



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Humanas
Departamento de Geografia

**VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO
NO DISTRITO FEDERAL E MUNICÍPIOS DA RIDE/DF**

Ana Carolina Alves Santana

Brasília

2023

**VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO
NO DISTRITO FEDERAL E MUNICÍPIOS DA RIDE/DF**

Ana Carolina Alves Santana

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção dos títulos de Bacharel e Licenciatura em Geografia.

Professor Orientador: Dr. Rafael Rodrigues da Franca
Professor Coorientador: Dr. Juscelino Eudâmidas Bezerra

Brasília
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e perseverança para seguir.

À minha família, pelo apoio e incentivo à minha educação, em especial, à minha avó Francisca e tia Alzira que me ajudaram na maior parte da minha graduação me dando todo apoio diário.

Agradeço aos meus pais, Ivanisse e Daniel, pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formanda. Especialmente à Fabiana, Sophia e Júlia que me acompanharam desde o primeiro dia de aula.

Aos meus professores que fizeram parte dessa jornada da graduação, especialmente ao Rafael Franca, ao Juscelino e à Ercília que me fizeram ver a geografia com olhos diferentes e tive o prazer de viver experiências de grande aprendizado com cada um.

RESUMO

O presente trabalho visa verificar a correlação entre variabilidade climática e a produtividade do milho no Distrito Federal e nos municípios da RIDE/DF, na série histórica entre 2011 e 2020, considerando o regime pluviométrico e a temperatura como insumos pertinentes à cultura do grão. O clima é um importante e determinante fator na organização e produção do espaço geográfico, bem como no planejamento agrícola, principalmente no Cerrado, bioma em que a área de estudo está inserida, e que atualmente possui uso e ocupação muito relacionados à expansão da agropecuária. Portanto, o estudo das variáveis climáticas no Cerrado é estratégico nas tomadas de decisão para o planejamento das atividades agrícolas, visto que este colabora na atenuação dos prejuízos e consequências dos efeitos de fenômenos meteorológicos e climáticos impostos aos produtores.

Sendo assim, foram coletados dados de precipitação pluviométrica, temperatura, produção e área plantada do milho, os quais foram estruturados e apresentados em gráficos de variabilidade pluviométrica, temperatura e produtividade do milho, tendo sido, posteriormente, calculado o coeficiente de correlação entre as variáveis. Foram considerados os coeficientes de correlação e o desvio em relação à média para determinar a relação entre as variáveis. Os resultados indicam que a variabilidade da temperatura e da precipitação influenciaram de alguma maneira na produtividade do milho, porém com uma correlação fraca e principalmente quando ocorrem desvios muito significativos em relação à média. Aponta ainda que em alguns municípios da área de estudo a cultura do milho mostra-se mais sensível à variação da temperatura.

Palavras-chave: Variabilidade climática; Milho; RIDE-DF.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo – Distrito Federal e municípios da RIDE/DF.	14
Figura 2 - Mapa da hidrografia da área de estudo (principais rios) e regiões hidrográficas.	22
Figura 3 - Mapa geológico da área de estudo.....	23
Figura 4 - Mapa Geomorfológico da área de estudo.	24
Figura 5 – Mapa da classificação climática da área de estudo baseado na classificação de Koppen-Geiger.....	25
Figura 6 - Porcentagem da participação dos produtos na exportação brasileira no ano de 2022.	35
Figura 7 - Área plantada das principais culturas temporárias no Brasil - 2011 a 2020.....	35
Figura 8 - Quantidade produzida de milho e efetivo de rebanho de galináceos.....	36
Figura 9 - Estádios fenológicos da cultura do Milho.	39
Figura 10 - Quadro para interpretação do coeficiente de correlação (SHIMAKURA, 2006).....	45
Figura 11 - Climograma de Brasília (DF) no período de 2011 a 2020.....	47
Figura 12 - Climograma de Buritis no período de 2011 a 2020.....	48
Figura 13 - Climograma de Cristalina no período de 2011 a 2020.	49
Figura 14 - Climograma de Luziânia no período de 2011 a 20.....	50
Figura 15 - Climograma de Unaí no período de 2011 a 20.....	51
Figura 16 - Produtividade Agrícola e Precipitação no Distrito Federal, no período de 2011 a 2020. ...	52
Figura 17 - Produtividade Agrícola e Precipitação no município de Buritis (MG), no período de 2011 a 2020.....	53
Figura 18 - Produtividade Agrícola e Precipitação no município de Cristalina (GO), no período de 2011 a 2020.....	53
Figura 19 - Produtividade Agrícola e Precipitação no município de Luziânia (GO), no período de 2011 a 2020.....	54
Figura 20 - Produtividade Agrícola e Precipitação no município de Unaí (MG), no período de 2011 a 2020.....	54
Figura 21 - Área plantada (ha) nas regiões do Brasil no ano de 2011 e 2020.....	55
Figura 22 - Quantidade produzida de milho nas regiões do Brasil nos anos de 2011 a 2020.	56
Figura 23 - Quantidade produzida de milho em cada safra nas regiões do Brasil nos anos de 2011 a 2020.	56
Figura 24 - Dados do rendimento médio da produção (ton/ha) do cultivo do milho nos municípios de Buritis, Cristalina, Luziânia, Unaí e Distrito Federal, no período de 2011 a 2020.	57
Figura 25 - Dados do rendimento médio da produção (ton/ha) do cultivo do milho nos municípios de Buritis, Cristalina, Luziânia, Unaí e Distrito Federal, no período de 2011 a 2020.	58

Figura 26 - Dados do rendimento médio da produção (ton/ha) do cultivo do milho nos municípios de Buritis, Cristalina, Luziânia, Unai e Distrito Federal, no período de 2011 a 2020.	58
Figura 27 - Quantidade produzida (em toneladas) no município de Luziânia.	59
Figura 28 Caracterização dos estabelecimentos agropecuários com produção de milho em 2017.	59
Figura 29 - Desvios de chuva e produtividade do milho no Distrito Federal no período entre 2011 e 2020.	60
Figura 30 - Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Buritis no período entre 2011 e 2020.	60
Figura 31 - Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Cristalina no período entre 2011 e 2020.	61
Figura 32 - Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Luziânia no período entre 2011 e 2020.	62
Figura 33 - Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Unai no período entre 2011 e 2020.	63
Figura 34 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no Distrito Federal no período entre 2011 e 2020.	63
Figura 35 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no município de Buritis no período entre 2011 e 2020.	64
Figura 36 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no município de Cristalina no período entre 2011 e 2020.	64
Figura 37 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no município de Luziânia no período entre 2011 e 2020.	65
Figura 38 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no município de Unai no período entre 2011 e 2020.	66
Figura 39 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Distrito Federal.	66
Figura 40 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no Distrito Federal.	67
Figura 41 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Município de Buritis.	67
Figura 42 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no município de Buritis.	67
Figura 43 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Município de Cristalina.	68
Figura 44 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no município de Cristalina.	68

Figura 45 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Município de Luziânia.	68
Figura 46 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no município de Luziânia.	68
Figura 47 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Município de Unai.	69
Figura 48 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no município de Unai.	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala fenológica do milho segundo Hanway (1963), adaptada por Fancelli (1986).....	39
Quadro 2 - Dados das estações pluviométricas da área de estudo.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DF	Distrito Federal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
mEc	Massa Equatorial Continental
mTa	Massa Tropical Atlântica
PAD/DF	Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal
PAM	Produção Agrícola Municipal
PDOT	Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal
RIDE/DF	Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal
USDA	United States Department of Agriculture

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Hipótese.....	12
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 Geral.....	12
1.2.2 Específicos.....	12
1.3 Justificativa.....	12
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
2.1 Caracterização Geográfica da área de estudo.....	15
2.1.1 Distrito Federal.....	15
2.1.2 Unai.....	16
2.1.3 Buritis.....	17
2.1.4 Cristalina.....	18
2.1.5 Luziânia.....	19
2.2 Caracterização Ambiental da Área de Estudo.....	20
3. CLIMA E AGRICULTURA.....	26
3.1 Breve histórico da agricultura.....	26
3.2 Agricultura no Brasil.....	27
3.3 Fatores e Elementos climáticos.....	29
3.4 Climatologia da região Centro-Oeste.....	31
3.5 A cultura do milho.....	33
3.6 Influência do clima nas culturas agrícolas.....	40
3.7 Variabilidade climática.....	41
4. METODOLOGIA.....	42
4.1 Bases de dados.....	42
4.2 Procedimentos metodológicos.....	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
7 REFERÊNCIAS.....	71

1. INTRODUÇÃO

Mesmo com tamanho avanço tecnológico e científico que podem ser aplicados na lavoura, que por hora podem amenizar os efeitos de fatores climáticos, as variáveis climáticas, apesar de não serem totalmente determinantes, são um dos fatores mais importantes na produção agrícola, pois exercem influência em todos os estágios do cultivo, da preparação da terra até a comercialização do produto (AYOADE, 1996, p. 261), portanto, seja pela relação através dos elementos climáticos sobre a lavoura ou através do controle exercido pelo clima sobre os tipos de práticas agrícolas e de cultivos mais adequados para cada área, as diferentes culturas têm necessidades específicas relacionadas ao clima.

Em sua obra, Ribeiro (1993) tratou sobre a climatologia geográfica e a organização do espaço agrário e acrescentou que o clima é um fator essencial no processo de organização do espaço, sobretudo na organização do espaço agrário, em que os atributos climáticos atuam como condicionante no processo de produção. Principalmente quando esse processo produtivo está relacionado aos cultivos agrícolas comerciais, que necessitam de um clima ideal para o desenvolvimento da planta com boa produtividade.

Apesar da importância do clima na agricultura, outros fatores também são de extrema relevância, como o desenvolvimento econômico e tecnológico aplicados na produção. Conforme Sant'Anna Neto (2001, p. 157), “a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá num território, transformado e produzido pela sociedade, de maneira desigual e apropriado segundo os interesses dos agentes sociais”, esclarecendo que a variabilidade climática somada aos distintos modos de apropriação do território, produz um desenvolvimento desigual da agricultura.

Portanto, os grandes latifundiários com produções mais capitalizadas, baseadas na agricultura moderna não são atingidos na mesma proporção pela variabilidade climática como os pequenos produtores descapitalizados, sem acesso às novas tecnologias e aos programas de seguro agrícola. Sendo assim, submetidos ao modo de produção capitalista, os agricultores mais bem servidos de capital e de sofisticação tecnológica apresentam menores níveis de dependência das condições climáticas e, conseqüentemente, sua produção se dá sob uma menor vulnerabilidade (Ely et al, 2003).

Por muitos séculos, o milho vem sendo utilizado como alimento e, em decorrência de sua extrema importância, o homem tem procurado estender os limites geográficos da sua produção (FANCELLI, 2015). Considerando que o Brasil é um país com distintas características

ambientais, o que ocasiona uma relativa diversidade agrícola, o estudo da variabilidade climática e de sua influência na agricultura vem sendo cada dia mais necessário, visto a importância da obtenção de mais conhecimentos científicos para uma produção agrária sustentável, ou seja, que priorize as condições climáticas para produzir cada vez mais em áreas agricultáveis cada vez menor.

O cultivo do milho, segundo dados do SIDRA/IBGE, é o segundo mais expressivo no Brasil, com cerca de 103 mil toneladas produzidas no ano de 2020 e representando uma área plantada com mais de 18 mil hectares, ficando atrás apenas da soja. Recentemente, dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), relativos à safra 2022/2023, mostram que o Brasil alcançou a posição de maior exportador de milho do mundo, superando os Estados Unidos.

Segundo dados do Comex de 2022, o milho representou 16% dos produtos agropecuários exportados pelo Brasil no ano, ficando atrás apenas da soja. Um pouco mais de 12 bilhões de dólares foram exportados em 2022, somente com a produção do milho, sendo o principal estado de origem o Mato Grosso, e o principal destino o Japão. O Distrito Federal teve uma participação de 0,046%, o que condiz a 5,57 milhões de dólares do total exportado.

No ano de 2020, último ano escolhido para a série histórica desse estudo, o DF produziu um pouco mais de 332 mil toneladas de milho (Emater, 2020), o que representa 43% da produção distrital. O cultivo está distribuído majoritariamente nas regiões administrativas do Paranoá e Planaltina, que são as áreas com relevo mais plano, e onde consequentemente localizam-se as grandes culturas que demandam as mais altas tecnologias agrícolas.

Nesta pesquisa, a área de estudo consiste no Distrito Federal e municípios da RIDE/DF que possuem uma produção de milho considerável dentre as culturas temporárias e permanentes que constituem suas economias. A partir dos dados de produção do milho nos municípios da RIDE/DF, foram selecionados os que ocupam as primeiras posições referentes à área plantada em hectares e a produção em toneladas.

1.1 Hipótese

As variáveis climáticas representam uma importante atribuição no êxito da produtividade agrícola. A cultura do milho, em especial, exige calor e umidade para um desenvolvimento adequado ao decorrer do crescimento da planta. A temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, está compreendida entre 24 e 30°C e quanto à umidade, o milho pode ser cultivado em regiões onde as precipitações vão desde 250 mm até 5000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida pela planta, durante seu ciclo, está em torno de 600 mm (MAPA, 2006). Portanto, levanta-se a hipótese de que a variabilidade das variáveis temperatura e precipitação pluviométrica interferiram na produtividade do milho ao longo da sequência histórica de 2011 a 2020.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

O objetivo geral deste estudo é verificar a correlação entre a variabilidade climática e a produtividade do milho nos municípios da RIDE/DF e no Distrito Federal, no período de 2011 a 2020, considerando o regime pluviométrico e a temperatura como insumos pertinentes para a agricultura.

1.2.2 Específicos

- Analisar os dados pluviométricos anuais e os dados de produção do milho, compreendidos entre 2011 e 2020 na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno, especificamente nos municípios de Buritis (MG), Cristalina (GO), Luziânia (GO), Unaí (MG) e no Distrito Federal.
- Realizar a correlação entre a precipitação pluviométrica, a temperatura e a produtividade do milho nos municípios Buritis, Cristalina, Luziânia, Unaí e no Distrito Federal, e a partir dessas informações analisar os efeitos da variabilidade pluviométrica na cultura do milho no período de 2011 a 2020.

1.3 Justificativa

O clima é um importante e determinante fator na organização e produção do espaço geográfico, em especial no planejamento agrícola, principalmente no bioma em que a área de estudo está inserida, o Cerrado, que possui uso e ocupação muito relacionado à expansão da

agropecuária. Portanto, o estudo das variáveis climáticas no Cerrado é estratégico nas tomadas de decisão para o planejamento das atividades agrícolas, visto que este colabora na atenuação dos prejuízos e consequências dos efeitos de fenômenos meteorológicos e climáticos impostos aos produtores.

Nos últimos 40 anos, o Cerrado se tornou uma das últimas fronteiras agrícolas para a produção de alimentos, visando o abastecimento do Brasil e gerando excedentes para outras partes do mundo. Esse aumento da produção se dá tanto pelo aumento da área plantada quanto pelo expressivo incremento da produtividade, influenciado pela topografia altamente favorável à mecanização, pela boa condição dos solos e o desenvolvimento bem-sucedido de um pacote tecnológico para a produção das culturas de grãos, principalmente a soja e o milho (Albuquerque e Silva, 2008).

Segundo Sant'anna Neto (2008), a variabilidade temporal dos climas regionais, especificamente na zona tropical como é o caso de grande parte do território brasileiro, e também na área de estudo dessa pesquisa, manifesta-se na forma de forte irregularidade pluviométrica (mensal e sazonal), uma vez que sua distribuição implica em consequências consideráveis no meio ambiente e na economia.

A pertinência de se pesquisar a cultura do milho se passa pelo fato de esta estar associada à produção de vários subprodutos de grande importância para a economia brasileira, podendo ser utilizado desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. O milho é um dos cereais que mais registrou aumento na produção nos últimos 30 anos, crescimento impulsionado pelas diversas possibilidades de uso, mas principalmente pelo aumento das atividades de criação de suínos e aves e da produção de silagem destinada para a alimentação de vacas leiteiras e gados confinados.

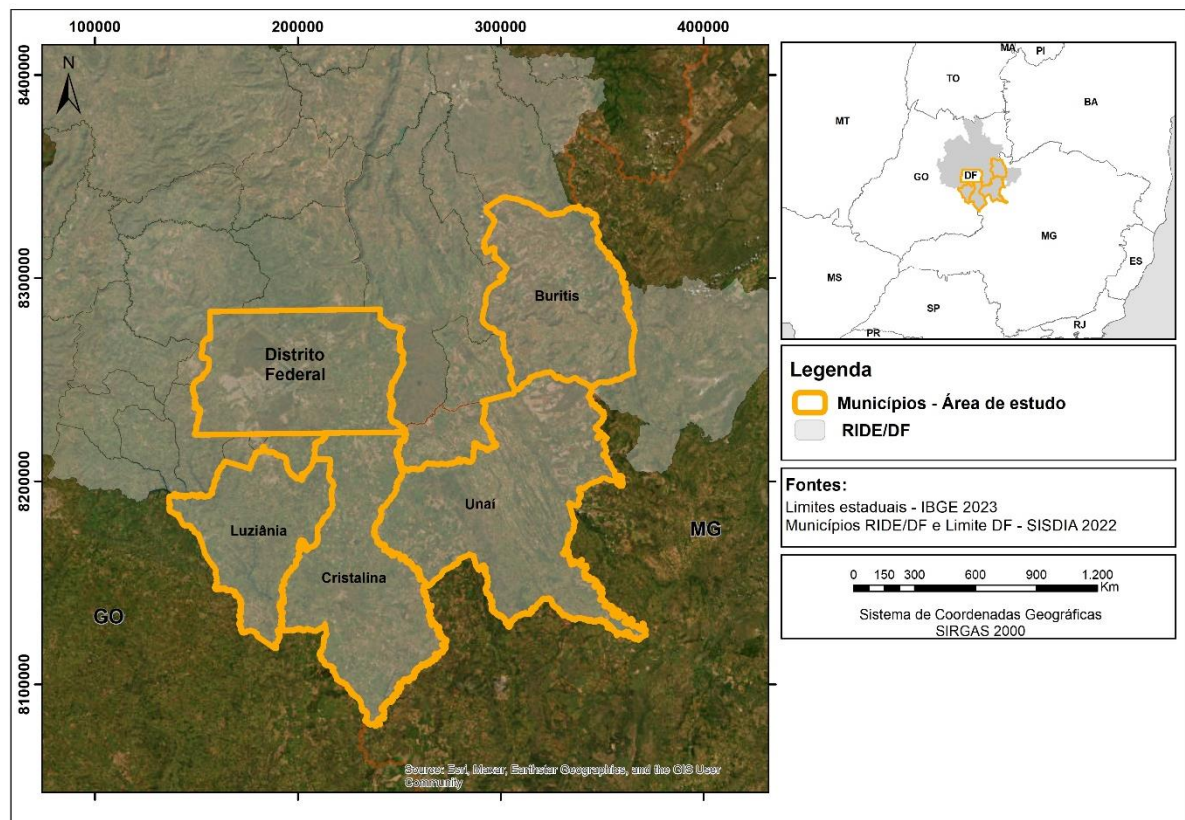
Segundo dados do Instituto de Pesquisa e Estatística - INPE do Distrito Federal, o setor agropecuário é o que possui menor participação na economia da capital, porém, obteve um crescimento considerável entre os anos de 2011 e 2020, que registrou um aumento de 52,7%. Já nos municípios de Goiás e Minas Gerais, a produção do milho é muito relevante pois possuem a agropecuária como base de suas economias e a agricultura faz parte da história do desenvolvimento dessas cidades, em todos eles o setor primário da economia é o que prevalece.

Desse modo, essa pesquisa visa entender como as variáveis climáticas interferiram na produção agrícola do Distrito Federal e municípios da RIDE/DF na sequência histórica proposta, contribuindo para as pesquisas relacionadas à área, visto que ainda não há trabalhos que comparem esses dados na área de estudo escolhida.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desta pesquisa é a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno - RIDE/DF, que é constituída pelo Distrito Federal, pelos municípios de Abadiânia, Água Fria de Goiás, Águas Lindas de Goiás, Alexânia, Alto Paraíso de Goiás, Alvorada do Norte, Barro Alto, Cabeceiras, Cavalcante, Cidade Ocidental, Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás, Cristalina, Flores de Goiás, Formosa, Goianésia, Luziânia, Mimoso de Goiás, Niquelândia, Novo Gama, Padre Bernardo, Pirenópolis, Planaltina, Santo Antônio do Descoberto, São João d'Aliança, Simolândia, Valparaíso de Goiás, Vila Boa e Vila Propício, no estado de Goiás, e de Arinos, Buritis, Cabeceira Grande e Unaí, no estado de Minas Gerais. Nesta pesquisa serão trabalhados os dados dos municípios de Buritis (MG), Cristalina (GO), Unaí (MG), Luziânia (GO) e o Distrito Federal (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo – Distrito Federal e municípios da RIDE/DF.



Elaborado pela autora.

2.1 Caracterização Geográfica da área de estudo

A Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE/DF) é uma região integrada de desenvolvimento econômico, criada pela Lei Complementar n.º 94, de 19 de fevereiro de 1998, e regulamentada pelo Decreto n.º 7.469, de 04 de maio de 2011, para efeitos de articulação da ação administrativa da União, dos estados de Goiás, Minas Gerais e do Distrito Federal. A RIDE/DF ocupa uma área de aproximadamente 94.500 Km², e conta com uma população estimada de 4.483.006 pessoas (IBGE, 2022).

2.1.1 Distrito Federal

Apesar da simbólica modernidade da nova capital brasileira, idealizada desde 1823 quando José Bonifácio sugere o nome de Brasília para a nova capital e dá início à discussão da interiorização da capital brasileira, ideia que somente foi consolidada no século XX no governo de Juscelino Kubitschek (PAVIANI et al. 2010), a Brasília conhecida tem muito mais influências rurais e agrárias do que aparenta, de acordo com o último Plano de Ordenamento Territorial (PDOT, 2009), 70% do território do Distrito Federal é constituído por áreas rurais, classificadas como zona rural de uso controlado e zona rural de uso diversificado, cerca de 404 mil hectares. O Distrito Federal abrange uma área total de 5.760 km², e apesar da pouca representatividade na economia da capital, o espaço rural e agrário configura boa parte do território brasiliense.

Antes mesmo da aprovação do Plano Piloto, devido ao pouco tempo destinado à construção da capital, ao decorrer do mandato do JK, algumas providências já foram tomadas por parte do próprio presidente, como a criação da Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (NOVACAP), com a finalidade de estabelecer normas quanto à organização fundiária do DF. No território destinado à construção da nova capital, a agropecuária era quase inexistente, praticada em sua maioria para subsistência, no entanto, com a transferência da capital, já existia a presunção de tornar aquelas terras produtivas, para abastecer a população que habitaria o DF.

Quanto ao modelo de ocupação produtiva da área rural do DF, houve dois momentos diferentes: o primeiro, que vai dos primórdios da capital até 1964, caracterizado pela divisão e distribuição de pequenos lotes a arrendatários, e que funcionava como barganha para atrair funcionários públicos, a qual era baseada em critérios nada relacionados com produção rural, mas com o número de filhos e atestado de pobreza. E o segundo período, de 1964 a 1977,

baseado em grandes empreendimentos agrícolas, atribuídos a grandes empresários que tinham condições para implementar tecnologias na produção agrícola.

A criação do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal, PAD - DF foi outro incentivo que atraiu os produtores na década de 1970 (Botelho Filho, 2001 apud Borges, 2018, p. 82) com a finalidade de ocupar, com uma atividade agropecuária de alto padrão tecnológico, as terras desapropriadas e ociosas pertencentes ao GDF, em busca de autossuficiência na produção. O programa buscava justamente modernizar a produção agrícola da capital, sendo destinado a arrendatários que comprovassem condições técnicas e econômicas para implantar projetos com objetivos agropecuários ambiciosos. A área ficou destinada a grandes culturas, como a soja, milho, trigo e arroz, e também à pecuária de leite e aos programas de fruticultura.

Os tipos de produção se dispõem no território brasileiro de maneiras diferentes, por exemplo, as grandes culturas, associadas ao agronegócio estão localizadas em sua maioria nas porções nordeste e sudeste do Distrito Federal, mais precisamente nas áreas inseridas nas bacias dos rios Preto e São Marcos (BEZERRA e DIAS, 2021, p. 95). Já a agricultura familiar e camponesa com menor integração aos mercados nacional e internacional, logo, as que abastecem a comunidade brasileira, localizam-se majoritariamente nas porções noroeste e sudoeste do Distrito Federal.

2.1.2 Unai

O histórico de formação territorial dos municípios da área de estudo desta pesquisa está vinculado à ocupação do centro-oeste brasileiro, no caso de Unai e Buritis, estão especialmente ligados ao desenvolvimento de Paracatu, um dos municípios mais antigos de toda a região

O município de Unai remonta aos tempos coloniais, a região onde hoje está situada a cidade foi inicialmente habitada por povos indígenas, e posteriormente, no século XVIII, foi palco da chegada de bandeirantes e da exploração de recursos naturais, como ouro e pedras preciosas. Os primeiros aglomerados da região nasceram de uma fazenda que tinha sua sede próxima ao trevo que dá acesso a Paracatu, denominada Capim Branco. Esse povoado, em 1973, foi elevado à categoria de distrito pertencente a Paracatu, com o nome de Rio Preto. E em 1943 por meio do Decreto-Lei nº 1.058, de 31 de dezembro de 1943, o Governador Benedito Valadares Ribeiro cria o município de Unai, oficialmente instalado em 15 de janeiro de 1944 (IBGE, 2023).

Situado na mesorregião do Noroeste de Minas Gerais e na microrregião de Unai, o município tem uma área de 8.492 Km². Com a construção da represa de três marias, na área

central do estado, no final da década de 50, houve grande migração das cidades próximas a ela, para o então recém-criado município de Unaí (IBGE, 2023). As terras férteis e baratas também foram um atrativo para pessoas de todo o Brasil, bem como produtores rurais da região sul do país.

Uma das características marcantes da história de Unaí é a influência da atividade agropecuária. No século XIX, principalmente após a abolição da escravidão, muitas fazendas foram se estabelecendo na região, impulsionadas pela produção de gado de corte e pela agricultura. Ao longo do século XX, o desenvolvimento da cidade foi impulsionado pela agricultura, com destaque para o cultivo de milho, feijão, soja, café e algodão.

Atualmente, o município ainda possui grande parte da sua economia baseada na agricultura, porém, nos anos mais recentes, o município tem buscado diversificar sua economia, investindo também no setor de serviços e no comércio. Além disso, Unaí se destaca pela presença de uma grande quantidade de assentamentos rurais, responsáveis por uma produção agrícola significativa e por programas de reforma agrária.

2.1.3 Buritis

O município de Buritis é uma região originalmente habitada por indígenas, que exploravam o local para a caça e a pesca. Em meados do século XVIII, com o avanço da colonização na região, os bandeirantes se instalaram em busca de recursos naturais e estabeleceram fazendas e povoados. A lei nº 843 de 7 de setembro de 1923, transferiu para São Romão, o até então distrito de Paracatu. Em 31 de dezembro de 1943, essa configuração mudou, a lei estadual nº 1.058 desmembrou-o de São Romão e o anexou a Unaí. E em 1962, Buritis foi emancipado como município pela lei estadual nº 2.764, de 30 de dezembro de 1962, e desmembrado de Unaí (IBGE, 2023).

O ponto escolhido para implantação do núcleo era passagem obrigatória dos que buscavam o eldorado Centro-Oeste, especialmente o rico sertão Goiano. As terras eram de enorme fertilidade, muito propícias à agricultura e as pastagens naturais eram vastas e verdejantes. Esta gama de condições provocou a fixação de incontáveis famílias de colonos e outros aventureiros, contribuindo para o crescimento do aglomerado, atual município de Buritis.

A atividade agropecuária foi crescendo ao longo do tempo, e Buritis começou a se desenvolver ainda mais no início do século XX. Atualmente, a economia da cidade é baseada principalmente na agropecuária, com destaque para a produção de leite e a criação de gado de corte. A região conta com terras férteis propícias para a agricultura, e os rios Urucuia e Abaeté

atravessam o município, garantindo a presença de recursos hídricos importantes para a atividade agropecuária.

Situado em Minas Gerais, na divisa com o estado de Goiás, Buritis está bem próximo do Distrito Federal e por isso o município faz parte da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal. O topônimo, Buritis, teve sua origem na existência de uma árvore nativa que é predominante em todo o território municipal, denominada 'Buriti'. O município possui uma área de 5.225,186 km², está localizado na mesorregião noroeste de Minas e microrregião de Unaí. Com uma densidade populacional de 4,60 habitante por km², e população de 24.034 pessoas (IBGE, 2023).

2.1.4 Cristalina

Cristalina teve seus primórdios baseados na exploração dos cristais ali existentes. Em busca de ouro e esmeraldas, os bandeirantes vieram descobrir, por acaso nas proximidades de uma serra, a existência do Cristal de Rocha, o que deu ao acidente geográfico o topônimo de “Serra dos Cristais”, isto por volta do ano de 1797 (IBGE, 2023).

A ocupação dos colonos deu origem ao arraial chamado São Sebastião dos Cristais, que foi elevado à categoria de Distrito, pela Lei n° 15, de 12 de outubro de 1901. Em 16 de janeiro de 1916 conseguiu a elevação à categoria de Vila, anexada ao município de Santa Luzia. Em julho do mesmo ano, pela Lei Estadual n° 533, a Vila foi elevada a município autônomo, desmembrando-se de Santa Luzia.

A instalação do município só se deu no dia 15 de janeiro de 1917, com o comparecimento de grande massa popular, vinda, em parte, da cidade de Paracatu. Recebeu então, a nova entidade a denominação de São Sebastião dos Cristais. Pela Lei Estadual n° 577, de 31 de maio de 1918, o nome de São Sebastião dos Cristais foi mudado para Cristalina, que é conservado até hoje.

Durante muitos anos a economia e desenvolvimento da cidade esteve fundamentada na exploração mineral, porém, a fertilidade do solo e o clima propício foram fatores que proporcionaram um grande desenvolvimento da agricultura na região, chamando atenção dos colonizadores e posteriormente de habitantes de outros estados do Brasil. Com o crescimento da agricultura, a cidade foi se expandindo, consolidando-se como um importante polo agropecuário do estado de Goiás. A população também aumentou significativamente ao longo dos anos, atraindo pessoas de diversas regiões em busca de oportunidades. Cristalina

possui uma zona rural extensa, com propriedades agrícolas e pecuárias, que contribuem para a economia local.

A cidade é conhecida pela produção de leite e derivados, sendo que a agropecuária desempenha um papel importante na geração de empregos e no desenvolvimento econômico da região. Após anos com foco na agricultura, Cristalina passa a partir de 2010 a industrializar sua produção. São introduzidos polos de indústrias como Incotril, Fugini, Bonduelle e Sorgatto Alimentos para a produção de alimentos utilizando os produtos lá plantados.

Situada na região leste do estado de Goiás, no entorno do Distrito Federal, Cristalina também faz parte da Região Integrada De Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno e da região imediata de Luziânia. Com uma extensão territorial de 6.153,921 km² o município tem uma população de 62.249 pessoas (IBGE, 2023).

2.1.5 Luziânia

Assim como Cristalina, Luziânia também teve sua formação territorial durante o período colonial, sendo suas terras inicialmente exploradas pelos bandeirantes em busca de ouro e pedras preciosas. Em meados do século XVIII, já havia um primeiro núcleo de povoamento chamado Arraial de Santa Luzia que deu origem ao nome atual da cidade. O arraial foi elevado à vila em 1833, tendo sido instalado solenemente no ano seguinte. Em 1867, a vila passou à categoria de cidade. Por força do Decreto-lei estadual n.º 8.305, de 31 de dezembro de 1943, Santa Luzia passou a denominar-se Luziânia (IBGE, 2023).

A partir da década de 1950, com o Plano de Metas do presidente Juscelino Kubitschek, houve um grande desenvolvimento nacional e uma intensa migração para o Centro-Oeste brasileiro. Essa migração levou a uma expansão territorial de Luziânia, que se tornou um dos polos de crescimento da região. Nessa época, Luziânia ganhou destaque por estar próxima à então recém-construída nova capital do Brasil, Brasília. Isso contribuiu significativamente para o aumento da população e o processo de urbanização da cidade.

Com o passar dos anos, Luziânia continuou a se desenvolver e diversificar sua economia. Além da agricultura, atividade tradicional da região, o comércio, a indústria e os serviços ganharam importância na cidade. Atualmente, Luziânia é uma cidade em constante expansão, com uma população diversificada e um crescimento econômico significativo. Sua localização estratégica, próxima à capital federal, continua a atrair investimentos e a contribuir para seu desenvolvimento. A cidade se destaca como polo regional, oferecendo serviços e infraestrutura para os municípios vizinhos (Cândido, 2021).

O município de Luziânia está localizado no leste goiano, possuindo uma área total de 3.961,099 km² de extensão, tendo a população estimada no ano de 2022 em 208.725 habitantes, de acordo com o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A atividade econômica predominante são os empreendimentos agroindustriais (com produção de feijão, soja e milho), compradores de grão da região que se destacam na comercialização com o mercado externo.

2.2 Caracterização Ambiental da Área de Estudo

Com relação aos aspectos ambientais dos municípios da RIDE/DF e do Distrito Federal, foram considerados os dados de geologia, geomorfologia, clima e hidrografia do DF, dos municípios de Goiás e dos municípios de Minas Gerais que serão abordados nesta pesquisa.

No que diz respeito à hidrografia, a área de estudo está localizada entre as bacias hidrográficas do Paraná, São Francisco e Tocantins. O Distrito Federal está localizado em altas altitudes, o que implica na dispersão de drenagens, que fluem para as três importantes bacias hidrográficas do país (Figura 2). O DF constitui uma importante região de nascentes, em que são predominantes os cursos d'água perenes.

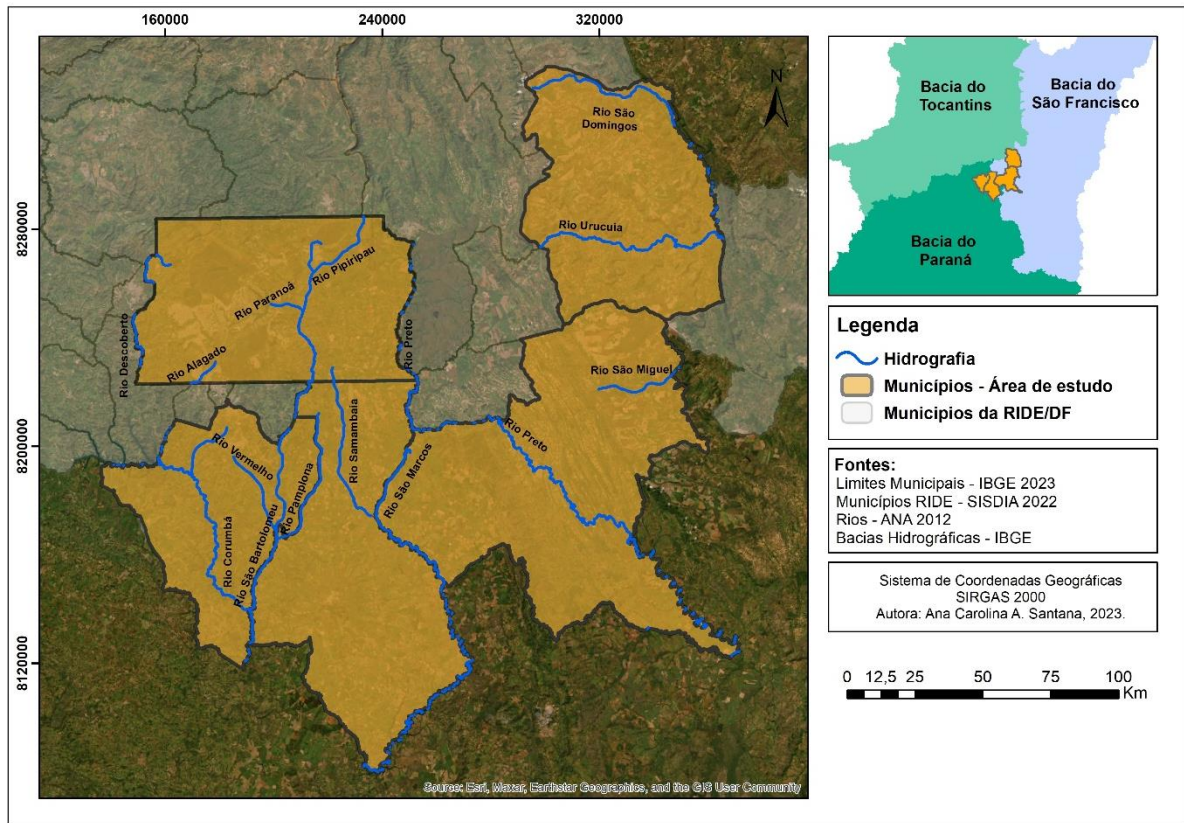
O DF é instituído por sete bacias hidrográficas: Bacia do Rio Descoberto, Bacia do Rio São Bartolomeu, Bacia do Lago Paranoá, Bacia do Maranhão, Bacia do Rio Preto, Bacia do Rio São Marcos e Bacia do Rio Corumbá. A Bacia do Rio Descoberto é formada pelo Rio Descoberto, que drena o DF no extremo oeste do território e o separa do estado de Goiás. A Bacia do Rio São Bartolomeu é a maior do DF, abrangendo uma faixa do território de norte a sul. Situada na porção central do DF, a Bacia do Lago Paranoá é a única totalmente inserida no DF, nela estão situados vários núcleos urbanos, e o Lago Santa Maria, de grande importância para o abastecimento de água do DF (Codeplan, 2020).

Localizada na porção norte do DF, a Bacia do Rio Maranhão se destaca no turismo, devido ao seu relevo acidentado com muitas cachoeiras, cânions e áreas de vegetação preservadas. Já a Bacia do Rio Preto, situada na porção oriental do DF, separando-o dos estados de Goiás e Minas Gerais, se destaca pela agricultura irrigada, com presença de pivôs centrais e expressiva produção de grãos, hortaliças e frutas. A Bacia do Rio São Marcos é a menor do DF, localizada na porção sudeste. A Bacia do Rio Corumbá se particulariza pela alta declividade e pelos solos susceptíveis aos processos erosivos e está localizada no sudoeste do DF, abarcando as regiões administrativas de Samambaia, Recanto das Emas, Gama e Santa Maria (Codeplan, 2020).

O estado de Goiás, em relação à hidrografia, assim como o DF, se constitui nos mais importantes dispersores da rede hidrográfica brasileira, pois é nessa considerável área do território nacional que se localiza grandes extensões das Bacias do Tocantins, do Paraná e do São Francisco (IBGE, 1977). Cerca de 58% do território goiano é banhado pela bacia dos rios Araguaia e Tocantins, no noroeste e norte de Goiás. Já a Bacia do Rio Paraná cobre cerca de 41% da área do estado, enquanto a do São Francisco cobre menos de 1%. Ainda quanto à hidrografia do estado é importante salientar a importância dos aquíferos que o abrangem, pois confere a ele uma reserva expressiva de águas subterrâneas, devido à presença em seu território das áreas de recarga do aquífero Guarani.

O estado de Minas Gerais abrange quatro regiões hidrográficas, sendo elas: Região Hidrográfica do São Francisco (cobre 40% da área do Estado), Região Hidrográfica do Paraná (cobre 27%), Região Hidrográfica do Atlântico Leste (cobre 17%), e Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste – RHAS (cobre 16%). Sendo que, Unai e Buritis estão abarcados pelas Bacias Hidrográficas do São Francisco e do Paraná. Das 4 regiões hidrográficas, são resultantes 17 bacias hidrográficas. Dentre estas, destaca-se a bacia do rio São Francisco por abrigar a Região Metropolitana de Belo Horizonte, a porcentagem de sua área no território mineiro e sua interrelação com outros estados da União. Por outro lado, destacam-se também as bacias dos rios Grande e Paranaíba, pela geração de hidroenergia, responsável por parte do desenvolvimento da economia do País e a Bacia do Paraíba do sul, por concentrar atividades industriais de vulto nacional (ANA, 2006).

Figura 2 - Mapa da hidrografia da área de estudo (principais rios) e regiões hidrográficas.



Elaborado pela autora.

Quanto à geologia, nos municípios goianos da área de estudo predominam unidades geológicas como a Serra do Landim, subdivisão do Grupo Canastra, que é composta por calcifilitos ou calcixistos de coloração esverdeada ou cinza esverdeada, e a Chapada dos Pilões composta principalmente por quartzitos, e outras, como a Cobertura Detrito Paleogenica, Terraços Holocênicos, Paracatu, Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica e Topázios (Figura 3).

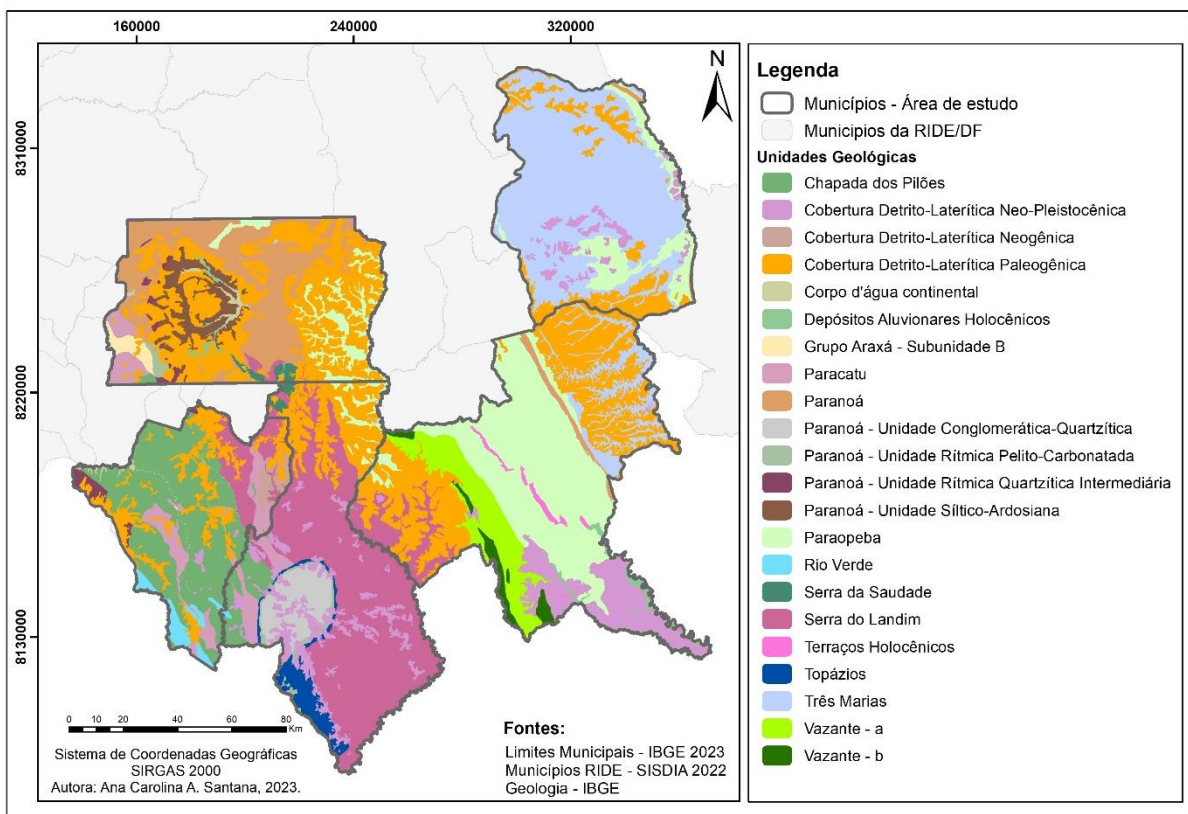
No território mineiro, resultantes da deposição de sedimentos, as principais unidades geológicas são: Cráton de São Francisco; Faixa Brasília; Orógeno Araçuaí/Ribeira; Bacia do Paraná; e Coberturas Colúvio-Aluviais e Eluviais. Nos municípios mineiros considerados no estudo, predominam formações como a de Três Marias e Paraopeba, provenientes do Grupo Bambuí, a primeira composta por arenitos, siltitos e arcóseos cinza a verde-escuros e a segunda por filitos, e também por unidades como a Cobertura Detrito-Laterítica Neo-Pleistocênica, e a Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica (Baptista et al., 2010).

No Distrito Federal, prevalece o grupo Paranoá, mas possui unidades como a Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica, os Depósitos Aluvionares Holocênicos, e a Paranoá - Unidade Siltico-Ardosiana. Localizado na porção central da Faixa de Dobramentos e Cavaleamentos Brasília, o DF é dividido em quatro conjuntos litológicos, o grupo Paranoá, composto por

rochas como o quartzito conglomerático, metassiltitos, ardósias, metarritmito arenoso, quartzito médio, metarritmitos argilosos e a unidade psamo-pelito-carbonatada, o grupo Canastra, constituído essencialmente por filitos, o grupo Bambuí, composto por siltitos, e arcóseos e grupo Araxá, formado por xistos variados, com predominância de xistos e moscovitas.

A unidade Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica, que tem muita ocorrência na área de estudo, dá-se nas regiões denominadas por Chapadões, e é caracterizada por exibir um perfil laterítico completo (Costa, Angélica e Avelar, 1991).

Figura 3 - Mapa geológico da área de estudo.

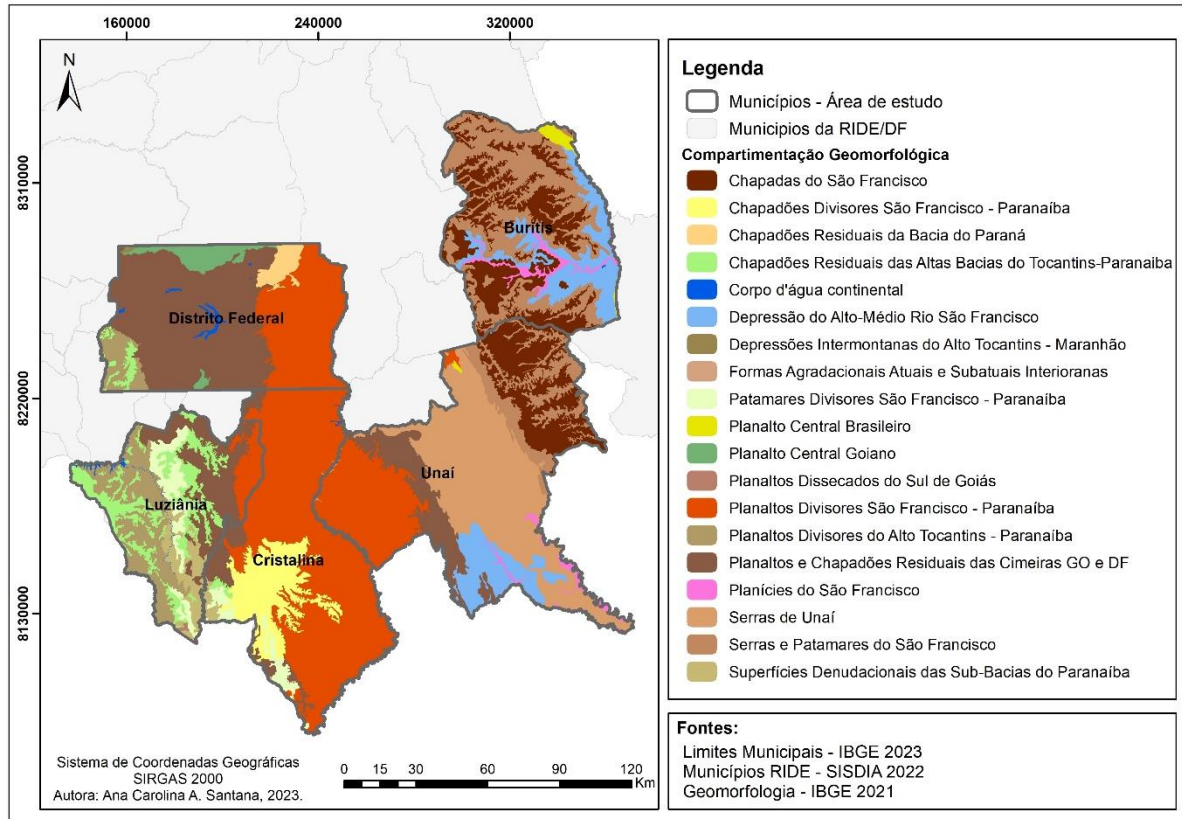


Elaborado pela autora.

Quanto às classificações geomorfológicas, a figura 4 mostra que os municípios do Goiás, de Minas Gerais e o DF, estão inseridos predominantemente nos Cinturões Móveis Neoproterozóicos, áreas extensas representadas por planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas e Crátons Neoproterozóicos, que são planaltos residuais de chapadas. Considerando as unidades geomorfológicas, na porção leste do DF predomina os Planaltos Divisores São Francisco – Paranaíba e na porção central e oeste os Planaltos e Chapadões Residuais das Cimeiras GO e DF, em Cristalina são dominantes os Planaltos e Chapadões Divisores São Francisco – Paranaíba, o relevo de Luziânia já possui mais variações.

Em Minas Gerais, no município de Unaí, predomina os Planaltos Divisores São Francisco – Paranaíba em sua porção oeste, na outra porção domina as Serras de Unaí, com um relevo mais acidentado seguido pelas chapadas do São Francisco.

Figura 4 - Mapa Geomorfológico da área de estudo.



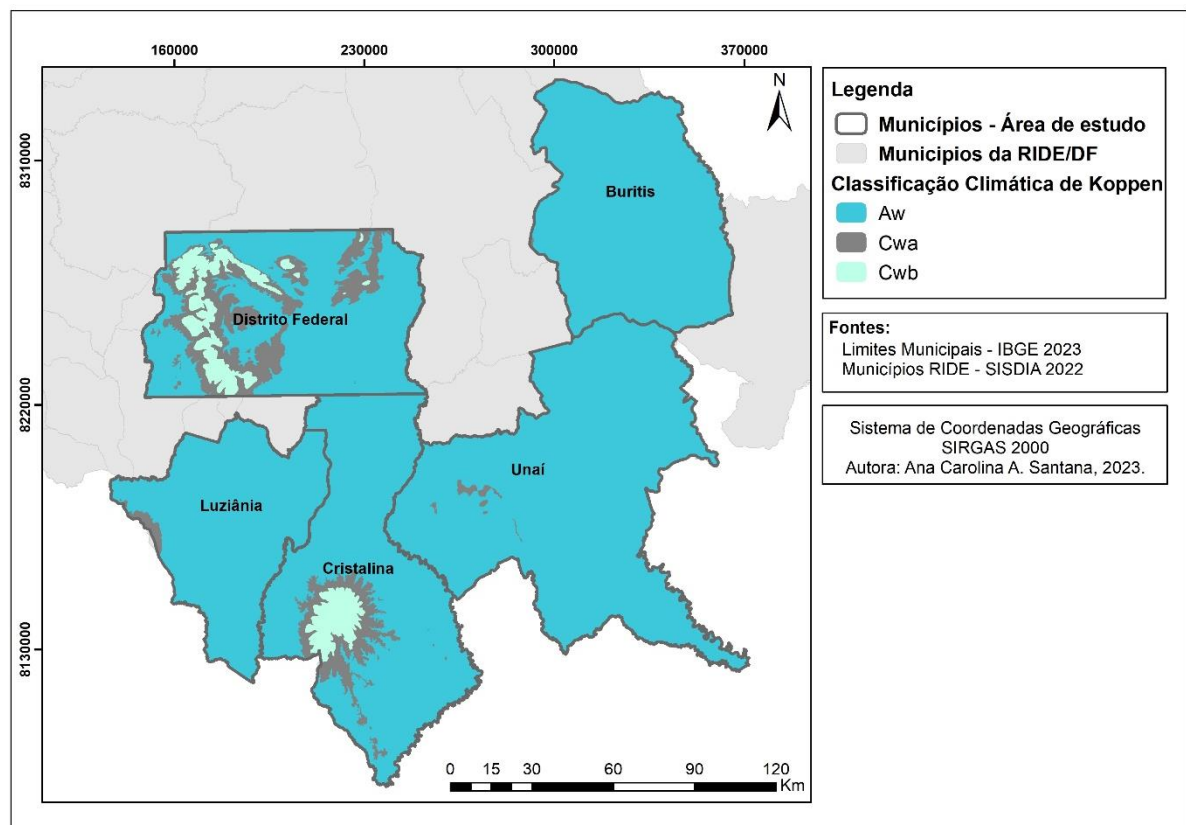
Elaborado pela autora.

Levando em consideração a classificação climática de Koppen-Geiger, o tipo climático que mais se acentua na área de estudo é o Aw (Clima de Savana) ou também conhecido como tropical chuvoso, com média anual de precipitação de aproximadamente 1500 mm, variando de 750 a 2000 mm (figura 5). As chuvas são concentradas praticamente de outubro a março (estação chuvosa), e a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. No Distrito Federal e Cristalina, ocorre em alguns locais o tipo Cwb (chuva de verão, verões moderadamente quentes) e Cwa (chuvas de verão e verão quente). Portanto, o clima local, em sua maioria, é caracterizado por invernos secos e verões chuvosos.

A Classificação de Koppen-Geiger possui origem na fitossociologia e é baseada no pressuposto de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é essencialmente uma expressão do clima nela prevalente. Sendo atualizada em versões posteriores que incorporam, também, valores de temperaturas do ar e de chuvas, inclusive com características sazonais nas

estações do ano (ALMEIDA, 2016). Esta classificação apesar de ter um mérito incontestável e de uso internacional há mais de um século, possui algumas críticas, como por exemplo, tem tipos climáticos iguais que aparecem em locais com características bem diferentes e distantes. O tipo mais atípico que aparece é o Cwb, mais comum em regiões temperadas, que se caracteriza por ser temperado úmido com inverno seco e verão temperado (BARROS, CARDOSO E MARCUZZO, 2020).

Figura 5 – Mapa da classificação climática da área de estudo baseado na classificação de Koppen-Geiger.



Elaborado pela autora.

A área de estudo está localizada no Bioma Cerrado, que ocupa cerca de 204 milhões de hectares na porção central do Brasil e engloba partes dos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná e São Paulo e também o Distrito Federal (IBGE, 2004). O Cerrado é considerado um dos *hotspots* mundiais para conservação da biodiversidade devido à sua extensa área e abundância de espécies endêmicas. Além de ser o segundo maior bioma brasileiro em extensão geográfica e possui uma dinâmica acentuada em termos de sazonalidade e antropismo. Este bioma se caracteriza como uma formação do tipo savana tropical, com grande sazonalidade e presença de formações herbáceas, arbustivas e arbóreas (WALTER et al., 2008) e apresenta ainda uma

grande diversidade ecológica e de paisagens e é conhecido pela sua elevada produtividade em termos de cultura agrícola (SANO, 2010).

3. CLIMA E AGRICULTURA

3.1 Breve histórico da agricultura

A história da agricultura remonta a milhares de anos, desde os primórdios da agricultura de subsistência até os avanços tecnológicos modernos, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento da civilização humana, inclusive nas formas de ocupação do território. No período neolítico, as sociedades passaram da sobrevivência baseada na predação e iniciaram a transição para a agricultura.

No começo dessa mudança, as primeiras práticas de cultura e de criação, que de agora em diante chamaremos *protocultura e protocriação*, eram aplicadas a populações de plantas e animais que não tinham perdido seus caracteres selvagens. Mas de tanto serem cultivadas e criadas, essas populações adquiriram caracteres novos, típicos de espécies domésticas que estão na origem da maior parte das espécies ainda cultivadas ou criadas atualmente (Mazoyer, 2010, p. 100).

A Revolução Agrícola, também conhecida como Revolução Agrícola Neolítica, foi um marco importante na história da humanidade que ocorreu em diferentes partes do mundo, aproximadamente entre 10.000 e 12.000 anos atrás, marcando o fim do período Paleolítico e o início da Era Neolítica. Essa transição foi caracterizada por mudanças significativas na forma como as sociedades humanas obtinham e utilizavam os alimentos.

Foi no neolítico inclusive, que o homem começa a dominar os metais, como cobre, estanho e o ferro, dando origem às ferramentas de trabalho, utilizando-as como fator inicial da agricultura. Os equipamentos tinham também como origem pedra e madeira.

Nesse espaço de tempo, infinitamente grande, o homem existia no seio da natureza como um ser integrante, constituindo um todo harmonioso junto com os demais seres e elementos da natureza, mas avança contínua e sincronizadamente no caminho da evolução (FELDENS, 2018, p.18).

Durante o período Paleolítico, os seres humanos eram caçadores-coletores nômades, dependendo da caça e da coleta para sua subsistência. Com o tempo, as pessoas aprenderam a domesticar plantas como trigo, cevada, arroz e milho, bem como animais como ovelhas, cabras,

porcos e bois. Isso permitiu o cultivo controlado de alimentos e o pastoreio de animais para obtenção de carne, leite e outros produtos.

Com a domesticação de plantas e animais as sociedades se tornaram mais sedentárias. As comunidades puderam se estabelecer em áreas específicas para cultivar culturas e criar animais para o consumo próprio, em vez de seguir os padrões de migração nômade. Isso levou ao desenvolvimento de aldeias e, eventualmente, ao surgimento de cidades.

Com a revolução da agricultura, as técnicas de cultivo foram sendo aprimoradas ao longo do tempo. As sociedades desenvolveram ferramentas agrícolas como a debulhadora, colheitadeira mecânica que facilitaram o trabalho no campo e também inovações como novas técnicas de irrigação e conhecimentos sobre o cultivo de safras.

A Revolução Agrícola teve um impacto profundo na sociedade humana, moldando o curso da história. Ela permitiu o crescimento populacional, o surgimento de sociedades mais complexas e o desenvolvimento de civilizações. No entanto, também trouxe desafios, como a necessidade de gerenciar a terra, os recursos hídricos e a crescente complexidade social.

Embora tenha sido um passo importante na história da humanidade, a Revolução Agrícola também teve efeitos ambientais significativos, como desmatamento, erosão do solo e a dependência de monoculturas, que contribuíram para problemas ambientais em algumas regiões. No entanto, a transição para uma sociedade agrícola marcou um ponto de virada crucial na evolução humana, que influenciou a forma como vivemos até os dias atuais.

3.2 Agricultura no Brasil

Com o intuito de melhor compreender o cenário da agricultura atual no Brasil, é importante voltar um pouco na história da agricultura brasileira, que é bastante rica e complexa, abrangendo séculos e refletindo a interação entre povos indígenas, colonizadores europeus, africanos trazidos como escravos e imigrantes de diversas origens.

Antes da chegada dos colonizadores europeus no século XVI, as populações indígenas já praticavam agricultura de subsistência em todo o território que hoje é o Brasil. Eles cultivavam milho, mandioca, batata-doce, feijão, entre outros produtos, utilizando técnicas agrícolas tradicionais. Com a chegada dos portugueses no início do século XVI, a agricultura no Brasil passou por uma transformação significativa, perpassando por uma série de ciclos econômicos. Os colonizadores introduziram novas culturas, como a cana-de-açúcar, algodão, café e tabaco, além de cultivos de subsistência.

A cana-de-açúcar foi o primeiro ciclo econômico brasileiro calcado na agricultura. No decorrer de um século e meio representou o principal alicerce econômico do Brasil. O País deteve o monopólio da produção mundial de açúcar até meados do século XVII, quando passou a ter a concorrência das colônias holandesas após a expulsão delas de Pernambuco em 1654 (Embrapa, 2020).

A chegada dos portugueses ao território brasileiro foi surpreendida com a ausência das tão sonhadas especiarias ou mesmo os metais preciosos, porém, a árvore do pau-brasil representou uma justificativa para o aproveitamento das “novas” terras. Algumas décadas após a “descoberta”, com a decadência da exploração do pau-brasil, surgiu a necessidade de povoar as terras para garantir a posse delas. Para tanto foram criadas as capitanias hereditárias. Com o intuito de suprir a decadência da exploração do pau-brasil, a solução encontrada foi a cana-de-açúcar, que possuía grande valor comercial na Europa, e só era viável em grandes plantações.

A produção agrícola no Brasil colonial foi fortemente dependente do trabalho escravo africano. Os escravos desempenharam um papel crucial na plantação e colheita de culturas como a cana-de-açúcar, o café e o algodão.

Assim, por causa das circunstâncias, o tipo de exploração agrária adotada no Brasil foi o da monocultura em grandes propriedades com trabalho escravo, inicialmente indígena e posteriormente africano. De forma geral, a agricultura tropical se desenvolveu com a finalidade de produzir algumas poucas culturas de grande valor comercial (Embrapa, 2020).

Entre o ciclo da cana e o ciclo do algodão ocorreu o ciclo do ouro, com as primeiras grandes descobertas de jazidas de ouro no início do século XVIII, dando ênfase à mineração. Foi um período de decadência da agricultura, que, contudo, voltou a ser dominante ao final do séc. XVIII.

Com a ascensão do algodão na economia mundial, devido principalmente à Revolução Industrial na Inglaterra, o “primo pobre” do linho no setor têxtil foi elevado à condição de principal matéria-prima da indústria. Aproveitando a escalada do algodão na economia, o Brasil também foi atingido pelo boom internacional do algodão (Prado Júnior, 1990), porém o ciclo do algodão foi efêmero no país.

No séc. XIX, após a independência do Brasil, foi a vez do café se destacar no mercado brasileiro, se tornando o principal produto agrícola na pauta das exportações do país. Tendo suas primeiras mudas trazidas da Guiana Francesa e plantadas no Pará, por volta de 1730, o café obteve maior rendimento quando chegou no Sudeste, devido às condições climáticas.

Com isso, pode-se traduzir que a história da agricultura foi sofrendo mudanças no decorrer do tempo, a depender das demandas econômicas de cada época, assim como as alterações climáticas, visto que esta exerce grande influência na produção agrícola.

Vale ressaltar que no decorrer do tempo as ferramentas para a prática da agricultura foram se modernizando, saindo de uma força de trabalho exclusivamente humana (força braçal) para a automação com as máquinas. Dentre as principais causas dessa modernização pode-se citar a Revolução Verde que aconteceu no período da Ditadura Militar, mais especificamente, nas décadas de 60 e 70, que segundo Feldens (2018):

[...] permitiu que o país desenvolvesse tecnologia própria em universidades, centros de pesquisa, agências governamentais e instituições privadas. Com as inovações, houve um surto de desenvolvimento agrícola na década de 1990, que transformou o país em um dos recordistas de produtividade e de exportação. No entanto, apesar dos índices recordistas, os brasileiros ainda enfrentam graves problemas sociais, entre eles, a desnutrição, a fome e a pobreza (FELDENS, 2018, p. 61)

O referido autor cita ainda que a Revolução Verde junto com a grande propriedade agrícola foi um grande salto dialético na história da agricultura, sendo seu produto atual: o agronegócio. Como explicitado na palavra (agro + negócio), este tem como objetivo principal a obtenção de lucro e renda da terra, com a produção de novas mercadorias voltadas ao mercado urbano, nacional e internacional, de alimentos, de commodities e de agrocombustíveis (Elias, 2017).

3.3 Fatores e Elementos climáticos

Para falar de clima é necessário entender inicialmente os elementos climáticos e os fatores geográficos que o condicionam, visto que esses proporcionam a compreensão das características e da dinâmica da atmosfera e sua interação com a superfície. Nóbrega (2010) enfatiza a importância do conhecimento de elementos climáticos para a definição do clima das regiões e assim compreender quais condições atmosféricas favorecem as distintas regiões.

Os elementos climáticos podem ser caracterizados como variáveis mensuráveis numericamente e que podem sofrer rápidas alterações, tais como temperatura (mensura o grau de agitação das moléculas na atmosfera), umidade (quantidade de vapor de água presente em determinado local), pressão (força exercida pela gravidade em determinado local), precipitação (quantidade de chuva em determinado local por mm²), dentre outras. (Souza, 2021)

Os elementos citados por Souza (2021) são os mais comumente utilizados para caracterizar a atmosfera geográfica, que influenciados pelas distintas características geográficas, manifestam-se por meio de precipitação, vento, nebulosidade, ondas de calor e frio, entre outros (Mendonça e Oliveira, 2007). Já os fatores climáticos, que Mendonça e Oliveira (2007) intitulam como controles climáticos, correspondem às características geográficas fixas, como a latitude, altitude, relevo, vegetação e continentalidade/maritimidade.

A latitude é um importante fator climático pois retrata a ação de condicionantes astronômicos em relação à quantidade de energia que entra no Sistema Superfície-Atmosfera. Dentre esses condicionantes está a rotação da Terra sobre seu eixo que define a noite e o dia e implicam na diferenciação da entrada de energia nos distintos períodos e latitudes.

Outra condicionante é a inclinação do eixo sobre o plano que a Terra descreve em seu movimento ao redor do sol que limita a máxima intensidade de energia a uma restrita faixa compreendida entre o Trópico de Capricórnio e o Trópico de Câncer. E também o movimento de translação que promove uma distribuição sazonal da energia solar sobre a Terra, de modo que um hemisfério tem maior recepção de energia solar do que no outro, simultaneamente (Mendonça e Oliveira, 2007).

O relevo é também um significativo fator climático, que diversifica os padrões climáticos da Terra devido a variação da altitude, forma e orientação de suas vertentes.

O relevo possui efeito atenuador sobre a temperatura do ar. A diferença de média anual de temperatura do ar entre uma cidade localizada a uma altitude de 950 m e que apresenta temperatura média de 16°C, e outra cidade próxima, localizada a uma altitude de 5 m e com temperatura média de 22°C, pode ser explicada pela diferença das altitudes. Esse fato decorre, em parte, da diminuição vertical média da temperatura na troposfera (gradiente ambiental) e, em parte, da absorção e reirradiação da energia solar pela superfície terrestre (Steinke, 2012).

Mendonça e Oliveira (2007) relatam que o relevo apresenta três atributos na definição dos climas: posição, orientação de suas vertentes e declividade. Em suma, a posição do relevo favorece ou dificulta os fluxos de calor e umidade entre áreas contíguas, portanto, a presença de grandes barreiras orográficas, como a Cordilheira dos Andes, por exemplo, que inibem a entrada de umidade proveniente do pacífico para o interior do continente. A orientação do relevo define as vertentes mais aquecidas e mais secas e as mais frias e mais úmidas. E a declividade influencia na relação entre superfície e a radiação incidente.

E a vegetação ou cobertura vegetal é um fator climático que desempenha um papel importante de manutenção da umidade e da temperatura, principalmente devido o albedo, que

é a relação entre o fluxo de radiação refletido e o total de radiação incidente em uma superfície, que varia de acordo com as propriedades do objeto, se o albedo for elevado, menos radiação será absorvida pela superfície para a elevação de sua temperatura, sendo assim o albedo possui um papel importante especialmente na temperatura em escala local.

Ainda sobre o aquecimento da superfície da Terra, existe contrastes na absorção de energia solar a depender das propriedades das superfícies, o maior contraste é observado entre as superfícies terrestres e aquáticas, sendo que as variações na temperatura do ar são muito maiores sobre superfícies terrestres do que em aquáticas, e é justamente essas diferenças que promovem os efeitos da continentalidade e maritimidade. Como a água retém calor por mais tempo que o continente, a amplitude térmica nas regiões litorâneas é muito menor do que em áreas do continente que as variações da amplitude térmica são muito maiores em decorrência de uma grande concentração de calor na atmosfera.

Diante dessas noções introdutórias quanto aos elementos e fatores climáticos é possível aferir a importância de cada fator na determinação dos elementos climáticos (radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar, pressão do ar, velocidade e direção do vento, tipo e quantidade de precipitação) e como a atuação desses variam no tempo e espaço. Essa variação implica diretamente nas atividades humanas, inclusive na prática da agricultura que depende bastante da harmonia climática para seu êxito.

3.4 Climatologia da região Centro-Oeste

Considerando o caráter dinâmico do clima, os fatores geográficos ou estáticos não são suficientes para a compreensão do clima, portanto, esse não pode ser analisado sem a percepção dos fatores dinâmicos, ou seja, os mecanismos atmosféricos. Na região centro-oeste, embora não possua áreas serranas, o seu relevo com variações entre vastas superfícies baixas (menos de 200m), as extensas chapadas sedimentares (entre 700 e 900m) e as elevadas superfícies cristalinas (de 900 a mais de 1200m de altitude), somada a ampla extensão latitudinal lhe concede uma diversa variação térmica ao longo do seu território.

Enquanto os fatores geográficos (relevo e latitude) ocasionam na diversidade térmica, o mecanismo atmosférico determina uma uniformidade regional com relação a precipitação pluviométrica, com máxima no verão e mínima no inverno. Portanto, todos os fatores climáticos estáticos, como o relevo, latitude, continentalidade/maritimidade e outros, agem no clima de uma região juntamente com os sistemas regionais de circulação atmosférica.

Segundo Nimer (1977) as correntes de circulação perturbadas são responsáveis pelas instabilidades e chuvas na região Centro – Oeste e compreendem três sistemas: sistema de correntes perturbadas de Oeste - de linhas de instabilidades tropicais (IT); sistema de correntes perturbadas de Norte - da convergência intertropical (CIT); sistema de correntes perturbadas de Sul - do anticiclone polar e frente polar (FP). O sistema de circulação perturbada de Oeste é representado pela passagem dos ventos de oeste a noroeste trazidos pelas linhas de instabilidade tropicais (IT) até a Região Centro-Oeste entre o final da primavera e o início do outono, acarretando chuvas e trovoadas. Já o Sistema de correntes perturbadas de N acarreta as chuvas de doldrum da convergência intertropical (CIT) que chegam no Verão, no Outono e no Inverno ao norte de Goiás e de Mato Grosso. E o sistema de correntes perturbadas de S é representado pela invasão do Anticiclone Migratório Polar, que no período do verão é dificultado pela expansão da baixa do Chaco e no inverno o Anticiclone Migratório Polar torna-se mais poderoso causando pouca umidade específica e forte declínio da temperatura.

Associadas à ação dos sistemas de circulação descritos contribuem também para a gênese climática na região Centro-Oeste a atuação das massas de ar. Na região Centro-Oeste predomina a massa Tropical Atlântica (mTa) que, devido a ação persistente do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, tem uma ação relevante durante o ano todo.

No verão, a mTa torna-se inferiormente instável pelo aquecimento basal que sofre ao entrar em contato com o continente e que é agravado, de início, pelo efeito orográfico do sistema atlântico. Durante o inverno, o resfriamento basal aumenta a estabilidade superior, contribuindo para a ocorrência de bom tempo (Steinke, 2004).

Juntamente com a mTa, a massa Equatorial continental (mEc), cujo centro de origem está na planície amazônica, é quente e úmida, atingindo a região Centro-Oeste provocando a elevação das temperaturas, sendo responsável pelo aumento da umidade e das precipitações.

Nimer (1977) conclui que apesar do setor setentrional da Região Centro-Oeste seja atingido pelas chuvas de norte da ZCIT no Verão, Outono e Inverno, estas são tão pouco frequentes que não chegam a ter uma participação significativa no regime térmico, nem mesmo no regime pluviométrico. Sendo assim, os sistemas de circulação que de fato são responsáveis pelas condições climáticas na Região Centro-Oeste são o sistema de circulação estável do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, o sistema de correntes perturbadas de W a NW das Instabilidades Tropicais e o sistema de correntes perturbadas de S a SW da FPA, sucedidas, geralmente, pelo Anticiclone Migratório Polar, com tempo bom, seco e temperaturas amenas e

frias.

O comportamento da temperatura na Região Centro-Oeste é muito variado em decorrência dos fatores geográficos (posição continental, extensão latitudinal e relevo) e dinâmicos (sistemas de circulação atmosférica). A continentalidade é um desses principais fatores, que impedindo a interferência das influências marítimas, permite que a variação da latitude seja responsável pela temperatura de cerca de 26°C no extremo-norte e 22°C no extremo-sul da Região (Nimer, 1977). O relevo também é uma variável importante, visto que a altitude faz com que as mais altas chapadas sedimentares e superfícies cristalinas do centro sul da Região possuam temperatura média anual entre 20° a 22°C, podendo chegar a menos de 20°C no Distrito Federal, que apresenta altitudes acima de 1.200 m.

No que diz respeito à precipitação, Nimer (1977) destaca que as características da altura pluviométrica e do regime de chuvas na Região Centro-Oeste devem-se, quase exclusivamente, aos sistemas de circulação atmosférica. O autor estabelece pouca relevância à influência da topografia sobre a distribuição da precipitação ao longo do espaço geográfico da Região, que apresenta um núcleo mais chuvoso ao norte do Mato Grosso, onde os índices pluviométricos são elevados (superiores a 2.750 mm anuais), com os valores decrescendo para leste e sul. Na área do extremo leste de Goiás, o regime cai para cerca de 1.500 mm e no Distrito Federal, os valores ficam entre 1.500 e 1.750 mm anuais.

A distribuição da precipitação nessa região, devido ao seu regime caracteristicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno, está acumulada em meses específicos, sendo que mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipita entre os meses de novembro a março. Por outro lado, o inverno é extremamente seco, com chuvas muito raras, que ocorrem em média 4 a 5 vezes por mês, sendo mais rara no setor oriental de Goiás, onde pelo menos um mês não registra nem 1 dia de chuva (Nimer, 1977).

3.5 A cultura do milho

O milho, gramínea que pertence à família *Poaceae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea* e espécie *Zea mays L.*, é possivelmente originário do continente americano, especificamente oriundo do México, pois lá se encontram os seus parentes selvagens mais próximos (teosinte e *Tripsacum*). Segundo estudos, o milho é explorado desde os primórdios da agricultura, há evidências que a domesticação da espécie ocorre há mais de 10.000 anos, tendo sido o principal cultivo de importantes civilizações, como a dos astecas, maias e incas (Borém et al., 2017).

Durante esse período, o referido cereal sofreu intensa evolução em quase todas as civilizações que o cultivaram, adaptando-o de acordo com suas necessidades, culminando na planta de milho que é hoje conhecida. Mesmo após esse longo período de seleção, ele ainda apresenta significativa variabilidade genética em distintas características, como na coloração, por exemplo. Ainda que o milho de coloração que varia do amarelo ao laranja seja o mais comum, existem raças com coloração de grãos que vai do preto ao vermelho.

Devido à grande variedade de raças e cultivares, a espécie *Zea mays L.* é considerada politípica, apresentando características que permitem seu cultivo em praticamente todos os continentes. Existem genótipos adaptados ao cultivo comercial desde a latitude 58°N até 40°S. Essa condição, aliada à versatilidade de uso do milho, faz da cultura uma das espécies agrícolas mais importantes do mundo.

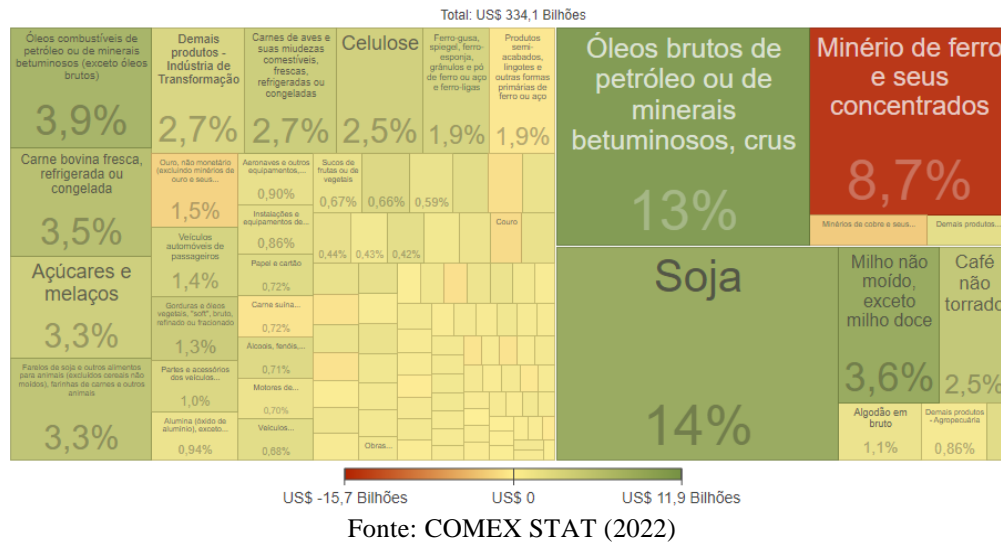
O milho é uma cultura de grande importância internacional, ocupando posição de destaque entre as variedades agrícolas desenvolvidas mundialmente, por ser um alimento com alto valor energético, possuir custo relativamente baixo e ser utilizado em um grande número de produtos.

Segundo dados da FAOSTAT, e considerando o ano de 2020, último ano da série temporal estudada nesta pesquisa, o Brasil ocupou neste referido ano a terceira posição na produção mundial de milho com 100 milhões de toneladas produzidas, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China.

No quesito exportação, o país ficou atrás dos Estados Unidos e Argentina respectivamente, ocupando também a terceira posição com 6 bilhões de dólares e 38 milhões de toneladas de milho exportadas no ano de 2020. Destaca-se que se referindo à valor exportado a Argentina ocupou a segunda posição de 2000 até 2020.

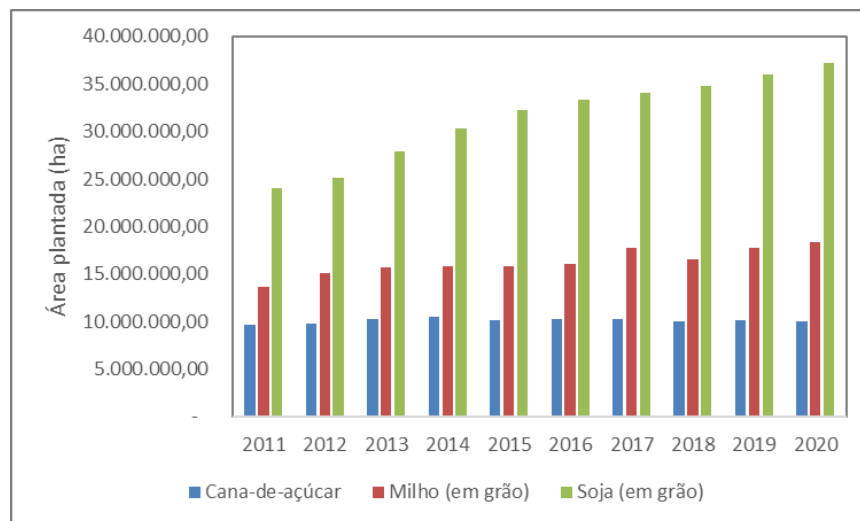
A figura 6 expressa a porcentagem da participação de cada produto na exportação brasileira, sendo que entre os produtos agrícolas, o milho corresponde ao segundo produto mais exportado, no ano de 2022, ficando atrás apenas da soja.

Figura 6 - Porcentagem da participação dos produtos na exportação brasileira no ano de 2022.



Na figura 7, é demonstrado a área plantada das principais culturas temporárias no Brasil, na série temporal que compreende de 2011 a 2020, sendo elas a soja, o milho e a cana-de-açúcar, respectivamente por ordem de área plantada no território brasileiro. O milho fica atrás apenas da soja, mas com uma diferença considerável.

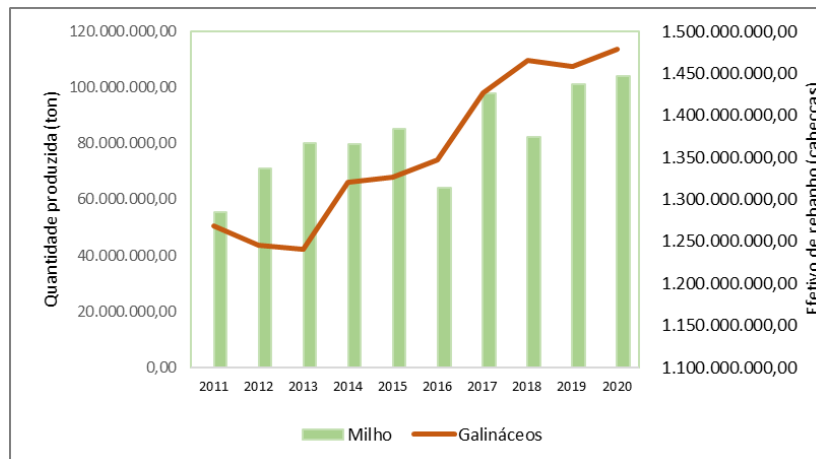
Figura 7 - Área plantada das principais culturas temporárias no Brasil - 2011 a 2020.



Fonte: elaborado pelo autor (SIDRA - IBGE)

A importância econômica do milho se baseia também nas diversas formas de sua utilização, que se estende desde a agricultura familiar até a indústria de alta tecnologia. No Brasil, o maior contingente da produção do milho é destinado à produção de rações para nutrição animal, o que fica evidente através dos dados da evolução da produção de milho e o crescimento da produção de suínos e aves ao longo dos anos (figura 8).

Figura 8 - Quantidade produzida de milho e efetivo de rebanho de galináceos.



Fonte: (SIDRA, PAM/PPM)

Elaborado pela autora.

O cultivo do milho tem uma importância para além da questão econômica, há também uma contribuição social da espécie, especialmente em determinadas regiões do Brasil, nos países Andinos e no México. No caso da agricultura familiar, o milho é de suma importância para a subsistência, devido ao seu alto valor energético é utilizado para o consumo humano de várias formas, do milho cozido até os produtos derivados como a pamonha, cural, farinha de milho, canjica, cuscuz, polenta, pães, pipoca, bolos, entre outros alimentos que representam uma importante fonte de energia.

O milho também tem o apelo cultural, sendo a atração principal em festejos em todo o país. Um ótimo exemplo são as festas juninas, comuns em todo o território brasileiro e realizadas justamente na época da colheita do milho, que é então ingrediente principal nos pratos típicos juninos. Além dos exemplos citados, existe também o artesanato feito com a palha de milho, que é tradicional de várias regiões brasileiras, com a produção de bonecas, flores, bancos, cestos e outras peças. Portanto, o milho é uma cultura de relevância para a humanidade, seja no aspecto econômico, social ou cultural (Borém et al., 2017).

Para a análise da cultura do milho é de suma importância considerar os aspectos do meio físico que a cultura demanda para sua produção. No caso do milho, os fatores edafoclimáticos são os mais importantes para o desenvolvimento da planta.

Em termos de solo, o milho melhor se adapta a solos de textura média, com teores de argila de 30-35%, ou mesmo argilosos, com boa estrutura, como os latossolos, que possibilitam uma drenagem adequada, apresentam boa capacidade de retenção de água e de nutrientes disponíveis às plantas (Sans e Santana, 2007). É importante também que sejam solos profundos (mais de 1m), visto que o milho é uma planta cujo sistema radicular tem grande potencial de

desenvolvimento. Deve-se dar preferência às glebas com relevo de plano a suave ondulado, com declives até 12%, tendo em vista o controle da erosão e as facilidades de mecanização.

O milho pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4, que se caracteriza por um mecanismo de concentração de CO₂. Dos subgrupos de plantas C4, o milho é o que representa maior eficiência de uso da radiação solar, com valor médio de 64,5 a 69,9 mmol mol⁻¹ em comparação à outras C4 que apresentam valores em torno de 52,6 a 60,4 mmol mol⁻¹. Esta característica é atribuída à anatomia da planta, com menor área entre as nervuras e lamela e lamela suberizada, que previne a perda de CO₂ para o meio (BERGAMASCHI, 2014 apud HATTERSLEY, 1984).

Várias respostas do milho aos elementos meteorológicos decorrem de seu mecanismo fotossintético C4, que resultam em alta produtividade e, em consequência, alto rendimento de grãos, superando outras espécies cultivadas. Estes conceitos são fundamentais, sobretudo quanto às interações da planta e o ambiente físico, com ênfase para radiação solar, CO₂, temperatura, água e nitrogênio (BERGONCI; BERGAMASCHI, 2002).

Embora todos os fatores climáticos tenham influência na cultura do milho, pode-se considerar que a radiação solar, a precipitação e a temperatura são os de maior influência, pois atuam diretamente nas atividades fisiológicas interferindo diretamente na produção dos grãos. A adaptação climática está intimamente ligada ao padrão fenológico das espécies vegetais.

A planta de milho possui um ciclo vegetativo variado, evidenciando desde genótipos com ciclos vitais muito precoces a ciclos que duram até 300 dias. Nas condições do Brasil, a cultura do milho apresenta um ciclo que varia entre 110 e 160 dias, período que abrange entre a semeadura e o ponto de maturidade fisiológica (Fancelli, 2017).

Ainda segundo Fancelli (2017) o ciclo da cultura do milho compreende as seguintes etapas de desenvolvimento:

- a) *Germinação e emergência*: período compreendido desde a semeadura até o efetivo aparecimento da plântula, o qual, devido à temperatura e umidade do solo, pode ter entre 5 a 12 dias de duração;
- b) *Crescimento vegetativo*: período entre a emissão da primeira folha verdadeira e o início do florescimento. Esta etapa apresenta extensões variáveis, sendo este fato comumente empregado para caracterizar os tipos de genótipo de milho quanto ao comprimento do ciclo.
- c) *Florescimento*: período compreendido entre a abertura da flor masculina (pendão) e a plena fecundação (início da formação do grão), cuja duração raramente ultrapassa 10 dias.

- d) *Frutificação*: desde a fecundação até enchimento completo dos grãos, sendo sua duração estimada entre 40 e 65 dias.
- e) *Maturidade*: período entre o final da frutificação e o aparecimento da camada de abscisão ou “ponto preto”, sendo este relativamente curto e indicativo do final do ciclo de vida da planta.

Alguns produtores ainda utilizam recomendações de manejo baseadas na escala de tempo, representada pelo número de dias transcorridos após semeadura, emergência, florescimento ou outros eventos relacionados à cultura. Porém, é um método considerado menos eficiente. Fancelli (2017) apresenta os conhecimentos alusivos à fenologia, que objetiva o desenvolvimento de uma agricultura mais tecnificada e científica. A fenologia consiste no:

“[...] estudo dos eventos periódicos da vida da planta quanto à sua duração e sincronismo, de acordo com a reação às condições de ambiente, para permitir o estabelecimento de correlações entre os eventos fisiológicos da vida vegetal com características morfológicas apresentadas pela planta no momento da avaliação” (Fancelli, 2017).

A fenologia é indispensável em estudos e aplicações que envolvem as interações clima-planta, portanto, é fundamental na avaliação de impactos da variabilidade climática em escala espaço - temporal ou de futuros cenários.

Sendo assim, para melhor manejo e estudo, e também com o intuito de correlacionar os elementos fisiológicos, climatológicos, fitogenéticos, entomológicos, fitopatológicos e fitotécnicos com o desenvolvimento da planta, Fancelli (1986) fez adaptações à clássica escala de Hanway (1963, 1966); e Nel e Smith (1976), acrescentando a esta a duração média dos intervalos entre os estádios da cultura, considerando uma ampla faixa de genótipos e climas brasileiros.

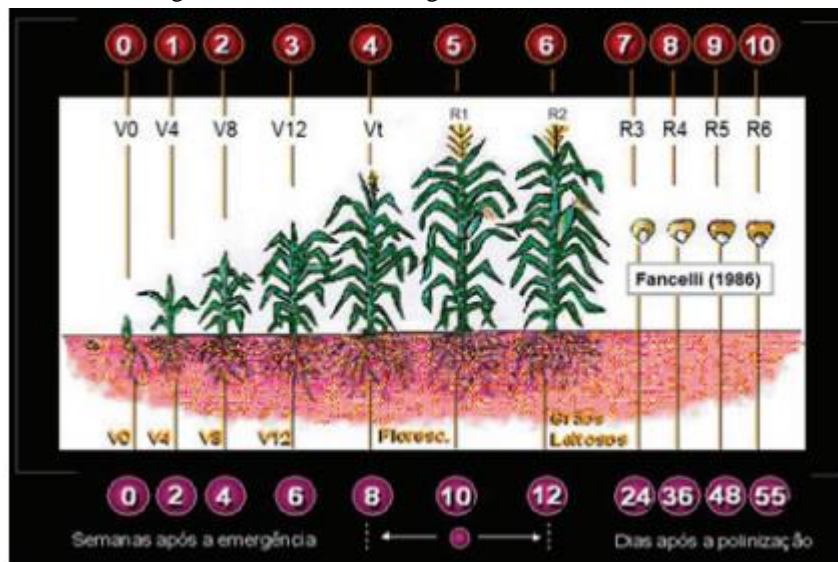
É importante pontuar que, na escala mencionada, os estádios de crescimento anteriores ao aparecimento dos pendões são identificados mediante a avaliação do número de folhas plenamente expandidas ou desdobradas. Desta maneira, o ciclo da cultura do milho ficou dividido em 11 estádios distintos de desenvolvimento, apresentados no quadro 1 e figura 9.

Quadro 1 - Escala fenológica do milho segundo Hanway (1963), adaptada por Fancelli (1986).

Estádios (símbolo)	Descrição dos estádios	Tempo decorrido (dias/ semanas)
V0 ou 0	Emergência das plântulas	0 (estádio inicial da planta)
V4 ou 1	Quatro folhas desdobradas	2 semanas após a emergência
V8 ou 2	Oito folhas desdobradas	4 semanas após a emergência
V12 ou 3	Doze folhas desdobradas	6 semanas após a emergência
Vt ou 4	Pendoamento	8 semanas após a emergência
R1 ou 5	Florescimento (espigamento)	9 a 10 semanas após a emergência
R2 ou 6	Grãos leitosos	12 dias após a polinização
R3 ou 7	Grãos pastosos	24 dias após a polinização
R4 ou 8	Grãos farináceos	36 dias após a polinização
R5 ou 9	Grãos duros	48 dias após a polinização
R6 ou 10	Maturação fisiológica	55 dias após a polinização

Fonte: FANCELLI, 1986.

Figura 9 - Estádios fenológicos da cultura do Milho.



Fonte: Fancelli, 1986; adaptado de Nel; Smit, 1978 e Hanaway, 1982.

Em relação ao plantio e colheita do milho, segundo a Conab (2020) o milho 1º safra na região centro-oeste e em Minas Gerais é plantado durante a primavera, nos meses de outubro, novembro e dezembro e às vezes até inicia mais cedo nos meses de agosto e setembro, e a colheita é realizada entre o verão e o outono, mais precisamente nos meses de fevereiro e junho. No Distrito Federal, vai de fevereiro até meados de abril.

3.6 Influência do clima nas culturas agrícolas

Segundo AYOADE (1996), apesar dos avanços tecnológicos e científicos, o clima ainda representa uma variável significativa na produção agrícola, exercendo influência sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, desde a preparação do solo até a comercialização. Os fatores climáticos podem determinar a produção de duas maneiras, principalmente, através dos eventos extremos climáticos, que são imprevistos, ou através do controle exercido pelo clima quanto ao tipo de agricultura praticável ou viável para determinada região.

Os principais elementos climáticos que afetam a produção agrícola são os mesmos que influenciam na vegetação natural, e entre eles estão a radiação solar, a temperatura e a umidade. Essas variáveis e outras que dependem delas determinam em larga escala a distribuição global dos cultivos, bem como a produtividade agrícola.

No caso da cultura do milho, por ser uma planta de origem tropical, exige, em seu ciclo vegetativo, calor e água para o seu devido desenvolvimento e produção satisfatórios, proporcionando rendimentos compensadores. O calor influencia diretamente na disponibilização de energia no ambiente ligada aos processos de fotossíntese, respiração, transpiração e evaporação. Já a disponibilidade hídrica do solo determina o crescimento, desenvolvimento e translocação de fotoassimilados na planta (Fancelli, 2017).

Considerando a cultura do milho, algumas condições são tidas como ideais para o desenvolvimento desse cereal, são elas: o solo deve apresentar temperatura superior a 15°C (ideal: superior a 18°C) aliada à umidade próxima à capacidade de campo, possibilitando o desenvolvimento normal das etapas de germinação e emergência.; durante a etapa vegetativa a etapa do ar deve variar entre 25°C e 30°C e encontrar-se associada à adequada disponibilidade de água no solo, além de abundância de luz; na etapa de enchimento de grão é necessário pelo menos temperatura e luminosidade favoráveis, elevada disponibilidade de água no solo e umidade relativa do ar superior a 70%; e deverá ocorrer algum período predominantemente seco por ocasião da maturidade fisiológica e da colheita (Fancelli, 2017).

Embora outros fatores climáticos exerçam influência direta no processo de produção, a temperatura constitui um dos principais e mais decisivos fatores para o desenvolvimento do milho. A temperatura do ar e do solo afeta todos os processos de crescimento das plantas e em todos os cultivos, cada estágio de crescimento possui limites térmicos mínimos, ótimos e máximos (AYOADE, 1996). No geral, temperaturas mais elevadas aceleram o desenvolvimento vegetal, enquanto que as baixas temperaturas prolongam o ciclo (BERGAMASCHI, 2007).

Segundo Fancelli (2017), o solo com temperaturas inferiores a 10°C e superiores a 42°C prejudicam sensivelmente a germinação das sementes, à medida que aqueles com temperatura entre 25°C e 30°C propiciam melhores condições para a ocorrência deste processo. Assim, o ideal é que o plantio do milho não seja realizado quando a temperatura do solo for inferior a 15°C, especialmente se aliada à elevada umidade, pois isso implicará o aumento de plântulas anormais.

Quanto ao regime pluviométrico, Bergamaschi (2007) expõe que em regiões como o cerrado, que alternam períodos sazonais secos e úmidos, a fenologia das plantas está condicionada à disponibilidade hídrica do solo, e o padrão fenológico das plantas tende a acompanhar a oscilação sazonal das precipitações.

Na cultura do milho, as maiores exigências em água se concentram nas fases de emergência, florescimento e formação do grão. Mas um período considerado crítico na produção do milho está compreendido entre 15 dias antes e 15 dias depois do aparecimento da inflorescência masculina (grãos leitosos), que exige suprimento hídrico satisfatório aliado a temperaturas adequadas (Fancelli, 2017).

Contudo, o clima é fundamental no planejamento agrícola, tanto em macro quanto em micro escala, visto que é um elemento de difícil controle, manejo e gerenciamento, principalmente em um território de características tropicais como o Brasil (Sant'Anna Neto, 2008). De acordo com Curry, 1952 apud SANT'ANNA NETO (2004), a ideia de clima como recurso natural é o principal regulador da produção agrícola, sendo assim, a organização do espaço agrícola deveria, necessariamente, partir do entendimento dos atributos climáticos, não como determinantes, mas sim como insumos nos processos naturais e de produção (Sant'Anna Neto, 2008).

3. 7 Variabilidade climática

Uma possibilidade de avaliar a influência do clima na produção agrícola é através da variabilidade climática, uma das formas de inconstâncias climáticas. Em geral, o termo “variabilidade climática” é utilizado para as variações de clima em função dos condicionantes naturais do planeta e suas interações (Steinke, 2004), enquanto as mudanças climáticas indicam alterações persistentes e de longo prazo nas condições atmosféricas e climáticas da Terra.

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), a evolução do comportamento atmosférico é sempre diferente de um ano para outro ou até mesmo de uma década para outra, podendo verificar-se flutuações a curto, médio e longo prazos. Em Conti (2000) variabilidade

climática é classificada como uma maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro expressos através de desvio padrão ou coeficiente de variação.

A variabilidade climática ocorre em escalas temporais diversas, desde variações sazonais até ciclos climáticos de longo prazo, como o El Niño e a Oscilação do Atlântico Norte. Fatores naturais, como atividade solar, vulcanismo e padrões oceânicos, contribuem para a variabilidade climática. As mudanças nas correntes oceânicas, a temperatura da superfície do mar e os padrões de vento também desempenham papéis cruciais nesse processo.

Para o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), “mudança climática” é a variação estatisticamente significativa tanto na média, quanto na variabilidade do clima, persistindo por um longo período, equivalente à mais de décadas, podendo ser ocasionada por processos naturais internos ou externos, e também por mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou do uso do solo.

Nos últimos séculos, a atividade humana, especialmente a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento, tem contribuído significativamente para o aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Esse aumento está associado ao aquecimento global e a mudanças no clima global, como o aumento da temperatura média da superfície, eventos climáticos extremos e mudanças nos padrões de precipitação.

Ambos os fenômenos têm impactos substanciais na sociedade e nos ecossistemas. Variações climáticas podem afetar a agricultura, recursos hídricos e biodiversidade, enquanto mudanças climáticas podem levar a eventos climáticos extremos mais frequentes, aumento do nível do mar e impactos significativos na segurança alimentar e na saúde humana.

4. METODOLOGIA

4.1 Bases de dados

Para o desenvolvimento da pesquisa foi necessário adquirir dados secundários referentes à produção do milho, à precipitação pluviométrica e temperatura dos 4 municípios e Distrito Federal.

Para as informações climáticas, foram solicitados ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, dados de precipitação pluviométrica e temperatura anual e mensal da série histórica compreendida de 2011 a 2020. Foram consideradas as estações pluviométricas dispostas no quadro 2.

Quadro 2 - Dados das estações pluviométricas da área de estudo.

Código da estação	Estação	Coordenadas
A001	Brasília (DF)	-15.79, -47.93
A036	Cristalina (GO)	-16.78, -47.61
A012	Luziânia(GO)	-16.26, -47.97
A544	Buritis (MG)	-15.52, -46.44
A542	Unaí (MG)	-16.55, -46.88

Elaborado pela autora.

Os dados de produtividade da cultura do milho foram coletados por meio do acervo PAM (Produção Agrícola Municipal) disponibilizados no SIDRA (IBGE) para o período de 2011 a 2020. Foram apurados dados de área plantada (hectares) e quantidade produzida (toneladas).

4.2 Procedimentos metodológicos

A partir dos dados agrícolas utilizados na análise da evolução espaço-temporal serão abrangidas três variáveis: quantidade produzida (ton), área colhida (ha) e produtividade agrícola (ton/ha) referentes aos anos de 2011 a 2020. Sendo que utilizando os dados de quantidade produzida e área colhida se calculou os dados de produtividade:

$$\text{PRODUT} = \text{PROD} / A$$

Produt = produtividade (ton/ha)

Prod = quantidade produzida (ton)

A = área colhida (ha)

Os dados dessas variáveis foram organizados em planilhas do software Excel para a realizar análises estatísticas das variáveis e seus resultados apresentados em tabelas e gráficos. Ressalta-se que não foi aplicado nenhum método de preenchimento de falhas nem de consistência aos dados.

Para a análise dos dados climáticos foram utilizadas as médias mensais e anuais de temperatura e o total mensal e anual de precipitação pluviométrica, a partir dos quais foram

produzidos climogramas de todos os municípios e Distrito Federal, com o intuito de representar a dinâmica climática dessas regiões. Para o conhecimento da variabilidade da precipitação foram utilizados a média aritmética e os desvios em relação à média, os desvios em relação à média é a diferença entre cada elemento de um conjunto de valores e a média aritmética. O desvio pode ser calculado pela seguinte equação:

$$D_i = X_i - \bar{X}$$

D_i = desvio em relação à média

X_i = valor da precipitação pluviométrica

X = média aritmética

Para a avaliação do grau de associação linear entre as variáveis climáticas e a produtividade da cultura do milho foi determinado o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson. Através do *software* Microsoft Office Excel foram formuladas as matrizes com os valores correlacionados e os gráficos de dispersão para apresentação dos resultados.

O coeficiente de correlação de Pearson resulta sempre em um valor entre -1 e 1 , chamado também de “ r ” e sua interpretação depende do seu valor numérico e do seu sinal. Portanto, quanto mais próximo de -1 e 1 , mais forte é o grau de relação linear existente entre X e Y , e quanto mais próximo de 0 , mais fraco é o grau desta relação. A correlação negativa indica que quando o valor de uma variável aumenta, o valor da outra diminui. E a correlação positiva, aponta que quando o valor de uma variável aumenta, o valor da outra também aumenta.

A equação utilizada para a determinação do coeficiente de correlação foi:

$$Correl(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Onde: \bar{x} e \bar{y} são as médias da amostra MÉDIA (matriz1) e MÉDIA (matriz2).

Além do coeficiente de correlação ainda temos o coeficiente de determinação, definido por R^2 , onde os valores variam de 0 a 1 , por vezes pode ser representado em porcentagem. A variação desses valores é que determinará a relação das variáveis entre si.

Para a determinação do grau de associação foi utilizado a tabela proposta por Shimakura (2006):

Valor de ρ (+ ou -)	Interpretação
0.00 a 0.19	Uma correlação bem fraca
0.20 a 0.39	Uma correlação fraca
0.40 a 0.69	Uma correlação moderada
0.70 a 0.89	Uma correlação forte
0.90 a 1.00	Uma correlação muito forte

Figura 10 - Quadro para interpretação do coeficiente de correlação (SHIMAKURA, 2006)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras de 11 a 15 correspondem aos climogramas, os quais representam a distribuição da temperatura média e do total pluviométrico mensal nos anos da sequência histórica escolhida para a realização desta pesquisa nos municípios de Buritis (MG), Cristalina (GO), Luziânia (GO), Unaí (MG) e no Distrito Federal (DF). Importante salientar que os dados do município de Buritis e Luziânia possuem muitas falhas no que tange a precipitação e temperatura, em Buritis principalmente nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2017, e em Luziânia nos anos finais da sequência histórica, portanto podem apresentar alguma inconsistência.

Contudo, a partir dos climogramas, os meses que registram as menores precipitações pluviométricas são, no Distrito Federal: junho, julho e agosto, porém em alguns anos a seca se estende pelos meses de maio e setembro. Em Buritis: junho, julho e agosto. No município de Cristalina: junho, julho e agosto. Em Luziânia: junho, julho e agosto. E por fim, em Unaí: também nos meses de junho, julho e agosto.

E os meses com maiores índices pluviométricos são no Distrito Federal: janeiro, março, outubro, novembro e dezembro. Em Buritis: janeiro, março, novembro e dezembro. No município de Cristalina: janeiro, março, novembro e dezembro. Em Luziânia: janeiro, março e novembro. E em Unaí: janeiro, março, novembro e dezembro.

Os dados apresentados no climograma demonstram claramente as características climáticas de sazonalidade da área de estudo, deixando explícita as duas estações bem definidas. Os longos períodos com altos índices pluviométricos, com ocorrência durante os meses de novembro a março, sendo dezembro, janeiro e fevereiro os meses de atuação mais intensa são ocasionados pela ação conjunta de fenômenos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul, principal responsável pela atuação da massa tropical atlântica sobre o país (Silva et al. 2008).

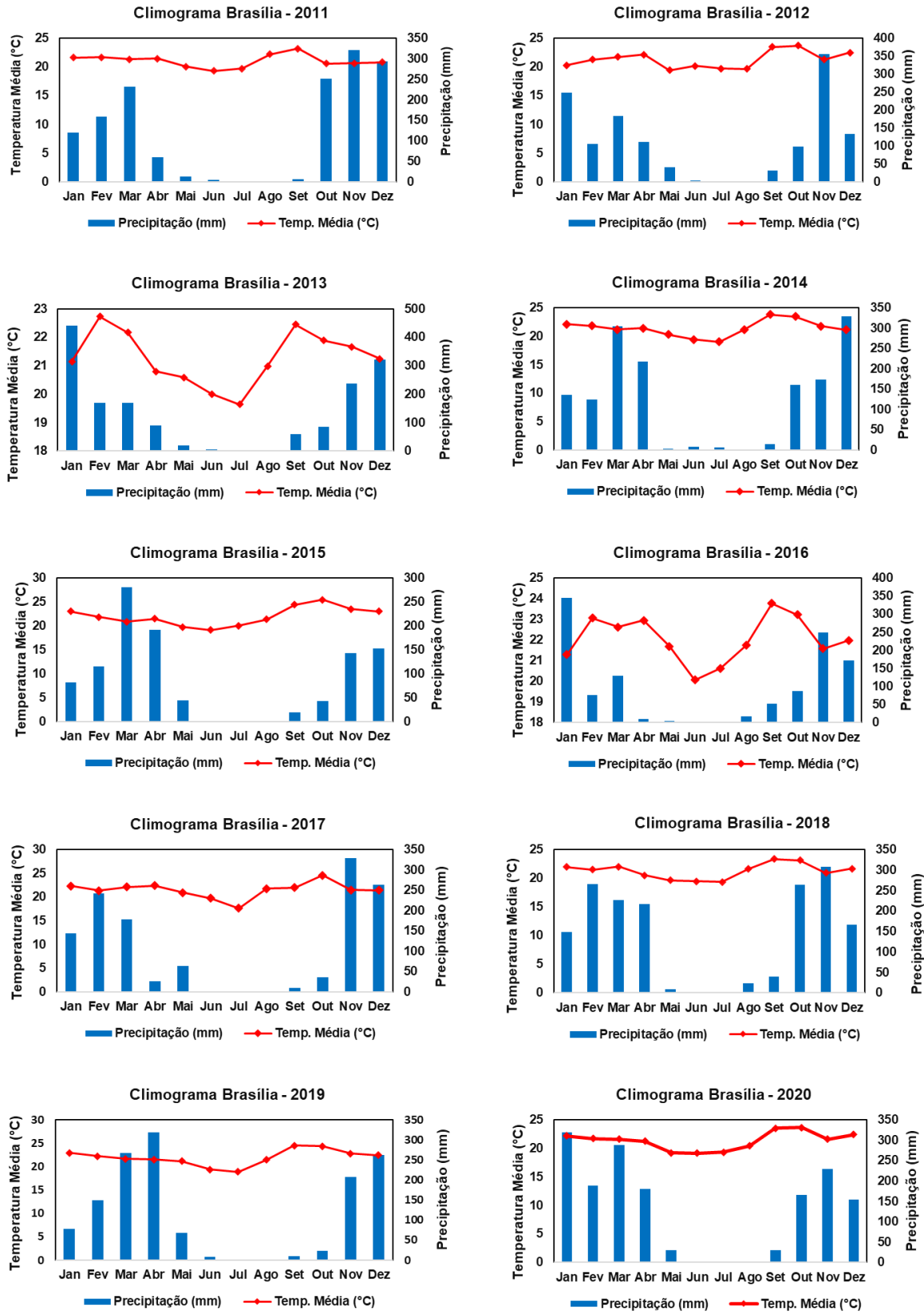
A massa equatorial continental e a massa tropical continental atuam na região Centro-Oeste sendo também responsáveis pelo condicionamento da chuva na região. Quando há o predomínio da equatorial continental, massa quente e úmida, ocorre as chuvas convectivas de

verão. E a massa tropical continental, de característica quente e seca, segundo Assad et al. (2001), é responsável pelos veranicos, ou seja, períodos de estiagem, durante a estação chuvosa, e estes quando prolongados podem acarretar grandes prejuízos na produção agrícola da região.

Ainda analisando as figuras (1,2,3,4 e 5), quanto as temperaturas, no Distrito Federal infere-se que a média varia entre 17° e 25°C, tendo as maiores temperaturas entre os meses de setembro e maio, e marcando as mínimas nos meses de junho, julho e agosto. No município de Buritis, as médias de temperatura variam entre 19° e 25°C, mantendo os meses mais frios também entre junho e agosto. Em Cristalina, as médias variam bastante, indo de 16° até 25°C. No município de Luziânia, as médias também tem alta variação, passando de 18° até 26°C. E em Unai a média mínima marca 20° e a máxima 28°C.

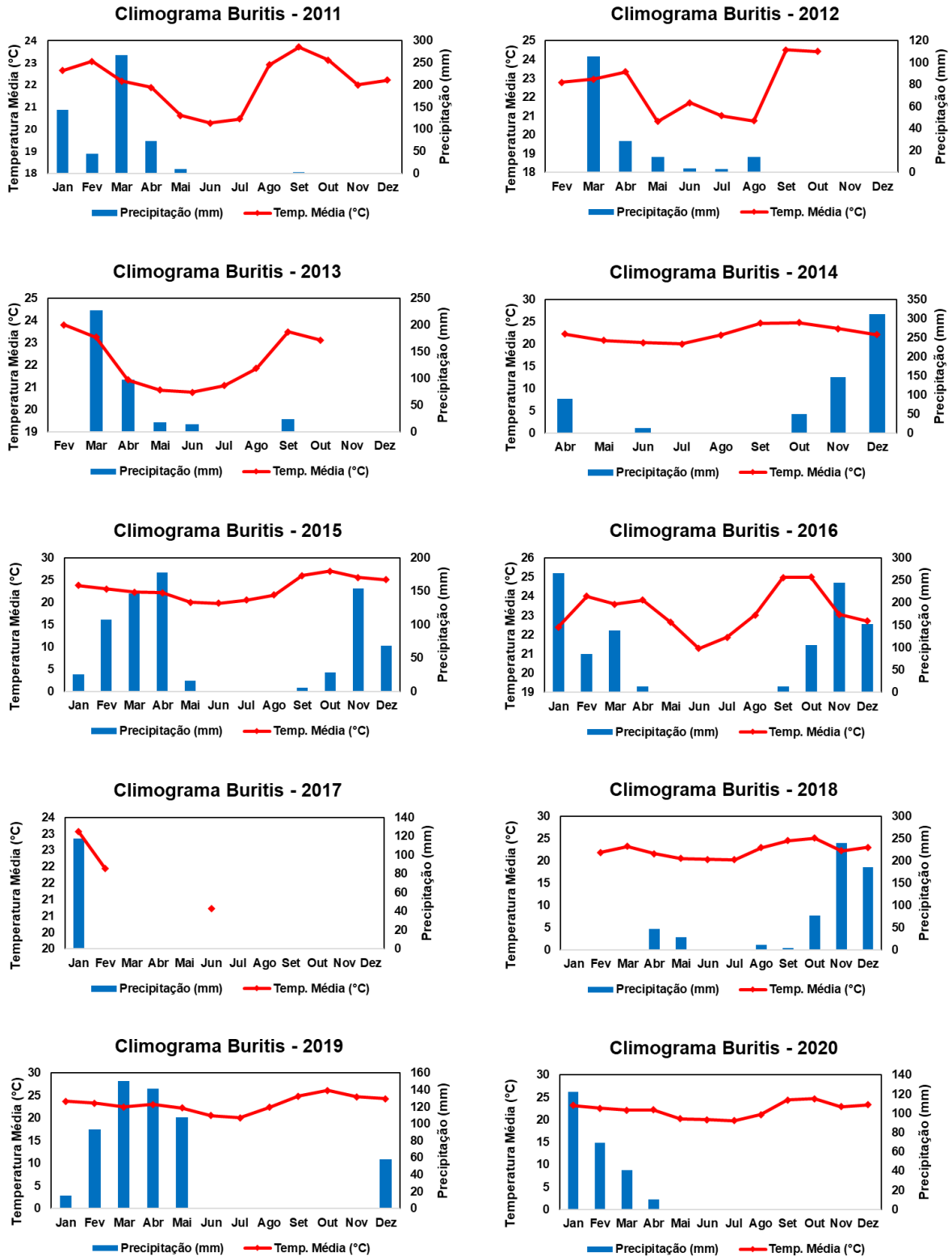
As cidades de Luziânia e Unai possuem altitude relativamente baixa, fato que justifica as temperaturas médias mais elevadas, visto que, a altitude, juntamente com outros fatores influenciam diretamente na amplitude térmica anual do ar.

Figura 11 - Climograma de Brasília (DF) no período de 2011 a 2020.



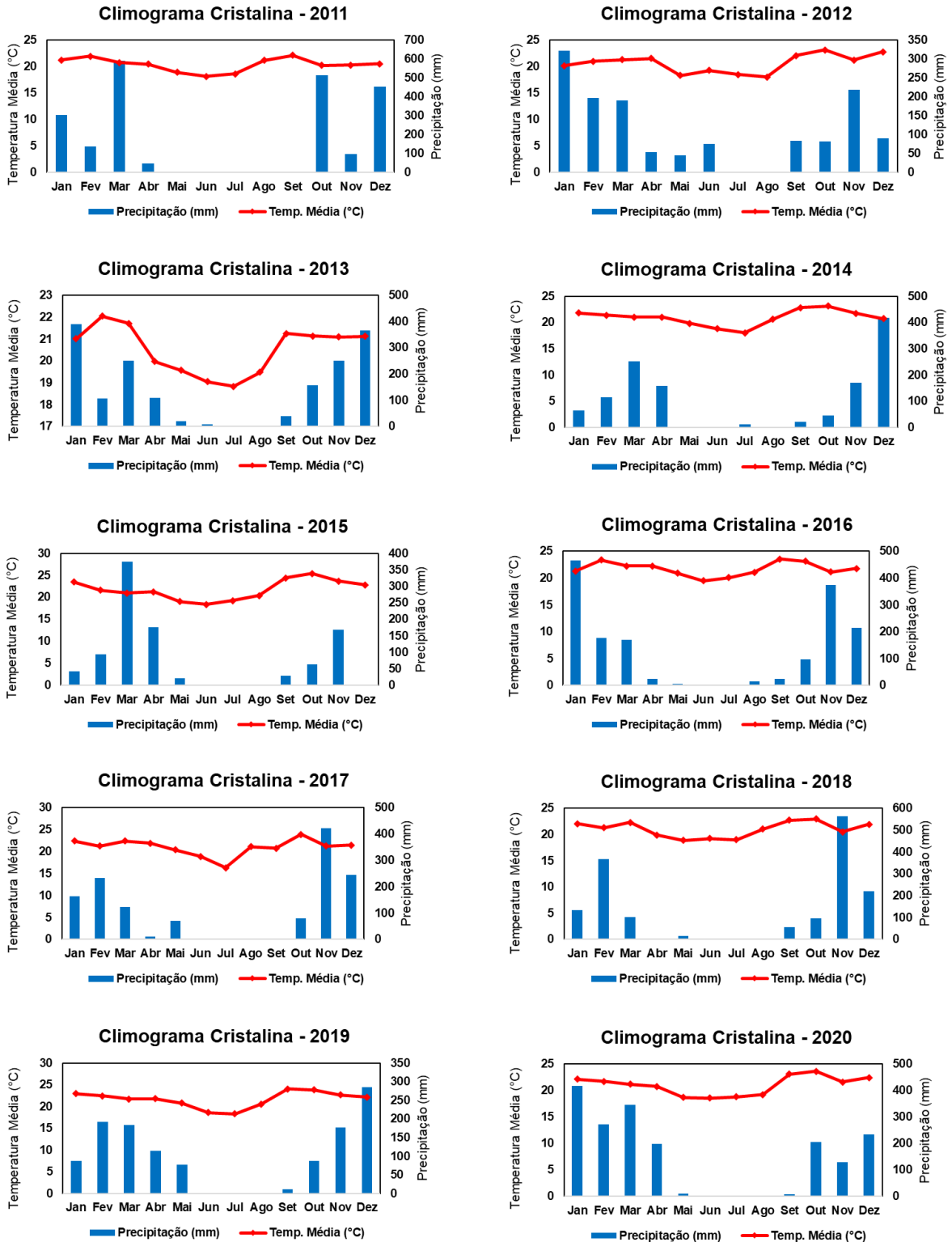
Elaborado pela autora (2023). Fonte: INMET.

Figura 12 - Climograma de Buritis no período de 2011 a 2020.



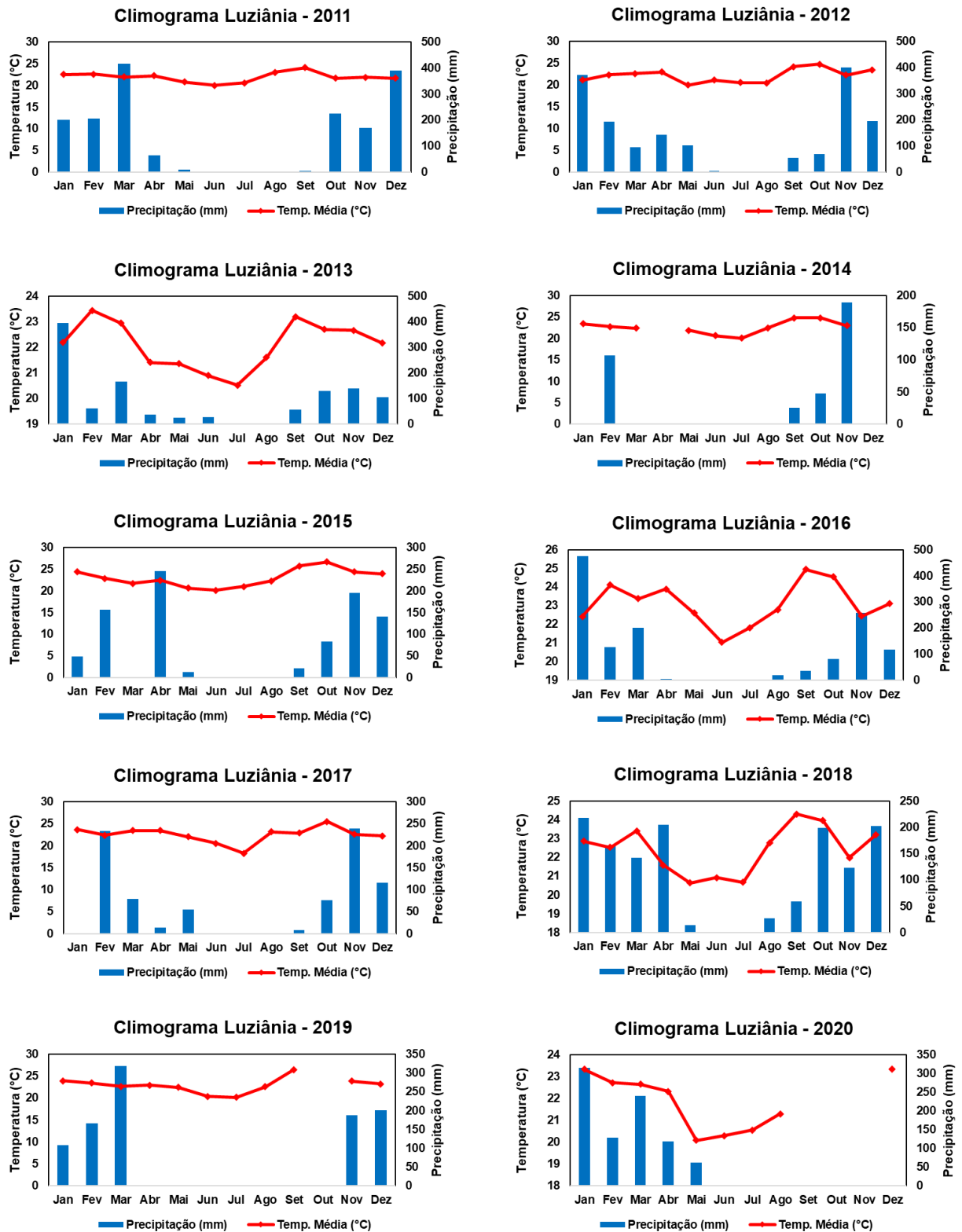
Elaborado pela autora (2023). Fonte: INMET.

Figura 13 - Climograma de Cristalina no período de 2011 a 2020.



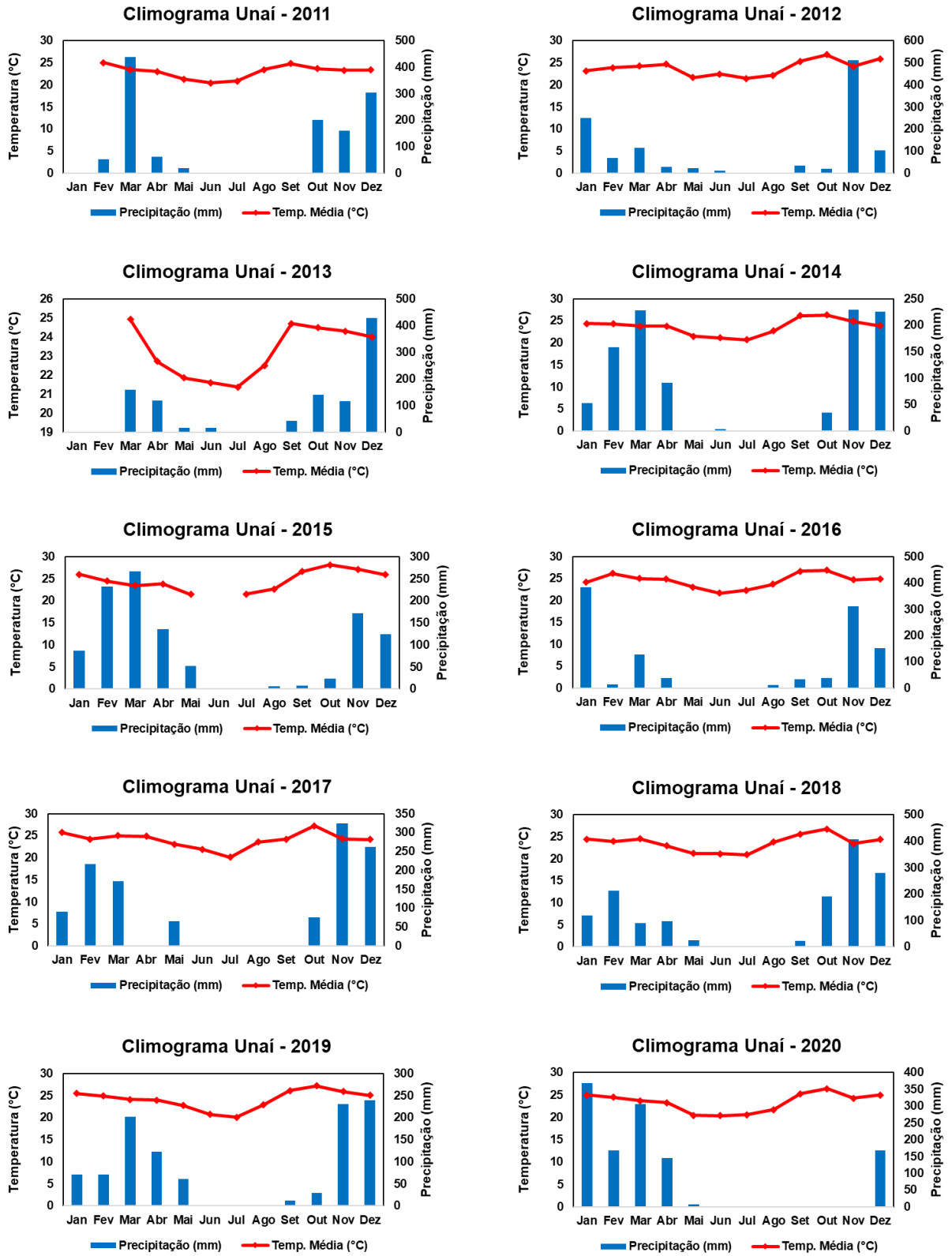
Elaborado pela autora (2023). Fonte: INMET.

Figura 14 - Climograma de Luziânia no período de 2011 a 20



Elaborado pela autora (2023). Fonte: INMET.

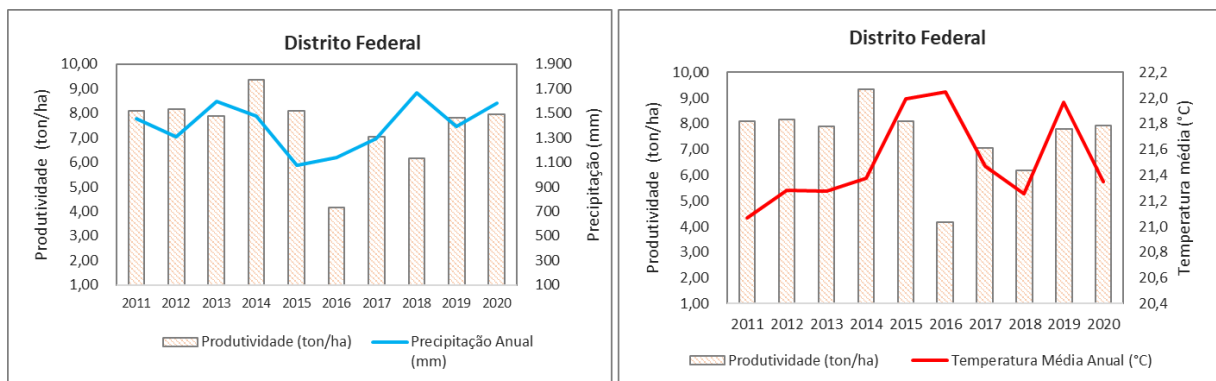
Figura 15 - Climograma de Unai no período de 2011 a 20



Elaborado pela autora (2023). Fonte: INMET.

Observando a figura 16, que demonstra a relação entre produtividade do milho, precipitação pluviométrica e temperatura no Distrito Federal, é possível verificar que o ano de 2014 foi o ano com maior produtividade, chegando a quase 10 T/ha. Neste ano, o total pluviométrico e a temperatura mantiveram-se dentro da normal climatológica. A menor produtividade do período estudado foi registrada no ano de 2016, com aproximadamente 4 T/ha produzidas, o referido ano obteve baixa precipitação pluviométrica e a temperatura média anual ficou acima da normal climatológica, marcando mais de 22°C. Os dados demonstram que quando há anomalias consideráveis na temperatura e na precipitação, a produtividade da cultura do milho é afetada.

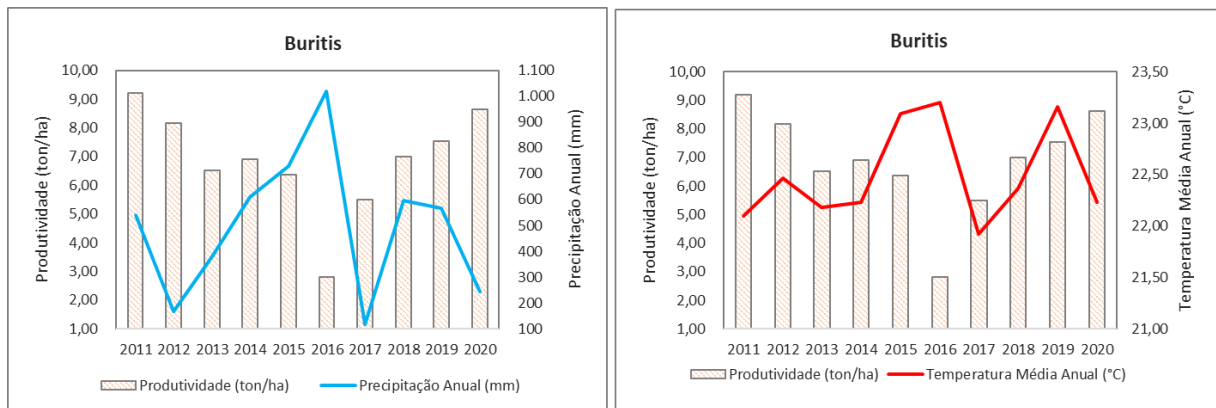
Figura 16 - Produtividade Agrícola e Precipitação no Distrito Federal, no período de 2011 a 2020.



Fonte: INMET/ PAM – IBGE.

No município de Buritis (MG), a maior produtividade foi registrada no ano de 2011, seguida de 2020 e 2012, já no ano de 2016, assim como no DF, o município registrou a menor produtividade de milho durante a série histórica estudada. Quanto aos dados climáticos, o município de Buritis teve muita variação no total pluviométrico anual, devido às falhas nos dados, sendo assim teve a maior quantidade pluviométrica em 2016, alcançando quase os 1000 mm, uma observação é que 2016 é o único ano que tem os dados de todos os meses. Em 2012 e 2017 o total pluviométrico fica muito abaixo da normal, mas isso se deve pela falta de dados. Em relação a temperatura, a média se mantém entre 22° e 23°C, porém o ano de 2017 marca a menor média da temperatura no município, entre os anos de 2011 a 2020, mas isso também é atribuído a deficiência dos dados.

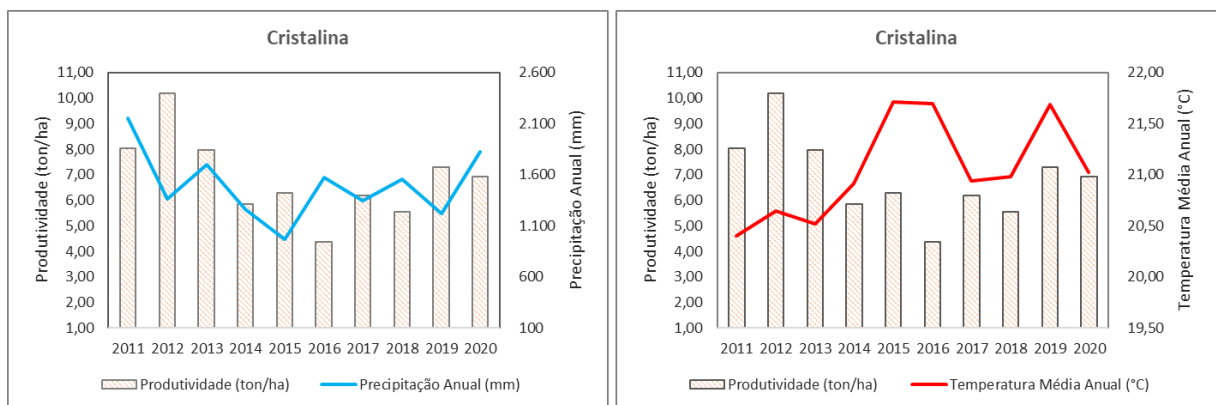
Figura 17 - Produtividade Agrícola e Precipitação no município de Buritis (MG), no período de 2011 a 2020.



Fonte: INMET/ PAM – IBGE.

No município de Cristalina, a produtividade se manteve sem muitas variações, exceto nos anos de 2012, que teve uma variação considerável em relação aos outros anos, e em 2016 que marcou a menor produtividade da série histórica. A precipitação pluviométrica não variou muito, mantendo-se entre 1.100 e 1600 mm, apenas no ano de 2011 e 2015 teve maior variação na pluviometria anual, em 2011 choveu aproximadamente 2.100 mm e em 2015 não alcançou os 1000 mm. A temperatura teve bastante variações, marcando as maiores médias nos anos de 2015, 2016 e 2019.

Figura 18 - Produtividade Agrícola e Precipitação no município de Cristalina (GO), no período de 2011 a 2020.

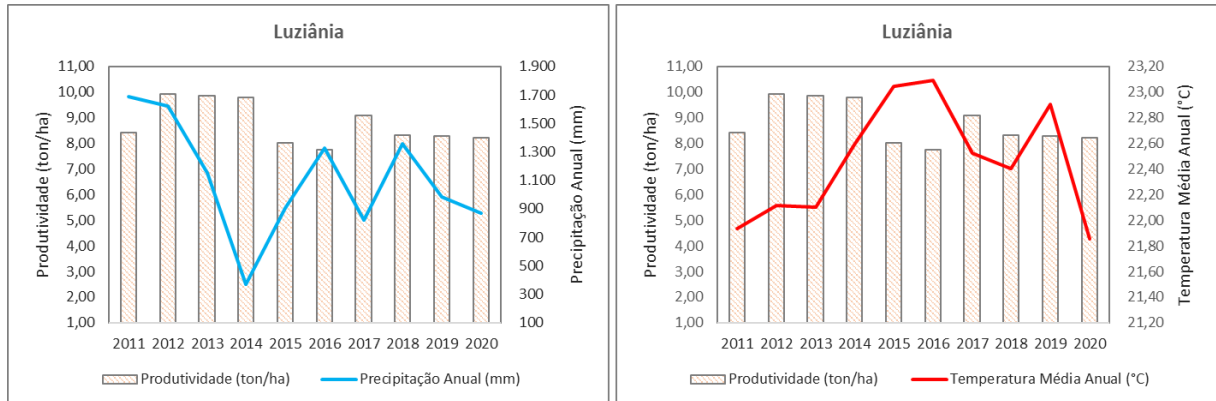


Fonte: INMET/ PAM – IBGE.

Luiziânia é o município que apresenta a produtividade mais estável e elevada durante todos os anos da série histórica, alcançando no mínimo 7 T/ha. Em relação às variáveis climáticas, é importante ressaltar que nos anos de 2014, 2017, 2019 e 2020 os dados de precipitação apresentam déficits, logo é provável que o município não tenha tido tanta variação na pluviometria durante esses anos. Quanto a temperatura, ela apresentou maior variação nos

anos de 2015 e 2016, chegando a 23°C a média anual. Nos dados de temperatura desconsideramos os anos de 2014 e 2020, devido a carência de dados.

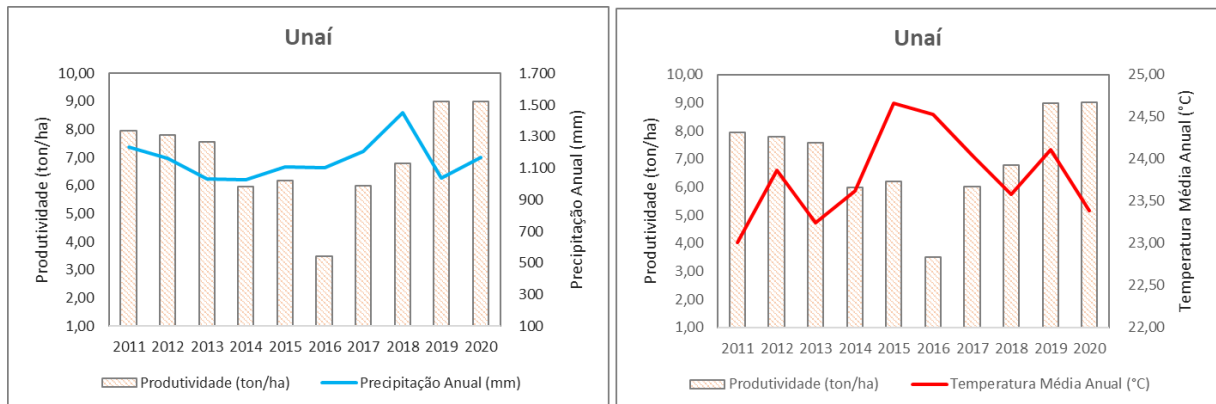
Figura 19 - Produtividade Agrícola e Precipitação no município de Luziânia (GO), no período de 2011 a 2020.



Fonte: INMET/ PAM – IBGE.

No município de Unaí, foi verificada uma maior variação na precipitação apenas no ano de 2018, que apresenta total pluviométrico de aproximadamente 1.500 mm. A média da temperatura variou bastante, especialmente nos anos de 2015 e 2016 que alcançou quase 25°C. Em 2016, em Unaí, a produtividade também foi negativa, mas não teve grandes variações de precipitação que pudesse afetar as produções. A temperatura, assim como em Luziânia variou bastante, mas teve as médias máximas nos anos de 2015 e 2016.

Figura 20 - Produtividade Agrícola e Precipitação no município de Unaí (MG), no período de 2011 a 2020.



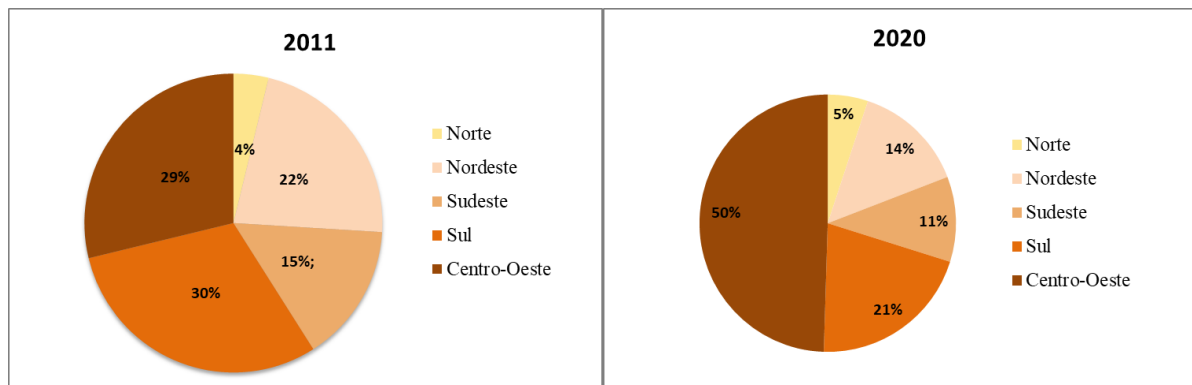
Fonte: INMET/ PAM – IBGE.

Da série analisada, ressalta-se como anos mais secos da área de estudo: 2014 e 2015, e como mais chuvosos: 2011, 2016 (apenas em Buritis) e 2018, sendo os demais considerados normais, com valores de precipitação próximos às médias históricas. Os anos mais quentes foram: 2015, 2016 e 2019, e os mais frios: 2011, 2013 e 2020.

Em 2016, com exceção de Luziânia, os municípios da área de estudo tiveram uma produtividade muito baixa, a qual pode estar associada aos efeitos do fenômeno “El Niño” no país. Neste referido ano, o El Niño afetou praticamente o Brasil todo com anomalia negativa de precipitação, em especial na região Centro-Oeste e em Minas Gerais, que no primeiro semestre, a chuva ficou abaixo da média e a temperatura bastante acima da normal. As chuvas ficaram concentradas na região Sul do país por quase todo o verão. Sendo assim a produtividade, principalmente do milho safrinha, foi muito prejudicada.

A cultura do milho no Brasil e especialmente na região Centro-Oeste vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas. Vários fatores são atribuídos ao aumento da produção do grão no país, dentre eles pode-se citar a implementação da 2ª safra, denominada também de safrinha. Como mostra na figura 21, a área plantada da cultura do milho no país em 2011 era mais distribuída, sendo que a região Sul representava 30% da área plantada do país, seguida do Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e por último a região Norte. No ano de 2020 o cenário mudou de forma considerável, o Centro-Oeste passou a representar 50% de toda a área plantada do Brasil, mostrando o resultado da expansão do agronegócio no Cerrado.

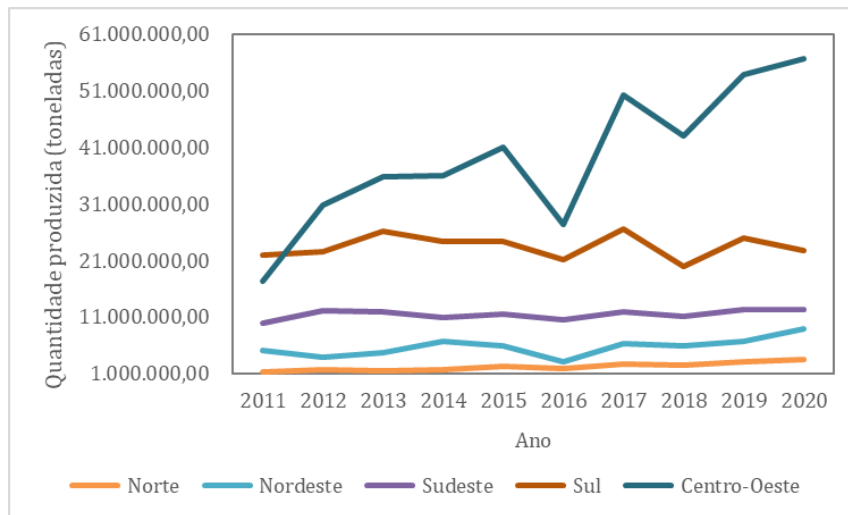
Figura 21 - Área plantada (ha) nas regiões do Brasil no ano de 2011 e 2020.



Fonte: PAM/IBGE.

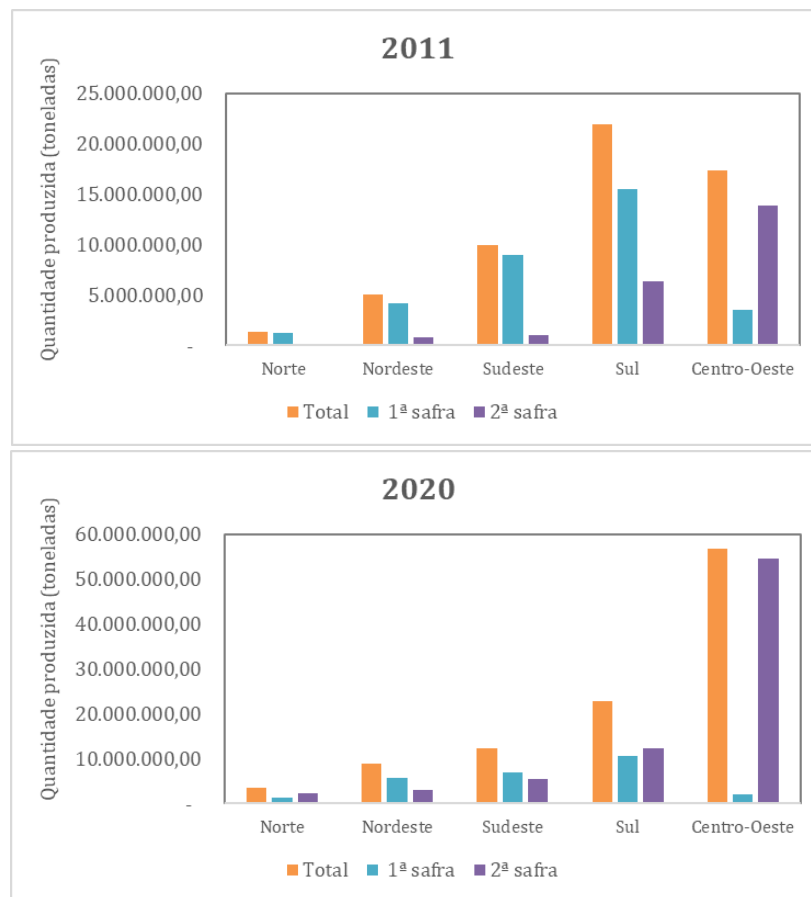
A figura 22 expressa a quantidade produzida em toneladas nas regiões do país entre os anos de 2011 e 2020. A região Centro-Oeste desde 2011 mostrou um crescimento exponencial, com exceção do ano de 2016 que teve uma queda expressiva. A figura 23 representa a quantidade produzida em toneladas em cada safra, demonstrando que o aumento da produção do milho no Centro-Oeste se deve principalmente à 2ª safra. A produtividade da safrinha do milho está associada ao fato desta ser efetuada logo após a colheita da soja e no mesmo local, sendo possível o aproveitamento da estrutura do plantio da soja. Aliado a isso, o aumento da produtividade do grão está diretamente relacionado também à demanda internacional do milho.

Figura 22 - Quantidade produzida de milho nas regiões do Brasil nos anos de 2011 a 2020.



Fonte: PAM/IBGE.

Figura 23 - Quantidade produzida de milho em cada safra nas regiões do Brasil nos anos de 2011 a 2020.

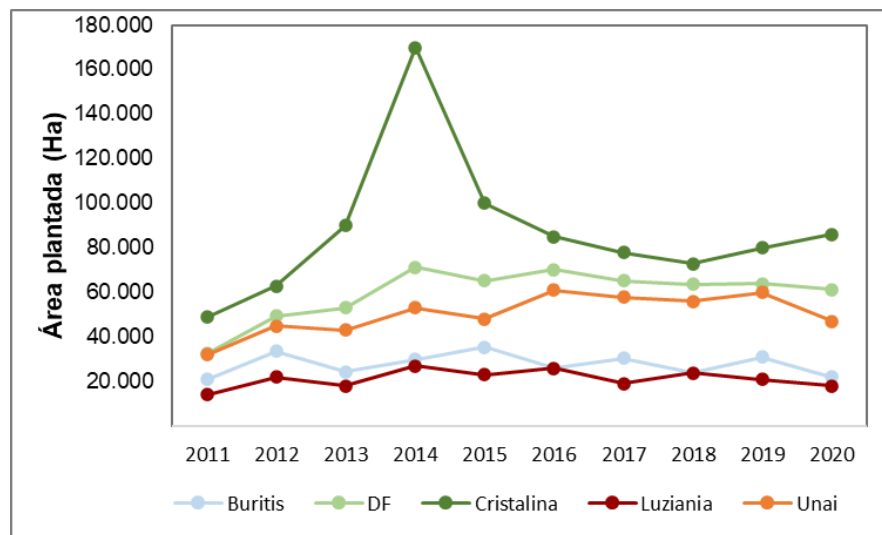


Fonte: PAM/IBGE.

A figura 24 refere-se à área plantada do cultivo do milho nos municípios em estudo: Cristalina, Luziânia, Unai e Distrito Federal. É possível perceber que os anos de 2014 e 2016 tiveram os maiores valores de área plantada no Distrito Federal. Em Cristalina, os anos de 2013,

2014, 2015 e 2020 foram os que tiveram maior área plantada. No município de Luziânia os anos com maior área plantada foram 2012, 2014 e 2016. Já em Unai, os anos de 2016 e 2019 foram os que obtiveram maior área plantada. Entre os dados da área plantada, se destaca o município de Cristalina que alcançou quase 180.000 hectares de área plantada, e nos outros anos mantém-se sendo o município com maior quantidade de área plantada.

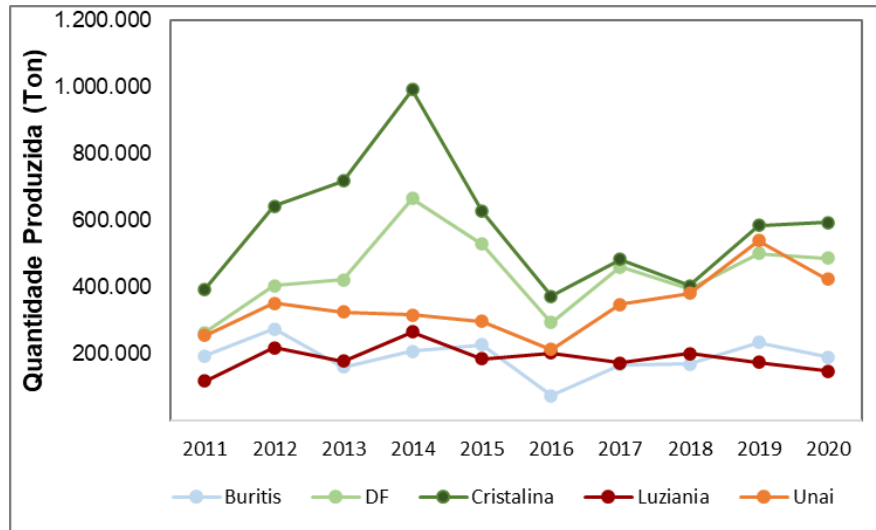
Figura 24 - Dados do rendimento médio da produção (ton/ha) do cultivo do milho nos municípios de Buritis, Cristalina, Luziânia, Unai e Distrito Federal, no período de 2011 a 2020.



Fonte: PAM, IBGE.

A figura 25 está representando a quantidade produzida em toneladas da cultura do milho nos municípios em estudo. O Distrito Federal fica em segundo lugar no quesito quantidade produzida, tendo suas maiores produções nos anos de 2012, 2013, 2014, 2019 e 2020, e a menor produção nos anos 2011 e 2016. Cristalina também teve as maiores quantidades produzidas entre os municípios da área de estudo, alcançando mais de 1 milhão de toneladas produzidas. No município de Luziânia, os anos com maiores quantidades produzidas foram 2012 e 2014 e no ano de 2020 teve a menor produção. Unai teve uma considerável quantidade produzida em 2018 e 2019, tendo uma expressiva queda em 2020.

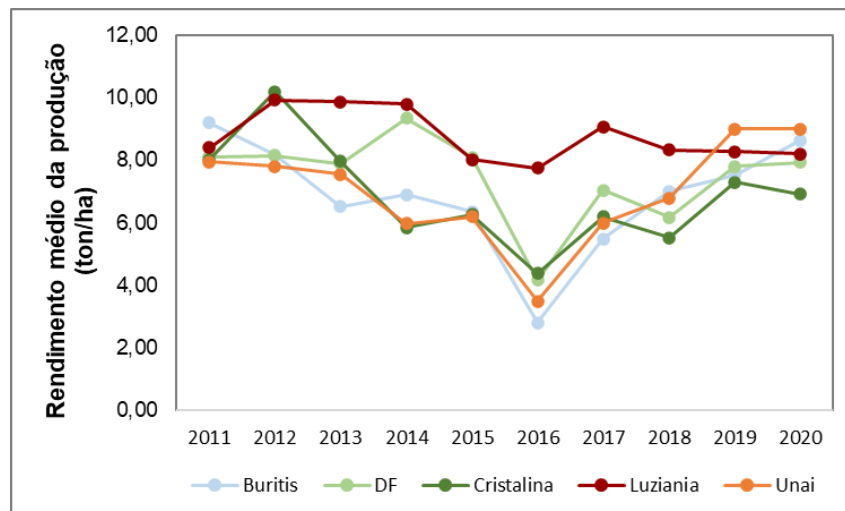
Figura 25 - Dados do rendimento médio da produção (ton/ha) do cultivo do milho nos municípios de Buritis, Cristalina, Luziânia, Unai e Distrito Federal, no período de 2011 a 2020.



Fonte: PAM, IBGE.

Quanto a produtividade dos municípios em estudo, os dados demonstram algumas peculiaridades, por exemplo, Cristalina apesar de ter as maiores áreas plantadas e quantidade produzida tem uma produtividade (ton/ha) baixa, e Luziânia é o município que apresenta maior produtividade. O Distrito Federal, também apresenta considerável rendimento por hectare, ficando atrás apenas de Luziânia. Os anos que apresentaram melhor produtividade na maioria dos municípios foi 2012 e 2019.

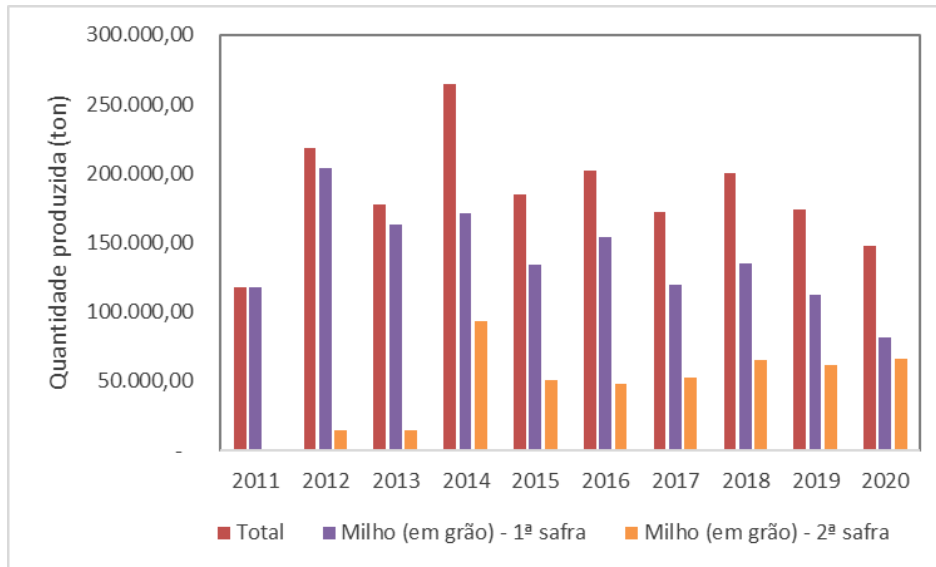
Figura 26 - Dados do rendimento médio da produção (ton/ha) do cultivo do milho nos municípios de Buritis, Cristalina, Luziânia, Unai e Distrito Federal, no período de 2011 a 2020.



Fonte: PAM, IBGE.

Em 2016, todos os municípios, exceto Luziânia apresentaram baixa produtividade. No município a quantidade produzida em toneladas é predominante da 1ª safra, diferente da maioria dos municípios da região centro – oeste que possuem maior produção na 2ª safra (Figura 27).

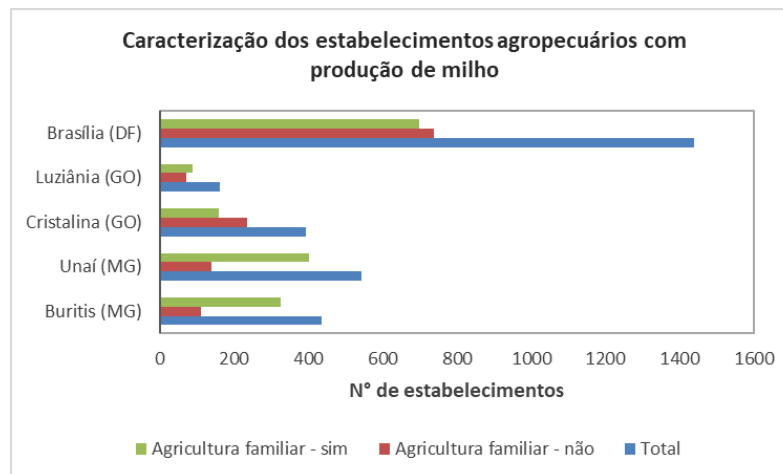
Figura 27 - Quantidade produzida (em toneladas) no município de Luziânia.



Fonte: PAM, IBGE.

Quanto à caracterização dos estabelecimentos agropecuários que produzem milho nos municípios estudados em questão e no Distrito Federal, é possível a partir do censo agropecuário de 2017 (figura 28) relatar que tanto no Distrito Federal como em Cristalina os estabelecimentos que produzem milho são mais de agricultura não familiar, enquanto em Luziânia, Unai e Buritis são majoritariamente de agricultura familiar, ou seja, estabelecimentos com menos de 4 módulos fiscais.

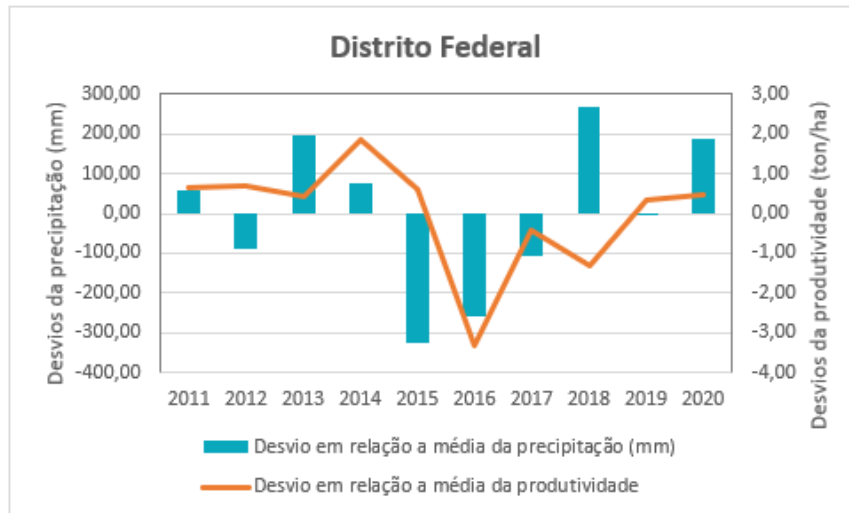
Figura 28 Caracterização dos estabelecimentos agropecuários com produção de milho em 2017.



Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 2017.

Ao analisar os desvios de chuva e produtividade do milho no Distrito Federal (Figura 29), é possível perceber que os anos que tiveram os maiores desvios negativos de chuvas foi 2015, 2016 e 2017. Sendo que em 2016 a queda na precipitação coincide com uma queda considerável na produtividade. Porém, nos anos de 2012, 2015 e 2018 a precipitação e produtividade não apresentam uma relação direta.

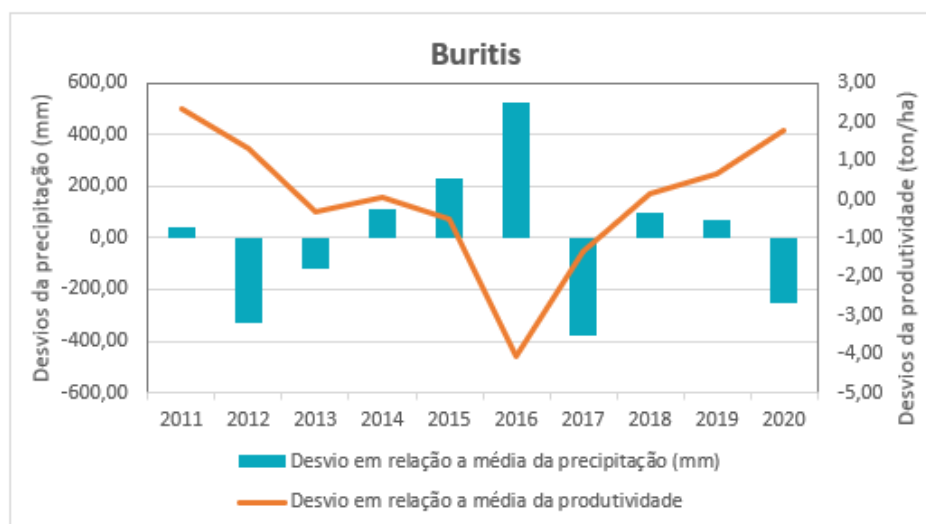
Figura 29 - Desvios de chuva e produtividade do milho no Distrito Federal no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET.

No município de Buritis (figura 30), os desvios de chuva e produtividade do milho são muito variáveis, em especial os dados de chuva devido a deficiência dos dados. Apenas os anos de 2017 e 2018 apresentaram desvio negativo de produtividade. E o ano de 2016 obteve o maior desvio positivo da precipitação.

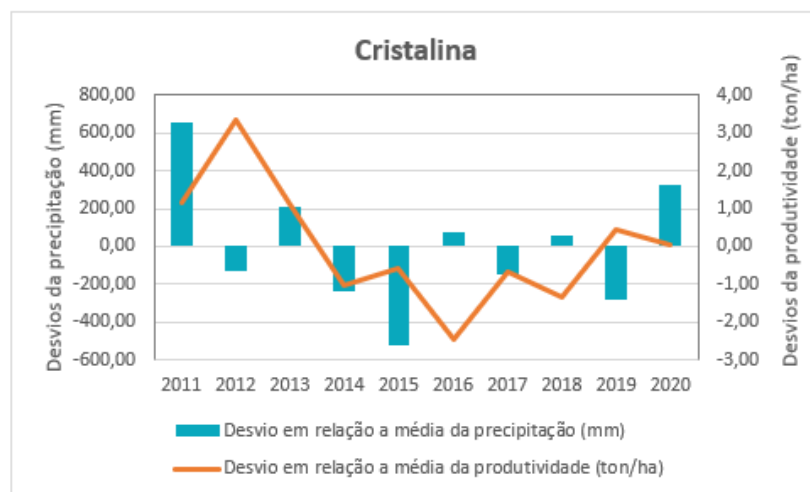
Figura 30 - Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Buritis no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET.

Na figura 31, o ano de 2012 no município de Cristalina apresentou o maior desvio de produtividade, e teve um pequeno desvio negativo de precipitação. Os anos de 2011, 2013 e 2020 apresentaram maiores volumes de chuvas na série histórica, e tiveram ganhos na produtividade do milho, apresentando uma relação direta entre a distribuição das chuvas e a produtividade do milho. Os anos de 2014, 2015, 2016 e 2017 tiveram desvios negativos na produtividade, sendo que todos apresentaram correlação entre precipitação e produtividade, exceto 2016, que a produtividade foi muito negativa e a precipitação teve um desvio positivo.

Figura 31 - Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Cristalina no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET

Quanto aos desvios de chuvas e produtividade do milho no município de Luziânia (figura 32), é possível observar que os anos de 2014, 2015, 2017 e 2020 apresentam os maiores desvios negativos em relação à precipitação. No ano de 2014, apesar do desvio em relação a precipitação ser bastante negativo a produtividade não apresentou perdas. Em 2011 e 2018, o desvio da precipitação foi positivo, ao contrário da produtividade que teve rendimento negativo. Em 2016, assim como no município de Cristalina, Luziânia apresentou desvio positivo de precipitação e desvio negativo de produtividade.

Figura 32 - Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Luziânia no período entre 2011 e 2020.

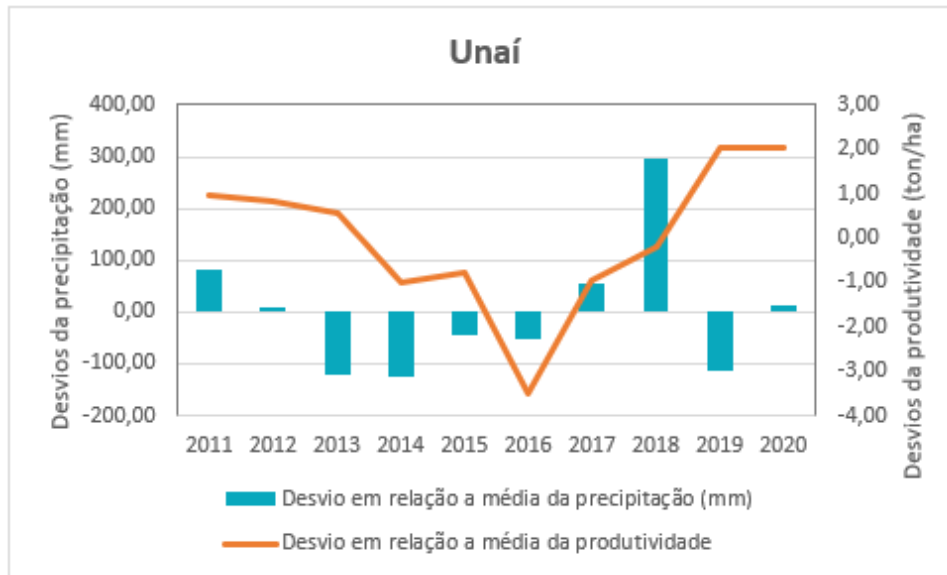


Fonte: PAM, IBGE/ INMET

Na figura 33, o município de Unaí apresentou nos anos de 2011 e 2018 os maiores desvios positivos de precipitação que foram proporcionais à produtividade. De 2013 a 2015 e em 2019 a precipitação teve desvio negativo e a produtividade foi positiva, demonstrando relação indireta. No ano de 2016, os desvios de produtividade e precipitação se assemelham aos do Distrito Federal, com ambos apresentando desvio negativo.

Através dos dados apresentados é possível aferir que a produtividade possui um desvio grande (positivo ou negativo) quando ocorre concomitantemente a um desvio considerável na precipitação. Destaca-se também que em alguns casos o ano obteve um desvio de precipitação negativo, porém a produtividade não é afetada, pelo contrário, apresenta bons resultados, nesse caso, pode ser devido ao uso da irrigação complementar.

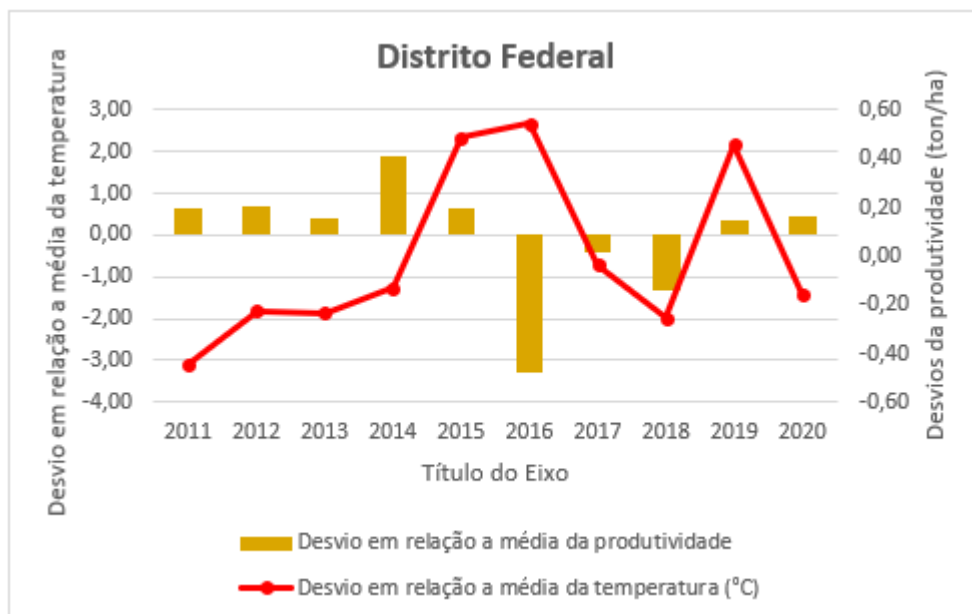
Figura 33 - Desvios de chuva e produtividade do milho no município de Unaí no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET

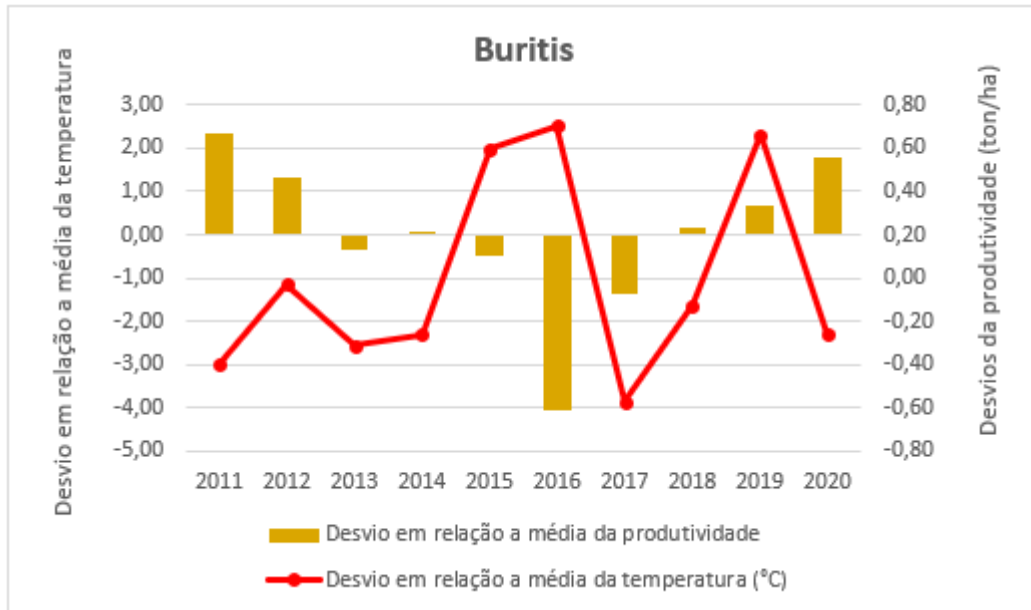
As figuras 34 e 35 retratam os desvios em relação à média da temperatura e produtividade do milho no DF e no município de Buritis, respectivamente, em que ambos possuem a dinâmica semelhante. Os dados demonstram que nos anos de 2011, 2012, 2013, 2014 e 2020 a temperatura e a produtividade não tiveram relação, enquanto a temperatura obteve desvio negativo a produtividade foi positiva. Já em 2015 e 2019 ambos atingiram desvios positivos. No ano de 2016, a produtividade teve um desvio negativo considerável enquanto a temperatura obteve seu maior desvio positivo.

Figura 34 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no Distrito Federal no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET

Figura 35 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no município de Buritis no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET

Em relação ao desvio da temperatura e produtividade, Cristalina também teve dinâmica semelhante ao DF e Buritis, com os anos de 2011, 2012 e 2013 marcando um desvio da produtividade positivo e temperatura com desvio negativo considerável. Nos anos em que a temperatura teve desvios positivos ou desvios baixos, a produtividade marcou desvio negativo.

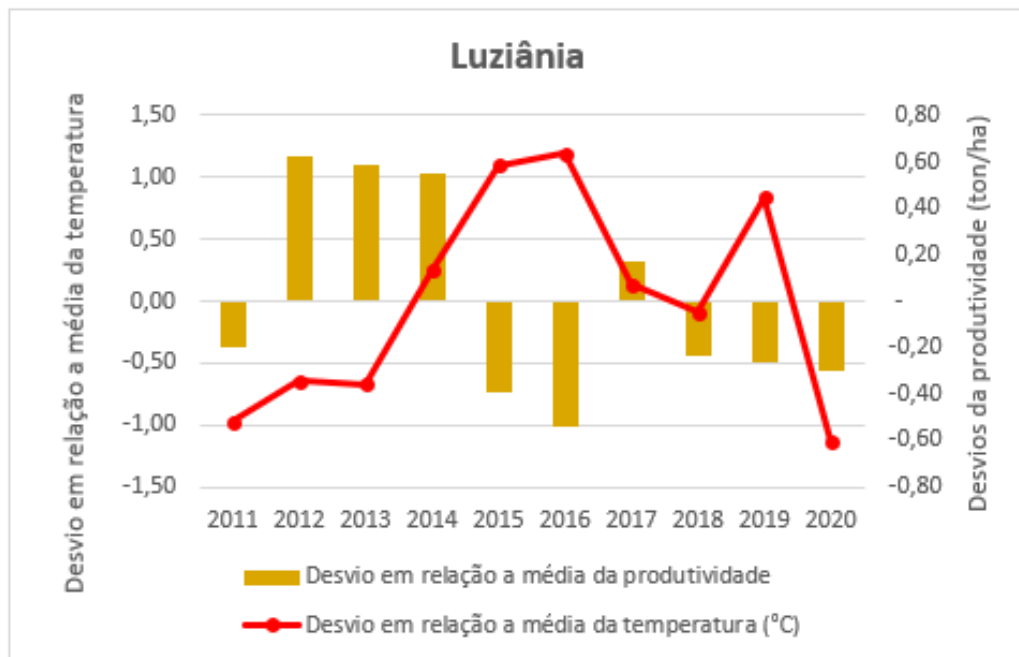
Figura 36 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no município de Cristalina no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET

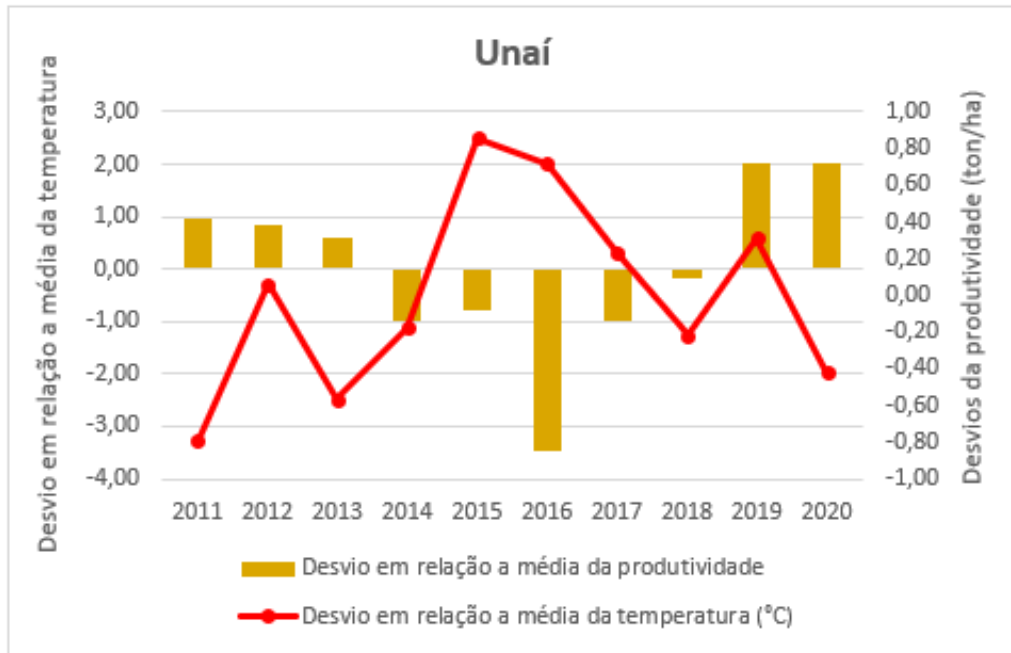
As figuras 37 e 38 mostram os desvios da temperatura e produtividade nos municípios de Luziânia e Unaí. Em Luziânia, os anos de 2012, 2013 e 2014 são os que mostram um desvio de produtividade positivo mais expressivo, enquanto que nos anos 2011, 2012, 2013 e 2020, a temperatura obteve um desvio negativo considerável. Em Unaí, nos anos de 2011, 2012, 2013 e 2020 a dinâmica foi parecida com os outros municípios, com a temperatura marcando desvio negativo e a produtividade com desvio positivo, exceto em 2014, que a temperatura e a produtividade obtiveram desvios negativos. Os anos de 2015 e 2016 em todos os municípios da área de estudo obtiveram o padrão de desvio positivo em relação à média da temperatura e negativo quanto à produtividade.

Figura 37 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no município de Luziânia no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET

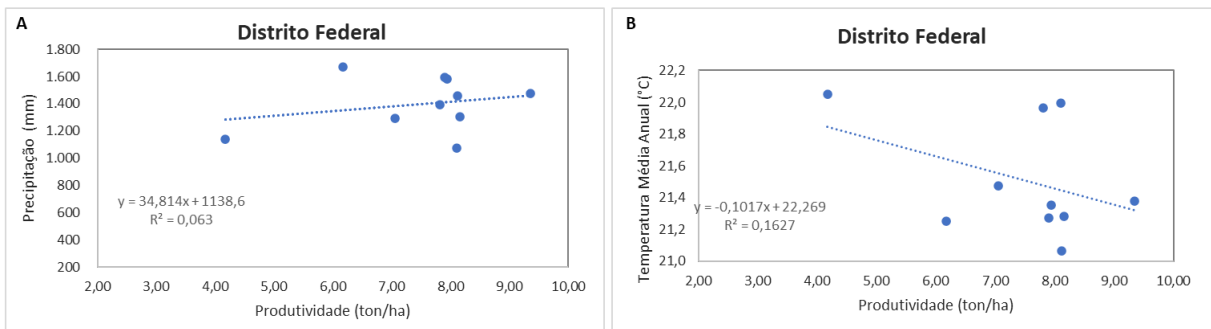
Figura 38 - Desvios da temperatura e produtividade do milho no município de Unai no período entre 2011 e 2020.



Fonte: PAM, IBGE/ INMET

As figuras 39 e 40 correspondem ao coeficiente de correlação entre a precipitação pluviométrica e a produtividade, e entre a temperatura e a produtividade da cultura do milho no Distrito Federal. A correlação entre precipitação e produtividade se classifica como fraca, considerando a interpretação do coeficiente de correlação segundo Shimakura (2006). Entre a temperatura e a produtividade a correlação é moderada. No município de Buritis (figura 41 e 42), a correlação é moderada tanto para a relação entre precipitação e produtividade quanto para a temperatura e produtividade.

Figura 39 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Distrito Federal.

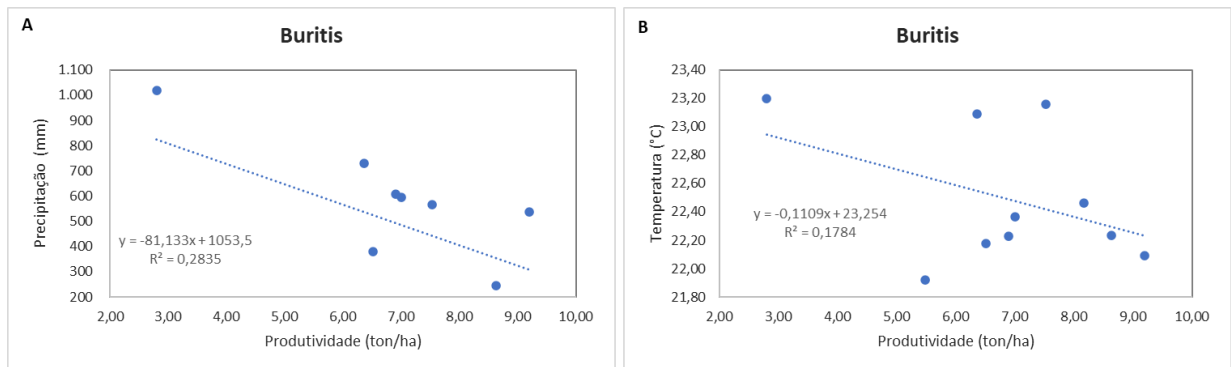


Elaborado pela autora.

Figura 40 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no Distrito Federal.

Distrito Federal			
Precipitação		Temperatura °C	
Coeficiente de determinação R ²	6,3%	Coeficiente de determinação R ²	16,27%
Coeficiente de correlação R	0,25	Coeficiente de correlação R	0,40

Figura 41 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Município de Buritis.



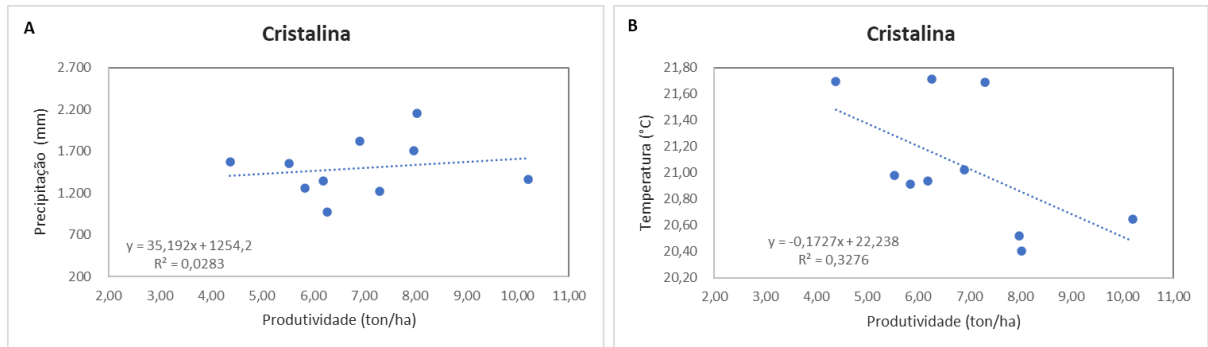
Elaborado pela autora.

Figura 42 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no município de Buritis.

Buritis			
Precipitação		Temperatura	
Coeficiente de determinação R ²	28,35%	Coeficiente de determinação R ²	17,84%
Coeficiente de correlação R	0,53	Coeficiente de correlação R	0,42

As figuras 43 e 44 mostram que no município de Cristalina a correlação entre as variáveis em ambos os casos é moderada, ou seja, demonstra uma boa distribuição da precipitação e média da temperatura boa. Já em Luziânia e Unaí a correlação entre precipitação e produtividade é bem fraca demonstrando maior irregularidade da precipitação, ao contrário da temperatura que apresenta correlação moderada, em Luziânia, e fraca em Unaí. Em Cristalina e Unaí a correlação entre temperatura e produtividade do milho se destacam com o coeficiente de determinação chegando a, respectivamente, 32% e 30%.

Figura 43 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Município de Cristalina.

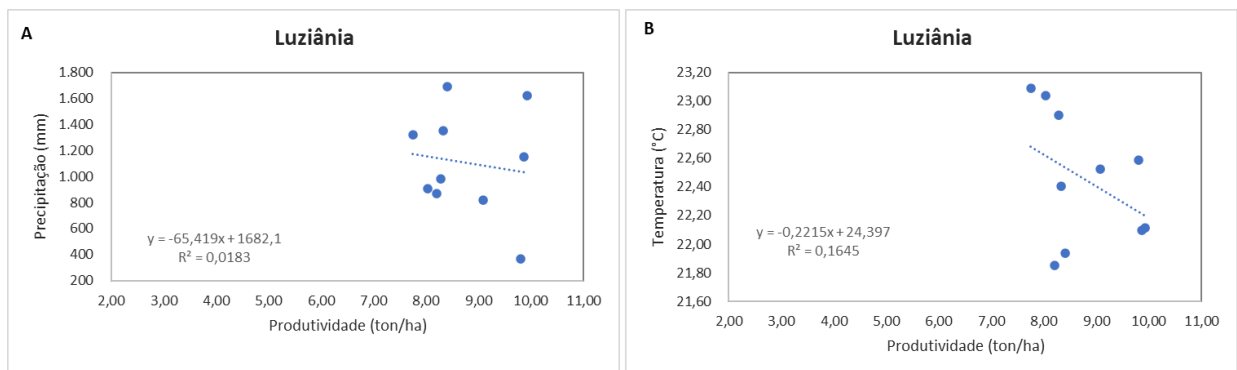


Elaborado pela autora.

Figura 44 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no município de Cristalina.

Cristalina			
Precipitação		Temperatura	
Coeficiente de determinação R ²	16,0%	Coeficiente de determinação R ²	32,76%
Coeficiente de correlação R	0,40	Coeficiente de correlação R	0,57

Figura 45 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Município de Luziânia.

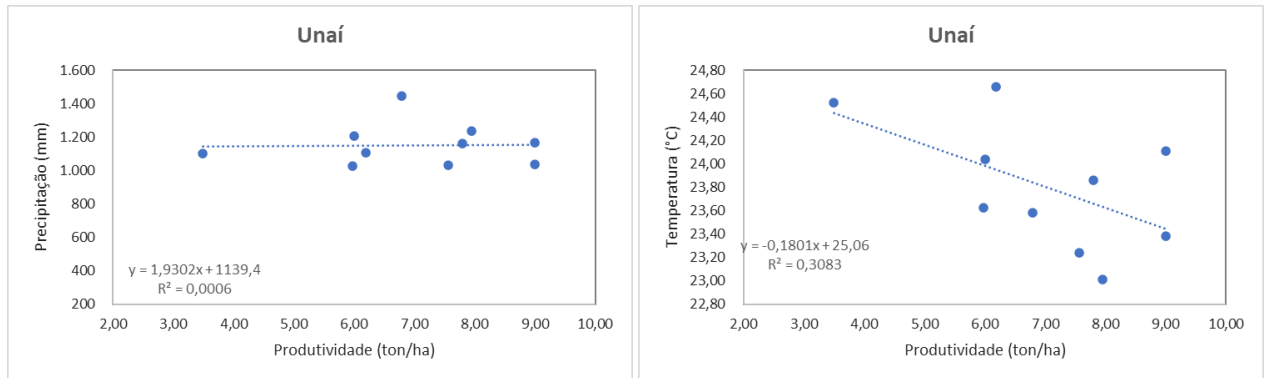


Elaborado pela autora.

Figura 46 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no município de Luziânia.

Luziânia			
Precipitação		Temperatura	
Coeficiente de determinação R ²	1,8%	Coeficiente de determinação R ²	16,45%
Coeficiente de correlação R	0,14	Coeficiente de correlação R	0,41

Figura 47 - (A) Correlação entre precipitação pluviométrica e a produtividade do milho. (B) Correlação entre temperatura e produtividade do milho no Município de Unai.



Elaborado pela autora.

Figura 48 - Coeficiente de correlação e Coeficiente de determinação entre precipitação e produtividade e temperatura e produtividade do milho no município de Unai.

Unai			
Precipitação		Temperatura	
Coeficiente de determinação R ²	0,1%	Coeficiente de determinação R ²	30,80%
Coeficiente de correlação R	0,02	Coeficiente de correlação R	0,55

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, ressalta - se que os objetivos propostos desta pesquisa foram alcançados. O objetivo geral, de verificar a correlação entre a variabilidade climática e a produtividade do milho nos municípios da RIDE/DF e no Distrito Federal, no período de 2011 a 2020, considerando o regime pluviométrico e a temperatura como insumos pertinentes para a agricultura, foi atingido, uma vez que os gráficos de correlação demonstraram que as variáveis climáticas podem sim influenciar na produtividade do milho.

A análise dos gráficos mostra que a temperatura, principalmente nos municípios de Luziânia, Unaí e Cristalina, é mais influente do que a precipitação pluviométrica. Apesar de existir a correlação entre as variáveis, os gráficos mostraram que a maior interferência se dá quando ocorrem desvios muito extremos, de ordem positiva ou negativa, atrelados a fenômenos climáticos como o el niño, por exemplo.

Contudo a hipótese levantada de que a variabilidade da temperatura e da precipitação pluviométrica interferiram na produtividade do milho ao longo da sequência histórica de 2011 a 2020 obteve confirmação. Portanto, ao considerar os resultados do coeficiente de correlação observa-se que existe relação entre as variáveis em estudo, mas não é uma correlação forte, resultado que pode ser atribuído ao uso das tecnologias, como irrigação.

É importante salientar ainda que a correlação entre as variáveis abordadas é evidente, porém depende de diversos fatores como, por exemplo, o nível de desenvolvimento de uma determinada cultura e do grau de tecnologia empregada nela, e quanto menor o uso de tecnologias maior a influência das condições climáticas.

Na cultura do milho é muito utilizado o sistema de irrigação de pivôs centrais, visto que apresentam rendimentos de 2 a 3 vezes mais que o sequeiro. Mesmo no período de 1ª safra, que corresponde a melhores condições climáticas para o desenvolvimento da planta, a irrigação tem demonstrado sua viabilidade econômica devido aos ganhos expressivos de produtividade e à redução da exposição aos riscos climáticos. É importante salientar que dos municípios da área de estudo, todos, com exceção de Luziânia (GO), fazem parte da lista dos municípios brasileiros que possuem a maior área equipada com pivôs centrais, e estão localizados em Polos Nacionais de Agricultura Irrigada.

Desta forma, sugere-se que pesquisas futuras verifiquem a correlação entre variabilidade climática e produtividade do milho, nesta área de estudo, considerando os dados de irrigação.

7 REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais**. Brasília: ANA,2006.
- ALBUQUERQUE, Ana Christina Sagebin e SILVA, Aliomar Gabriel da. **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e Políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
- ALMEIDA, H.A. **Climatologia aplicada à geografia**. Campina Grande: EDUEPB, 2016.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MASUTOMO, R.; CASTRO, L. H. R.; SILVA, F. A. M. **Veranicos na Região do Cerrado brasileiro: frequência e probabilidade de ocorrência**. In: ASSAD, E. D. (Coord.). *Chuva no Cerrado: análise e espacialização*. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 1 CD-ROM.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. BERTRAND BRASIL S.A. 4 ed. Rio de Janeiro. 1996
- BAPTISTA, M. C.; da SILVA, S. F.; DANTAS, M. E.; DUARTE, K. S.; ALMEIDA, B. F. de; MURICY FILHO, A. F.; COUTINHO, C. I.; PEDROSA, L. **Aspectos Gerais do Meio Físico**. In: Machado, M. F.; Silva Sandra, F. da (Org.). *Geodiversidade do Estado de Minas Gerais*, p. 17-31. Belo Horizonte: CPRM, 2010.
- BARROS, J.R., CARDOSO, M.R.D. e MARCUZZO, F.F.N. **Classificação Climática de KÖPPEN-GEIGER para o estado de Goiás e Distrito Federal**. ACTA Geográfica, Boa Vista, v.8, n.16, jan./mar. de 2014. p.40-55. CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Atlas do Distrito Federal**. 2020. Brasília, DF.
- BERGAMASCHI, H. **O clima como fator determinante da fenologia das plantas**. In: REGO, C.M.; NEGRELLE, R.R.B.; MORELATTO, L.P.C. *Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos*. Colombo: Embrapa Florestas. ISBN 978-85-89281-12-6. Capítulo 16. pp. 291-310. 2007.
- BERGAMASCHI, Homero; MATZENAUER, Ronaldo. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p. il.
- BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H. **Ecofisiologia do milho**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis, SC: ABMS/EMBRAPA/EPAGRI, 2002. (CD-ROM).

BEZERRA, Juscelino e DIAS, Juliana. **Impactos da Covid-19 na produção e comercialização de alimentos em Brasília-DF: desafios para os assentados/acampados da reforma agrária.** GeoTextos, vol. 17, n. 1, p. 89-112, julho - 2021.

BORÉM, A, et al. **Milho: do Plantio à Colheita.** 2ª. edição. Viçosa: UFV, 2017.

BOTELHO FILHO, Flávio Borges. **As relações rural-urbano no Distrito Federal.** 2001. 226 f. (Tese de Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

CANDIDO, G. **Luziânia completa 275 anos.** [Luziânia]: Câmara Municipal de Luziânia, 07 dez. 2021. Disponível em: <https://www.luziania.go.leg.br/luziania-completa-275anos#:~:text=Luzi%C3%A2nia%20foi%20fundada%20em%201746,em%20homenagem%20a%20sua%20padroeira>. Acessado em: 12/07/2023

COSTA, M.L. da; ANGÉLICA, R.S.; AVELAR, J.O.G. **Outeiro e Mosqueiro: exemplos de evolução laterítica imatura.** In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÓNIA, Belém, 1991.

COUTINHO, C. I.; PEDROSA, L. **Aspectos Gerais do Meio Físico.** In: Machado, M. F.; Silva Sandra, F. da (Org.). Geodiversidade do Estado de Minas Gerais, p. 17-31. Belo Horizonte: CPRM, 2010.

DISTRITO FEDERAL (Brasil). **Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal** - Documento Técnico - Versão Final - 2009.

ELIAS, D. **Agronegócio globalizado: do campo a metrópole.** In: FERREIRA, A.; RUA, J.; Mattos, R. C. (Org.). O espaço e a metropolização. Rio de Janeiro: Consequência, 2017.

ELY, D. F., ALMEIDA, I.R. e SANT'ANNA NETO, J.L. **Variabilidade climática e o rendimento da cultura do milho no estado do Paraná: algumas implicações políticas e econômicas.** Geografia - Volume 12 - Número 1 - jan/jun. 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas.** Elena Charlotte Landau ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2020.

_____. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3 ed. rev. - Brasília, DF. 2013.

FANCELLI, A. L. **Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho.** In: FANCELLI, A.L. Visão Agrícola. São Paulo: N° 13, USP, ESALQ, 9 JUL/ DEZ 2015. p. 20-23.

_____. **Ecofisiologia, Fenologia e Implicações Básicas de Manejo.** In. BORÉM, A., GALVÃO, J.C.C. e PIMENTEL, M.A. Milho: do Plantio à Colheita. 2ªed. Viçosa: UFV, 2017. Cap. 3, p. 49 – 75.

_____. **Plantas Alimentícias: guia para aula, estudo e discussão.** Piracicaba, SP: Centro Acadêmico “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, 1986

FELDENS, Leopoldo. **O homem, a agricultura e a história.** Lajeado: Univates, 2018.

FILHO, D. F. **Manual da Cultura do Milho.** Jaboticabal, SP: Funep, 2007. 576 p.

FRANZ, P.R.F. e TORCHELLI, J.C. **Região Geoeconômica de Brasília: caracterização do setor agropecuário.** Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1985.

HANWAY, J. J. **Growth stages of corn (Zea mays).** Agronomy Journal, Madison, vol. 55, n. 5, 487-492, 1963.

HANWAY, J.J. **How a corn plant develops.** Special Reporter Iowa Agricultural Experimental Station, v. 48, p. 4-15, 1966.

HATTERSLEY, P.W. **Characterization of C4 type leaf anatomy in grasses (Poaceae).** Mesophyll: bundles sheath area ratios. Annual of Botany, Londres, v. 53, n.2, p.163-179, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades.** Rio de Janeiro, 2023.

_____. **Censo Brasileiro de 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

_____. Diretoria Técnica. **Geografia do Brasil.** Rio de Janeiro, SERGRAF - IBGE, 1977.

_____. **Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>

KOTTEK, M., J. GRIESER, C. BECK, B. RUDOLF, and F. RUBEL, 2006: **World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated.** *Meteorol. Z.*, **15**, 259-263.

MAZOYER, Marcel. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Marcel Mazoyer, Laurence Roudart; [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MENDONÇA, F. e OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas, MG. Dez, 2006.

NEL, P.C.; SMIT, N.S.H. **Growth and development stages in the growing maize plant**. [S.I.]: Farming in South Africa, 1978.

NIMER, E. Clima. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região Centro Oeste**. Rio de Janeiro, 1977.

NÓBREGA, R. S. **Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 3, n. 1, p. 18-22, 2010.

RIBEIRO, A. G. **Climatologia geográfica e a organização do espaço agrário**. In: Boletim de Geografia Teórica. Rio Claro: AGETEC, 1993. v. 23, n.45-46, p.34-38

SANO, E. E. **Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal do bioma Cerrado: ano-base 2002**. Brasília: MMA, 2010.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **História da Climatologia no Brasil: gênese, paradigmas e a construção de uma Geografia do Clima**. Tese de Livre-Docência. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2001.

SANTANNA, N.; SILVA, D.F. e PRELA-PANTANO, A. **Variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do médio Paranapanema, SP**. São Paulo: Revista Brasileira de Climatologia, 2008.

SANS, L.M.A. e SANTANA, D.P. **Clima e solo in: Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo - Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 3 a edição Set/2007.

SHIMAKURA, S. E. **Correlação**. In CE003 - Estatística II. Paraná: Dep. de Estatística – UFPR: 71-78. (2006)

SILVA, F. A. M. da; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. **Caracterização climática do bioma cerrado**. IN: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Orgs.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa, 2008.

SOUZA, J. N. **Dinâmica climática e agricultura em Poço Verde (SE) entre 2017 e 2020**. Monografia (Licenciatura em Geografia) - Centro Universitário AGES. Paripiranga – BA, p. 25. 2021.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

_____. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. Tese (Doutorado), publicação ECO.TD, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

WALTER, B. M. T.; CARVALHO, A. M.; RIBEIRO, J. F. **O conceito de savana e de seu componente Cerrado**. Cerrado: Ecologia e Flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 19-45, 2008.

APÊNDICES

Apêndice A: Quadro da área plantada (hectares) da cultura do milho nos municípios da RIDE/DF.

Município	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cristalina (GO)	49.000	63.000	90.000	170.000	100.000	85.000	78.000	73.000	80.000	86.000
Brasília (DF)	32.532	49.442	53.218	71.296	65.222	70.163	65.334	63.600	64.000	61.200
Unai (MG)	32.000	45.000	43.000	53.000	48.000	61.000	58.000	56.000	60.000	47.000
Buritiz (MG)	21.000	33.500	24.500	30.000	35.500	26.000	30.500	24.000	31.000	22.000
Luziânia (GO)	14.000	22.000	18.000	27.000	23.000	26.000	19.000	24.000	21.000	18.000
São João d'Aliança (GO)	7.500	7.800	5.500	5.900	6.700	10.000	10.800	12.000	14.000	14.000
Cabeceira Grande (MG)	7.270	7.270	7.070	6.070	5.500	8.000	10.200	6.070	6.070	7.400
Cabeceiras (GO)	7.090	12.000	7.000	9.000	10.600	22.000	9.900	9.000	16.500	16.500
Água Fria de Goiás (GO)	7.000	11.000	4.500	8.500	10.200	21.500	22.300	25.000	21.000	23.000
Planaltina (GO)	6.200	6.400	7.000	5.200	5.000	3.700	3.600	5.300	7.100	7.100
Niquelândia (GO)	5.692	4.500	6.500	4.500	7.800	13.650	5.900	4.400	7.300	7.200
Formosa (GO)	4.500	5.900	4.700	5.000	6.000	6.400	7.500	7.700	7.000	7.500
Pirenópolis (GO)	4.500	4.600	4.600	4.000	3.500	1.500	1.200	840	840	840
Vila Propício (GO)	3.500	3.300	3.000	2.800	2.700	2.750	2.300	1.600	1.550	1.600
Flores de Goiás (GO)	3.450	4.050	2.600	2.500	2.900	2.900	2.950	4.600	4.700	4.700
Arinos (MG)	3.300	3.900	4.400	3.500	3.500	5.100	2.000	1.700	1.700	4.500
Alto Paraíso de Goiás (GO)	2.800	2.800	1.800	2.000	1.600	1.600	1.600	5.600	5.500	6.100
Abadiânia (GO)	2.500	2.500	2.500	2.000	1.900	1.800	1.800	1.620	1.350	1.400
Padre Bernardo (GO)	2.200	3.200	7.000	6.000	10.000	8.000	11.000	10.000	10.500	11.000
Alexânia (GO)	2.000	2.000	2.000	1.500	1.600	3.250	3.700	3.250	2.850	5.500
Goianésia (GO)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.200	1.700	1.000	2.000	2.000
Corumbá de Goiás (GO)	2.000	2.000	2.000	1.500	1.800	1.400	5.150	550	550	1.450
Barro Alto (GO)	2.000	2.100	2.000	2.000	1.500	1.600	1.000	1.000	900	1.000
Vila Boa (GO)	2.000	1.900	1.700	1.600	2.000	2.000	2.000	1.500	500	500
Cocalzinho de Goiás (GO)	1.800	2.000	2.000	1.500	1.300	3.100	4.150	2.880	2.780	8.500
Santo Antônio do Descoberto (GO)	1.500	2.000	500	400	600	600	600	750	1.250	1.050
Cavalcante (GO)	1.500	1.400	1.400	1.500	1.000	1.000	1.200	600	-	1.000
Cidade Ocidental (GO)	700	1.000	1.000	750	2.240	1.500	2.500	2.100	3.000	3.700
Alvorada do Norte (GO)	700	750	1.268	1.000	1.150	1.105	538	560	300	430
Mimoso de Goiás (GO)	600	1.100	5.000	4.500	2.200	2.000	6.000	5.500	15.000	14.000
Simolândia (GO)	450	450	500	480	500	1.200	475	500	...	...
Novo Gama (GO)	350	500	...	...	...	...	220	200	265	335
Águas Lindas de Goiás (GO)	-	62	60	460	295	570	570	580	270	405
Valparaíso de Goiás (GO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Produção Agrícola Municipal - SIDRA/IBGE.

Apêndice B: Quadro da quantidade produzida (toneladas) da cultura do milho nos municípios da RIDE/DF.

Município	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cristalina (GO)	393.600	642.600	717.600	993.000	627.000	372.200	482.500	403.950	584.000	594.000
Brasília (DF)	263.888	403.111	420.636	666.390	528.188	292.474	460.740	392.580	499.800	486.138
Unaí (MG)	254.500	351.000	325.200	316.800	297.000	213.000	348.000	380.400	539.700	423.000
Buritis (MG)	193.200	273.600	159.600	207.000	225.700	72.750	167.400	168.000	233.500	189.750
Água Fria de Goiás (GO)	117.600	218.400	177.600	264.600	184.800	201.600	172.500	199.800	173.955	147.600
Luziânia (GO)	66.750	109.250	40.600	87.250	79.500	47.250	146.450	160.000	140.634	185.500
Cabeceiras (GO)	63.000	65.700	43.000	49.150	48.860	45.650	71.120	81.800	89.996	116.000
Mimoso de Goiás (GO)	62.220	62.220	60.420	45.136	37.600	53.600	67.100	42.636	42.636	51.180
São João d'Aliança (GO)	57.445	109.500	58.500	85.000	82.000	65.250	55.000	66.500	113.584	132.900
Padre Bernardo (GO)	47.900	49.800	49.500	41.000	36.400	18.330	27.680	37.200	46.365	59.950
Planaltina (GO)	43.800	54.660	38.340	42.700	46.800	43.600	55.350	59.700	48.099	59.500
Formosa (GO)	43.136	26.000	36.500	34.200	69.100	69.750	37.500	28.500	43.300	40.230
Cabeceira Grande (MG)	29.425	31.025	19.500	18.750	21.750	22.290	26.100	15.950	26.866	38.100
Alto Paraíso de Goiás (GO)	17.600	17.600	15.120	15.400	14.688	16.320	16.320	44.970	45.990	50.600
Cocalzinho de Goiás (GO)	15.840	28.800	39.900	34.800	53.000	36.300	53.800	68.000	77.110	88.170
Niquelândia (GO)	15.840	24.540	20.640	18.450	20.250	21.330	12.000	9.810	9.960	36.000
Alexânia (GO)	15.750	16.100	16.100	26.000	24.000	10.350	9.976	3.905	5.928	5.928
Flores de Goiás (GO)	13.300	12.540	12.000	11.760	11.340	11.550	9.660	6.720	9.378	8.000
Arinos (MG)	9.000	9.000	8.000	8.400	9.600	10.560	8.160	4.800	12.000	12.000
Cidade Ocidental (GO)	8.750	8.750	8.750	14.500	358	12.480	15.290	7.902	9.500	10.080
Goianésia (GO)	8.000	8.400	7.000	7.400	5.550	5.920	3.700	3.700	3.330	4.200
Abadiânia (GO)	7.650	14.400	3.600	2.000	4.200	4.200	4.200	5.100	9.875	9.060
Santo Antônio do Descoberto (GO)	7.600	7.000	7.000	9.450	10.080	6.790	22.700	3.878	3.960	8.250
Corumbá de Goiás (GO)	7.200	7.200	7.000	11.500	6.400	7.240	18.960	14.288	20.520	39.900
Cavalcante (GO)	6.300	7.000	7.000	11.500	7.020	5.970	27.185	18.040	20.016	45.390
Vila Propício (GO)	6.000	5.700	5.100	5.600	12.000	11.370	15.000	9.750	4.000	3.800
Pirenópolis (GO)	5.040	10.200	10.200	6.300	9.876	12.150	13.900	11.250	21.500	21.630
Barro Alto (GO)	4.500	4.200	4.200	6.400	3.400	4.000	4.680	4.800	-	8.000
Vila Boa (GO)	4.320	7.590	28.500	8.700	7.210	19.800	16.000	31.800	108.300	116.800
Alvorada do Norte (GO)	1.960	5.060	8.842	6.222	6.210	8.865	4.626	4.972	3.600	3.015
Águas Lindas de Goiás (GO)	1.680	3.600	...	-	-	-	792	1.200	1.765	2.304
Novo Gama (GO)	1.080	1.575	1.400	1.113	1.512	7.605	8	1.500	...	...
Valparaíso de Goiás (GO)	-	130	130	2.300	1.230	2.065	3.580	3.130	1.770	2.525
Simolândia (GO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Produção Agrícola Municipal - SIDRA/IBGE.