mensal, em outubro, os dois anos mais chuvosos em Mato Grosso foram 2006 (IAC médio = 5,4) e 2013 (IAC médio = 4,7) e os dois anos mais secos foram 1993 (IAC médio = -5,9) e 1988 (IAC médio = -3,3). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em outubro ocorreram mais anos secos (9 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (8 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. De 2005 em diante houve uma inversão no padrão de precipitação no estado no mês de outubro, ocorrendo mais anos chuvosos (10 anos com IAC médio positivo) do que secos (7 anos com IAC médio negativo), ou seja, mais anos com chuvas acima da média histórica para a soja na 1ª safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Para o mês de novembro (Figura 3), observou-se que houve 18 anos com IAC médio positivo e 16 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos chuvosos do que secos em novembro no estado, no período de 1988 a 2021. Com isso, em novembro, ocorreram mais anos com chuvas acima da

média histórica para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (emergência, desenvolvimento vegetativo e floração). O período chuvoso mais longo em novembro foi de sete anos consecutivos (2012 a 2018) e o período seco mais longo nesse mês foi de quatro anos consecutivos (1988 a 1991). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de novembro foi “muito chuvoso” em quatro anos (1994, 2012, 2013 e 2016) e “extremamente chuvoso” em dois anos (2018 e 2021) no estado. No entanto, em novembro também ocorreram três anos considerados “muito secos” (1991, 2002 e 2011) e dois anos “extremamente secos” (1990 e 2020). De acordo com o IAC médio mensal, em novembro, os dois anos mais chuvosos em Mato Grosso foram 2018 (IAC médio = 6,8) e 2021 (IAC médio = 6,1) e os dois anos mais secos foram 2020 (IAC médio = -5,8) e 1990 (IAC médio = -5,3). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em novembro ocorreram mais anos secos (10 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (7 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. A partir de 2005 houve uma inversão no padrão de precipitação no estado no mês de novembro, ocorrendo mais anos chuvosos (11 anos com IAC médio positivo) do que secos (6 anos com IAC médio negativo), ou seja, mais anos com chuvas acima da média histórica para a soja na 1ª safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Para o mês de dezembro (Figura 3), observou-se que houve 15 anos com IAC médio positivo e 19 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos secos do que chuvosos em dezembro no estado. Isto significa que, em dezembro, ocorreram mais anos com chuvas abaixo da média histórica para a soja na 1ª safra, em fases que variam nesse mês de acordo com a região do estado (desenvolvimento vegetativo, floração e enchimento de grãos). O período seco mais longo em dezembro foi de quatro anos consecutivos (1994 a 1997) e os períodos chuvosos mais longos nesse mês foram de dois anos consecutivos (2005 a 2006, 2008 a 2009, 2013 a 2014, 2016 a 2017 e 2020 a 2021). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, o mês de dezembro foi “muito seco” em oito anos (1988, 1990, 2003, 2007, 2011, 2012, 2018 e 2019) e “extremamente seco” em um ano (2015) no estado. No entanto, em dezembro também ocorreram nove anos considerados “muito chuvosos” (1989, 2001, 2006, 2008, 2013, 2014, 2016, 2017 e 2021) e um ano “extremamente chuvoso” (2009). De acordo com o IAC médio mensal, em dezembro, os dois anos mais secos em Mato Grosso foram 2015 (IAC médio = -5,4) e 1990 (IAC médio = -3,9) e os dois anos mais chuvosos foram 2009 (IAC médio = 4,5) e 2017 (IAC médio = 3,7). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, em dezembro ocorreram mais anos secos (12 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (5 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. Já de 2005 em diante houve uma inversão no padrão de precipitação no estado no mês de dezembro, ocorrendo mais anos chuvosos (10 anos com IAC médio positivo) do que secos (7 anos com IAC médio negativo), ou seja, mais anos com chuvas acima da média histórica para a soja na 1ª safra, em fases variáveis (citadas acima) de acordo com a região do estado.

Os anos secos e os anos chuvosos em Mato Grosso, durante o período de 1988 a 2021, podem ser visualizados de acordo com o IAC médio anual, tornando possível identificar períodos (anos) onde esses eventos foram mais intensos e duradouros em cada ano (Figura 4 – próxima página). Os valores positivos representam anos chuvosos ou úmidos e os valores negativos representam os anos secos.

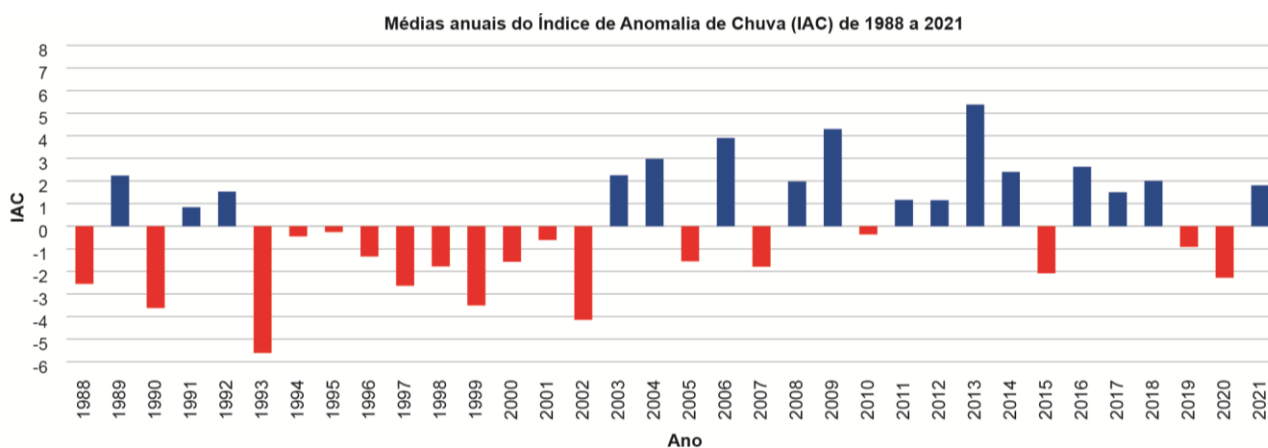


Figura 4. Média anual do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) em Mato Grosso nos anos de 1988 a 2021.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando-se os anos de 1988 a 2021 (Figura 4), é possível visualizar que, para todo o período de 34 anos, houve 16 anos com IAC médio positivo e 18 anos com IAC médio negativo em Mato Grosso, ou seja, mais anos secos do que chuvosos no estado. Entretanto, conforme já foi mostrado, o IAC médio mensal é bastante variável, da mesma forma que variam as fases fenológicas da soja na 1ª safra e do milho na 2ª safra em cada mês e região do estado. O período seco mais longo foi de 10 anos consecutivos (1993 a 2002) e o período chuvoso mais longo foi de quatro anos consecutivos (2011 a 2014). Considerando-se as categorias de pluviosidade de acordo com intervalos de IAC (Tabela 3), no período de 1988 a 2021, seis anos foram “muito secos” (1988, 1990, 1997, 1999, 2015 e 2020) e dois anos foram “extremamente secos” (1993 e 2002) no estado. No entanto, também ocorreram sete anos considerados “muito chuvosos” (1989, 2003, 2004, 2006, 2014, 2016 e 2018) e dois anos “extremamente chuvosos” (2009 e 2013). De acordo com o IAC médio anual, os dois anos mais secos em Mato Grosso foram 1993 (IAC médio = -5,6) e 2002 (IAC médio = -4,1) e os dois anos mais chuvosos foram 2013 (IAC médio = 5,4) e 2009 (IAC médio = 4,3). Comparando-se a primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) com a segunda metade (2005 a 2021), pode-se identificar que até o ano de 2004, ocorreram mais anos secos (12 anos com IAC médio negativo) do que chuvosos (5 anos com IAC médio positivo) em Mato Grosso. Já de 2005 em diante houve uma inversão no padrão de precipitação no estado, ocorrendo mais anos chuvosos (11 anos com IAC médio positivo) do que secos (6 anos com IAC médio negativo), ou seja, mais anos com chuvas acima da média histórica, o que é bom para a agricultura de um modo geral.

Considerações finais

Os resultados do presente boletim agrometeorológico permitiram verificar de forma consistente o comportamento das chuvas ao longo dos últimos 34 anos em Mato Grosso. Essas informações podem subsidiar os produtores nas tomadas de decisão com relação às épocas de plantio da soja na 1ª safra e do milho na 2ª safra no estado, reforçando a importância de continuarem seguindo o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc). De preferência, deve-se considerar as janelas de plantio com menor risco para essas culturas no estado de acordo com o Zarc, que é de até 20% de frustração da safra. Por meio do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), foi possível analisar a frequência e a intensidade dos meses/anos secos e chuvosos em Mato Grosso, além de detectar algumas tendências/alterações temporais no padrão

de precipitação no estado. Identificou-se uma inversão no padrão de precipitação em Mato Grosso, de mais anos secos na primeira metade do período de 34 anos (1988 a 2004) para mais anos chuvosos na segunda metade (2005 a 2021). Essa mesma inversão (de mais anos secos para mais anos chuvosos), também ocorreu no estado para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, outubro, novembro e dezembro. Para os demais meses (maio, junho, julho, agosto e setembro), o padrão de precipitação no estado se manteve semelhante na primeira e na segunda metade do período, ambas com mais anos secos. Importante ressaltar que os mapas mensais de anomalia de chuva elaborados pelo CPTEC/INPE, os quais auxiliaram na visualização da distribuição espaço-temporal das anomalias de chuva em Mato Grosso ao longo dos últimos 34 anos agrícolas, também estiveram altamente coerentes com os valores de IAC médio mensal. Com isso, constata-se que o IAC é uma importante ferramenta para o acompanhamento comportamental da precipitação no estado de Mato Grosso. Contudo, outros estudos agrometeorológicos mais aprofundados e localizados são fundamentais (ex: calcular o balanço hídrico do solo utilizando outras variáveis além da chuva, como a temperatura média do ar; utilizar, além da base de dados do INMET, a base de dados meteorológicos da Agência Nacional de Águas – ANA), a fim de verificar particularidades e variações climáticas e de armazenamento de água no solo nas distintas regiões do estado. Além disso, deve-se fazer um levantamento histórico dos principais impactos ocorridos nas safras de grãos em locais representativos de cada cultura em Mato Grosso, com base em informações de boletins, relatórios, notícias, etc. Por isso, é importante destacar que, considerando a escala de análise e dado o fator de variabilidade das precipitações e da disponibilidade de água no solo em cada região do estado, necessita-se cautela na interpretação das informações aqui apresentadas, ressaltando também que este estudo não aponta qualquer tipo de previsão, seja ela de curto, médio ou longo prazo.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. PORTARIA SPA/MAPA Nº 249, DE 04 DE JULHO DE 2022. Aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da soja no estado de Mato Grosso, ano-safra 2022/2023. **Diário Oficial da União**, 4 jul. 2022a. Seção 1, p. 17. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-spa/mapa-n-249-de-04-de-julho-de-2022-412881219>. Acesso em: 28 out. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. PORTARIA SPA/MAPA Nº 332, DE 26 DE SETEMBRO DE 2022. Aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático – ZARC para a cultura de Milho 2^a Safra no estado de Mato Grosso, ano-safra 2022/2023. **Diário Oficial da União**, 28 set. 2022b. Seção 1, p. 13. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-spa/mapa-n-332-de-26-de-setembro-de-2022-432271544>. Acesso em: 28 out. 2022.
- COSTA, J. A.; SILVA, D. F. da. Distribuição espaço-temporal do índice de anomalia de chuva para o estado do Ceará. **Revista brasileira de geografia física**, v.10, n.4, p.1002-1013, 2017.
- EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL. Estação meteorológica. **Dados meteorológicos diários - estação Embrapa Agrossilvipastoril.xlsx**. [Sinop], 2022. 1 Planilha eletrônica. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/2455052/Dados+meteorol%C3%B3gicos+di%C3%A1rios/299f5248-c518-98d7-c2d9-d7f49a794154>. Acesso em: 28 out. 2022.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados Meteorológicos. **Banco de Dados Meteorológicos**. 2022. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 28 out. 2022.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). **Monitoramento Brasil**. 2022. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>. Acesso em: 28 out. 2022.
- MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.16, n.4, p.157-167, 2011.
- VAN ROOY, M. P. A rainfall anomaly index independent of time and space. **Notos**, v.14, p.43-48, 1965.