

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E
ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**EFEITOS DA TEMPERATURA SOBRE A SOJA E MILHO NO ESTADO DE MATO
GROSSO DO SUL**

WELLINGTON FERREIRA NASCIMENTO

DOURADOS/MS

2016

WELLINGTON FERREIRA NASCIMENTO

**EFEITOS DA TEMPERATURA SOBRE A SOJA E MILHO NO ESTADO DE MATO
GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas, para obtenção do Título de Mestre em Agronegócios.

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. JAQUELINE SEVERINO DA COSTA.

DOURADOS/MS

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N244e	<p>Nascimento, Wellington Ferreira. Efeitos da temperatura sobre a soja e milho no estado de Mato Grosso do Sul. / Wellington Ferreira Nascimento. – Dourados, MS: UFGD, 2016. 69f.</p> <p>Orientadora: Prof. Dra. Jaqueline Severino da Costa. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Semeadura. 2. Milho. 3. Soja. 4. Colheita. 5. Temperatura. I. Título.</p> <p>CDD – 633.34</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E
ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

Wellington Ferreira Nascimento

**EFEITOS DA TEMPERATURA SOBRE A SOJA E MILHO NO ESTADO DE MATO
GROSSO DO SUL**

BANCA EXAMINADORA

ORIENTADORA: Prof^a. Dra. Jaqueline Severino da Costa - UFGD

Prof. Dr. Clandio Favarini Ruviaro - UFGD

Prof. Dr. Moises Villalba González - UNA

Fevereiro/2016

WELLINGTON FERREIRA NASCIMENTO

EFEITOS DA TEMPERATURA SOBRE A SOJA E MILHO NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Esta dissertação foi julgada e aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau em Mestre em Agronegócios com área de Concentração em Agronegócios e Desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal da Grande Dourados.

Dourados (MS), ____ de _____ de _____.

Prof. Dr. Clandio Favarini Ruviaro
Coordenador do Programa

Banca Examinadora:

Prof^a. Jaqueline Severino da Costa, Dr^a. (Orientadora)
Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Clandio Favarini Ruviaro, Dr.
Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Moises Villalba González, Dr.
Universidade Nacional de Asunción

AGRADECIMENTOS

Ao Supremo Arquiteto do Universo, pelo discernimento e pelos momentos de sabedoria concedidos nas horas certas, sem a sua benção eu não estaria apto para entrar no programa, muito menos concluiria essa etapa de minha vida, fortalecendo em todos os momentos, guiando e iluminando meus caminhos.

Aos meus pais em especial, que não tiveram a oportunidade de estudar, mas que deram a educação e o apoio necessário para que eu conquistasse todos os meus objetivos sempre. Nelcina Ferreira Nascimento e Adamastor do Vale Nascimento, sempre me dando conselhos para nunca desistir desta caminhada. Um caminho em que às vezes deve sacrificar um pouco daquilo que nós mais gostamos na vida, mas que no final vale muito à pena.

Aos meus amigos, especialmente aqueles que apoiaram e entenderam os momentos em que tive que me distanciar para me dedicar aos estudos, mas que de uma forma ou de outra souberam partilhar de minha conquista.

A minha orientadora Jaqueline Severino da Costa, pela sua paciência, orientação acadêmica, pela amizade que foi construída com o passar do tempo, sua gratidão e pelos momentos em que eu aprendi pelo menos um pouco dos seus ensinamentos e sabedoria, pra sempre vou levar em meu coração, te amo Jaque.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronegócios da UFGD, por contribuírem com seus conhecimentos para minha formação, às valiosas discussões propiciadas no ambiente de aula e fora dela, em especial minha co-orientadora Paula Pinheiro Padovesi Peixoto com a sua contribuição maravilhosa e pela sua simpática companhia e ao pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Carlos Ricardo Fietz, que me deu o suporte necessário para a pesquisa de base de dados de Dourados e demais municípios estudados.

À banca de defesa da qualificação e conclusão desse trabalho composta pelo Prof. Clandio Favarini Ruviaro, que sempre incentivou a escrita científica, a leitura e a pesquisa de artigos em inglês, pelos seus conselhos dentro e fora da academia e pelas sugestões apontadas neste trabalho. E a participação do Professor Moises Villalba González, que através de suas recomendações contribuíram para a melhoria da versão final deste trabalho.

DEDICATORIA

A maior incentivadora dos meus estudos,

Gabriela Teschima Calçado.

RESUMO

A influência do clima sobre a agricultura tem sido constantemente discutida no cenário acadêmico. Neste âmbito, os resultados apresentados pelo relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) demonstram que o setor mais afetado é a agricultura. O Brasil tem um papel importante neste contexto, enquanto grande produtor agrícola mundial. Assim, estudos e pesquisas voltados para este tema e que possam auxiliar na redução dos impactos do clima sobre a agricultura brasileira estão se tornando cada vez mais relevantes e recorrentes. Dada à importância do clima, esta dissertação tem como objetivo verificar os efeitos da temperatura mínima sobre as culturas de milho e soja, nos municípios de Campo Grande, Chapadão do Sul, Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste no estado de Mato Grosso do Sul no período de 2008 a 2014. Observou-se que existe grande variabilidade de temperatura em Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste, enquanto que em Campo Grande e Chapadão do Sul as temperaturas apresentam menor amplitude. Isto tem implicação direta sobre a produção de milho e soja. Para a soja as perdas ocorrem basicamente no período da colheita, porém para o milho safrinha as perdas podem ocorrer tanto no período de desenvolvimento da planta como na colheita. Para corroborar estes resultados foi utilizada a Distribuição de Poisson para mensurar se ocorreram mudanças de temperaturas adversas no período. A partir dos resultados pode-se verificar a ocorrência de temperaturas adversas entre 2008 a 2014 impondo risco a estas culturas.

Palavras-chave: Semeadura. Milho. Soja. Colheita. Temperatura.

ABSTRACT

The influence of climate on agriculture has been constantly discussed in the academic setting. In this context, the results presented by the *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) report show that the most affected sector is agriculture. Brazil has an important role in this scenario, as major world agricultural producer. Thus, studies and research focused on this topic and which may help reduce the climate impacts of Brazilian agriculture are becoming increasingly important and recurring. Given the importance of climate, this work aims to determine the effects of minimum temperature on productivity of corn and soybean crops in the municipalities of Campo Grande, Chapadão do Sul, Dourados, Maracaju and São Gabriel do Oeste in the state of Mato Grosso South in the period 2008 to 2014. It was observed that there is great variability in temperature in Dourados, Maracaju and São Gabriel do Oeste, while in Campo Grande, Chapadão do Sul temperatures have lower amplitude. This has direct implications on the production of corn and soybeans. For soybeans losses primarily occur at harvest time, but for the winter maize losses can occur both in the plant's development period as on the harvest. To corroborate these results we used the Poisson Distribution to measure whether any changes of adverse temperatures in the period. From the results it can be seen the occurrence of adverse temperatures between 2008-2014 imposing risks to these cultures.

Keywords: Seeding. Corn. Soybean. Harvest. Temperature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa do estado de Mato Grosso do Sul considerando os municípios escolhidos....	22
Figura 2: Média das temperaturas mínimas diárias dos municípios escolhidos de Mato Grosso do Sul entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	28
Figura 3: Média das temperaturas mínimas diárias dos municípios escolhidos de Mato Grosso do Sul entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	32
Figura 4: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em Campo Grande-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	41
Figura 5: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em Campo Grande-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	42
Figura 6: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em Chapadão do Sul-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	43
Figura 7: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em Chapadão do Sul-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	44
Figura 8: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em Dourados-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	45
Figura 9: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em Dourados-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	46
Figura 10: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em Maracaju-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	47
Figura 11: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em Maracaju-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	47
Figura 12: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em São Gabriel do Oeste-MS entre maio-setembro de 2008-2014.....	48
Figura 13: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em São Gabriel do Oeste-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	49
Figura 14: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em Campo Grande-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	50
Figura 15: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura do milho em Campo Grande-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	51
Figura 16: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em Chapadão do Sul-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	52

Figura 17: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para a cultura do milho em Chapadão do Sul-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	52
Figura 18: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em Dourados-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	54
Figura 19: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para Dourados-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	55
Figura 20: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em Maracaju-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	56
Figura 21: Distribuição de Poisson considerando número de geadas a cultura do milho em Maracaju-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	57
Figura 22: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em São Gabriel do Oeste-MS entre maio/setembro de 2008-2014.....	58
Figura 23: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para a cultura do milho em São Gabriel do Oeste - MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cidades estudadas de Mato Grosso do Sul, localização e tipo de solo.....	24
Tabela 2: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em Campo Grande-MS no período de 2008 a 2014.....	34
Tabela 3: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em Chapadão do Sul-MS no período de 2008 a 2014.....	35
Tabela 4: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em Dourados-MS no período de 2008 a 2014.....	35
Tabela 5: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em Maracaju-MS no período de 2008 a 2014.....	36
Tabela 6: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em São Gabriel do Oeste-MS no período de 2008 a 2014.....	36
Tabela 7: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em Campo Grande-MS no período de 2008 a 2014.....	37
Tabela 8: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em Chapadão do Sul-MS no período de 2008 a 2014.....	38
Tabela 9: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em Dourados-MS no período de 2008 a 2014.....	39
Tabela 10: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em Maracaju-MS no período de 2008 a 2014.....	39
Tabela 11: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em São Gabriel do Oeste-MS no período de 2008 a 2014.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AGRITEMPO - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico

CEMTECMS - Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

GEE - Gases de Efeitos Estufas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário

PAM - Produção Agrícola Municipal

PBMC - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

SIGA MS - Sistema de Informação Geográfica do Agronegócio

TB - Temperatura Base

TS - Temperatura Superior

TM - Temperaturas Mínimas

VBP - Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Área de estudo.....	22
3.2 Fonte de dados climáticos.....	23
3.3 Caracterização geográfica dos municípios estudados.....	23
3.4 Estimativa de temperaturas adversas.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 Análises da variação de temperatura ao longo dos meses no período de 2008 a 2014.....	27
4.2 Análise da temperatura média mínima geral dos municípios escolhidos no período de 2008 a 2014.....	31
4.3 Distribuição mês a mês do número de geadas nos municípios escolhidos no período de 2008 a 2014.....	33
4.4 Análise dos impactos de temperaturas adversas sobre as culturas da soja e do milho.....	40
5. CONCLUSÕES.....	60
6. REFERÊNCIAS.....	63

1. INTRODUÇÃO

O aumento gradativo da participação do Brasil na produção global de produtos agropecuários tem sido cada vez mais expressivo. Em 2012, o país foi responsável por 5% do Valor Bruto da Produção – VBP agropecuário gerada no mundo, ocupando o quarto lugar no *ranking* internacional, ficando atrás da China, EUA e Índia (FAO, 2014).

Em 2013, a receita gerada pela exportação do agronegócio brasileiro foi de 100 bilhões de dólares, enquanto que as exportações totais brasileiras foram de 242 bilhões de dólares, de modo que o agronegócio participou com quase 42% do total. Além disso, no mesmo ano, a Balança Comercial brasileira registrou um *superávit* de 2,5 bilhões de dólares, sendo o agronegócio co-responsável por este valor positivo. Nesse sentido, o agronegócio demonstra a sua relevância para a economia brasileira, uma vez que contribuiu para amenizar o saldo comercial dos outros setores da economia, contribuindo com um *superávit* de quase 83 bilhões de dólares (MAPA, 2015).

É notória a importância que o agronegócio ocupa na economia brasileira e, ainda mais, para o estado de Mato Grosso do Sul. Isto pode ser verificado em termos de receitas de exportação do setor, visto que no Mato Grosso do Sul, a receita proveniente das exportações cresceu 24,8% em 2013, se comparado a 2012. Dessa receita, 70,1% é proveniente de cinco produtos produzidos pelo agronegócio sul-mato-grossense: soja em grãos, celulose, carne desossada de bovinos *in natura*, açúcar e milho em grãos (CONAB, 2014).

Neste contexto, as culturas da soja e do milho têm grande destaque na produção brasileira, ocupando a segunda e terceira posição entre os produtos mais produzidos internamente, contribuindo com 30% e 8%, respectivamente da produção mundial, (FAO, 2012).

O estado de Mato Grosso do Sul se insere nesse contexto contribuindo com 10% da produção brasileira de milho, cerca de 7,7 milhões de toneladas, ocupando a terceira posição no *ranking* nacional, ficando atrás de Mato Grosso e Paraná. Da mesma forma, o estado também é um importante produtor de soja, contribuindo com 7% da produção nacional, aproximadamente 6,3 milhões de toneladas, ficando atrás de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás (CONAB, 2013).

Vale ressaltar, que como toda cultura agrícola, as produções de soja e milho apresentam correlação com as condições e alterações climáticas, principalmente nas épocas de plantio, desenvolvimento fenológico e colheita. Essa vulnerabilidade climática tem

consequências sobre os preços dos produtos, safras, qualidade do produto, alteração do ciclo de produção das culturas, etc, (ASTOLPHO, 2003).

Desta forma, a temperatura constitui-se em um fator importante no contexto de mudanças climáticas, principalmente no estado de Mato Grosso do Sul, que por ser um estado de grande dimensão territorial, apresenta grande heterogeneidade climática. Por exemplo, na região Norte do estado, há a predominância de massas tropicais e equatoriais, na região Sul há a influência de massas tropicais e polares, tendo assim temperaturas mínimas relativamente muito baixas e períodos de estiagens longos (ZAVATTINI, 2009). E essa heterogeneidade tem efeito direto sobre o rendimento da cultura do milho e da soja.

A partir destes levantamentos preliminares, a presente dissertação tem como objetivo verificar os efeitos da temperatura sobre as culturas do milho e da soja nos municípios de Campo Grande, Chapadão do Sul, Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste entre 2008 a 2014. Ademais, ainda se pretende caracterizar a variabilidade de temperatura nestes municípios, bem como evidenciar o comportamento das temperaturas mínimas, verificar a distribuição mês a mês do número de geadas nos municípios escolhidos no período de 2008 a 2014 e a melhor época para semeadura e por fim verificar mudanças adversas de temperatura nos municípios no período analisado de soja e milho.

A ocorrência de fenômenos climáticos adversos, especialmente as geadas pode causar graves danos as produções das culturas do milho e da soja, em especial nas culturas de ciclo curto ou temporário, como a soja e o milho. Assim, verificar as probabilidades de ocorrência deste evento adverso de forma mais precisa pode subsidiar os estudos de zoneamento de riscos agrícolas, ajudando produtores a minimizar suas perdas.

A questão climática pode ser extremamente relevante para se medir a produtividade de determinado produto em uma região, visto que no limite essas mudanças podem alterar todo o ciclo produtivo da agricultura mundial, suscitando cada vez mais a preocupação da comunidade internacional quanto aos efeitos das mudanças do clima sobre agricultura.

Estas inquietações tornaram-se cada vez mais urgentes e em 1988 foi criado o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). A partir deste relatório buscou-se regular as ações dos países com relação às mudanças climáticas. Para este fim contou-se com a contribuição de vários cientistas da comunidade internacional nas mais diversas áreas do conhecimento, com o intuito de mapear o aumento da temperatura terrestre e traçar cenários

futuros de emissões de Gases de Efeitos Estufas (GEE) e verificar as vulnerabilidades dos países quanto aos efeitos das mudanças climáticas (IPCC, 2014).

Portanto, estudos que verifiquem o impacto das mudanças do clima sobre a produtividade de milho e soja durante uma série de anos são de suma importância nas regiões do estado de Mato Grosso do Sul, em função dos seus impactos sociais e econômicos (STRECK, ALBERTO, 2006).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção brasileira de soja, em 2014, alcançou 86,4 milhões de toneladas, crescendo 5,8% em relação a 2013. Esta alta foi marcada pelo incremento de área nos maiores estados produtores, principalmente da região Sudeste (LSPA, 2014).

A região Centro-Oeste é a principal produtora, visto que contribui com quase metade da produção nacional, ou seja, em torno de 46,8% em 2013. Em termos absolutos isso representa cerca de 38 milhões de toneladas, com um rendimento de 2.967 quilos por hectare. Dentro da região Centro-Oeste, o estado de Mato Grosso do Sul tem uma produção de cerca de 5,8 milhões de toneladas em 2013. Esta produção do estado de Mato Grosso do Sul corresponde a 7,1% da produção nacional e 15% da produção do Centro-Oeste, além de ter uma das maiores produtividades nacional que é de 2.909 quilos por hectare, muito próximo da média nacional, de 2.932 quilos por hectare (LSPA, 2014).

Com relação à produção de milho, a região Centro-Oeste também apresenta uma grande participação na produção brasileira, aproximadamente 45% do total, isto corresponde a quase 36 milhões de toneladas com uma produtividade de 5.739 quilos por hectare. No Centro-Oeste e no Brasil, o estado de Mato Grosso do Sul também se posiciona como um grande produtor, pois contribui com quase 10% da produção nacional e com mais de 21% da produção regional. Além disso, apresenta alta produtividade, cerca de 5 Kg/ha por hectare, valor muito próximo da produtividade nacional de 5.528 quilos por hectare (LSPA, 2014).

Porém, antes de entrar propriamente na discussão sobre os efeitos das mudanças de temperatura sobre as culturas de milho e soja, vale ressaltar a diferença entre “tempo” e “clima”. De acordo com Rodrigues, *et al.* (2011) tempo é o estado da atmosfera em um determinado período, associado a sua influência na vida e atividades do ser humano. É a variação atmosférica de curto prazo. Contrariamente, clima refere-se a variações de longo prazo. O tempo é frequentemente descrito em termos de luminosidade, nebulosidade, umidade, precipitação, temperatura, visibilidade e vento.

Auffhammer, *et al.* (2013) resume a descrição argumentando que “tempo” refere-se à temperatura e precipitação em um dado local e período de tempo, e “clima”, refere-se ao clima médio de um local por longos períodos. De maneira geral o clima no Mato Grosso do Sul apresenta verões chuvosos e invernos secos.

Posto as diferenciações supracitadas pode-se então concluir que mudança climática se refere a qualquer mudança do clima ao longo do tempo, seja devido às questões naturais ou como resultado da atividade humana (PBMC, 2013).

Embora as produtividades de milho e soja tenham aumentado gradativamente nos últimos anos, ainda poderiam ser maiores se não fossem as alterações climáticas ocorridas nesses anos. Por exemplo, em 2014 houve uma redução de 2,2% na estimativa de produção nacional do milho, isto em parte, se deve a uma queda ocasionada por problemas climáticos que interferiram na safra, isto representou uma queda de 5,4% na estimativa da área colhida com relação ao ano de 2013. Estas mesmas tendências foram verificadas para a cultura da soja, visto que índices pluviométricos baixos no Centro-Oeste atrasaram as plantações de variedades precoces e superprecoces (PBMC, 2013).

De forma geral, pode-se dizer que a região Centro-Oeste brasileira irá se confrontar com diversos prognósticos dos efeitos negativos do clima sobre as atividades agropecuárias devido às mudanças no ciclo hidrológico e aumentos de temperatura, e também devido à localização estratégica da região, situada nos três biomas de maior importância no País, a Floresta Amazônica, o Cerrado e o Pantanal (PBMC, 2013).

A mudança de clima é mais rapidamente sentida, quando se analisa a evolução do plantio de culturas de ciclo curto ou temporária¹ como é o caso do milho e da soja, visto que para alcançar um rendimento econômico cada cultura necessita de condições favoráveis durante todo o seu ciclo vegetativo. Isto exige determinados limites de temperatura nas várias fases do ciclo, de uma quantidade mínima de água, e de um período seco nas fases de maturação e colheita. O atendimento dessas exigências é que fará uma determinada região ser considerada apta para uma dada cultura (CEPEA, 2015).

As mudanças no clima guardam uma relação direta com a produção agrícola, visto que mudanças drásticas de temperatura como geadas podem levar a quebras de safra. De modo a corroborar estes impactos, Strecke e Alberto (2006) buscaram analisar se mudanças no clima poderiam afetar o rendimento de culturas como trigo, soja e milho no município de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul. As estimativas apontaram que aumentos de 2, 3 e 6 graus diminuíram os rendimentos de culturas como trigo, soja e milho, respectivamente.

Outro estudo nessa mesma temática mostrou os efeitos da mudança do clima sobre os rendimentos da agricultura. Castro (2014) avaliou empiricamente o impacto potencial do

¹De acordo com Anceles (2002), a cultura temporária se extingue pela colheita, sendo seguida de um novo plantio.

clima na produção agrícola dos dez principais estados produtores do país, por meio da estimação das elasticidades entre as variáveis de temperaturas, precipitação e o valor real de produção entre 1990 e 2012. Os resultados encontrados sugerem impactos significativos do clima na agricultura, sendo aqueles relacionados à temperatura, ou seja, os efeitos das mudanças da temperatura têm impactos maiores do que os efeitos da precipitação.

Com relação ao milho, nessa mesma diretriz Sans, *et al.* (2006) observou que perdas agrícolas para a cultura do milho podem ser menores em regiões onde a tecnologia é mais desenvolvida e maiores em regiões onde praticamente não se aplica tecnologia. A tecnologia pode reduzir o efeito das perdas em função das mudanças de clima.

Para o milho de 1ª e 2ª safra, além do potencial de produção ser reduzido, há alto risco de frustração de safras, baixo investimento na cultura e, conseqüentemente, baixa produtividade. No estado de Mato Grosso do Sul, o principal fator de risco é o déficit hídrico, sendo atenuado nas áreas de maior altitude, em razão das temperaturas amenas proporcionarem menor evapotranspiração. Já na região sul do estado, a temperatura impõe riscos em função do grande número de geadas, principalmente nas áreas acima de 600m de altitude (SANS, *et al.*, 2006).

A grande dificuldade refere-se às variações climáticas adversas não previstas. Essas variações imprevisíveis podem ser volume de precipitação, queda ou elevação de temperatura, vento, etc. Em resumo, a época de semeadura é determinada em função das condições climáticas como temperatura, distribuição das chuvas e disponibilidade hídrica e do cultivar ciclo, fases da cultura e necessidades térmicas das cultivares (SANS, *et al.*, (2006).

Especificamente com relação à temperatura, Massignam, (1998) define geada como a condição de ocorrência provisória de baixa energia, que resulta de alguns condicionamentos especiais, os quais se caracterizam como fatores físicos do meio ambiente, tais como: grau de nebulosidade, velocidade do vento, grau de exposição a céu descoberto, densidade de ar frio, poder emissivo dos diversos corpos e condutividade calorífica.

Complementar a esta definição, Sentelhas, *et al.* (1995) define que geadas são temperaturas mínimas (T_m) basais do ar no abrigo meteorológico². A temperatura mínima do

² Abrigo meteorológico: tem por finalidade manter os instrumentos secos, livres da precipitação e insolação. Descrição: Caixa de teto duplo, parede de venezianas com porta também de venezianas que deve estar na direção sul. Deve ser de madeira e pintado de branco. Instrumentos: Termômetro de máxima, mínima, evaporímetro de piche, psicrômetro, termohigrômetro Instalação: terreno plano, coberto de grama rasteira. A base deve ficar a altura de 1,20m do solo. Deve ser nivelado sobre um cavalete ou pilar de alvenaria (BAILEY, 2000)

ar é registrada em abrigo meteorológico, enquanto a temperatura mínima de relva é registrada próximo à superfície do solo.

A soja adapta-se melhor a temperaturas do ar entre 20°C e 30°C. Sempre que possível, a semeadura da soja não deve ser realizada quando a temperatura do solo estiver abaixo de 20°C porque prejudica a germinação. A faixa de temperatura do solo adequada para semeadura varia de 20°C a 30°C, sendo 25°C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme mínima para a soja é de 14°C (EMBRAPA CPAO, 2015). Para as análises no presente trabalho caracterizaram-se temperaturas mínimas na cultura da soja como sendo os dias em que esteve abaixo de 14°C.

O presente estudo considerou a situação de temperatura mínima para a cultura do milho quando a mesma ficou abaixo dos 10°C. Quando a planta é submetida à temperatura noturna abaixo de 5°C, leva em média 48 horas para recuperar a taxa de fixação de CO₂, acarretando a má formação dos grãos. A germinação é prejudicada pelas temperaturas do solo abaixo de 10°C e superior 42°C, sendo que a temperatura entre 25°C a 30°C propicia a germinação das sementes e emergência das plântulas (OLIVEIRA, 2003).

Mesmo com a obtenção de produtividade razoável em condições adversas, os maiores rendimentos se obtêm sob condições climáticas adequadas, podendo evitar, a ocorrência de prejuízos significativos, sendo cultivado em temperaturas abaixo de 10°C o crescimento do milho fica estacionado retardando o ciclo e expondo a planta às pragas e doenças (MENDONÇA, 2008).

Já o crescimento vegetativo da soja é pequeno ou nulo a temperaturas menores ou iguais a 10°C. Por outro lado, temperaturas acima de 40°C têm efeito adverso na taxa de crescimento, provocando distúrbios na floração ou diminuindo a capacidade de retenção de vagens. A floração da soja somente é induzida quando ocorrem temperaturas acima de 10°C assim, a floração precoce ocorre em decorrência de temperaturas mais altas de até 40°C, podendo acarretar diminuição na altura de planta. Temperaturas baixas na fase da colheita, associadas a período chuvoso ou de alta umidade, podem provocar atraso na data de colheita (EMBRAPA CPAO, 2015).

Nas condições tropicais, devido à menor variação da temperatura e do dia, a distribuição de chuvas é que geralmente determina a melhor época de semeadura. A época de semeadura da soja indicada pelo Zoneamento Agrícola para o estado de Mato Grosso do Sul é muito ampla, variando de meados de outubro a final de dezembro. De modo geral, o período

preferencial para a semeadura da soja em toda a região, vai de 20 de outubro a 10 de dezembro, mas as realizadas em novembro podem proporcionar maiores produtividades. Entretanto, as semeaduras feitas no final dezembro e começo de janeiro podem ocasionar reduções de rendimento de até 50%, em relação a novembro, em função do regime de chuvas. (EMBRAPA CPAO, 2015).

O milho tem sua produtividade bastante afetada pelo regime de chuvas e por fortes limitações de radiação solar e temperatura na fase final de seu ciclo. Além disso, como o milho safrinha é plantado após uma cultura de verão, a sua data de plantio depende da época do plantio e do ciclo da cultura antecessora dessa cultura e de seu ciclo. Quanto mais tarde for o plantio, menor será o potencial e maior o risco de perdas por seca ou geada no estado de Mato Grosso do Sul. As maiores frequências de altos rendimentos na cultura do milho são os plantios entre a primeira quinzena de fevereiro e a primeira quinzena de março (EMBRAPA CPAO, 2015).

Já para a cultura da soja, houve um aumento nas áreas de alto risco e redução no calendário de épocas de semeadura. Permitindo levantar questionamentos sobre a viabilidade de se utilizar séries climatológicas com durações menores, para representar com maior precisão e confiabilidade o comportamento do tempo e clima atuais (EVANGELISTA *et al.*, 2009).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Para a definição dos municípios a serem analisados, consideraram-se as séries históricas disponíveis de temperatura do ar para os municípios de Campo Grande, Chapadão do Sul, Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste, provenientes das bases do Centro de Monitoramento de Tempo e do Clima de Mato Grosso do Sul (CEMTEC-MS) e do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – AGRITEMPO Guia Clima (Embrapa/Agropecuária Oeste) e o Sistema de Informação Geográfica do Agronegócio SIGA-MS no período de 2008 à 2014.

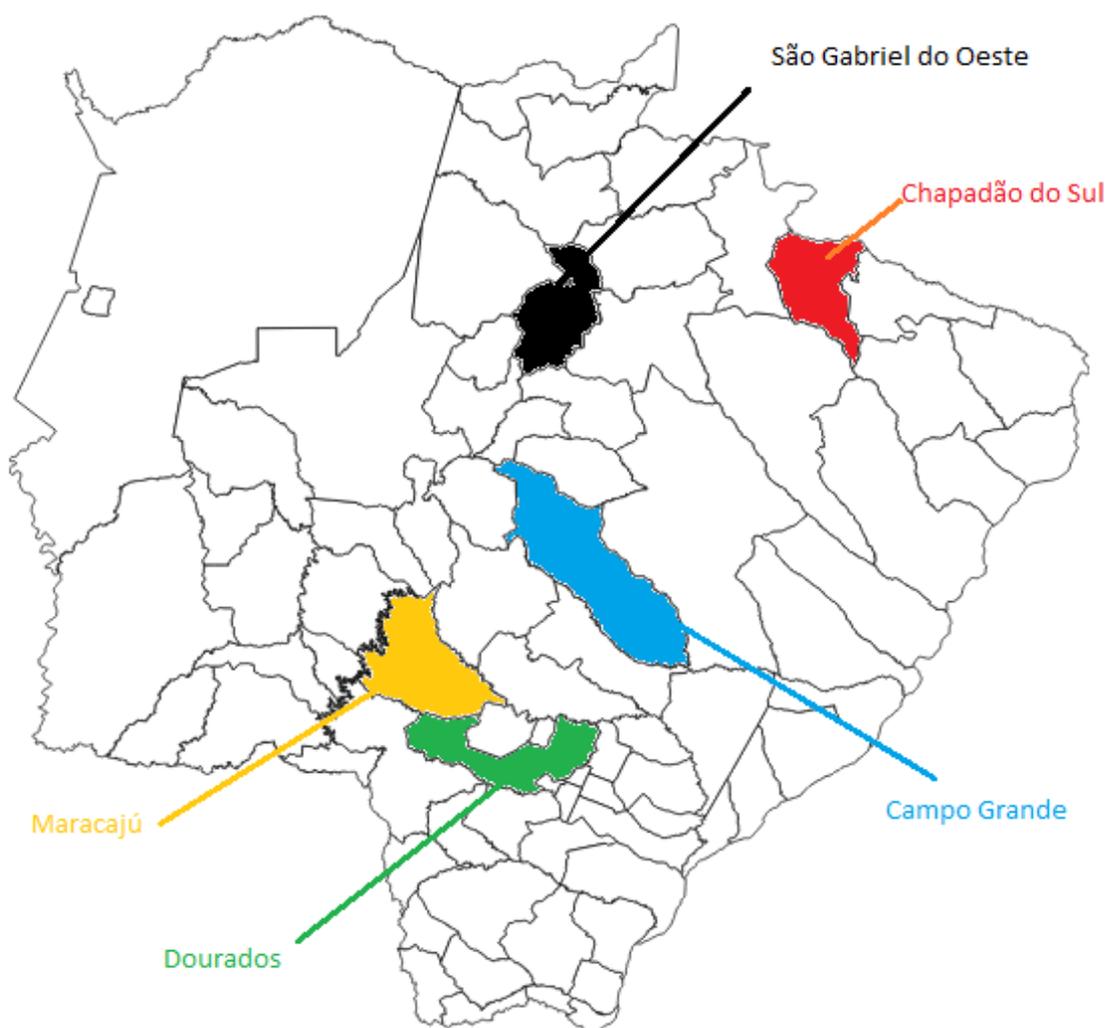


Figura 1: Mapa do estado de Mato Grosso do Sul considerando os municípios escolhidos

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados IBGE Cidades@ (2015)

A escolha dos municípios de Campo Grande (região central); São Gabriel do Oeste (região norte) e Chapadão do Sul (região norte); Dourados (região sul) e Maracaju (região sul); foi com base na disponibilidade dos anos de 2008 a 2014 de informações sobre as séries históricas de temperatura e das áreas destinadas ao plantio das culturas do milho e da soja (Figura 1).

3.2 Fonte de dados climáticos

O Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, órgão responsável no Brasil pela captação, registro e tratamento dos dados meteorológicos que subsidiam as “Normais Climatológicas”, iniciou suas atividades de observações sistemáticas somente a partir do ano de 1910, isso significa dizer que não se tem disponível para todo o território brasileiro ainda um século de dados. Dada tal importância a estes registros históricos de longos períodos, tão importantes e necessários para comparações e a determinação de padrões e condições habituais do clima, bem como, a mensuração de alterações e mudanças na variabilidade, a ausência dessas séries apresenta-se como um problema ainda a ser revolido (DA SILVA, 2011).

As informações e o banco de dados foram obtidos por boletins meteorológicos do Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (CEMTEC-MS) e do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – AGRITEMPO Guia Clima (Embrapa/Agropecuária Oeste) e o Sistema de Informação Geográfica do Agronegócio SIGA-MS.

A análise refere-se ao período de 2008 a 2014, período no qual o CEMTEC-MS, SIGA-MS e AGRITEMPO possuem o monitoramento sistemático dos dados meteorológicos. Cabe ressaltar que, em grande parte das estações utilizadas, as informações são recentes e não utilizam a base de dados ideais que seria de 30 anos. Contudo, a partir de 6 anos estas são chamadas de "Normais Provisórias", tomando como base a rede de estações do INMET sendo possível fazer inferências sobre o clima. Cabe ressaltar que há no Centro-Oeste vinte e sete estações convencionais: uma no Distrito Federal; dez em Goiás; doze no Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul apenas quatro (DA SILVA, 2011).

3.3 Caracterização geográfica dos municípios estudados

Cabe apresentar a posição das cidades com relação à latitude, longitude e tipo de solo. Com relação à altitude, nota-se que quanto maior a altitude menor é a temperatura da região, e quanto menor a altitude, mais elevada à temperatura. Isto decorre basicamente por que os

raios solares ao incidirem sobre a terra apresentam certo comprimento de onda, e ao refletirem de volta para o espaço apresentam um comprimento de onda diferente. Já nas baixas altitudes o ar é mais denso e por isso tem maior capacidade de acumular calor, enquanto que em altas altitudes o ar é mais rarefeito e possui menor capacidade de armazenar calor. A altitude é tão importante para a determinação da temperatura que mesmo em áreas de baixa latitude podem-se encontrar montanhas com neve (Tabela 3), (AYOADE, 2012).

No que se refere à latitude, quanto mais perto dos pólos (norte ou sul), menores as temperaturas das regiões. Além disso, quanto menores as latitudes, maiores as temperaturas. Isto ocorre em virtude dos raios solares serem mais concentrados perto da linha do Equador, visto que atingem uma área menor. Já em grandes latitudes os raios solares são dispersos, pois atingem uma área bem maior (Tabela 1).

Os Latossolos Vermelhos possuem condição física adequada, que aliado ao relevo plano ou suavemente ondulado contribui para a produção das mais diversas culturas climaticamente adaptadas à região. Esses solos, por serem ácidos e distróficos requerem correção de acidez e adubação. Quando de textura argilosa, como os que predominam no município de Dourados, são derivados do basalto (Tabela 1).

Os Latossolos Vermelhos de textura média são solos formados a partir de rochas sedimentares e profundas. São solos de florestas e cerrado. Além disso, estão em regiões em que o relevo é suave. São muito variáveis quanto à fertilidade natural (predominantemente distróficos e álicos) e, mais raramente, eutróficos³, (textura de 15% até mais de 80% de argila); relevo de ocorrência, sendo encontrados em áreas que variam do relevo plano (chapadões) ao montanhoso (45% < declividade < 75%), como alguns segmentos do domínio dos mares dos morros (KER, 2013) (Tabela 1).

Tabela 1: Cidades estudadas de Mato Grosso do Sul, localização e tipo de solo predominante

Municípios	Latitude	Longitude	Altitude	Tipo de solo predominante
Campo Grande	20,45S	54,61W	530	Latossolo Vermelho textura média
Chapadão do Sul	18,80S	52,60W	818	Latossolo Vermelho textura argilosa
Dourados	22,19S	54,91W	469	Latossolo Vermelho textura argilosa
Maracaju	21,61S	55,17W	401	Latossolo vermelho textura argilosa
São Gabriel do Oeste	19,42S	54,55W	647	Latossolo Vermelho textura argilosa e Neossolos textura

Fonte: Elaborado pelo autor com base nas estatísticas da CEMTEC-MS e GUIA CLIMA (2008-2014)

³Outros solos com saturação por bases alta ($V > 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA), (EMBRAPA, 2006).

Os Neossolos são solos pouco evoluídos constituídos por material mineral, ou por material orgânico, com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. No Mato Grosso do Sul geralmente são arenosos.

3.4 Estimativa de temperaturas adversas

A Distribuição de Poisson permite verificar a ocorrência de eventos adversos raros (temperatura). Trata-se de uma distribuição de probabilidade variável aleatória discreta que expressa a probabilidade de uma série de eventos ocorrerem num determinado período de tempo, sendo que estes eventos ocorrem independentemente de quando ocorreu o último evento. Ademais, a distribuição também é adequada para indicar tendências e para se obter resultados rápidos com maior precisão (ASSIS, 1996).

Identificar este fator pode ser importante para determinar qual período poderia ser o mais indicado para o plantio, bem qual região é mais vulnerável a mudanças de temperatura.

A distribuição de Poisson é representada pela seguinte equação de probabilidade:

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad (1)$$

Em que:

x = valor número de ocorrências de uma variável aleatória de um evento em um intervalo;

λ = taxa de ocorrência (número esperado de eventos) de dias de evento climático adverso por período;

$P(x)$ = probabilidade de ocorrência do evento;

e = base do logaritmo natural ($e = 2.71828...$);

Para o cálculo da frequência esperada, utilizou-se a expressão:

$$Fe = p(x) \cdot \sum F \quad (2)$$

Onde:

Em que Fe é a frequência esperada;

$P(x)$ é a probabilidade de ocorrência do evento climático adverso;

F = número de períodos com ocorrência do evento climático adverso.

A partir da distribuição de Poisson é possível verificar se as ocorrências climáticas podem impactar no rendimento da cultura do milho e da soja no estado de Mato Grosso do Sul.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises da variação de temperatura ao longo dos meses no período de 2008 a 2014

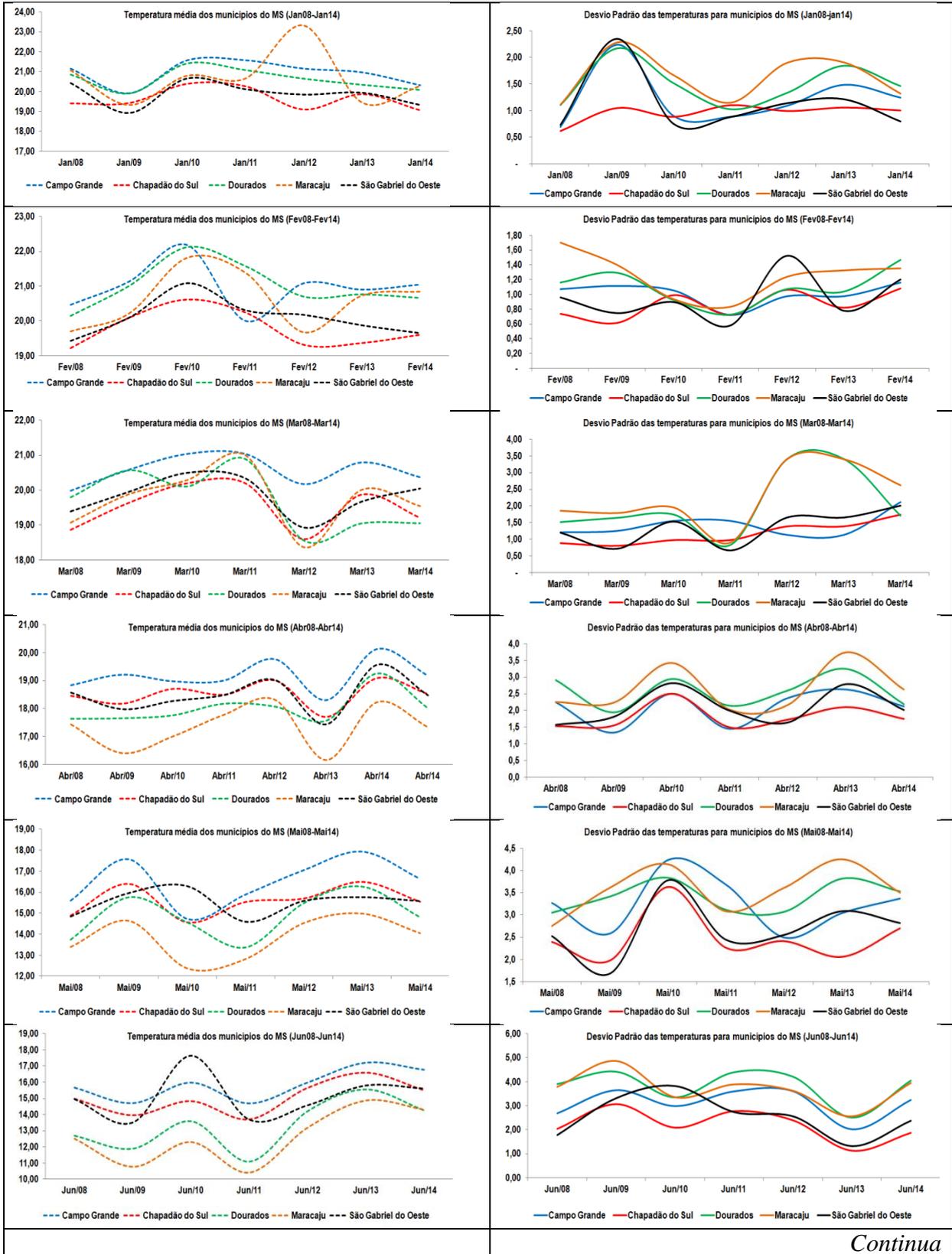
O estado de Mato Grosso do Sul está numa área de transição climática, sofrendo a atuação de diversas massas de ar, o que implica em contrastes térmicos acentuados espaciais, ou seja, a região está numa zona de encontro de diversas massas que atuam no território brasileiro (EMBRAPA CPAO, 2015).

A Figura 2 apresenta os valores das temperaturas mínimas e os respectivos desvios de padrão para Campo Grande, Chapadão do Sul, Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste, para todos os meses do ano no período de 2008 a 2014.

Ao analisar as temperaturas médias mínimas ao longo de janeiro de 2008 a janeiro de 2014, observou-se que Campo Grande e Dourados apresentaram as maiores médias de temperatura mínima, enquanto Chapadão do Sul e São Gabriel do Oeste apresentaram as menores médias de temperaturas mínimas. Vale ressaltar que Maracaju apresentou em 2012, médias mais elevadas de temperaturas mínimas.

Em termos de variabilidade de temperatura mínima utilizou-se o desvio padrão para verificar a oscilação nos municípios. Pode-se observar ainda que Chapadão do Sul apresentou estabilidade de temperatura mínima no mês de análise. Já Maracaju, apresentou maior variabilidade de temperatura mínima média. Em janeiro de 2009 foram observadas as maiores altas de temperatura média mínima para Campo Grande, Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste (Figura 2).

Para o mês de fevereiro ao longo do período observou-se que em Campo Grande, Dourados e Maracaju apresentaram as temperaturas médias mínimas mais elevadas. Já Chapadão do Sul e São Gabriel apresentaram as menores temperaturas mínimas médias. Em termos de variabilidade climática com base nos desvio padrão, observou-se que as temperaturas médias mínimas apresentaram um comportamento oscilatório. São Gabriel do Oeste foi o município com maiores oscilações (Figura 2).



Continua

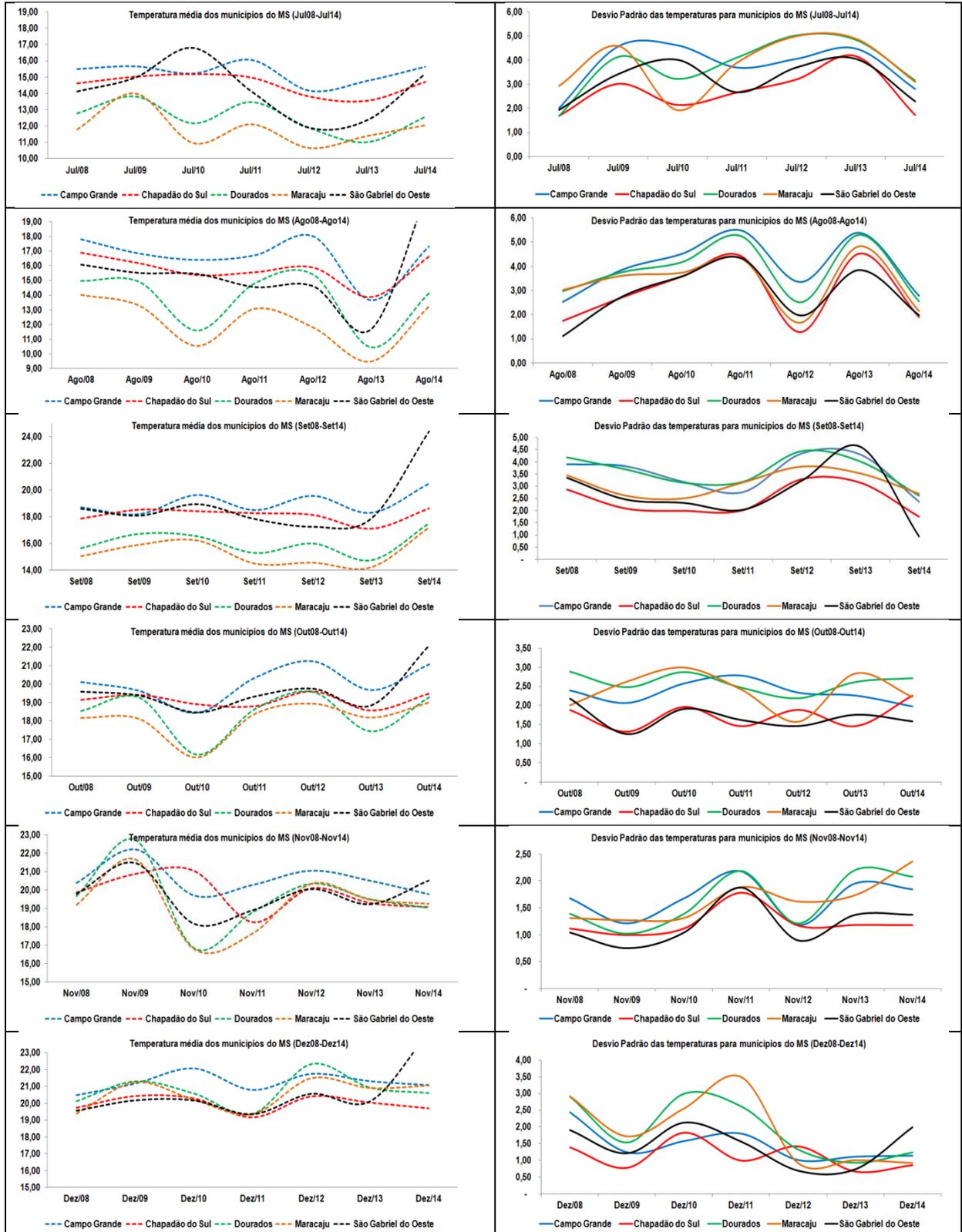


Figura 2: Média das temperaturas mínimas diárias dos municípios escolhidos de Mato Grosso do Sul entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Para o mês de março observou-se que Campo Grande apresentou as temperaturas médias mínimas mais elevadas. Em termos de desvio padrão, Dourados e Maracaju foram os municípios que apresentaram as maiores variabilidades em março de 2012/2013, enquanto que Campo Grande, Chapadão do Sul e São Gabriel do Oeste não apresentaram oscilações extremas de temperaturas médias mínimas. Isto pode representar perdas durante o plantio, desenvolvimento e colheita de soja e milho, principalmente para os municípios de Dourados e Maracaju (Figura 2).

De maneira geral, os municípios escolhidos no Mato Grosso do Sul apresentaram um comportamento parecido durante o mês de abril. Campo Grande apresentou as maiores médias mínimas de temperatura, enquanto que Maracaju apresentou as menores médias mínimas. Vale ressaltar que em abril de 2013 todos os municípios tiveram uma queda de temperatura média mínima, mas voltaram a crescer em abril de 2014. Pode-se inferir ainda que o comportamento da variabilidade de temperatura segue um mesmo comportamento em todos os municípios analisados. Estas quedas de temperatura podem incorrer em perdas para a produção (Figura 2).

Durante o mês de maio, Campo Grande apresentou a maior temperatura média mínima, enquanto Maracaju foi o município que apresentou a menor média mínima histórica de temperatura. Em termos de desvio, os municípios apresentaram um comportamento oscilatório diverso (Figura 2).

Em junho, Maracaju e Dourados apresentaram possibilidades de geadas mais drásticas se comparados aos demais municípios. Campo Grande, Dourados, Chapadão e Maracaju apresentaram um mesmo comportamento de temperatura mínima, enquanto que São Gabriel do Oeste teve uma temperatura mínima crescente, o que pode contribuir para o desenvolvimento melhor da cultura do milho (Figura 2).

No mês de julho, Dourados e Maracaju apresentaram as menores temperaturas médias mínimas, enquanto que Chapadão do Sul, Campo Grande e São Gabriel do Oeste apresentaram temperaturas médias mínimas mais elevadas. Em termos de desvio de temperatura pode-se observar que Campo Grande e São Gabriel do Oeste apresentaram um comportamento parecido no mês de análise. Dourados e Maracaju apresentaram uma possibilidade maior de geadas do que os demais municípios (Figura 2).

Campo Grande, Chapadão do Sul e São Gabriel do Oeste apresentaram, em agosto, as maiores médias mínimas de temperatura, enquanto que Dourados e Maracaju apresentaram as

menores médias mínimas. Em termos de variabilidade de temperatura mínima média, os municípios apresentaram um comportamento parecido com uma inversão de curvas em agosto de 2011, 2012 e 2013. Estas inversões podem afetar a produtividade das lavouras, visto que existem grandes oscilações de temperatura (Figura 2).

As temperaturas mínimas médias em setembro mais uma vez foram menores para Dourados e Maracaju se comparados aos demais municípios. Vale ressaltar que São Gabriel do Oeste tem a maior variabilidade, principalmente em setembro de 2013 e 2014 (Figura 2).

Em outubro, Chapadão do Sul e São Gabriel do Oeste de maneira geral apresentaram temperaturas mínimas médias mais estáveis, enquanto que Dourados e Maracaju as temperaturas médias mínimas foram menores. Para os municípios em questão, ocorreram oscilações nas temperaturas, porém não tiveram alternâncias drásticas de temperatura. Isto indica que as temperaturas podem não afetar o período de plantio e desenvolvimento das plantas neste mês específico (Figura 2).

No mês de novembro de 2010 ocorreu uma queda de temperatura média mínima para os municípios de Campo Grande, Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste. Já o município de Chapadão do Sul apresentou um aumento de temperatura média mínima. Ao analisar a variabilidade de temperatura mínima pode perceber uma estabilidade em novembro de 2008, 2009 e 2010. Mas em novembro de 2011, 2012 e 2013 foram observadas inversões de temperatura mínimas médias. Essa variação impactou nos rendimentos das plantas (Figura 2).

As temperaturas médias mínimas apresentaram certa estabilidade em dezembro, sendo que o município de Campo Grande apresentou as temperaturas médias mínimas mais elevadas. A variabilidade de temperatura ficou estável a partir em dezembro de 2012, 2013 e 2014. Antes, porém ocorreram várias oscilações de temperatura, sendo que Maracaju e Dourados foram os municípios que tiveram as maiores oscilações (Figura 2).

4.2 Análise da temperatura média mínima geral dos municípios escolhidos no período de 2008 a 2014

Para efeito de análise, as geadas para a cultura do milho referem-se às temperaturas mínimas abaixo de 10°C, ou seja, para cada dia do mês em estudo significa que se existir um dia em que sua temperatura for menor que 10°C e desde que ocorra quatro vezes no mês, isto prejudica o desenvolvimento da planta. Já para a soja, a análise considerou temperaturas médias mínimas de até 14°C com uma frequência de três vezes no mesmo mês, visto que abaixo desta temperatura ocorrem perdas em termos de desenvolvimento da soja.

Para o risco de ocorrência de geadas foram consideradas temperaturas mínimas de até 14°C no abrigo meteorológico para atender o rigor de suscetibilidade da cultura da soja e de até 10°C para atender o rigor de suscetibilidade da cultura do milho (ASTOLPHO, 2003).

O plantio da soja ocorre nos meses de outubro a dezembro, enquanto que a colheita ocorre entre os meses de janeiro e abril. Assim, as condições ótimas de temperatura para o desenvolvimento da cultura da soja estão entre 20°C e 30°C, sendo 30°C a temperatura a condição ideal. A faixa de temperatura do solo adequada para semeadura varia de 20°C a 30°C, sendo 25°C a temperatura ideal para rápida e uniforme emergência das plântulas.

A partir da Figura 3, pode-se fazer uma relação entre a temperatura média mínima para o período de plantio e colheita do milho e da soja nos municípios de Campo Grande, Chapadão do Sul, Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste no período de abril de 2008-2014 a outubro de 2008-2014.

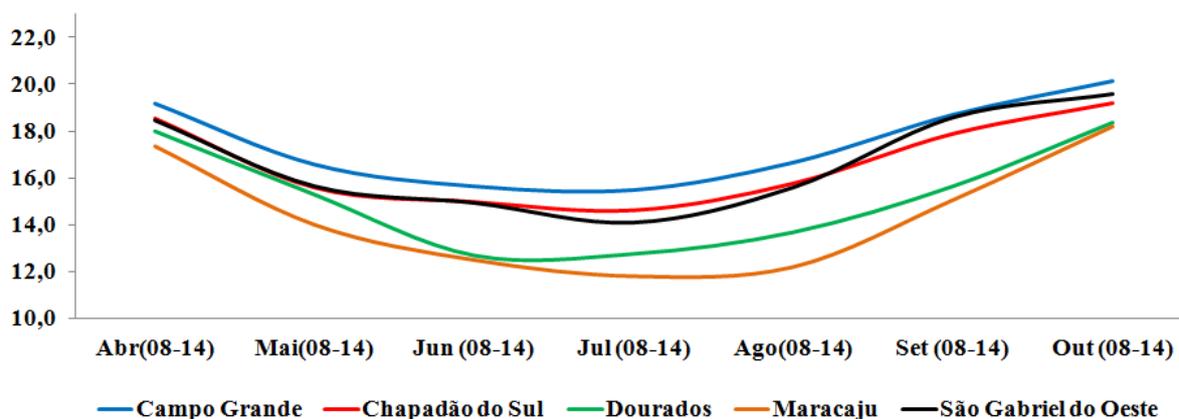


Figura 3: Média das temperaturas mínimas diárias dos municípios escolhidos de Mato Grosso do Sul entre abril (2008-2014) e outubro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Assim, pode-se observar que as temperaturas mínimas estão dentro do padrão necessário para o desenvolvimento das plantas, contudo alguns municípios como Dourados e Maracaju possuem temperaturas mínimas menores se comparados aos municípios de Campo Grande, Chapadão do Sul e São Gabriel do Oeste. Isto pode implicar em diferenciar regiões quanto às questões referentes ao plantio, desenvolvimento da planta e colheita, além de necessitar de possivelmente outra espécie de cultivares (Figura 3).

Campo Grande, Chapadão do Sul e São Gabriel do Oeste apresentaram temperaturas médias mínimas de (19°C e 20°C) necessárias no período de plantio (outubro a dezembro) da soja. Isto significa que na maior parte do período analisado, os municípios estão dentro do limite necessário para a germinação da soja. Já os municípios de Dourados e Maracaju apresentaram temperaturas menores que 19°C. Isto significa que estes municípios podem ter um atraso na germinação das plantas, e por consequência alterar o período de semeadura ou ter custos maiores com espécies de cultivares diferentes, bem como perdas de produtividade (Figura 3).

Com relação ao período de desenvolvimento da planta (entre janeiro e março) pode-se observar que Chapadão do Sul e São Gabriel do Oeste apresentou temperaturas menores se comparadas a Campo Grande, Dourados e Maracaju. Dourados e Maracaju apresentam maior variabilidade de temperatura mínima no período de desenvolvimento da mesma, atrapalhando o desenvolvimento da planta, principalmente, a floração da soja que ocorre a partir de temperaturas acima de 13°C (Figura 3).

Com relação ao período da colheita, principalmente em abril, observou-se que Campo Grande apresenta temperaturas médias mínimas mais elevadas, enquanto os demais municípios têm uma queda na sua temperatura mínima (Figura 3).

De forma a corroborar as informações acima supracitadas sobre temperatura para a cultura do milho e da soja nos municípios escolhidos de Mato Grosso do Sul, verificou-se que a intensidade dos meses e dias de frio com temperaturas entre 10°C a 14°C concentraram-se nos meses de abril a outubro, sendo o mês de junho com menor temperatura mínima - média de 11°C e isto ocorre praticamente em todos os meses de junho dos anos analisados (Figura 3).

4.3 Distribuição mês a mês do número de geadas nos municípios escolhidos no período de 2008 a 2014

Como ressaltado a soja é um dos cereais mais cultivados no Brasil e tem período do ano específico para plantio que vai de outubro a dezembro, enquanto que a colheita ocorre entre os meses de janeiro e abril. Na análise considerou temperaturas médias mínimas de até 14°C para caracterizar geadas, pois abaixo desta temperatura ocorrem perdas para a cultura. Para o risco de ocorrência de geadas foram consideradas temperaturas mínimas de até 14°C no abrigo meteorológico para atender o rigor de suscetibilidade da cultura da soja (ASTOLPHO, 2003). As condições ótimas de temperatura para o desenvolvimento da cultura

da soja estão entre 20°C e 30°C, sendo 25°C a temperatura ideal para rápida e uniforme emergência das plântulas.

Campo Grande apresentou maior incidência de geadas no mês de junho, compreendendo um total de 30 geadas registradas no período com variação de 1 a 7 geadas. Os meses de maio e junho foram os que apresentaram as maiores temperaturas mínimas drásticas e o maior número de incidências de geadas. Porém, para um melhor rendimento da planta pode-se sugerir que o mês de outubro seja a melhor época para a semeadura, pois isto pode implicar em não ocorrências de perdas para a cultura da soja em função da temperatura (Tabela 2).

Tabela 2: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em Campo Grande-MS no período de 2008 a 2014

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2008	0	0	0	1	6	7	4	2	6	0	0	0	26
2009	0	0	0	0	2	5	3	4	3	0	0	0	17
2010	0	0	0	2	7	5	1	4	2	0	0	0	21
2011	0	0	0	0	0	6	4	3	1	0	0	0	14
2012	0	0	0	0	3	5	6	3	4	0	0	0	21
2013	0	0	0	1	3	1	3	3	2	1	0	0	14
2014	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	4
TOTAL	0	0	0	6	22	30	21	19	18	1	0	0	117

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Caso o produtor prefira os meses de novembro e dezembro para plantio, isto sim pode implicar na redução no desenvolvimento e colheita da soja, visto que as baixas temperaturas podem reduzir a produtividade. Segundo a Embrapa (2009), temperaturas baixas na fase da colheita podem provocar atrasos na data de colheita, bem como haste verde e retenção foliar na soja (Tabela 2).

O mês de maior ocorrência de geadas para soja em Chapadão do Sul foi maio com 37 geadas no período. Vale ressaltar que foram observadas a ocorrência de 1 a 10 dias de geadas. Comparativamente Chapadão do Sul apresentou número de geadas superior a Campo Grande, mas com temperaturas mínimas nos meses de maio e julho. Para Chapadão do Sul, observou-se que é mais vantajoso a semeadura da soja no mês de outubro, em razão de não ocorrer perdas em função da temperatura baixa. Além disso, não foram encontradas geadas no período de desenvolvimento da planta e colheita, que por sua vez deixou de levar a perdas de produtividade da planta (Tabela 3).

Tabela 3: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em Chapadão do Sul-MS no período de 2008 a 2014

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2008	0	0	0	0	5	3	9	2	4	0	0	0	23
2009	0	0	0	0	2	5	3	5	1	0	0	0	16
2010	0	0	0	3	10	4	7	3	1	0	0	0	28
2011	0	0	0	0	10	10	6	5	1	0	1	0	33
2012	0	0	1	0	2	5	8	3	2	0	0	0	21
2013	0	0	0	2	3	0	4	7	4	0	0	0	20
2014	0	0	0	0	5	3	6	2	0	0	0	0	16
Total	0	0	1	5	37	30	43	27	13	0	1	0	167

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Dourados apresentou um número de geadas superior aos municípios de Campo Grande e Chapadão e o mês de junho com 60 geadas registradas foi o mês com maior incidência. Vale ressaltar que a ocorreu um mínimo de 1 geada e máximo de 15 geadas. Isto significa que o inverno é mais rigoroso em Dourados se comparados a Campo Grande e Chapadão do Sul (Tabela 4).

Para Dourados, pode-se inferir que diferentemente de Campo Grande e Chapadão do Sul, o melhor período de semeadura é novembro, isto indica que se o produtor de Dourados optar por esse mês poderá haver menores perdas em termos de desenvolvimento da planta, e consequentemente melhor rendimento. Se optar por outubro pode ocorrer riscos de ocorrências extraordinárias de baixas temperaturas noturnas, que por sua vez pode levar a perdas de produtividade (Tabela 4).

Tabela 4: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em Dourados-MS no período de 2008 a 2014

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2008	0	0	0	4	9	10	13	3	8	2	0	2	51
2009	0	0	0	0	3	7	6	4	8	2	0	0	30
2010	0	0	0	3	12	8	12	10	5	9	4	1	64
2011	0	0	0	1	11	15	5	3	11	0	0	1	47
2012	0	0	1	1	1	5	5	4	5	0	0	0	22
2013	0	0	1	9	5	10	10	6	4	4	0	0	49
2014	0	0	0	0	5	5	7	1	0	0	0	0	18
Total	0	0	2	18	46	60	58	31	41	17	4	4	281

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

O município de Maracaju apresentou um número de geadas superior aos municípios de Campo Grande, Chapadão do Sul e Dourados, sendo o mês de agosto o período de maior incidência com 91 geadas registradas. Em Maracaju foi verificado que o número máximo de geadas foram de 23 dias no mês de agosto de 2012. De forma comparativa Maracaju apresenta um inverno mais rigoroso que os demais municípios analisados do Mato Grosso do Sul. Isto significa que se o produtor de Maracaju optar por esse mês poderá incorrer em menores perdas em termos de desenvolvimento da planta, e conseqüentemente melhor rendimento da planta na colheita, porém poderá haver perdas quanto à germinação da planta (Tabela 5).

Tabela 5: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em Maracaju-MS no período de 2008 a 2014

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2008	0	0	0	2	11	12	13	11	11	0	0	3	63
2009	0	0	0	0	2	11	5	0	0	0	0	0	18
2010	0	0	0	7	7	15	18	16	7	4	3	1	78
2011	0	0	0	1	11	10	12	9	12	1	0	3	59
2012	0	0	1	0	9	11	10	23	11	0	0	0	65
2013	0	0	1	8	4	9	13	13	10	3	0	0	61
2014	0	0	0	4	11	6	15	19	3	0	0	0	58
Total	0	0	2	22	55	74	86	91	54	8	3	7	402

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

São Gabriel do Oeste apresentou um número de geadas parecido com o município de Dourados, registrando 64 geadas, sendo o mês de maior ocorrência em julho, no período analisado (Tabela 6).

Tabela 6: Número de ocorrência de geadas para a cultura da soja em São Gabriel do Oeste-MS no período de 2008 a 2014

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2008	0	0	0	0	11	11	18	2	3	0	0	0	45
2009	0	0	0	0	3	9	2	3	3	0	0	0	20
2010	0	0	0	3	7	3	5	5	1	0	1	1	26
2011	0	0	0	1	12	14	12	3	1	0	0	0	43
2012	0	0	2	0	2	8	10	7	4	0	0	0	33
2013	0	0	0	5	2	4	10	9	3	0	0	0	33
2014	0	0	0	0	7	5	7	0	0	0	0	1	20
TOTAL	0	0	2	9	44	54	64	29	15	0	1	2	220

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

São Gabriel do Oeste, assim como Campo Grande e Dourados, apresenta o mês de outubro como a melhor época para semeadura da soja, visto que este mês é o que tem baixa

ocorrência de geadas. Isto significa que o produtor, ao fazer a semeadura neste mês, menores perdas em termos de germinação da planta. Assim, do ponto de vista da temperatura, o ideal é aproveitar este mês para propiciar o melhor desenvolvimento e colheita da soja (Tabela 6).

Dentre os cereais cultivados no Brasil, o milho é o mais expressivo, pois apresenta duas safras, 1ª e 2ª safra. A 1ª safra tem seu plantio entre setembro e outubro, já a 2ª safra tem o seu plantio entre março e abril. Portanto, entre plantio, desenvolvimento e colheita, o milho tem sua ocorrência durante o ano todo. Assim como na soja, a temperatura é extremamente relevante para o desempenho da cultura do milho, pois interfere nas condições de crescimento e desenvolvimento da planta.

Em períodos em que a temperatura é mais elevada, o processo metabólico da planta é mais acelerado e nos períodos mais frios este processo tende a cair. Nesse sentido, essas oscilações são toleradas desde que a temperatura fique entre 10°C e 30°C. Desta forma, temperaturas abaixo de 10°C, por períodos longos, comprometem o desenvolvimento do milho, pois este se torna quase nulo. Enquanto que com temperaturas acima de 30°C, por períodos longos, durante a noite, a produtividade tende a cair. A temperatura considerada ideal para o desenvolvimento do milho, da germinação à floração, está entre 24°C e 30°C (EMBRAPA, 2010).

Para o município de Campo Grande é interessante perceber que o plantio da 1ª safra do milho ocorre entre os meses de setembro e outubro, o que é mais vantajoso, pois o risco de se ter temperaturas baixas no período de plantio, desenvolvimento e de colheita da planta é mínimo (Tabela 7).

Tabela 7: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em Campo Grande-MS no período de 2008 a 2014

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2008	0	0	0	0	1	2	0	0	4	0	0	0	7
2009	0	0	0	0	1	4	4	0	0	0	0	0	9
2010	0	0	0	0	5	2	8	4	0	0	0	0	19
2011	0	0	0	0	1	3	3	6	0	0	0	0	13
2012	0	0	0	0	1	3	6	1	1	0	0	0	12
2013	0	0	0	0	0	0	5	10	2	0	0	0	17
2014	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	4
TOTAL	0	0	0	0	11	15	27	21	7	0	0	0	81

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Pode-se sugerir ainda que o produtor de Campo Grande deva programar sua semeadura no mês de outubro, visto que neste mês não tem grandes incidências de dias de geada para o milho. Porém se o produtor optar pela 2ª safra pode ocorrer riscos de perdas em função de temperaturas baixas (a baixo de 10°C), pois em julho e agosto tem-se uma maior incidência de geadas. Isto pode implicar em maiores perdas de produtividade de milho no município (Tabela 7).

O município de Chapadão do Sul apresentou um número menor de geadas. Observou-se que existem menos dias de geada se comparado a Campo Grande, sendo o número máximo de 5 geadas. Chapadão do Sul, assim como o município de Campo Grande, apresentou um menor risco para o plantio da 1ª safra do milho, pois não ocorreu a incidência de temperaturas baixas no período de semeadura, desenvolvimento e colheita. Vale ressaltar que em Chapadão do Sul, o período de semeadura deve preferencialmente ser no mês de outubro, pois não ocorrem geadas neste mês. Entretanto, caso os produtores optem por setembro, isto pode implicar em atrasos no período de germinação do milho. Para a 2ª safra do milho, os produtores do município também deveriam optar pelo plantio no mês de março. Caso atrasem o plantio estes podem levar a perdas no rendimento da planta (Tabela 8).

Tabela 8: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em Chapadão do Sul-MS no período de 2008 a 2014

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2008	0	0	0	0	2	2	0	0	4	0	0	0	8
2009	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	0	8
2010	0	0	0	0	3	2	1	4	0	0	0	0	10
2011	0	0	0	0	0	3	2	5	0	0	0	0	10
2012	0	0	0	0	2	1	4	0	1	0	0	0	8
2013	0	0	0	0	1	0	5	5	1	0	0	0	13
2014	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3
TOTAL	0	0	0	0	11	12	17	14	6	0	0	0	60

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Dourados apresenta uma variabilidade de temperatura maior se comparado aos municípios de Campo Grande e Chapadão do Sul, com um número máximo de 13 geadas. Assim, como Campo Grande e Chapadão do Sul, Dourados apresentou um menor risco para o plantio da 1ª safra do milho, uma vez que o plantio é feito entre setembro e outubro, época de menor incidência de temperaturas baixas no período de semeadura, desenvolvimento e colheita. Sugere-se novamente que o produtor faça a semeadura da 1ª safra no mês de outubro, em virtude da não ocorrência de geadas neste mês. Entretanto, caso antecipe para setembro

poderá ocorrer perdas em virtude do atraso na germinação da planta. Para a 2ª safra do milho, o melhor período para plantio é o mês de abril, contudo, o rendimento da planta pode ser prejudicado em função de períodos de frio durante o desenvolvimento e colheita da planta (Tabela 9).

Tabela 9: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em Dourados-MS no período de 2008 a 2014

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2008	0	0	0	0	5	9	0	2	9	0	0	0	25
2009	0	0	0	0	3	11	7	0	0	0	0	0	21
2010	0	0	0	0	9	4	9	11	2	0	0	1	36
2011	0	0	0	0	7	8	7	10	2	0	0	0	34
2012	0	0	1	0	2	7	12	3	4	0	0	0	29
2013	0	0	0	0	6	2	9	13	5	0	0	0	35
2014	0	0	0	0	5	5	7	1	0	0	0	0	18
TOTAL	0	0	1	0	37	46	51	40	22	0	0	1	197

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

O município de Maracaju apresenta um número maior de geadas se comparado aos demais municípios escolhidos do Mato Grosso do Sul, pode-se inferir que em Maracaju o inverno é mais rigoroso. Em Maracaju, assim como demais municípios, o plantio da 1ª safra é o mais recomendável, pois há um menor risco de temperaturas baixas. Assim, pode ter o seu desenvolvimento e a colheita sem o impacto de temperaturas baixas. Sugere-se que o produtor faça a semeadura tanto no mês de outubro quanto em novembro, pois como já ressaltado há poucas incidências de geadas. Com relação à 2ª safra, o melhor período tanto pode ser março quanto abril, visto que nestes meses não ocorreu à incidência de muitos dias de geadas, porém este tipo de milho da 2ª safra, tem grandes chances de ser atingido pela mudança de temperatura (Tabela 10).

Tabela 10: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em Maracaju-MS no período de 2008 a 2014

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2008	0	0	0	0	5	7	11	3	7	0	0	0	33
2009	0	0	0	0	2	11	5	0	0	0	0	0	18
2010	0	0	0	0	11	4	9	11	0	2	0	0	37
2011	0	0	0	0	7	14	9	10	2	0	0	0	42
2012	0	0	1	0	3	5	13	5	3	0	0	0	30
2013	0	0	0	1	6	1	9	13	2	0	0	0	32
2014	0	0	0	0	4	4	6	2	1	0	0	0	17
TOTAL	0	0	1	1	38	46	62	44	15	2	0	0	209

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

São Gabriel do Oeste apresenta uma variabilidade climática parecida com o município de Campo Grande, ou seja, este município apresentou poucos dias com temperaturas mínimas reduzidas e pouca incidência de geadas, sendo o máximo de 9 geadas observadas no mês de agosto de 2013.

Tabela 11: Número de ocorrência de geadas para a cultura do milho em São Gabriel do Oeste-MS no período de 2008 a 2014

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2008	0	0	0	0	1	2	0	0	3	0	0	0	6
2009	0	0	0	0	0	5	4	0	0	0	0	0	9
2010	0	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	8
2011	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	0	9
2012	0	0	0	0	2	2	9	1	1	0	0	0	15
2013	0	0	0	0	4	0	8	9	1	0	0	0	22
2014	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	4
TOTAL	0	0	0	0	9	13	25	21	5	0	0	0	73

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

4.4 Análise dos impactos de temperaturas adversas sobre as culturas da soja e do milho

Nas seções anteriores verificou-se o comportamento da temperatura média mínima, quais meses de maiores incidências e qual o melhor período para sementeiras das culturas. Contudo, o que realmente pode impactar de forma drástica sobre as culturas da soja e do milho são as mudanças de temperatura adversas. Isto quer dizer que quedas abruptas com vários dias em sequência com temperaturas muito baixas podem prejudicar sobremaneira o plantio, desenvolvimento e colheita da soja e do milho. E para verificar estas mudanças adversas utilizou a Distribuição de Poisson como forma de cálculo.

Nesse sentido, visando o mapeamento de riscos de ocorrência de friagens e geadas, foram considerados 8 diferentes níveis de temperaturas mínimas absolutas anuais, variando de 0 a 14°C no abrigo meteorológico, para atender o rigor de suscetibilidade dessas culturas. A adoção desses níveis como limite baseou-se na diferença média entre a temperatura do ar no abrigo meteorológico e a temperatura da relva, em noites de geada, citada por diversos autores como BRUNINI e CAMARGO (2000) e, SILVA e SENTELHAS (2001) na ordem de 5°C. Desta maneira, foram calculadas as probabilidades pontuais de ocorrência de temperaturas inferiores a estes níveis para os 5 municípios citados neste trabalho do estado de Mato Grosso do Sul.

De acordo com a classificação de Köppen⁴, a maior parte do estado de Mato Grosso do Sul se enquadra como de Aw, ou seja, clima tropical com temperaturas elevadas com chuva no verão e seca no inverno (VIANELLO, 2000). As médias de temperatura dos meses são maiores que 20°C e no mês mais frio do ano as mínimas são menores que 18°C.

O fato de Mato Grosso do Sul, ter à sua posição mais meridional dentro do Centro-Oeste, tendo ao norte o domínio das massas tropicais e equatoriais e ao sul as massas tropicais e polares, nota-se que quase todo o estado possui chuvas concentradas na primavera/verão e escassas no outono/inverno podendo influenciar diretamente nas produções destas culturas, através do clima de temperatura mínima (ZAVATTINI, 2009).

Os meses com as maiores ocorrências de geadas em Campo Grande no período analisado foram em maio, junho e julho. Além disso, os meses de junho e julho foram os que apresentaram os dias mais frios. Tendo assim o número máximo de geadas verificado nos anos de 2008 e 2019 com 10 geadas (Figura 4).

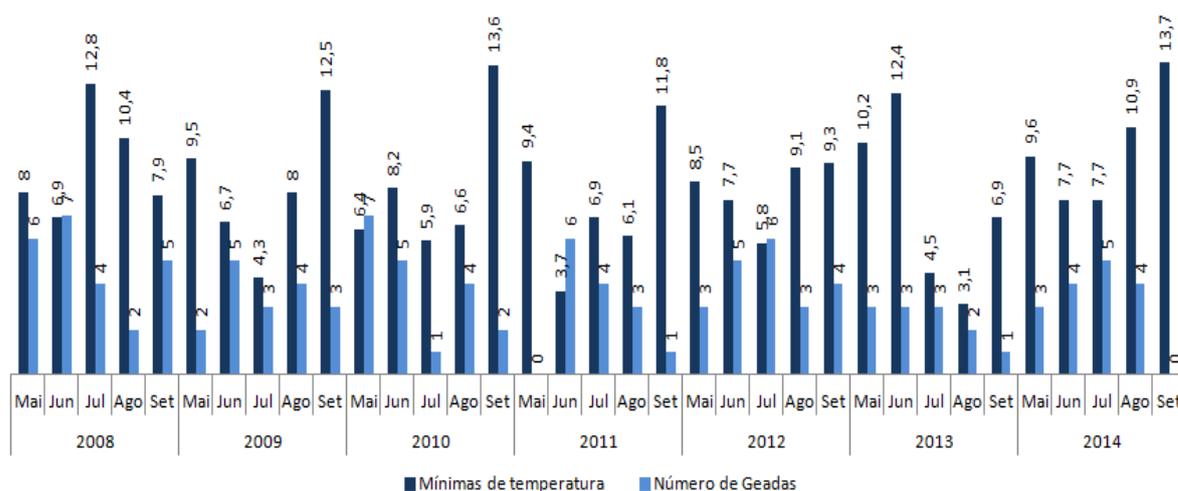


Figura 4: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em Campo Grande-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Ao se utilizar a Distribuição de Poisson para verificar a predominância de temperaturas adversas considerando as temperaturas mínimas de até 14°C para a cultura da soja em Campo Grande, observou-se que a probabilidade mais recorrente é de ocorrência de

⁴ Wladimir Köppen (1846-1940) foi um biólogo nascido na Rússia que dedicou a maior parte de sua vida aos estudos climáticos. Utilizando o mapa de vegetação mundial de De Candolle (1855), aceitou a vegetação natural como a melhor expressão do clima. Em 1901, publicou sua primeira classificação, que foi aperfeiçoada e incorporada para a temperatura, chuva e características sazonais, procurando levar em conta a precipitação efetiva, ao considerar a chuva nas estações quente e fria (SÁ JUNIOR, 2009).

uma a três mudanças drásticas de temperatura no período de 2008 a 2014. De maneira geral a probabilidade é de 30,25% de uma mudança drástica de temperatura (geada), 26,60% de duas mudanças drásticas (geadas) são de 14,70% para três mudanças drásticas (geadas) (Figura 5).

Embora em Campo Grande existam dias com baixa temperatura é possível verificar que as alternâncias drásticas de temperatura têm probabilidade maior de ocorrer entre uma e três vezes. Isto implica em poucas perdas para a cultura da soja, pois esta tem seu ciclo de desenvolvimento entre os meses de outubro e abril. Contudo, caso o produtor antecipe o plantio para setembro, a cultura da soja pode incorrer em perdas, visto que ainda pode estar dentro do período de risco de geadas. (Figura 5).

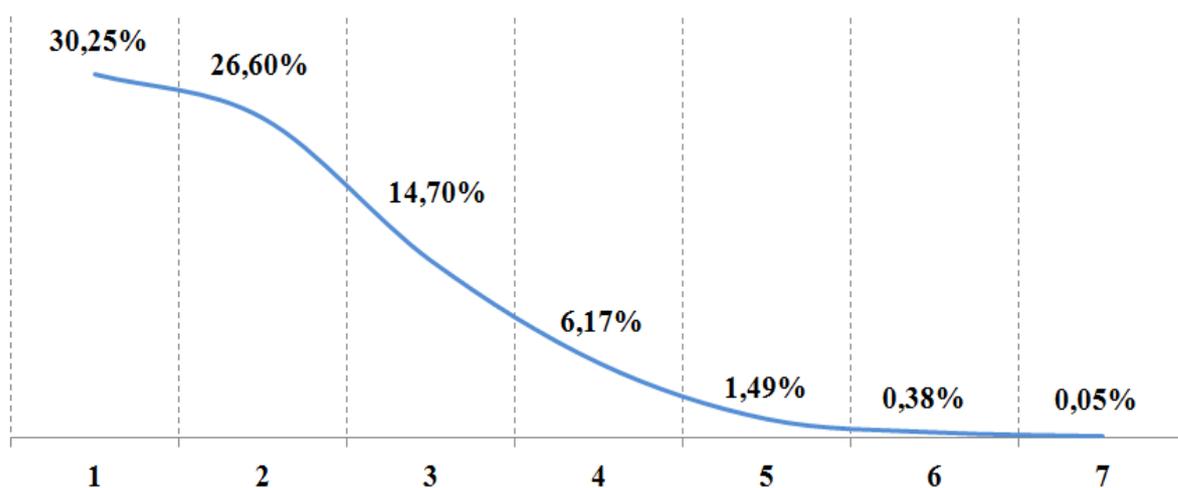


Figura 5: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em Campo Grande-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Esse clima mais ameno em Campo Grande deve-se a retração do ar frio proveniente da progressão da massa tropical atlântica rumo ao Noroeste, que passa a dominar os planaltos do Sudeste e do Centro-Oeste, no período de inverno. As baixas pressões, as altas intensidades de radiações solares e as incidências variáveis de massas de ar (tropicais do Atlântico, equatoriais continentais), são responsáveis pelas chuvas e as massas polares da Antártica responsáveis pelas baixas temperaturas de junho/agosto, porém menos intensas (ZAVATTINI, 2009).

Em Chapadão do Sul a temperatura mínima não teve um padrão, visto que ocorreram temperaturas baixas em maio, junho, julho e agosto. Em termos de número de geadas também

foram verificadas que estas podem ocorrer nos meses de maio, junho, julho e agosto. Sendo que no ano de 2011 em que se observou a maior parte de dias com geada (10 dias). Chapadão do Sul, assim como Campo Grande, apresenta invernos menos rigorosos se comparados aos demais municípios (Figura 6).

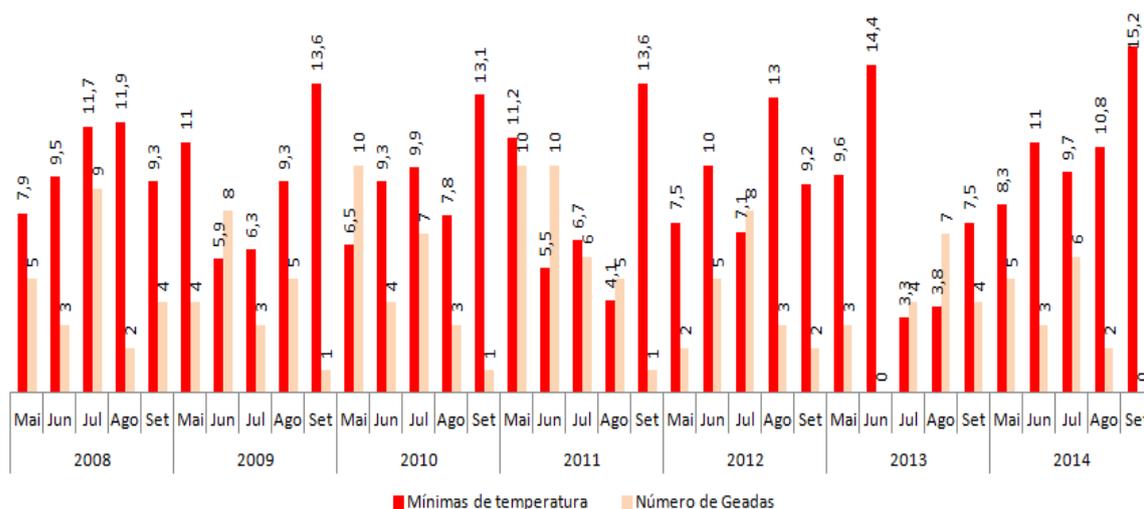


Figura 6: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em Chapadão do Sul-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Medeiros *et. al.* (2015) argumentam que em Chapadão do Sul perdas de produtividade na produção de soja não podem ser atribuídas à incidência de geadas, visto que é baixa sua frequência e, quando acontecem, são de curta duração e de baixa intensidade.

Ao se utilizar a Distribuição de Poisson para verificar a predominância de temperaturas adversas considerando as temperaturas mínimas de até 14°C para a cultura da soja em Chapadão do Sul, verificou-se que há uma probabilidade de o inverno ser mais rigoroso em Chapadão do Sul se comparado a Campo Grande, visto que há a predominância de 22,33% de ocorrer três geadas, 21,31% de ocorrer duas geadas e 17,25% de ocorrer quatro geadas. No entanto, mesmo podendo ocorrer de duas a quatro geadas no período pode-se inferir que a temperatura é ainda mais amena do que em Campo Grande, visto que em médias as mínimas são maiores. Vale ressaltar que o cultivo e a colheita da soja ocorrem no período de outubro a abril, o que por sua vez não implica em perdas para a soja desde que o produtor não antecipe seu plantio (Figura 6). Zavattini (2009) afirma que em virtude de Chapadão do Sul estar localizado na região Norte do estado, as temperaturas mais amenas se deve ao predomínio de massas tropicais e equatoriais.

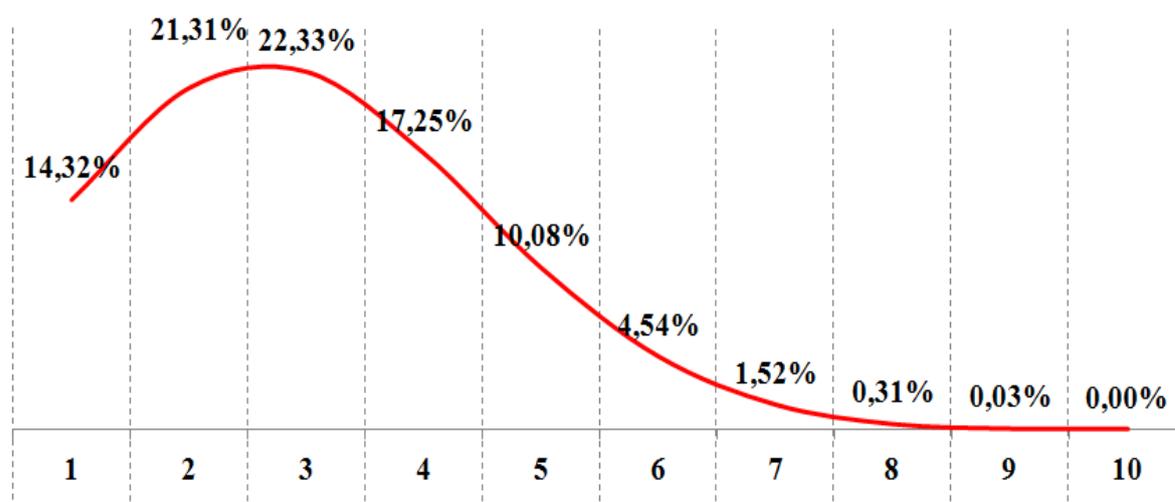


Figura 7: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em Chapadão do Sul-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Em Dourados é possível verificar redução na temperatura mínima e aumento no número de geadas nos últimos dois anos de análise. De maneira geral as temperaturas mais drásticas ocorrem nos meses de junho e julho. Pode-se observar que o inverno é mais rigoroso em Dourados se comparado a Campo Grande e Chapadão do Sul, principalmente nos últimos dois anos de análise. Dourados apresentou inclusive, temperaturas negativas no período. Vale ressaltar que Dourados teve a maior quantidade de dias frios no período, sendo estes mais recorrentes no mês de julho (Figura 8).

Embora com totais anuais ainda baixos e com o mês mais seco em julho, o município possui tendência a uma distribuição mensal na região de temperaturas mínimas regulares, confirmado pela presença de um máximo pluviométrico secundário que começa em maio, ligado às penetrações de massas frias provenientes do sul (ZAVATTINI, 2009).

Vale ressaltar que em Dourados no período analisado não existe um padrão de temperatura mínima *versus* número de geadas. Nesse sentido, torna-se mais difícil prever mudanças de temperatura adversas e por consequência tomar decisões considerando que o produtor queira antecipar ou atrasar o plantio da soja. Esta falta de padrão pode levar a perdas para a produção de soja (Figura 8).

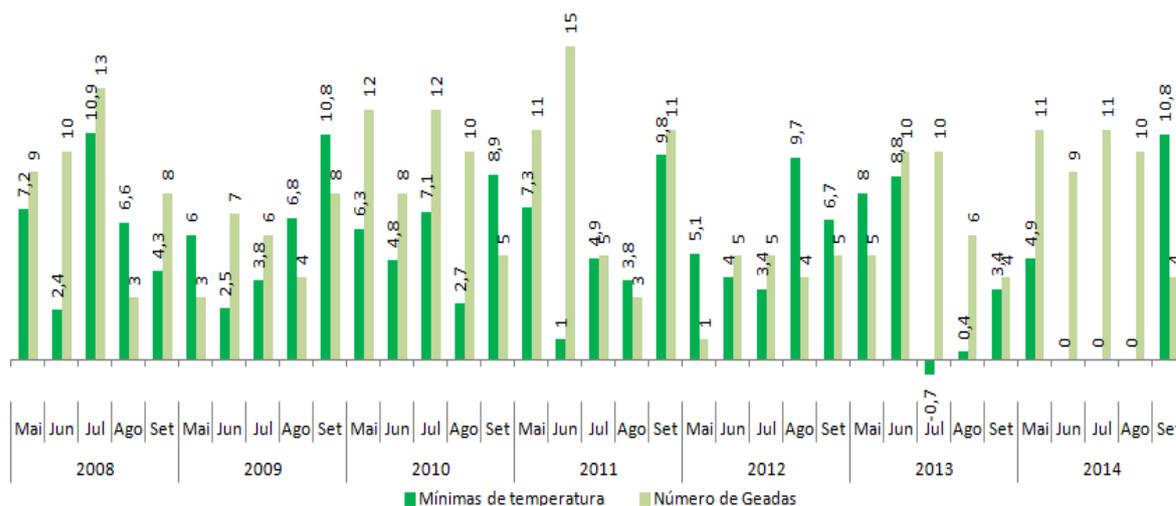


Figura 8: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em Dourados-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Fietz e Fisch (2008) observaram que as sensações térmicas obedecem duas variações térmicas bem distintas, onde as temperaturas mais baixas ocorrem entre os meses de maio a agosto, enquanto que as temperaturas mais altas ocorrem de setembro a abril. Portanto é no verão que se observa as temperaturas mais altas, diferente do inverno, onde as temperaturas são mais baixas.

Pela Distribuição de Poisson pode se verificar que existe a predominância de uma geada 27,26% a duas geadas 27,07%, quando se considera as temperaturas mínimas de até 14°C para a cultura da soja. Observou-se que dada à distribuição é possível perceber que existe uma distribuição maior dos dias de frios em Dourados se comparados a Campo Grande e Chapadão do Sul. Esta distribuição capta as mudanças de temperatura adversas. Dentre os municípios analisados, Dourados é o com maior prejuízo em termos de efeito das geadas sobre período de colheita da soja (Figura 9).

Em estudo realizado por Schneider, *et al.* (2012), no que se refere às temperaturas mínimas no ano de 2008, a temperatura mínima ($T_{mín}$) registrada foi de 13,6°C, valor bem abaixo para o padrão habitual desse parâmetro que está próximo de 18°C. MOURA (2009), ao estudar o comportamento da amplitude térmica de Dourados no biênio 2007-2008, aponta o ano de 2008 como atípico, com temperaturas mínimas bem abaixo do padrão habitual.

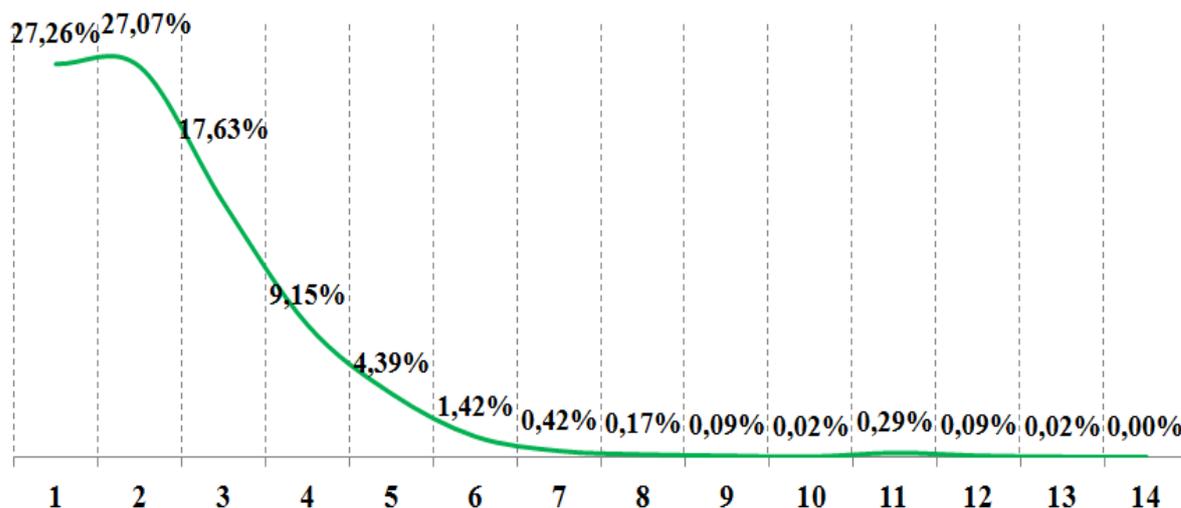


Figura 9: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em Dourados-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

A temperatura média da região atinge valores máximos em dezembro e em janeiro. Por outro lado, as menores temperaturas ocorrem nos meses de inverno (junho a agosto), principalmente, em junho e julho cujas maiores variações ocorrem devido à atuação das frentes frias que penetram na região durante esse período, diminuindo significativamente a temperatura do ar e proporcionando maior variabilidade quanto à umidade relativa e pluviosidade (SCHNEIDER, *et al*, 2012).

Considerando o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (BRASIL, 2010) a época propícia para a semeadura da soja em Dourados pode variar de outubro a dezembro. Contudo, vale ressaltar que se depender do tipo de soja escolhida, esta pode incorrer em perdas no período da colheita que coincide com o início do inverno.

Maracaju apresentou as menores mínimas de temperatura quando comparados aos demais municípios escolhidos, sendo os meses de julho e agosto os mais rigorosos. Ademais apresentou o maior número de geadas registradas, perfazendo 23 em 2012. Isto indica que este município tem o inverno mais rigoroso entre os municípios escolhidos (Figura 10).

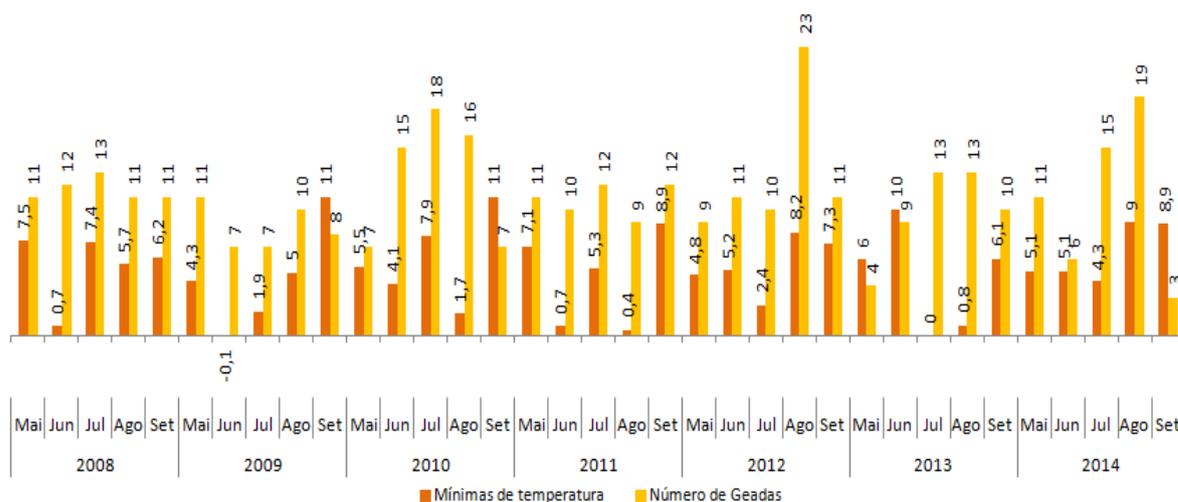


Figura 10: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em Maracaju-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

O clima mais frio em Maracaju pode ser verificado por meio da Distribuição de Poisson, onde pode ocorrer à existência de sete geadas é de 14,26%, de ocorrerem oito geadas é de 13,93%. Observou-se que existe a probabilidade recorrente de temperaturas adversas, ou seja, existe a possibilidade de que ocorra entre quatro e onze geadas no período analisado, sempre levando em consideração as temperaturas mínimas de até 14°C para a cultura da soja (Figura 11).

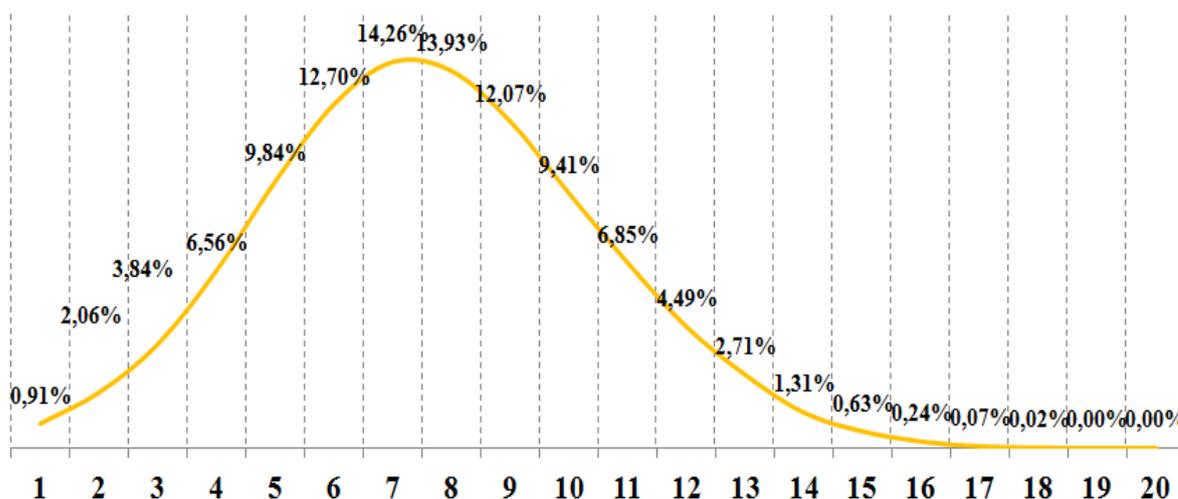


Figura 11: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em Maracaju-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Maracaju é o município com o inverno de temperaturas mais baixas no estado do Mato Grosso do Sul. Essas mudanças adversas de temperatura podem implicar em grandes perdas para a soja, principalmente se o produtor atrasar a época de semeadura, que por sua vez vai impactar no período da colheita que ocorre no mês de abril (Figura 11). Vale ressaltar que quanto mais longo o período climatológico analisado, maiores são as probabilidades de ocorrerem mudanças significativas na base observacional (ASTOLPHO, 2003).

Em São Gabriel do Oeste verificou-se que ocorreram muitas geadas no período, sendo os meses de junho, julho e agosto os que apresentaram as menores mínimas e a maior quantidade de geadas. São Gabriel do Oeste assim como os demais municípios apresentou no período da colheita baixas temperaturas, particularmente em abril de 2010, abril de 2011 e abril de 2013. Isto pode implicar em perdas de rendimento para a soja (Figura 12).

Segundo Parra (2001) o inverno nesta região tem a predominância de frentes polares, acarretando brusca queda das temperaturas, da umidade relativa do ar e das chuvas. Ressaltando que a região sofre interferência direta do fator climático de continentalidade, podendo então, serem percebidas as nítidas diferenças da amplitude térmica.

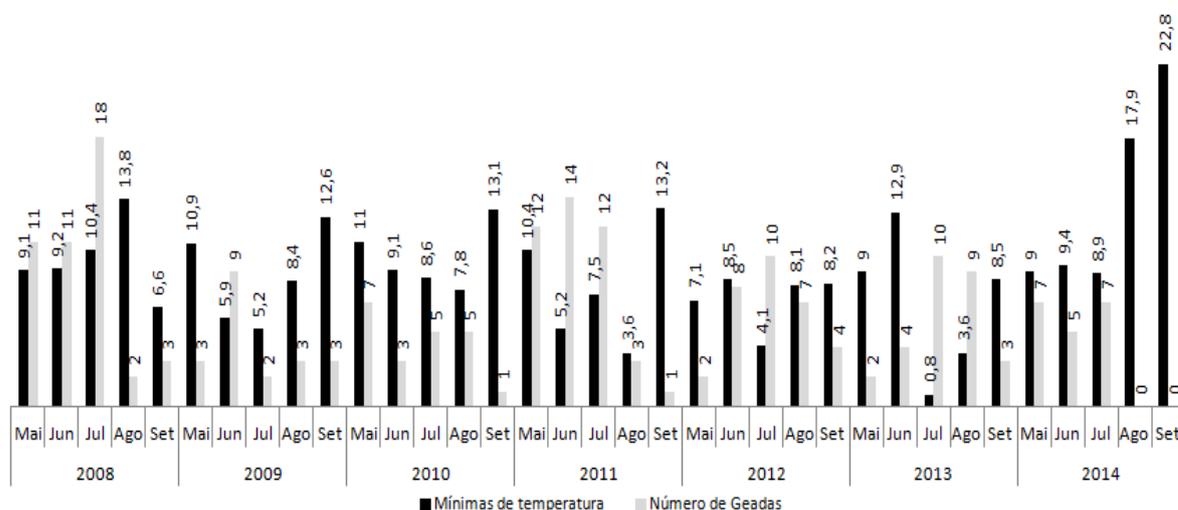


Figura 12: Temperaturas mínimas e número de geadas para a soja em São Gabriel do Oeste-MS entre maio-setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Em São Gabriel do Oeste existe certa incerteza com relação às mudanças de temperatura. Um dos principais fatores que levam a tal incerteza é a expressiva dependência entre precipitação e a circulação atmosférica, que por sua vez, também está atrelada às taxas de temperatura (GORNALL, *et al*, 2010; KURUKULASURIYA; ROSENTHAL, 2013).

Ao se verificar a Distribuição de Poisson para as temperaturas adversas em São Gabriel do Oeste, verificou-se que existe uma probabilidade de 13,81% de ocorrer oito geadas. Assim como em Maracaju, São Gabriel do Oeste apresentou probabilidades de ocorrerem entre quatro e onze geadas de acordo com os anos analisados, sempre levando em consideração as temperaturas mínimas de até 14°C para a cultura da soja. Isto demonstra que existe um risco maior para a cultura da soja, uma vez que podem ocorrer várias mudanças de temperatura drásticas ao longo do ano. Nesse sentido, mesmo que o ciclo da cultura da soja não coincida com o inverno ainda podem ocorrer perdas caso o produtor opte por atrasar o início da semeadura. Neste caso, a colheita da soja ocorreria no início do inverno, que por sua vez poderia levar a perdas na produção de soja (Figura 13).

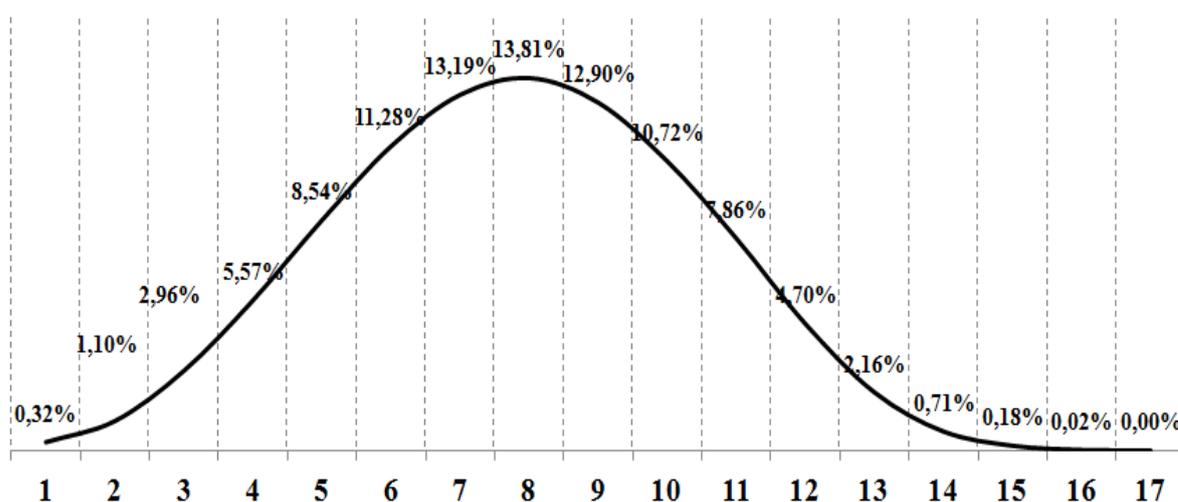


Figura 13: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura da soja em São Gabriel do Oeste-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS(2008-2014).

A cultura do milho possui duas safras, sendo a 1ª safra (plantio de março a abril) e a 2ª safra (plantio de setembro a outubro). Ademais como ressaltado, temperaturas abaixo de 10°C podem prejudicar e afetar o plantio, desenvolvimento e colheita do milho.

De acordo com a classificação de *Köppen*, Campo Grande situa-se na faixa de transição entre o subtipo Cfa–mesotérmico (úmido sem estiagem), em que a temperatura do mês mais quente é superior a 25°C, tendo o mês mais seco mais de 30 mm de precipitação e o subtipo Aw, (tropical úmido) com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Ao analisar as mínimas de temperaturas pode-se perceber que em Campo Grande o inverno pode ser rigoroso para o desenvolvimento e colheita do milho, visto que o período de

desenvolvimento e colheita coincide com as baixas temperaturas. Cabe ressaltar que os meses de julho e agosto são normalmente os meses em que ocorrem a colheita do milho e consequentemente reduz o rendimento da cultura, sendo julho de 2010 e agosto de 2013 os meses de inverno mais rigorosos (Figura 14).

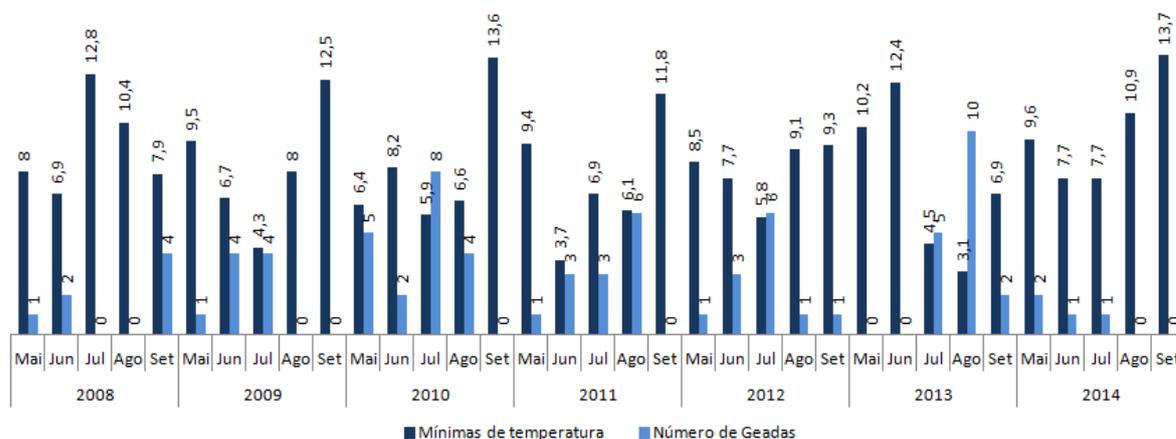


Figura 14: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em Campo Grande-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

A Distribuição de Poisson possibilita verificar a predominância de temperaturas adversas considerando as temperaturas mínimas de até 10°C para a cultura do milho em Campo Grande. A probabilidade maior é de que ocorra entre uma geada 36,34% e duas geadas 15,48%, ou seja, existem poucas mudanças adversas de temperatura no período. Isto pode explicar os menores impactos sobre a cultura do milho. Embora com algumas geadas no inverno, Campo Grande apresentou temperaturas que podem implicar em perdas para o desenvolvimento e colheita do milho 1ª safra, porém não interfere na produção do milho da 2ª safra (Figura 15).

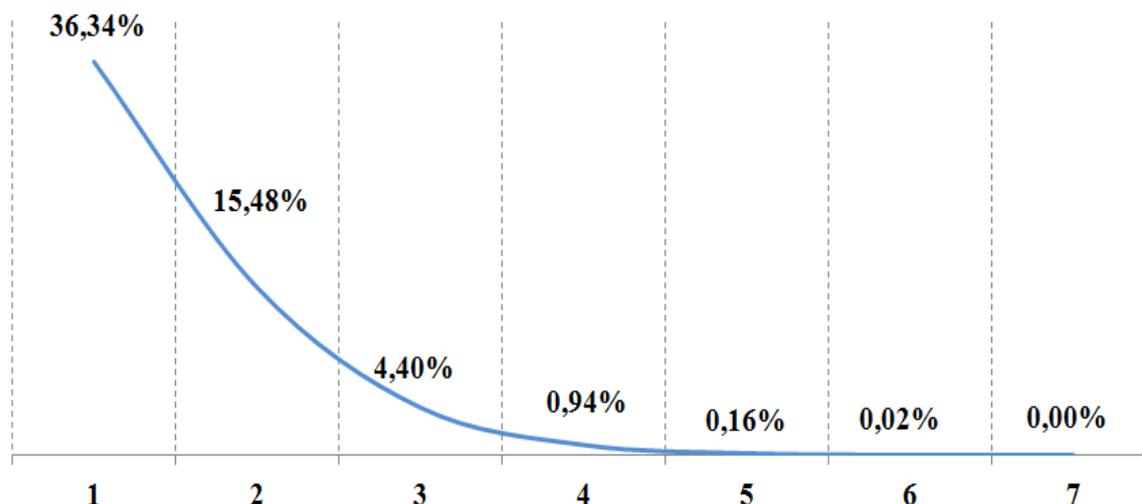


Figura 15: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para cultura do milho em Campo Grande-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Embora esta cultura possa sofrer com prejuízos através de temperaturas mínimas em relva, pode também ser avaliada por sintomas manifestos nas plantas (quebra e ruptura de partes de hastes e colmos, necrose foliar, congelamento de tecidos e de folhas, cobertura de gelo sobre plantas e solo, murcha de folhas, redução de crescimento, etc.) pela visualização da intensidade de ocorrência de temperatura mínima ocorrida 1 vez com 36,34% de intensidade (cobertura de gelo e aspecto de rachaduras no solo), no caso de ondas intensas de temperaturas mínimas.

Ao analisar as temperaturas mínimas *versus* número de geadas em Chapadão do Sul foi possível verificar que o inverno não é tão rigoroso e por isso favorece tanto a cultura do milho 1ª safra quanto 2ª safra. Chapadão do Sul apresentou temperaturas razoáveis para o plantio, desenvolvimento e colheita do milho. Cabe ressaltar que os meses de julho e agosto de 2013 foram de geadas mais rigorosas em Chapadão do Sul (Figura 16).

Com relação a Chapadão do Sul é possível verificar que ocorreu uma grande variabilidade de temperatura. Desta forma, não é possível fazer uma previsão quanto à melhor época para o plantio para as duas safras. Mas vale ressaltar que a possibilidade de ter muitas geadas é pequena, sendo que o máximo observado no período foi de quatro geadas.

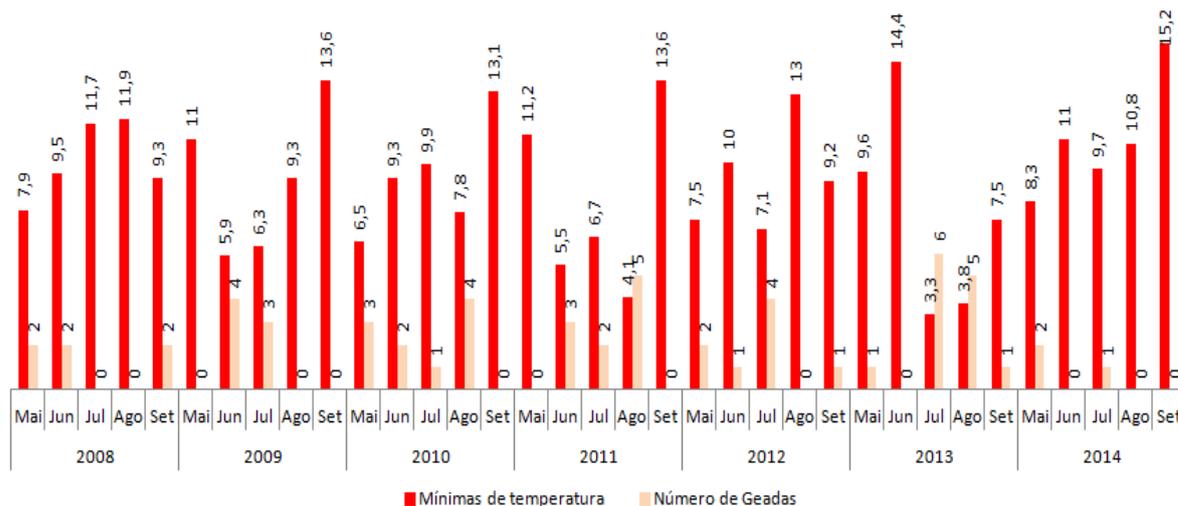


Figura 16: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em Chapadão do Sul-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Considerando a Distribuição de Poisson é possível verificar que em Chapadão do Sul existem poucas ocorrências de mudanças adversas de temperatura. O mais recorrente foi uma geada 34,94%. Isso implica que Chapadão do Sul tem um clima menos adverso ao desenvolvimento e colheita do milho 2ª safra (Figura 17). Isto implica em dizer que a temperatura em Chapadão favorece o desenvolvimento da cultura do milho, visto que não há grande ocorrência de grandes períodos de geadas.

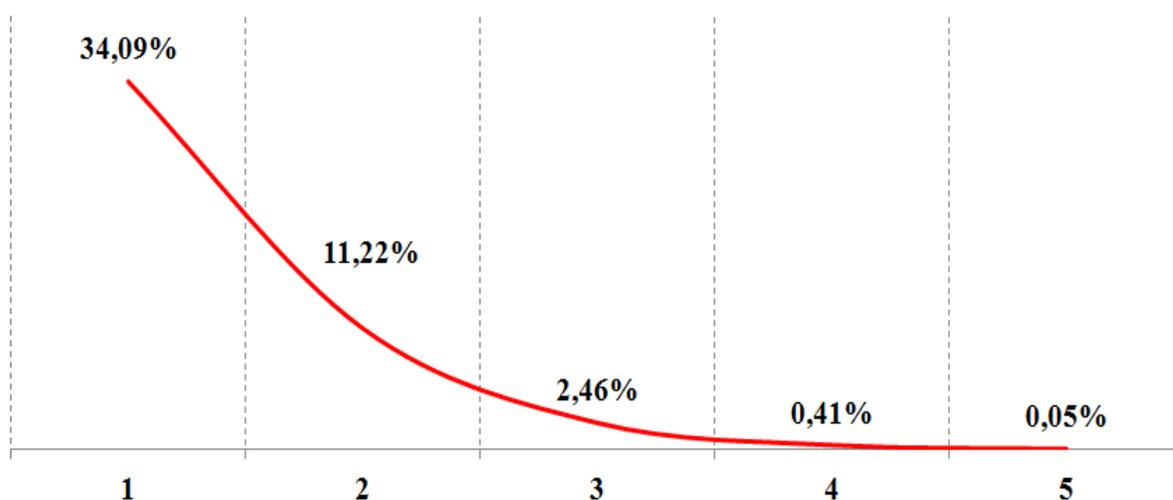


Figura 17: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para a cultura do milho em Chapadão do Sul-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Segundo Sentelhas (2012) cerca de 80% da variabilidade na produtividade agrícola se deve às condições meteorológicas durante a estação de cultivo, especialmente para as culturas que não utilizam a irrigação, denominadas cultura de sequeiro.

O impacto da variabilidade do tempo não é apenas do crescimento e produtividade das culturas, mas também sobre as práticas agrícolas: preparo do solo, semeadura, controle de plantas daninhas, pulverizações, irrigação, colheita e outras práticas utilizadas no meio agrícola.

Na cultura do milho, de acordo com Fancelli & Dourado Neto (2000), quando a temperatura do solo é inferior a 10°C e superior a 40° há prejuízo sensível à germinação, sendo ideal entre 25°C e 30°C. Por ocasião da floração, temperaturas médias superiores a 26°C aceleram o desenvolvimento dessa fase e 15,5°C o retarda. Cada grau acima da temperatura média de 21,1°C, nos primeiros sessenta dias após a semeadura pode acelerar o florescimento dois a três dias.

Temperaturas acima de 33°C durante a polinização reduzem sensivelmente a germinação do grão de pólen. Verão com temperatura média diária inferior a 19°C e noites com temperaturas inferiores a 12,8°C não são recomendados para produção de milho. Temperaturas noturnas superiores a 24°C proporcionam um aumento da respiração de tal forma que a taxa de foto assimilado cai e, com isso, reduz a produção. Redução da temperatura abaixo de 15°C ocasiona retardamento na maturação do grão (EMBRAPA, 2015).

Em Dourados é possível verificar que o inverno é rigoroso para a cultura do milho, pois este apresentou um grande número de geadas. Pode-se verificar que existem a possibilidade de ocorrerem muitos dias seguidos de frio, e isto pode implicar em perdas de produtividade para a cultura do milho na 1ª safra, visto que tem sua época de desenvolvimento e colheita no inverno (Figura 18).

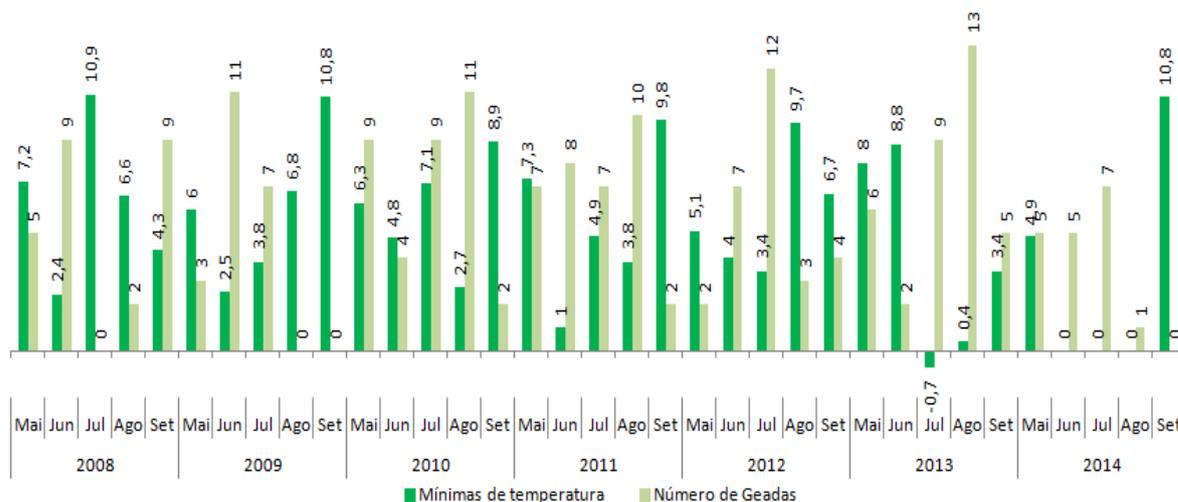


Figura 18: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em Dourados-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

No inverno, por conta da latitude, é permitida a invasão e permanência do anticiclone polar, em consequência, caracterizando a referida estação. São observadas então as temperaturas baixas, que deixam o tempo estável e extremamente seco. Sendo verificada também a insistência de passagens de correntes perturbadas do W (Oeste). Portanto os meses mais frios são junho e julho. A passagem dessa massa de ar traz características como a queda brusca e violenta da temperatura, sendo então tal fenômeno denominado pelos habitantes sul-mato-grossenses como “friagem” (SANTOS, *et al*, 2011).

Os cenários de mudanças climáticas na cidade se caracterizam, sobretudo por elevação das temperaturas noturnas. Com isto, é provável que haja impactos negativos sobre o potencial produtivo do milho. Por outro lado, embora não haja uma projeção segura quanto à ocorrência de geadas, a expansão de cultivo para regiões mais frias e a ampliação do calendário de cultivo nas zonas de produção são bastante prováveis (EMBRAPA, 2014).

De forma a corroborar a informação supracitada para Dourados, verificou-se que a probabilidade é da existência de duas a quatro geadas por ano predominantemente. Essa temperatura pode levar a perdas de rendimento para a cultura do milho 1ª safra em função da grande quantidade de geadas e de dias seguidos de frio, porém não tem efeito sobre o milho 2ª safra (Figura 19).

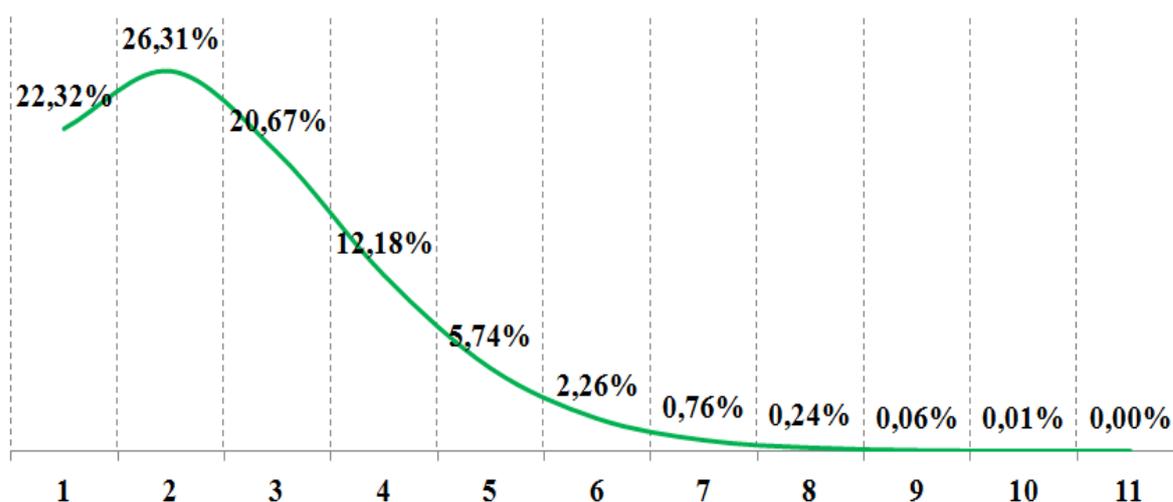


Figura 19: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para Dourados-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

A observância do zoneamento climático da cultura é indispensável e reduz, significativamente, os riscos por baixas temperaturas (inclusive geadas), se for respeitada a delimitação de zonas e épocas de cultivo. Para regiões frias como Dourados, a adoção de híbridos superprecoces também é uma medida necessária, pois a estação de crescimento é mais restrita que nas regiões subtropicais e tropicais (EMBRAPA, 2014).

Considerando que Dourados se estabelece no pólo sul do Mato Grosso do Sul, no interflúvio dos Rios Dourados e Santa Maria, existem os fatores climáticos imprescindíveis que promovem a sensação de conforto térmico no outono/inverno sendo a latitude e altitude.

De acordo com as pesquisas de Parra (2001), os períodos outono/inverno são confortáveis, já o contrário ocorre na primavera/verão, onde o calor provoca desconforto térmico. Comparando a capital Campo Grande com Dourados, há diferenças de amplitudes térmicas mensais, revelando que, no inverno é manifestada a principal diferença, com uma média de 15°C. Entre os dois municípios revelam-se também as diferenças das taxas de umidade, com diferença média na casa dos 4%, onde Dourados possui média anual de 74%, e em Campo Grande com 70%. Assim as amplitudes térmicas são expressivas, pois a continentalidade é fator climático importante no estabelecimento do clima de Dourados.

Maracaju apresentou um comportamento parecido com Dourados em termos de distribuição de número de geadas, porém apresentou um inverno um pouco menos rigoroso. Contudo, embora em menos quantidade se comparado a Dourados, os produtores de milho da

1ª safra poderão ter perdas de rendimento. Já para o milho de 2ª safra pode não ocorrer, visto que não coincide com o período de desenvolvimento da planta (Figura 20).

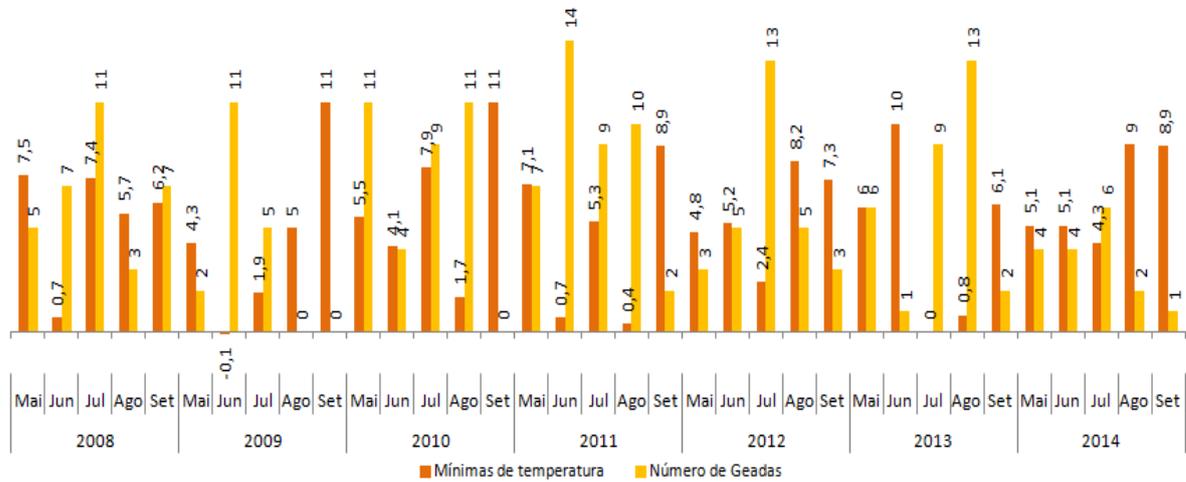


Figura 20: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em Maracaju-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Tarifa (1986) sugere que se alie as imagens de satélite ao trabalho de campo, pois [...] é inaceitável realizar “zoneamento agrícola” baseado tão somente nos valores médios de temperatura, torna-se necessário levar em conta o ritmo climático ao longo de cada ano, pois são dessas combinações que resultam fenômenos significativos para a flora, a fauna e a pecuária. A produtividade e o rendimento são, na maioria das vezes, função da frequência de eventos extremos mais do que das condições médias.

De acordo com a Distribuição de Poisson verificou-se que em Maracajú ocorreu a probabilidade de uma a três geadas por ano predominantemente. Embora o número de geadas seja menor se comparado a Dourados, ainda sim o milho da 1ª safra no município pode ter perdas de rendimento, porém o milho de 2ª safra não corre esse risco por se encontrar fora do período de temperaturas adversas (Figura 21).

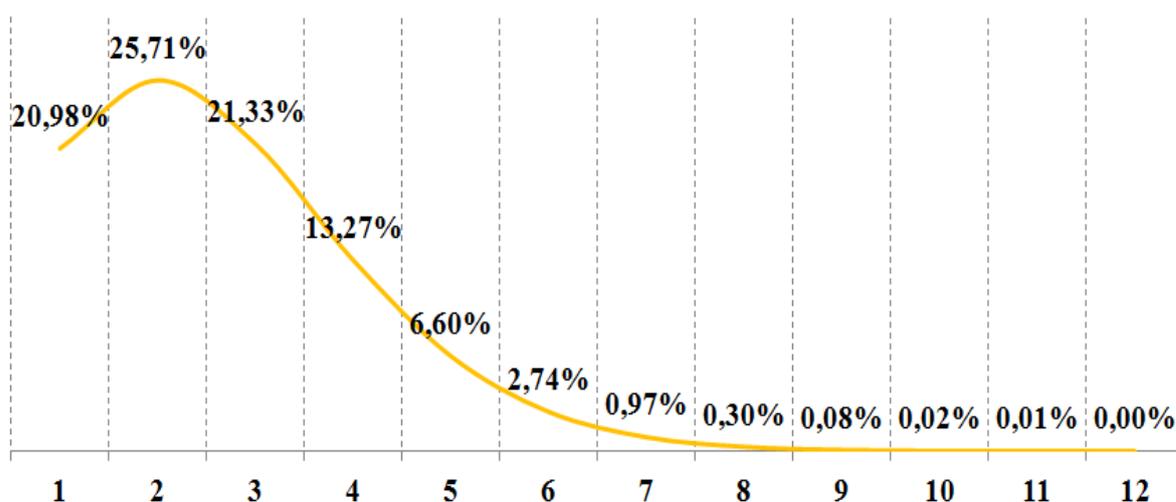


Figura 21: Distribuição de Poisson considerando número de geadas a cultura do milho em Maracaju-MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Valores elevados de umidade do ar reduzem a diferença de temperatura entre o abrigo e a relva, elementos meteorológicos não surpreendem, visto que, quanto menor a velocidade do vento, a nebulosidade e a umidade do ar, maior é a diferença entre a temperatura mínima do ar obtida em abrigo e junto à relva, pois tais condições favorecem e intensificam a inversão térmica (SENTELHAS, 1995).

Maracaju baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico alto caracteriza-se pelas práticas agrícolas neste nível de manejo incluindo dentre vários fatores como: calagem e adubação, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base na tração animal ou na tração motorizada apenas para desbravamento e preparo inicial do solo, principalmente, em pequenas propriedades, que possuem solos argilosos e de maior fertilidade natural, proporcionando a alta produção desta cultura (CECCON, 2009).

O município de São Gabriel do Oeste é regido por uma tipologia climática Aw, segundo *Köppen*, semelhante às condições encontradas em Campo Grande e Coxim, ou seja: clima tropical chuvoso, sem estação fria, com estação seca (inverno) bem definida e com, pelo menos, um mês com precipitação inferior a 60 mm. A menor temperatura média mensal é superior a 18°C. A época mais seca coincide com o inverno do hemisfério Sul.

O município de São Gabriel do Oeste apresentou em alguns anos (2008, 2011 e 2013) um número grande de geadas no inverno, porém este comportamento não foi tão intenso em outros anos. Assim, em virtude dessa variação torna-se difícil apresentar um padrão de

temperatura no inverno. Vale ressaltar que estes períodos de baixas temperaturas podem causar perdas de produtividade para o milho da 1ª safra (Figura 22).

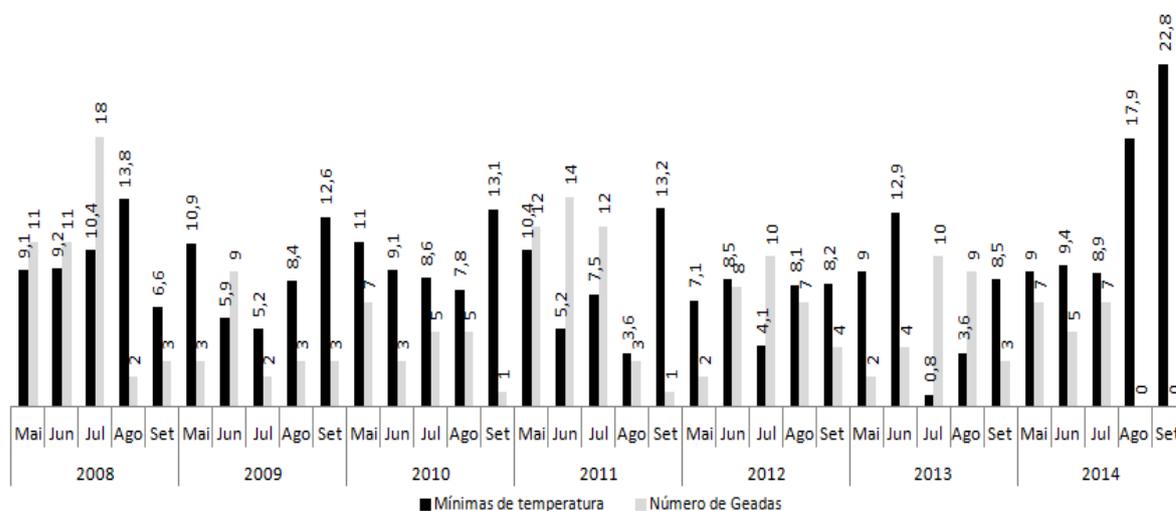


Figura 22: Temperaturas mínimas e número de geadas para o milho em São Gabriel do Oeste-MS entre maio/setembro de 2008-2014.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

Segundo Marques (1997), na classificação climática de *Köppen*, o clima na região é do tipo AW, caracterizado como tropical chuvoso com período seco pronunciado, sem estação fria e com temperaturas médias mensais superiores a 18°C. Nos meses de dezembro a março, a precipitação concentra 650 mm, dos 1.500 mm anuais. As menores precipitações estão nos meses de junho, julho e agosto que juntos apresentam aproximadamente 100 mm no período. A média das temperaturas máximas está próxima a 25°C nos meses de outubro a março e, com média das mínimas em torno de 21°C para abril e setembro (ASSIS, 2004).

Considerando temperaturas adversas, conforme a Distribuição de Poisson verificou-se que em São Gabriel do Oeste existem temperaturas baixas, porém o número de geadas predominante é uma. Isto significa que a produção do milho da 1ª safra pode sofrer algumas perdas de rendimento, porém estas podem ser menores (Figura 23).

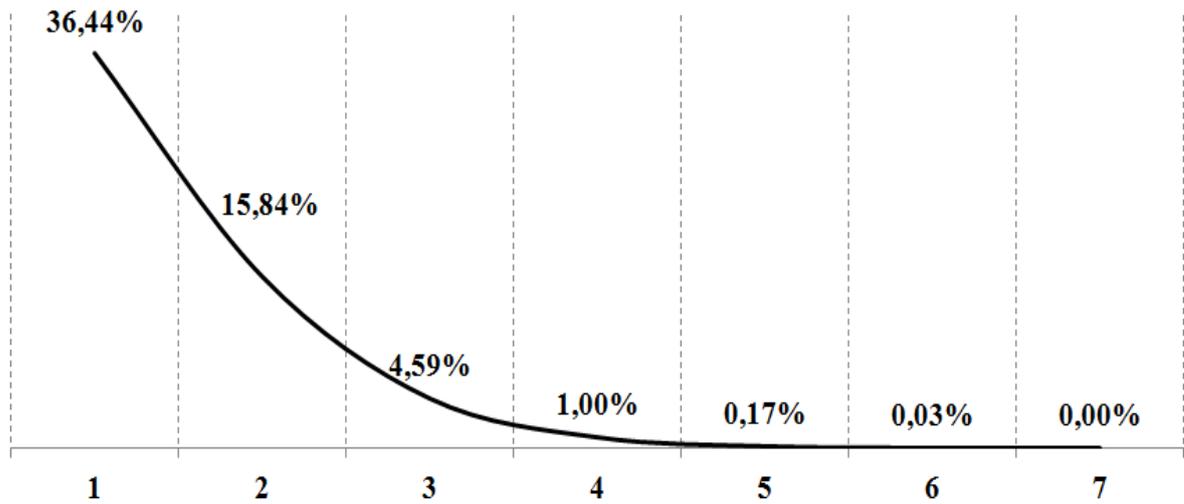


Figura 23: Distribuição de Poisson considerando número de geadas para a cultura do milho em São Gabriel do Oeste - MS entre janeiro (2008-2014) e dezembro (2008-2014).

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados CEMTEC-MS, AGRITEMPO e SIGA-MS (2008-2014).

5. CONCLUSÕES

No decorrer desta dissertação, buscaram-se alguns fundamentos relevantes quanto ao estudo da temperatura destacando-se enquanto regulador de processos gerados pelas transformações ocorridas no espaço voltado para as atividades agrárias. Levando-se em conta o número reduzido de trabalhos voltados para a dinâmica climática aplicados ao estado de Mato Grosso do Sul, elegeu-se 6 municípios deste estado como área de estudo, num esforço de contribuição à compreensão do ritmo de sucessão dos tipos de temperaturas mínimas de relva, associadas as culturas de milho e soja.

O plantio da soja ocorre nos meses de outubro a dezembro, enquanto que a colheita ocorre entre os meses de janeiro e abril. Portanto, as condições ótimas de temperatura para o desenvolvimento da cultura da soja estão entre 20°C e 30°C, sendo 30°C a temperatura a condição ideal, verificou-se que a intensidade dos meses e dias de frio com temperaturas entre 10°C a 14°C concentraram-se nos meses de abril a setembro, sendo o mês de junho com a menor temperatura mínima média de 11°C e isto ocorre praticamente em todos os meses de junho dos anos analisados.

Na cultura do milho, quando a temperatura do solo é inferior a 10°C e superior a 40° há prejuízo sensível à germinação, sendo ideal entre 25°C e 30°C. Cabe ressaltar que os meses de julho e agosto são normalmente os meses em que ocorrem a colheita do milho e conseqüentemente reduz o seu rendimento. Embora esta cultura possa ter prejuízos com relação às temperaturas, pode também ser avaliada por sintomas manifestos nas plantas.

Ao se utilizar a Distribuição de Poisson para verificar a predominância de temperaturas adversas para os municípios estudados conclui-se que em Campo Grande, a probabilidade mais recorrente é de uma a três mudanças drásticas de temperatura no período de 2008 a 2014. Isto implica em poucas perdas para a cultura da soja, pois esta tem seu ciclo de desenvolvimento entre os meses de outubro e abril. Para a cultura milho o inverno pode ser rigoroso para o desenvolvimento e colheita, cabe ressaltar que os meses de julho e agosto são normalmente os meses em que ocorrem a colheita do milho e conseqüentemente reduz o seu rendimento, sendo julho de 2010 e agosto de 2013 os meses de inverno mais rigorosos.

Em Chapadão do Sul a temperatura mínima não teve um padrão, visto que ocorreram temperaturas baixas em maio, junho, julho e agosto. Sendo que no ano de 2011 foi à maior parte de dias destes meses com geadas. Chapadão do Sul apresentou invernos menos rigorosos se comparados aos demais municípios. Verificando as temperaturas adversas para a

cultura da soja, há a predominância de ocorrer de uma a três geadas. Vale ressaltar que o cultivo e a colheita da soja ocorrem no período de outubro a abril, o que por sua vez não implica em perdas desde que o produtor não antecipe seu plantio. Já para o milho, o clima é menos adverso ao desenvolvimento e colheita, favorecendo o seu desenvolvimento, visto que não há grande ocorrência de grandes períodos de geadas.

Para o município de Dourados foi observado que existe uma distribuição maior dos dias de frios. Dentre os municípios analisados, Dourados é o com maior prejuízo em termos de efeito das geadas sobre período de colheita da soja e também foi possível verificar que o inverno é rigoroso para a cultura do milho. Existe a possibilidade de ocorrerem muitos dias seguidos de frio, e isto pode implicar em perdas de produtividade para a cultura do milho, visto que tem sua época de desenvolvimento e colheita no inverno. A probabilidade é da existência de duas a quatro geadas por ano predominantemente.

O município de Maracajú nos meses de julho e agosto foram os mais rigorosos, apresentando o maior número de geadas registradas 2012. Isto indica que este município tem o inverno mais rigoroso entre os municípios escolhidos. Existe a probabilidade recorrente de temperaturas adversas, ou seja, existe a possibilidade de que ocorra entre quatro a onze geadas no período analisado, sempre levando em consideração as temperaturas mínimas em relva.

Maracaju é o município com o inverno de temperaturas mais baixas no estado do Mato Grosso do Sul, mesmo assim o plantio da soja e do milho, baseia-se em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico alto caracterizado pelas práticas agrícolas, incluindo dentre vários fatores que favorecem o plantio e a colheita, principalmente com tratamentos fitossanitários e tecnologia que possuem solos argilosos e de maior fertilidade natural, proporcionando a alta produção das culturas estudadas dentre os cinco municípios.

Ademais, em São Gabriel do Oeste ocorreram muitas geadas no período, sendo os meses de junho, julho e agosto os que apresentaram as menores mínimas e a maior quantidade de geadas. São Gabriel do Oeste assim como os demais municípios apresentou no período da colheita baixas temperaturas, particularmente em abril de 2010, abril de 2011 e abril de 2013. Isto pode implicar em perdas de rendimento para a soja. Ao se verificar a Distribuição de Poisson para as temperaturas adversas, verificou-se que existe a probabilidade de ocorrer até oito geadas. Isto demonstra que existe um risco maior para a cultura da soja, uma vez que podem ocorrer várias mudanças de temperatura drásticas ao longo do ano. Neste caso, a colheita da soja ocorreria no início do inverno, que por sua vez poderia levar a perdas na

produção. Vale ressaltar que estes períodos de baixas temperaturas podem causar perdas de produtividade para o milho.

Contudo, o que realmente pode impactar de forma drástica sobre as culturas da soja e do milho são as mudanças de temperatura adversas. Isto quer dizer que quedas abruptas com vários dias sequenciais com temperaturas muito baixas podem prejudicar sobremaneira o plantio, desenvolvimento e colheita destas culturas.

6. REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 26000:2010. Diretrizes sobre responsabilidade social. ABNT, 2010.

ABRAMOVITZ, M.; STEGUN, I. A. *Handbook of mathematical functions*. 9. ed. New York: Dover, 1972. 1046 p.

AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <

<http://www.agritempo.gov.br/agritempo/>>. Acesso em: 05 de fev. 2015.

_____. Glossário. Disponível em: <<https://archive.today/M7Hs#selection-641.0-641.157>>.

AGROLINK - Guia Clima: Site de monitoramento agrometeorológico de MS, 28/06/13. Disponível em: http://www.agrolink.com.br/noticias/guia-clima--site-de-monitoramento-agrometeorologico-de-ms_175039.html. Acesso em: 28 de nov. 2014.

ANCELES, Pedro Einstein dos Santos. **Manual de tributos da atividade rural**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

AUFFHAMMER, M.; HSIANG, S.M.; SCHLENKER, W.; SOBEL, A. *Using weather data and climate model output in economic analyses of climate change*. *NBER workingpapers*, Cambridge, n. 19087, p. 32, 2013.

ARRUDA, H. V.; PINTO, H. S. *A simplified gamma probability model for analysis of the frequency distribution of rainfall in the region of Campinas, SP, Brazil*. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v.22, p.101-108, 1980.

ARRUDA, H. V.; PINTO, H. S.; PENTEADO, R. S. Modelos probabilísticos para a interpretação de temperaturas mínimas na região de Campinas, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1981, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p.143-145.

ASSIS, D. S. *et al.* Zoneamento agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste, MS: referencial para o planejamento, gestão e monitoramento ambiental. **Embrapa Solos-Outras publicações científicas (ALICE)**, 2004.

Assad, E.D. e Luchiari Jr., 1989. A future scenario and agricultural strategies against climatic changes: the case of tropical savannas. In: *Mudanças Climáticas e Estratégias Futuras*. USP. Outubro de 1989. São Paulo. SP.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. *Aplicações de estatística à climatologia*. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, Editora Universitária, 1996.161 p.

ASSIS, D. S. *et al.* Zoneamento agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste, MS: referencial para o planejamento, gestão e monitoramento ambiental. **Embrapa Solos-Outras publicações científicas (ALICE)**, 2004.

ASTOLPHO, F. **Estimativa e mapeamento de probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas do ar adversas à agricultura paulista**. 2003. 99f. Tese

de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agronômico, IAC, Campinas.

ASTOLPHO, Fabiane et al. Regionalização de riscos de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais para o Estado de São Paulo com base em modelos probabilísticos e digitais de elevação. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 139-148, 2005.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 16 ed., Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2012, 332 p.

BAILEY, *Desmond T. Meteorological monitoring guidance for regulatory modeling applications*. DIANE Publishing, 2000.

BERGAMASCHI, Homero; MATZENAUER, Ronaldo. O milho e o clima. **Porto Alegre: Emater/RS-Ascar**, 2014.

Brasil. Mato Grosso do Sul. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia Dados Estatísticos de Mato Grosso do Sul 2013: Ano base: 2012.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96 p.

BRUNINI, O; CAMARGO, M. B. P. *Methodologies for assessing and quantifying drought and frost risks in Brazil*. *Actas de la reunión de expertos de las asociaciones regionales III y IV sobre fenómenos agrometeorológicos adversos*. 12-14 de julio de 1999, Caracas, Venezuela. *Organización Meteorológica Mundial*, Ginebra, Suiza, p.31-43, 2000.

CALVE, Leandro; FAGNANI, Maria Angela. Análise da perda potencial da soja no município de Assis Chateaubriand para fins de monitoramento agrometeorológico para a gestão do seguro agrícola, 2011.

CAMARGO, M. B. P. *et al.* MDP Probabilidade de ocorrência de geadas nos Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul. **Campinas: Instituto Agronômico**, 1990.

CAMARGO, M. B. P.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R.; ORTOLANI, A. A.; BRUNINI, O. Probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anual no estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 52, n. 2, p.161- 168, 1993.

CAMPO GRANDE – MS. Disponível em: <http://www.capital.ms.gov.br/egov/downloadFile.php?id=365&fileField=arquivo_dow&table=downloads&key=id_dow&sigla_sec=PLANURB/>. Acesso em: 12 ago. 2015.

CARVALHO, D. F.; FARIA, R. A.; SOUZA, S. A. V.; BORGES, H. Q. Espacialização do período de veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do Rio Verde Grande, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.172-176, 2000.

CECCON, Gessi; XIMENES, Angelo Cesar Ajala. Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul. **Seminário Nacional de Milho Safrinha**, v. 10, p. 25-31, 2009.

CEMTECMS – Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul. Cemtec-MS 6 anos de atividades no Estado. Disponível em: <http://www.agraer.ms.gov.br/cemtec/index.php?inside=1&tp=3&comp=&show=2920>). Acesso em: 25 mar. 2015.

CASTRO, Nicole Rennó. **O impacto de variáveis climáticas sobre o valor da produção agrícola—análise para alguns estados brasileiros**. 2014. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **PIB-Agro CEPEA-USP/CNA**. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/pib/>. Acesso em: 14mar. 2015.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **PIB-Agro CEPEA-USP/CNA**. Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_Perspectivas%20Agroneg2015_relatorio.pdf />. Acesso em: 14mar. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. – v. 1, n.1 (2013-) – Brasília: Conab, 2013-v.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/> >. Acesso em: 11dez. 2014.

DA SILVA, Charlei Aparecido. PENSAR, FAZER CIÊNCIA E DESAFIOS DA PESQUISA EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA NO CENTRO-OESTE. **Revista Mercator**, v. 9, n. 1, p. 39 a 51, 2011.

DA SILVA, Amaldo Ferreira; VIANA, Antônio Carlos; CORREA, Luiz André. Semeadura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1997.

DE MORAES, Gustavo Inácio; FERREIRA FILHO, Joaquim Bento de Souza. Brasil, Mudanças Climáticas e Economia: o que há estabelecido? **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 41, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed.-Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.306 p.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **SOMABRASIL**: Sistema de observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil. Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/somabrasil/index.html>. Acesso em: 03 dez. 2014.

EMBRAPA AGROPECUARIA OESTE. Guia Clima. Dourados, 2014. Disponível em: <http://www.cpa0.embrapa.br/clima/?lc=site/guia-clima/o-que-e-guia-clima>. Acesso em: 06dez. 2014.

EMBRAPA CPAO. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Dourados/MS.<http://www.cpa0.embrapa.br>. Acesso em: 06 dez. 2014.

_____. **Centro de pesquisa Agropecuária do Oeste**. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/exigencias.htm>. Acesso em: 20/08/2015.

_____. **Centro de pesquisa Agropecuária do Oeste**. http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm. Acesso em: 20/08/2015.

EVANGELISTA, BALBINO ANTONIO, *etal.* EFEITO DA VARIVABILIDADE CLIMÁTICA SOBRE ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS DA CULTURA DA SOJA NO DISTRITO FEDERAL, 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FIETZ, Carlos R.; RANGEL, Marco AS. Época de semeadura da soja para a região de Dourados-MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 666-672, 2008.

FIETZ, Carlos Ricardo & FISCH, Gilberto Fernando. **O Clima da Região de Dourados, MS**. Dourados, Embrapa C.Oeste, Doc. 92 – 2ª Ed., Abril de 2008.

FIETZ, C. R.; URCHEI, M. A.; FRIZZONE, J. A. Probabilidade de ocorrência de déficit hídrico na região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.558-562, 2001. Acesso em: 06 dez. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. *The statistic division – FAOstat*. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 05 dez. 2014.

FORNAZIER, Armando; DE SOUZA, Paulo Marcelo; PONCIANO, Niraldo José. A Importância do Seguro Rural na Redução de Riscos da Agropecuária. **Revista de Estudos Sociais**, v. 14, n. 28, p. 39-52, 2014.

GORNALL, J.; BETTS, R.; BURKE, E.; CLARK, R., CAMP, J.; WILLETT, K.; WILTSHIRE, A. *Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century*. **Philosophical transactions of the royal society (B)**, London, n. 365, p. 2973-2989, 2010.

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. **Estudo da Dimensão Territorial do Estado de Mato Grosso do Sul: Regiões de Planejamento**. Campo Grande, 2015. Disponível em: http://www.funtrab.ms.gov.br/wp-content/uploads/sites/20/2015/03/estudo_dimensao_territorial_2015.pdf. Acesso em: 03 ago. 2015.

GUIMARÃES, Marcelo Fernandes; NOGUEIRA, Jorge Madeira. A experiência norte-americana com o seguro agrícola: lições ao Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 1, p. 27-58, 2009.

IPCC, 2014: ClimateChange 2014: *MitigationofClimateChange. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. *Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA*.

JARDIM, Ana Lucia Carvalho; FERREIRA, Leo da Rocha. Potencialidade do seguro rural no Brasil. In: **46th Congress, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brasil**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2008.

KER, João Carlos. Latossolos do Brasil: uma revisão. **RevistaGeonomos**, v. 5, n. 1, 2013.

KURUKULASURIYA, P.; ROSENTHAL, S. *Climate Change and Agriculture: A Review of Impacts and Adaptations*. Washington, n. 91, 2013. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16616>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

LSPA - Levantamento Sistemático da Produção AgrícolaPesquisaMensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil . Rio De Janeiro. V.28, N.12, P.1-88, Dezembro2014.

MELLO, M. H. de A.; ARRUDA, H. V.; ORTOLANI, A. A. Probabilidade de ocorrência de totais pluviiais máximos horários, em Campinas – São Paulo. *Revista IG*, São Paulo, v.15, n.1-2, p. 59-67, 1994a.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

MARIN, Fabio Ricardo et al. Perda de produtividade potencial da cultura do sorgo no Estado de Sao Paulo. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 157-162, 2006.

MASSIGNAM, A. M.; DITTRICH, R. C. Estimativa do número médio e da probabilidade mensal de ocorrência de geadas para o Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 213-220, 1998.

MENDONÇA, ROGÉRIO. Utilização de Técnicas de Análise de Agrupamento do Risco de Geadas no Estado do Paraná para a Cultura do Milho Safrinha. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista.

MEIRELES, Elza Jacqueline Leite *et al*. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antonio de Goiás, GO. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 163-171, 2003.

MITIDIERI, F. J.; MEDEIROS, JX de. Zoneamento agrícola de risco climático: ferramenta de auxílio ao seguro rural. **Revista de Política Agrícola, Brasília, ano**, v. 17, 2007.

MOURA, Thiago Diniz. Análise da Amplitude térmica de Dourados no Biênio 2002- 2003. Dourados: Trabalho de conclusão de curso, UFGD, 2009.

OLIVEIRA, E. F., Fatores que garantem o sucesso da safrinha de milho. VI Seminário Nacional de Milho Safrinha, IAPAR, Londrina, 2003.

OZAKI, Vitor A. Em busca de um novo paradigma para o seguro rural no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 1, p. 97-119, 2008.

PARRA, Maria Aparecida Teste. **Regiões Bioclimáticas do Estado de Mato Grosso do Sul**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

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

PINTO, Hilton Siqueira *et al.* O aquecimento global ea agricultura. **Revista Eletrônica do Jornalismo Científico, Consciência**, p. 1-6, 2002.

PITOL, Carlos; BROCH, Dirceu Luiz. Soja mais produtiva e tolerante à seca. **Gráfica MARACAJU. Tecnologia de produção: soja e milho**, v. 2009, n. 5, 2008.

RICHETTI, Alceu. Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2011/2012, em Mato Grosso do Sul. **Dourados: Embrapa**, 2011.

RODRIGUES, Cátia Cristina Braga *et al.* Análise das precipitações em alguns municípios de Mato Grosso do Sul, 2011.

SÁ JÚNIOR, A. de. Aplicação da classificação de *Köppen* para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais. 2009.

SANSIGOLO, C. S.; NERY, J. T. Distribuição de extremos de temperatura mínima no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 247-253, 2000.

SANS, Luiz Marcelo Aguiar; GUIMARÃES, Daniel Pereira. **Zoneamento agrícola de riscos climáticos para a cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

SANTOS, Vladimir Aparecido; SILVA, Charlei Aparecido; SCHNEIDER, Heverton. As características do clima de Dourados (MS) e suas conexões com os sistemas atmosféricos regionais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 9, 2011.

SENTELHAS, Paulo Cesar; ORTOLANI, ALTINO ALDO; PEZZOPANE, José Ricardo Macedo. Estimativa da temperatura mínima de relva e da diferença de temperatura entre o abrigo e a relva em noites de geadas. **Bragantia**, v. 54, n. 2, p. 437-445, 1995.

SCHNEIDER, Heverton; DA SILVA, Charlei Aparecido. Características da dinâmica climática de Dourados/MS. **Revista Geonorte, Edição Especial**, v. 2, n. 4, p. 782-791, 2012.

SIGA MS – Sistema de Informação Geográfica do Agronegócio. Disponível em: <<http://www.sigaweb.org/ms/sistema/modulos/publicacoes/>>. Acesso em: 05 ago. 2015.

_____. Circular técnica nº 56. Abril 2014. Disponível em: <http://www.sigaweb.org/ms/sistema/modulos/publicacoes/arquivos/09092015_142341_123_-_circular_acompanhamento_123.pdf>.

SILVA, I.; CASTRO N., P.; SILVEIRA, J. V. Época e probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas abaixo de dado valor, para a região de Lavras, Minas Gerais. *Ciência Prática*, Lavras, v. 10, n. 2, p. 210-219, mai./ago., 1986.

SILVA, J. G. da; SENTELHAS, P. C. Diferença de temperatura mínima do ar mediano de abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geada no Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 9-15, 2001.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.

STRECK, Nereu Augusto; ALBERTO, Cleber Maus. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1351-1359, 2006.

THOM, H. C. S. *Some methods of climatological analysis*. Geneva: *World Meteorological Organization*, 1966. 53p. (WMO, 199; TP, 103; Technical note, 81).

VASCONCELOS, Paola Crespo da Silveira. Análise de crédito rural: um estudo sobre suas regras, atribuições e análise por meio do Banco de Brasília LTDA. 2014.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R.A. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa-MG, UFV, 385p., 2000.

ZAVATTINI, João Afonso. As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática. **Coleção PROPG Digital (UNESP)**, 2009.