

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**ANA LUÍSA RIBEIRO DE FARIA**

**NOVA GEOGRAFIA DOS CAFEIROS BRASILEIROS EM DECORRÊNCIA DAS  
MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS.**

Viçosa (MG)

2023



**ANA LUÍSA RIBEIRO DE FARIA**

**NOVA GEOGRAFIA DOS CAFEIROS BRASILEIROS EM DECORRÊNCIA  
DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS.**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia  
Orientador: Prof. Dr. Edson Soares Fialho.

Aprovada em: 04/07/2023.

---

Dr. Edson Soares Fialho  
(Orientador) (UFV)

---

Dr. André Luiz Lopes de Faria  
(UFV)

---

Dr. Vinicius Machado Rocha  
(UFRB)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta monografia a todas as pessoas que me incentivaram durante minha caminhada, em especial a minha mãe Eni Ribeiro que me apoiou durante toda a graduação e que sempre acreditou em mim quando eu mesma não acreditava, às minhas avós Francisca e Maria das Graças (*in memorium*) pelo cuidado e amor e minha irmã Ana Karolina, ao meu pai Antônio Carlos e aos meus tios Rosana, José Carlos e Rosilene.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus professores da escola pública e da UFV pelos conhecimentos que me propiciaram desenvolver este trabalho bem como à Epamig que potencializou meus conhecimentos, principalmente pelo convívio com a equipe, pesquisadores e funcionários, em especial meu coorientador Dr. Williams Pinto Marques Ferreira e ao pesquisador Dr. Marcelo de Freitas Ribeiro e aos colegas bolsistas.

A todos os professores da Geografia, dentre eles meu orientador Dr. Edson Soares Fialho, coordenador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (BIOCLIMA) e Dr. Ulysses C. Baggio coordenador do grupo de estudos do Laboratório de Estudos do Uso e de Apropriação da Cidade (LEUAC), aos meus colegas da GEO 18, em especial os do bacharel Marcos, Daniel e Alan.

Gratidão!

These wings came from pain  
But they are wings headed for the light  
Though it's hard and it hurts

방탄소년단

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar possíveis mudanças em quatorze regiões com o selo de Indicação Geográfica (IG) produtoras de café brasileiro decorrentes das Mudanças Climáticas Globais (MCG). Para tanto, uma atualização do Sistema de Classificação Climática (CCS) de Köppen - Geiger (1936) foi usada, realizada por Rubel *et al.* (2017), que incorporou as projeções de aumento de temperatura do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) na classificação original, a saber, 1,5°, 3° e 4,7° e os cenários de mudança climática B2, B1 e A1FI. Cinco períodos de tempo foram considerados para avaliar os possíveis impactos de MCG's nas IG's, abrangendo o período de 1986 a 2100. O estudo revelou que, considerando os cenários de aumento de temperatura do o ar, nos próximos anos, as IG's não seriam afetadas, pois o café pode ser cultivado em mais de um tipo climático, sendo que os encontrados neste estudo atendem às necessidades fisiológicas do cafeeiro.

**Palavras-chave:** Café; Indicação Geográfica; Mudanças Climáticas; Köppen – Geiger.

## ABSTRACT

This work aimed to identify possible changes in Fourteen Geographical Identification (GI) stamped coffee-producing regions resulting from Global Climate Change (GCC). For that, an update of the Köppen - Geiger (1936) Climate Classification System (CCS) carried out by Rubel et al. (2017) was taken, which incorporated the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) temperature increase projections into the original classification, namely 1.5°, 3° and 4.7° and climate change scenarios B2, B1, and A1FI. Five time periods were considered to assess the possible impacts of GSMs on GIs, spanning the observed period from 1986 to 2100. The study revealed that considering the increased temperature scenarios, the IGs wouldn't be affected in the following years, as coffee can be grown in more than one climate type, and those found in this study meet the physiological needs of the coffee tree.

**Keywords:** Coffee; Geographical Identification; Climate Change; Köppen – Geiger;



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Localização das Indicações Geográficas no território brasileiro .....	21
<b>Figura 2</b> – Classificação climática das Indicações do Cerrado Mineiro e do Campo das Vertentes .....	28
<b>Figura 3</b> – Classificação climática das Indicações das Matas de Minas e Montanhas do Espírito Santo .....	30
<b>Figura 4</b> – Classificação climática da região da Mantiqueira de Minas .....	31
<b>Figura 5</b> – Classificação climática das Indicações do Caparaó e do estado do Espírito Santo .....	33
<b>Figura 6</b> – Classificação climática das Indicações das Regiões da Alta Mogiana, Garça e Pinhal .....	35
<b>Figura 7</b> – Classificação climática da Indicação Geográfica do Norte Pioneiro do Paraná .....	37
<b>Figura 8</b> – Classificação climática das Indicações do Oeste da Bahia e Matas de Rondônia .....	39
<b>Figura 9</b> – Cobertura Climática das IG's no cenário observado .....	41
<b>Figura 10</b> – Modelo Digital de Elevação das Indicações Geográficas cafeeiras brasileiras .....	43
<b>Figura 11</b> – Classificação de solos das regiões cafeeiras brasileiras com Indicação Geográfica .....	45
<b>Figura 12</b> – Produção de café por saca beneficiada nos estados brasileiros safra 2020 e 2022 .....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – Cobertura climática por cenário e período temporal na Região de Pinhal em porcentagem .....	29
<b>TABELA 2</b> – Cobertura climática por cenário e período temporal para a IG do Norte Pioneiro do Paraná, em porcentagem .....	30
<b>TABELA 3</b> – Área destinada à cafeicultura em 2022 em hectares e em percentual em relação a área total .....	43

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.1</b>	<b>GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.2</b>	<b>ESPECÍFICOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>DELIMITAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, alcançando números respeitáveis. A safra de 2022 atingiu 50,92 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg (CONAB, 2022) somando R\$55,9 bilhões de valor bruto da produção (VBP), (MAPA, 2022).

Sendo uma commodity agrícola, o café assim como outras culturas, depende de condições climáticas favoráveis para que produza de forma a manter a produtividade (RENNA *et al.*, 1986) e as relações de trabalho direta e indireta estáveis.

A intolerância do cafeeiro a grandes variações de temperatura do ar e ao estresse hídrico prolongado combinadas às projeções de mudanças climáticas de aumento da temperatura média global, que preveem um aumento de 4 a 9°C para a região Sudeste do Brasil, gera preocupação, uma vez que a produção de café brasileira impacta não só a economia nacional, mas também dos países consumidores dos grãos aqui produzidos.

Levando em conta as projeções de mudanças climáticas, seus possíveis impactos na produção cafeeira e tendo em vista restrições do café quanto a temperatura e ao déficit hídrico foi proposto neste trabalho uma análise da aptidão climática das regiões cafeeiras certificadas com Indicação Geográfica (IG), tomando como referência o Sistema de Classificação Climática (SCC) postulada por (Köppen-Geiger, 1936).

Tais mudanças poderiam implicar em alterações na aptidão das IG's produtoras de café no país, restringindo-as ou potencializando outras áreas (ASSAD *et al.*, 2004) uma vez que a temperatura média do ar e a pluviosidade são os elementos meteorológicos que mais influenciam a produção e o desenvolvimento do cafeeiro. Levando em conta as previsões de aumento das temperaturas feitas pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e em conformidade com as necessidades fisiológicas do café imagina-se que as regiões ora aptas possam torna-se inaptas ou restritas ao cultivo.

Diante deste panorama o presente trabalho buscou avaliar a hipótese da mudança de aptidão das IG's cafeeiras brasileiras através da análise do Sistema de Classificação Climática (SCC) de Köppen-Geiger atualizado por Rubel *et al.*, (2017), que acrescentou à classificação original as projeções do IPCC de mudanças climáticas globais por meio de modelos de aumento de emissão de CO<sub>2</sub> apresentados em cenários de aumento de temperatura e pluviosidade média.

Avaliou-se como as mudanças climáticas poderiam refletir no âmbito social das IG's cafeeiras, posto que a cafeicultura brasileira é composta em grande parte por pequenos produtores que têm no café sua principal fonte de renda, assim como o impacto na economia nacional e mundial, visto o montante que o setor movimenta anualmente em termos de exportação e do café ser um dos produtos primários mais comercializados do mundo, tendo superado o valor do petróleo em alguns anos (OIC, 2015).

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Partindo da premissa de que as mudanças climáticas afetariam a dinâmica atual da cafeicultura nacional e que estas mudanças poderiam afetar milhares de famílias e desestabilizar a economia em níveis ainda imensuráveis, este trabalho se dedicou a investigar os efeitos das previsões de aumento da temperatura feitas pelo IPCC nas regiões cafeeiras com IG.

O café é uma das maiores commodities agrícolas de exportação do país e por essa razão é extremamente importante entender como as mudanças climáticas afetarão sua cadeia produtiva bem como os impactos socioeconômicos que tais mudanças acarretarão em diferentes escalas da sociedade. Além disso, a identificação das possíveis novas áreas aptas ao cultivo do café através da análise da atualização do SCC de Köppen - Geiger (1936) permitirá direcionar investimentos e desenvolvimento de tecnologias para estas regiões além de mitigar possíveis perdas através da antecipação do fenômeno da mudança climática e da eventual inaptidão da(s) região(ões) ao cultivo do café.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Geral**

Aplicar a atualização do Sistema de Classificação Climática (SCC) de Köppen – Geiger (1936) proposta por Rubel *et al.* (2017) que considera os cenários de aumento de temperatura em consequência da mudança climática global às regiões cafeeiras com Indicação Geográfica do Brasil considerando cinco cenários temporais, quatro de projeções de

mudanças climáticas futuras e um do tempo passado - dados do clima observado, para investigar a mudança de aptidão das regiões produtoras.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Aplicar o Sistema de Classificação Climática de Köppen – Geiger (1936) atualizado por Rubel *et al.*, (2017), analisando as mudanças climáticas nas Regiões Cafeeiras Brasileiras com Indicações Geográficas;
- b. Avaliar o impacto da mudança climática na aptidão das regiões produtoras de café quanto às necessidades fisiológicas da planta;
- c. Avaliar os impactos econômicos e sociais decorrentes das possíveis mudanças climáticas na cafeicultura;
- d. Analisar os impactos do Zoneamento nas Linhas de Crédito Agrícola;

## 2 DELIMITAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

Em se tratando de commodities agrícolas o café figura entre um dos maiores produtos de exportação brasileiro. O país foi responsável por quase 30% da produção mundial do produto, 50,9 milhões de sacas de café beneficiado na última safra (CONAB, 2022). Esses números colocam o Brasil como o maior produtor mundial do grão e o décimo quarto maior consumidor da bebida, média de 5,8 Kg por pessoa (IOC, 2022).

O mercado global do café movimenta bilhões anualmente e está em movimento de expansão no continente europeu e asiático havendo a expectativa de um crescimento de 4,47% em 2023 e U\$ 495,50 bilhões de receita estimadas para a safra 2022/2023 (STATISTA, 2023).

Se espelhando nos seguimentos de vinho e queijo algumas regiões cafeeiras buscaram agregar valor ao produto através da certificação de Indicação Geográfica (IG), que confere ao produto a garantia de qualidade e procedência.

O Brasil é o maior produtor de café do mundo segundo a Organização Mundial do Comércio, o grão em suas diferentes formas de comercialização movimentou R\$55,9 bilhões de reais em 2022 (EMBRAPA, 2023). Ocupando o posto de maior produtor global há mais de

150 anos a produção brasileira se dá de modo diferenciado pois se usa o método seco (café não lavado) no qual as cerejas de café secam ao sol ao invés de serem lavadas.

Segundo dados de 2022 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) o café é cultivado em aproximadamente 1.900 municípios, ocupando uma área de 2 milhões de hectares distribuídos nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Rondônia, Paraná, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso, Amazonas e Pará.

Dentre esses estados Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Bahia são responsáveis por 85% da produção nacional de café arábica, sendo Minas Gerais o maior produtor e São Paulo o segundo, (CONAB, 2022). A produção do café tipo conilon está concentrada nos estados do Espírito Santo, Bahia e Rondônia com 95% da produção nacional.

Visando sintetizar as características climáticas das regiões cafeeiras com IG e identificar áreas com características climáticas similares umas às outras foi usado no presente trabalho um Sistema de Classificação Climática (SCC), Köppen - Geiger (1936), vastamente empregado em estudos associados à agricultura conforme dizem (ALVARES *et al.*, 2014; FERNANDEZ *et al.*, 2017).

O SCC de Köppen (1936) é usado no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE) e por órgãos estaduais por ser um método simples de descrever o clima e suas mudanças. É também conhecido pela aplicabilidade, facilidade de interpretação dos resultados, razão pela qual é bastante citado em estudos climáticos aplicado à agricultura.

Estudos que avaliam projeções climáticas ainda são escassos na produção científica brasileira. Fernandes *et al.*, (2017) publicaram uma análise para o estado de Minas Gerais avaliando o SCC de Köppen – Trewartha (1954) que trata da América do Sul. Os SCC's não são muito empregados em estudos agroclimatológicos pois são considerados muito genéricos, entretanto alguns estudos têm sido feitos usando o SCC de Köppen nas análises de culturas que podem ser afetadas com possíveis mudanças climáticas, uma vez que esta classificação considera a vegetação natural como a expressão do clima de uma região, logo as mudanças no clima seriam refletidas na cultura estudada.

O aumento cada vez mais expressivo dos Gases de Efeito Estufa (GEE) levou a Organização Meteorológica Mundial (OMM) em conjunto com a UNEP (*United Nations*

*Environment Programme*) a criarem o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) em 1988, com o intuito de monitorar as mudanças climáticas.

O sexto relatório do Grupo de Trabalho I do IPCC de 2018 previu o aumento de 1,5°C na temperatura global para os próximos vinte anos podendo atingir 5,7°C até 2100 se a emissão de carbono se mantiver em alta, considerando as diferentes realidades de desenvolvimento social, econômico e tecnológico de diferentes países.

Neste trabalho foram avaliados cenários de projeções de mudanças climáticas globais baseadas em uma atualização do SCC de Köppen - Geiger (1936) publicada por Rubel *et al.*, (2017). Essa Classificação Climática (CC) foi proposta com intuito de suprir a lacuna de classificações de alta resolução espacial para os Alpes Europeus (Rubel *et al.*, 2017). Baseada na classificação de Köppen - Geiger, além de propor uma CC atualizada amparada em dados observados para o período (1986 - 2010) o grupo, baseado nas projeções de mudanças climáticas do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e seus *Special Report on Emissions Scenarios* (SRES), criou CC's para o período 2001-2100, que foram disponibilizados em forma de mapas globais disponíveis no site <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at>.

No tocante ao impacto das mudanças climáticas é perceptível que elas seriam tão danosas para a cafeicultura nacional que Ovalle-Rivera *et al.*, (2015) afirmaram que alterações futuras são passíveis de afetar áreas aptas ao cultivo do café no Brasil; havendo concordância de Venturin *et al.*, (2013), que afirmam que tais mudanças acarretariam impactos socioeconômicos de grande dimensão na economia cafeeira ao afetar os pequenos produtores e comunidades rurais.

Quando consideramos o posto que o país ocupa no cenário mundial de produção e exportação do café vemos a necessidade de antever possíveis soluções para a questão climática no que se refere a cafeicultura.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Sistemas de Classificação Climática

Sistemas de Classificações Climáticas (SCC) indicam tipologias climáticas de diferentes lugares, baseadas na delimitação e descrição de parâmetros climáticos, com a finalidade de sistematizar de forma descritiva informações referentes às características do clima de um dado local, podendo ser denominado de região ou domínio climático. É importante ressaltar que não há exatidão espacial na determinação dos limites climáticos entre uma região e outra, posto que a transição gradual de um tipo/domínio climático é o critério adotado para a determinação do clima da região.

De acordo com Ayoade (2003), o SSC de Köppen – Geiger é o mais utilizado pois é um método abrangente e facilmente aplicado na Climatologia. Nesse sistema, os tipos climáticos são identificados por duas ou três letras, a primeira letra indica a zona climática, definida pela temperatura do mês mais frio e pela precipitação. A segunda letra marca a distribuição sazonal da precipitação, a terceira letra nem sempre acompanha os tipos climáticos e indica a sazonalidade da temperatura do mês mais quente.

#### 3.2 Cenários de Mudança Climática

Os cenários do IPCC foram escolhidos devido ao crescimento acelerado das emissões de CO<sub>2</sub> de combustíveis fósseis, cujas projeções para ao final do século XXI preveem concentrações atmosféricas de GEE (Gases de Efeito Estufa) de 600, 850 e 1250 ppmv (partes por milhão em volume), equivalentes em concentrações de gás carbônico (CANDIDO *et al.*, 2007).

Usando dados do *World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification* (Rubel e KOTTEK, 2010) serão avaliados quatro cenários temporais neste estudo: 2001-2025, 2026-2050, 2051-2070 e 2071-2100. Um quinto cenário passado será tomado como classificação do clima observado, abrangendo o período entre os anos de 1986-2000.

O SRES (*Special Report on Emission Scenarios*) propôs quatro famílias de cenários de mudança climáticas a saber: A1, A2, B1 e B2. Neste trabalho serão explorados os cenários de mudanças climáticas A1FI, B1 e B2, pessimista, otimista e intermediário respectivamente.

A família de cenários A1 descreve um mundo de rápido crescimento econômico com acelerada introdução de tecnologias mais recentes e eficientes em que a população global atinge seu ápice em meados de 2050 do século XXI e declina logo em seguida.

O enredo que permeia os cenários da família B1 retratam um mundo com uma população global que atinge o ápice em meados do século XXI e logo depois decai, semelhante ao A1, porém com rápidas mudanças nas estruturas almejando uma economia baseada em serviço e informação, amparada em tecnologias limpas e eficientes, reduzindo o consumo de recursos matérias (naturais).

Os cenários da família B2 consideram um mundo que prioriza o local, sustentabilidade econômica, social e ambiental, descrevendo um mundo em que a população global cresce continuamente, com desenvolvimento econômico e avanços tecnológicos mais lentos e menos diversos do que nos cenários A1 e B1.

### **3.3 O café**

O café foi introduzido no Brasil por portugueses com sementes trazidas da Guiana Francesa no ano de 1727 ganhando força somente a partir do início do século 19, a partir da independência quando o café passou a ser a base da economia nacional passando por fases de implementação que culminaram na sua consolidação na região sudeste do país.

Quando a cafeicultura foi implantada no Oeste Paulista a prática da expansão das fazendas deu origem a concentração de propriedade, centrada em grandes fazendas, próximas a ferrovias para facilitar o escoamento da produção, sendo esta feita com base no trabalho livre, principalmente de imigrantes europeus.

A economia cafeeira perpassou por grandes crises e momentos políticos como o Convênio de Taubaté firmado pelos maiores estados produtores São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro em 1906 com o objetivo de valorizar o café. As políticas e convênios público privados consolidaram a cafeicultura nacional.

A geada negra de 1975 trouxe grandes prejuízos a cafeicultura paulista, dizimando os cafezais paranaenses, acabando com sua supremacia nacional e promovendo uma mudança geográfica nos cafezais, que rumaram ao norte em busca de maior conforto climático e se instalaram no Cerrado Mineiro.

“Trata-se de um processo onde troca-se de região, de cafeicultores e de estrutura logística de comércio que pelo descompasso de velocidades gera uma realidade heterogênea de cafezais novos e competitivos convivendo com velhos cafezais em degradação, à espera de um fato que os sepulte produtivamente” (Gonçalves, 1997).

A participação nacional nas exportações de café chegou a 39% em 1960, 22% em 1998 e 29,8% em 2022. Os números expressam uma tendência decrescente com o passar dos anos, que pode estar ligada ao café ser cultivado por mais países atualmente, entre eles a Colômbia que produz café de alta qualidade e exportam para a Europa e Ásia.

A exportação nacional hoje pretere a quantidade a qualidade, fazendo com que os grãos brasileiros recebam preços menores em relação aos vendidos pela Colômbia por exemplo. Motivados a mudar essa realidade produtores se organizaram e aumentaram a tecnologia empregada nas fazendas e criaram regiões com certificação que reconheçam a qualidade do café e o padrão de produção local para conferir ao produto valor agregado. Essas regiões recebem o nome de Indicação Geográfica.

Condições climáticas ideais são essências para produção de café, em especial os de qualidade e *gourmet*. Segundo (CAMARGO, 1985; PINTO *et al.*, 2001; SEDIYAMA *et al.*, 2001) o cafeeiro da espécie *Coffea arabica* sofre com o abortamento de flores quando submetido a temperaturas superiores a 34°C. Temperaturas entre 28 e 33°C provocam a redução nas folhas e na atividade fotossintética do cafeeiro (DRINNAN; MENZEL, 1995), sendo o recomendado para a espécie o plantio em área em que a temperatura média anual do ar seja de 18 a 22°C.

Precipitações inferiores a 750 mm afetam a produtividade, sendo considerado adequado para a cultura do café médias anuais iguais ou superiores a 1.200 mm (VALERIANO, 2017). Curtos períodos de seca influenciam o crescimento das raízes, na frutificação há uma maior necessidade de disponibilidade de água, que decresce quando na fase de colheita (BISPO, 2018).

O cultivo da espécie *Coffea conilon* é feito no Brasil em altitudes inferiores a 500 m, em ambientes de temperaturas médias de 22°C a 26°C. Esta espécie quando exposta a temperaturas superiores a 34°C favorecem o abortamento floral do cafeeiro e a formação do grão na fase ‘estrelinha’ (MARTINS *et al.*, 2011), diminuindo a produtividade.

A espécie tem uma demanda hídrica de 1.500 mm a 1.900 mm anuais para um bom desenvolvimento da cultura, distribuídos em períodos de modo que a planta passe por uma fase de seca e uma de precipitação regular.

Outro fator climático condicionante à produção e mecanização do café é o relevo, que de acordo com o Portal do Café de Minas (2018) influencia o microclima local, além de ser um determinante na ocorrência de geadas e a conservação do solo, e de estar relacionado a qualidade do café.

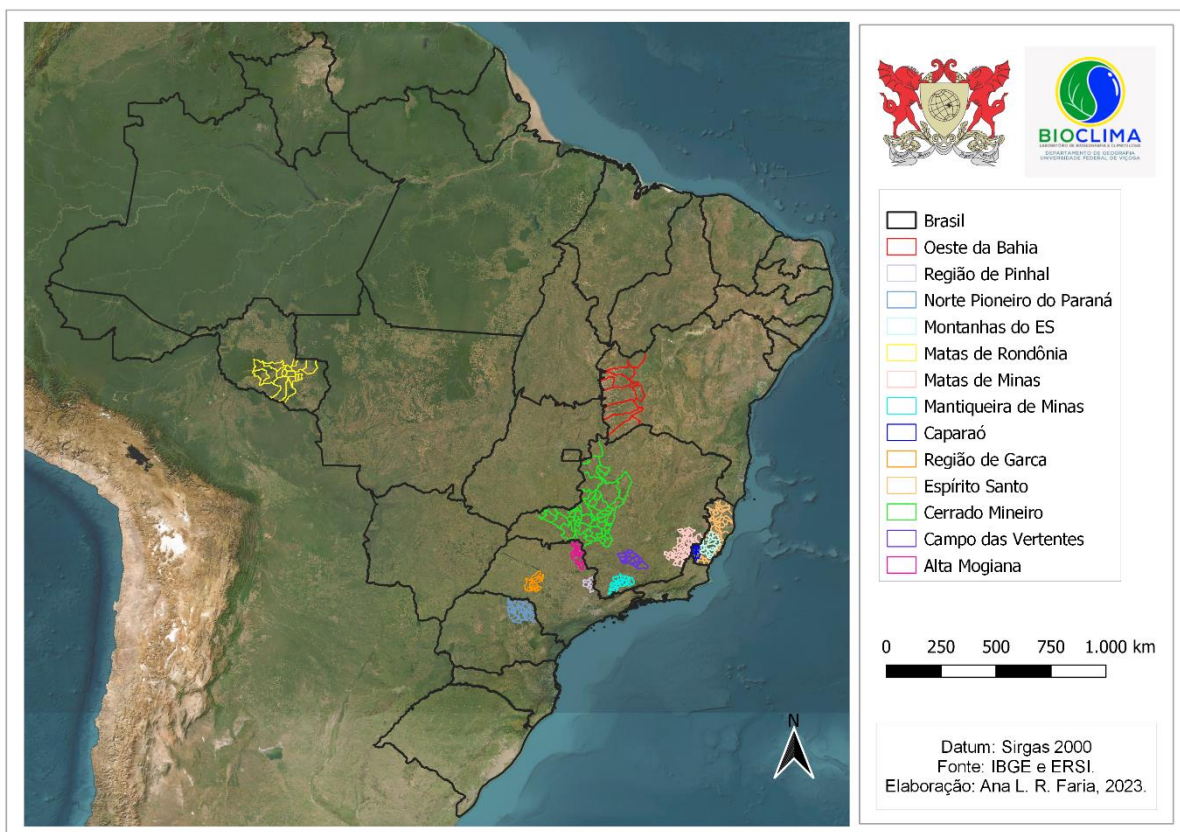
Para que o cafeeiro possa se desenvolver e produzir satisfatoriamente é necessário que as plantas tenham suprimento adequado de água de forma a manter os tecidos hidratados. O desenvolvimento deficiente das plantas e a baixa produtividade podem ainda ser agravados se ocorrerem simultaneamente com altas temperaturas do ar, pois a seca e as temperaturas desfavoráveis (sub e supra-ótimas) são consideradas as principais limitações climáticas para a cultura do café (DAMATTA; RAMALHO, 2006; RAMALHO *et al.*, 2014), embora exista alguma variação dos limites de tolerância a nível intra e interespecífico.

### **3.4 Indicações Geográficas**

Definida pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura como um “sinal utilizado em produtos que têm uma origem geográfica específica e possuem qualidades ou reputação que são devidas a essa origem” a Indicação Geográfica (IG) é regulada no Brasil pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) dividido em dois tipos: Identificação de Procedência (IP) e Denominação de Origem (DO).

Este trabalho considerou as 14 regiões cafeeiras com certificação de Indicação Geográfica, Figura 1, a saber: Alta Mogiana, Campo das Vertentes, Caparaó, Espírito Santo, Matas de Minas, Matas de Rondônia, Mantiqueira de Minas, Montanhas do Espírito Santo, Norte Pioneiro do Paraná, Região de Garça, Região de Pinhal e São Paulo.

**Figura 1** – Localização das Indicações Geográficas no território brasileiro



**Fonte:** A autora

O café, produto agrícola com maior número de registo de (IG), tem 14 registos no (INPI), oito de Indicação de Procedência e seis de Denominação de Origem (DO).

Prevista por Lei da Propriedade Industrial nº9.279/96 as duas modalidades de IG, IP e DO estão relacionadas à proteção do nome geográfico atrelado ao produto (INPI, 2023). A IP está ligada ao termo “*savoir-faire*” que significa saber fazer, “DO” requer a comprovação científica de que as condições edafoclimáticas (solo, clima e topografia) garantem qualidades específicas a um determinado produto.

Indicação de Procedência é o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território que remete ao nome do local que tenha reconhecimento como centro produtor de algo, Denominação de Origem por sua vez é o nome geográfico que designe um produto ou serviço cuja característica e qualidade advenham exclusivamente do meio geográfico em que estejam inseridos.

A delimitação territorial geográfica das IG’s não obedece a nenhuma divisão administrativa, mesmo dentro do mesmo município ou região, diferentes áreas podem imprimir diferentes características a um produto.

A certificação além de proteger o produto atrai visibilidade as regiões cafeeiras, que desenvolvem ações de promoção de suas mercadorias agregando valor, com potencial de alcançar nichos específicos e ajudam no desenvolvimento rural das regiões.

No Brasil existem hoje 100 IG's registradas no INPI, sendo 76% delas do tipo IP e 24% DO. A região Sudeste tem o maior número de IG's, 35% do total, seguido da região sul com 32%, em terceiro a região nordeste com 17%, em quarto a região norte com 12% e por último a região centro-oeste com 4% das IG's. O setor agroalimentício é responsável por 79% dos registros de IG, seguido pelo setor de artesanato com 12% e pedras/minerais com 12%.

### 3.5 Região

Inicialmente amparada em aspectos físicos como relevo, hidrografia e vegetação o conceito de região perpassa aspectos subjetivos e tem seus diferentes tipos definidos a partir da interação homem e natureza.

O conceito de região abordado segundo a perspectiva da *Nova Geografia* descreve região como um conjunto de lugares em que as diferenças internas são menores do que as existentes entre este e outro conjunto de lugares. Podem ser simples ou complexas uma vez que são definidas estatisticamente através de técnicas como desvio-padrão, coeficiente de variação e a análise de agrupamento.

De acordo com Correa (2003) a organização espacial é vista pela *Nova Geografia* como “[...] padrão espacial resultante de decisões locais, privilegiando as formas e os movimentos sobre a superfície da Terra (interação espacial)”.

Dessa forma a organização dos produtores em forma de ‘regiões cafeeiras’ advém da aptidão local para produção de café e da organização social em torno de uma governança que gere os aspectos político-administrativos dessa região.

O conceito de região, segundo características físicas, é discutido por autores como Vidal de La Blache e Sauer, que entendem região como entidade concreta e identificável, construída ao longo do tempo e dotada de inter-relações. Se valendo dos conceitos propostos por estes autores, Carvalho em 1924 introduz seu próprio conceito para região natural:

uma subdivisão mais ou menos precisa e permanente que a investigação e a observação permitem criar numa área geográfica estudada, com o intuito de salientar a importância das diferentes influências fisiográficas, respeitando, mais possível, o jogo natural das forças em presença e colocando a síntese assim esboçada sob o ponto de vista especial do fator humano nela representado (p. 35).

Pensando no melhor conceito de ‘região’ para descrever as regiões cafeeiras encontradas no Brasil, o conceito de região geográfica entendida por (VILARINHO NETO, 2002, p. 37) como “uma área territorial com combinações dos fenômenos naturais e humanos dando-lhes homogeneidade e também individualidade”.

Para Cholley (*apud* ANDRADE, 1973, p. 37) há que se considerar que a palavra ‘região’ não pode ser pensada separada da ideia de organização, consequência da presença humana, e que o conceito é “ eminentemente dinâmico”. Andrade (1973) em conformidade com Cholley classifica as regiões geográficas como caracterizadas pelos domínios físicos, o meio biológico e a organização do espaço promovida pelo homem.

O conceito de região funcional destaca o papel das cidades na organização do espaço, tendo em vista a importância das relações econômicas em detrimento da extensão territorial. Aproximando o conceito para uma abordagem mais geográfica temos Juliard (1965) que descreve a região funcional como resultado de ações econômicas e sociais, desenvolvimento e planejamento de uma divisão territorial ressaltando que cada região tem sua própria função, sendo ela, portanto “dinâmica e precisa ser vista num determinado tempo, num determinado espaço geográfico e segundo a ou as funções de seu centro dinâmico (NEVES; ABRANTES, 1967, p. 30).

O intuito primário das governanças, quando do estabelecimento das regiões cafeeiras, foi o de agregar valor ao café através de certificações como a Indicação Geográfica, que reconhece aspectos como padrão de qualidade, a prática de códigos de conduta e preços justos para os produtores e consumidores.

Há que se estabelecer que as regiões cafeeiras são reconhecidas no campo da propriedade industrial assumindo o papel de local produtor de algo, neste caso o café e que como tal não se baseia em divisões administrativas ou políticas.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionadas 14 regiões cafeeiras segundo o critério de seleção das regiões cafeeiras com certificação de Indicação Geográfica (IG), concedida pelo INPI. As IGs se dividem em seis estados, a saber: Oeste da Bahia, no estado da Bahia; Caparaó, Montanhas do Espírito Santo e o estado do Espírito Santo; Campo das Vertentes, Cerrado Mineiro, Mantiqueira de Minas e Matas de Minas em Minas Gerais; Alta Mogiana, Região de Garça e de Pinhal em São Paulo e Norte Pioneiro do Paraná no Paraná (INPI, 2023).

Este trabalho se valeu de ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento como pontos fundamentais para a execução da pesquisa. Todo o trabalho foi desenvolvido com a ajuda de *softwares open source* de análises geoespaciais e de processamento de imagens como o *software Quantum Gis*, onde foram processadas as imagens e gerados os mapas e layouts e a plataforma livre *Google Earth Engine*, ambiente para análises geoespaciais em nuvem que comporta grande volume de dados (GORELICK, 2017).

Os dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que foram trabalhados em ambiente dos *softwares* livres, *Quantum Gis* e *Google Earth Pro* e da plataforma livre *Google Earth Engine*.

Os Shapefiles (SHP) das Indicações Geográficas foram elaborados através da seleção manual de cada município na tabela de atributos do SHP oficial de municípios de 2021 do IBGE no *software Quantum Gis*. A lista de municípios que compõem cada região cafeeira foi obtida nos portais *online* das regiões e em conversas com as governanças.

A classificação climática usada foi do *World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification* (RUBEL E KOTTEK, 2010) que disponibiliza mapas globais da atualização do de SCC de Köppen-Geiger (1936) proposta por Rubel *et al.* (2017) que incluem à classificação original os dados de mudança climática propostos pelo IPCC (2007). Os dados foram trabalhados nos ambientes do *software Quantum Gis* e da plataforma *Google Earth Engine*.

Os dados foram processados em ambiente da plataforma livre *Google Earth Engine* (GEE), que viabiliza em ambiente livre, o processamento e análise de dados geoespaciais em



larga escala, além de alocar todo o processamento em nuvem, permitindo ao usuário seu uso sem a necessidade de máquinas potentes.

No GEE foram extraídas as regiões cafeeiras do dado original em formato global, com o comando `‘.clip()’`, exportada para o Drive com o auxílio da função `‘Export.table.toDrive’` que exporta o dado em formato *Shapefile* (SHP) como `‘feature collection’` e reprojeta para o sistema de projeções utilizado no Brasil com a função `‘crs’` e depois exportada para uma pasta no Drive.

Os dados tratados na plataforma *Google Earth Engine* foram classificados em tipos climáticos de acordo com a simbologia e nomenclatura adotadas por Rubel *et al.* (2017) no software *Quantum Gis* com o comando `‘simbologia categorizada’`.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi elaborado na plataforma *Google Earth Engine* através do uso de um *script* criado para a obtenção de aspectos do relevo, foi utilizada a base de dados NASA/NASADEM\_HGT/001 com resolução espacial de 30 m. O *script* foi desenvolvido para que as áreas de estudo fossem recortadas da imagem original através do comando `‘clip’` e posteriormente exportada para o Drive com o auxílio da função `‘Export.image.toDrive’` em que podem ser definidos parâmetros como coordenada de projeção, tamanho e escala da imagem com os comandos `‘crs’`, `‘maxPixels’` e `‘scale’` respectivamente.

O perfil de solos das regiões cafeeiras foi elaborado em ambiente do software livre *Quantum Gis*, com dados do (IBGE) de resolução espacial de 5000 m através das operações de `‘recorte’` das regiões de interesse do dado original e da reclassificação das classes de solos por meio da ferramenta `‘simbologia categorizada’` onde os tipos de solos foram classificados de acordo com a classificação estabelecida pela EMBRAPA (2018).

#### **4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS**

Considerando as necessidades fenológicas do café e a projeção de mudanças climáticas foi proposta a análise de três cenários de aumento de temperatura 1,5 °, 3° e 4,7° e o incremento de 15% na precipitação aplicados a quatro períodos temporais seguindo uma metodologia dividida em três fases.

Na primeira fase foram elaborados os Shapes das regiões cafeeiras com certificação de Indicação Geográfica, em seguida foi aplicada a Classificação Climática de Köppen para o cenário observado 1976-2000.

Na segunda fase os da classificação de Rubel foram obtidos de um site que disponibiliza a classificação para o mundo todo. Aplicou-se a atualização de Rubel do SCC de Köppen às Indicações Geográficas (IG's) em quatro períodos 2001-2025; 2026-2050; 2051-2075 e 2076-2100.

Na terceira e última fase partindo da observação das condições climáticas observadas e das necessidades fisiológicas do café os tipos climáticos encontrados foram classificados em apto e marginal foi avaliada se as mudanças climáticas afetaram a aptidão das IG's cafeeiras para a produção do café. Para isso foram consideradas a existência de estação seca e chuvosa, precipitação média anual e temperatura média do ar. Na última etapa outros dois fatores foram avaliados para determinar a aptidão das regiões ao cultivo do café: altitude e tipo do solo, uma vez que eles são condicionantes ao cultivo.

## 5 RESULTADOS

Nesta seção foram apresentados os resultados da aplicação da atualização de Rubel *et al.* (2017) do SCC de Köppen-Geiger (1936) para as Indicações Geográficas cafeeiras do Brasil. Cinco cenários temporais (I) 1976-2000, II) 2001-2025, III) 2026-2050, IV) 2051-2075 e V) 2076-2100) e três cenários de mudança climática A1FI, B1 e B2 foram abordados.

A primeira IG avaliada neste estudo foi a do Cerrado Mineiro, primeira região cafeeira brasileira a receber a demarcação de Denominação de Origem para o cultivo de cafés de alta qualidade da espécie em 2005, em 2014 foi agraciada com o selo de Indicação de Procedência.

A IG dos Campos das Vertentes, está localizada no sul de Minas Gerais e inserida em uma região cuja altitude varia de 500 a 1.000 m, de clima ameno com verão fresco e chuvoso e um inverno muito frio nas zonas mais altas.

No cenário observado a IG do Cerrado Mineiro tinha 3,5 % do seu território coberto pelo clima Aw (Tropical de Savana) e 96,5 % pelo clima Cwa (Subtropical Úmido), nos cenários A1FI, B1 e B2 o clima Aw passou a atuar em 100% da área da IG, Figura 2.

Com temperatura média anual de 22.3°C e precipitação de 860 mm também anuais, a região do Cerrado Mineiro apresentou no cenário observado, cinco municípios na ponta sudeste sob o domínio do clima Cwa, temperado, com inverno seco e verão quente, são eles: Bambuí, Campos Altos, Medeiros, Pratinha e Santa Rosa da Serra. Nos cenários de mudança climática a região esteve sob o domínio do clima Aw, Tropical de Savana em todos os períodos analisados.

Na Figura 2, foi verificada que nos períodos III e IV dos três cenários a IG do Campo das Vertentes esteve inteiramente sob o domínio do clima Aw (Tropical de Savana). No primeiro período dos três cenários a IG esteve por completo sob o domínio do clima Cwa, assim como no cenário observado. No período II dos cenários B1 e B2 a IG esteve predominantemente inserida no domínio do clima Aw com exceção dos municípios de São João Del Rei e Ritópolis, na ponta leste que aparecem sob o domínio do clima Cwa (Subtropical Úmido).

**Figura 2 - Classificação climática das Indicações do Cerrado Mineiro e do Campo das Vertentes**



Fonte: A autora

A Figura 3 retrata a Classificação Climática para mais duas Indicações Geográficas, Matas de Minas e Montanhas do Espírito Santo. A primeira, Matas de Minas, é certificada desde 2020 com o selo de Indicação de Procedência, tem plantio em áreas de montanha, com condições ambientais ligadas a altitude, solo, temperatura e pluviosidade que facilitam o plantio na região. Para o período atual (cenário observado) a região tem 40,5 % de sua área sob influência do clima Aw e 59,5 % sob o clima Cwa.

A segunda IG, Montanhas do Espírito Santo se mantém na mesma classificação climática do cenário observado, clima Tropical de Savana - Aw, nos cenários A1, FI, B1 e B2.

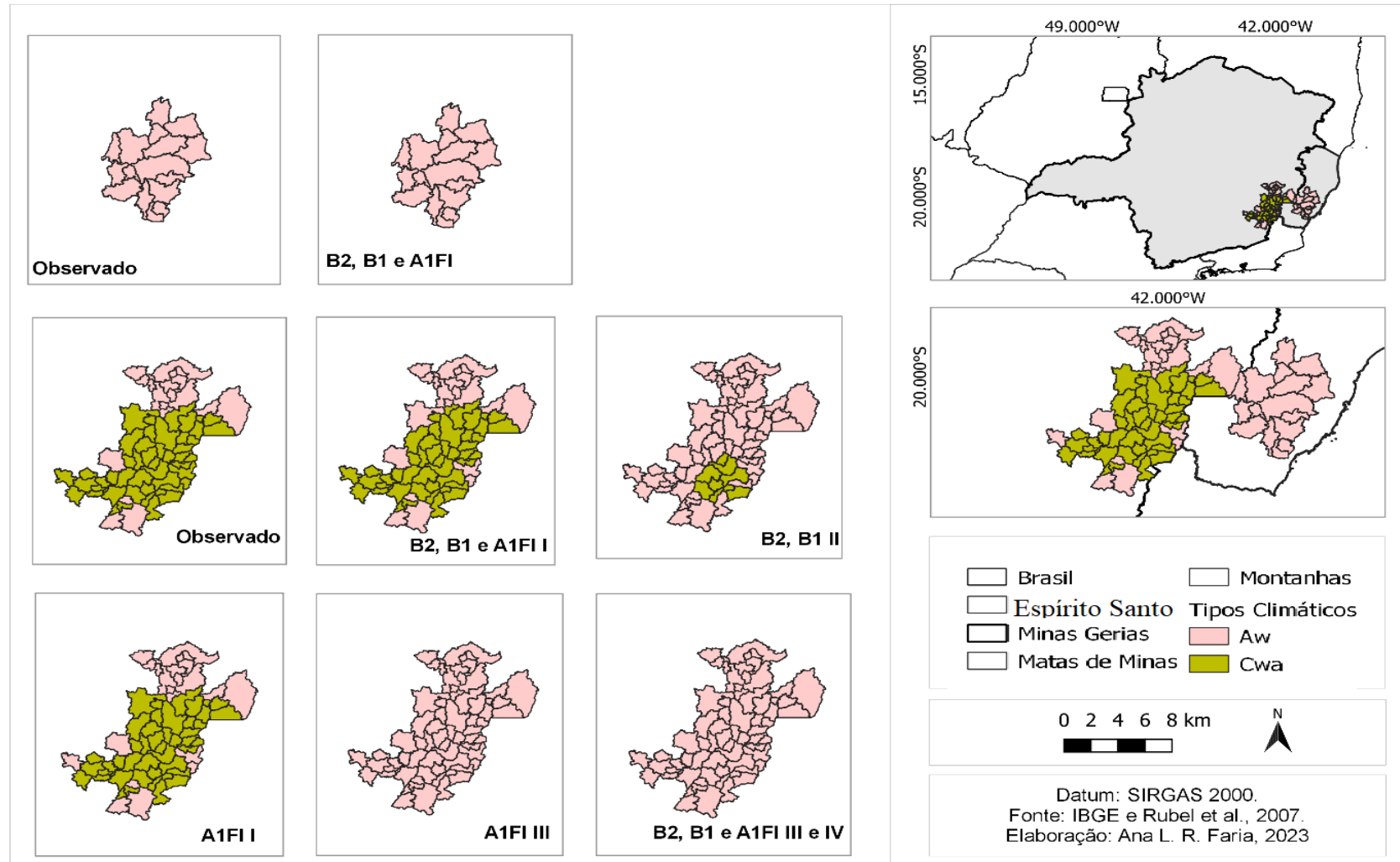
No cenário observado a IG das Matas de Minas está quase que por completa inserida no clima Cwa, conforme Figura 3, tendo as pontas norte e sul sob o domínio do clima Aw Tropical de savana.

A IG esteve sob a influência dos climas Aw e Cwa, nos três cenários nos períodos IV e V a região apareceu totalmente sob o domínio do clima Aw. No período II a porção central aparece sob influência do clima Cwa, no período III dos cenários B1 e B2 na ponta sudeste está sob o domínio do tipo climático Cwa.

A região das Montanhas do Espírito Santo esteve sob o domínio do clima Aw em todos os períodos e cenários avaliados.

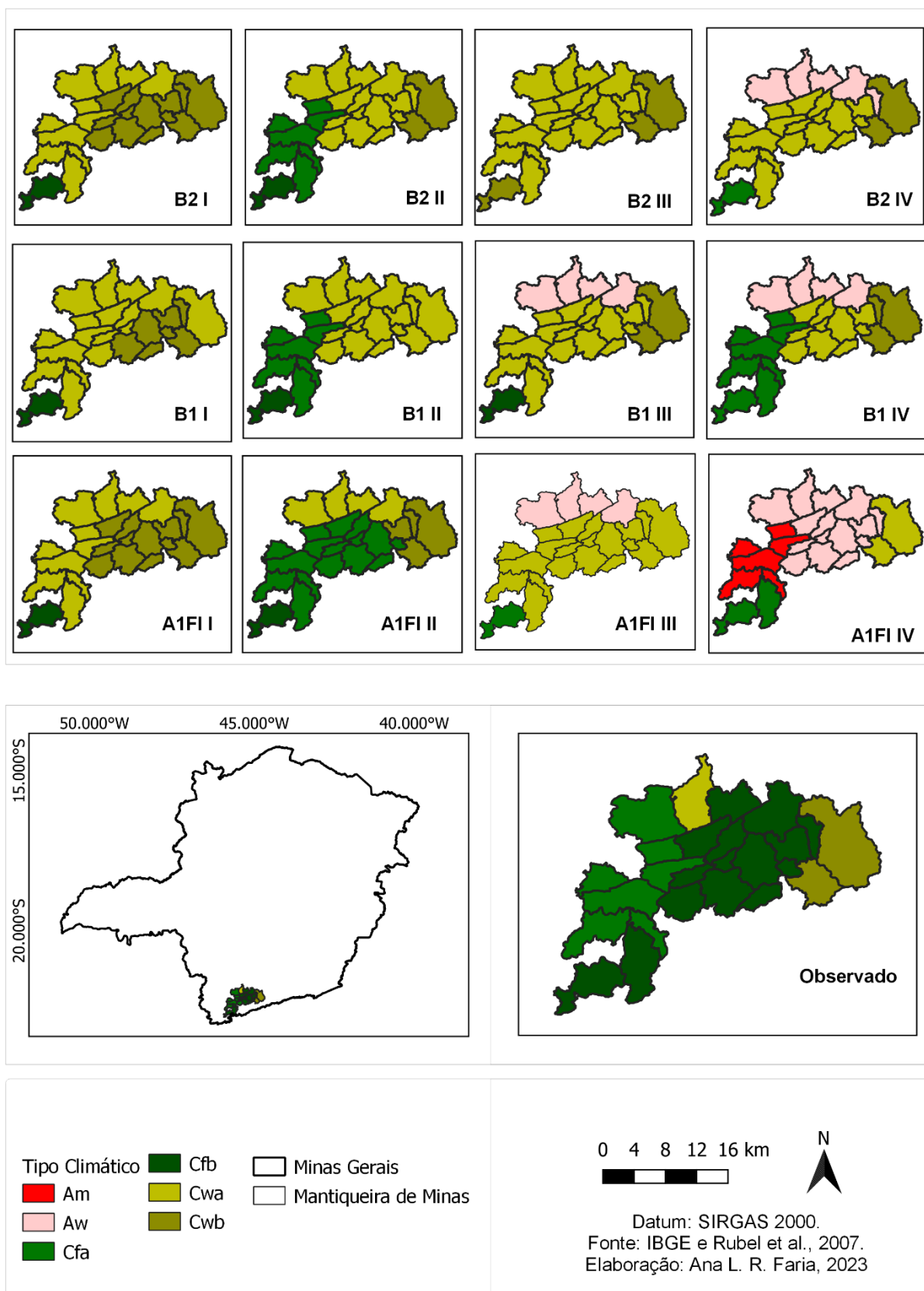
Na Figura 4 é representado a classificação climática para a região da Mantiqueira de Minas localizada no sul do estado de Minas Gerais. Composta por 25 municípios e certificada com Denominação de Origem desde 2020 a região possui um *terroir* favorável à produção de cafés especiais, devido à altitude entre 900 e 1.500 metros, ao clima e ao meio ambiente.

**Figura 3** - Classificação climática das Indicações das Matas de Minas e Montanhas do Espírito Santo.



Fonte: A autora.

**Figura 4 -** Classificação climática da região da Mantiqueira de Minas.



Fonte: A autora

A região da Mantiqueira de Minas tem, de acordo com a classificação do clima observado 26,7 % dos municípios cobertos pelo clima Cfa (Subtropical Úmido) 43% no clima Cfb (Oceânico Temperado), 19,9 % no clima Cwa e 10,3% no clima Cwb (Subtropical de Altitude), Figura 1. A precipitação média anual da região é de 936 mm e a temperatura do ar média anual é de 19°C.

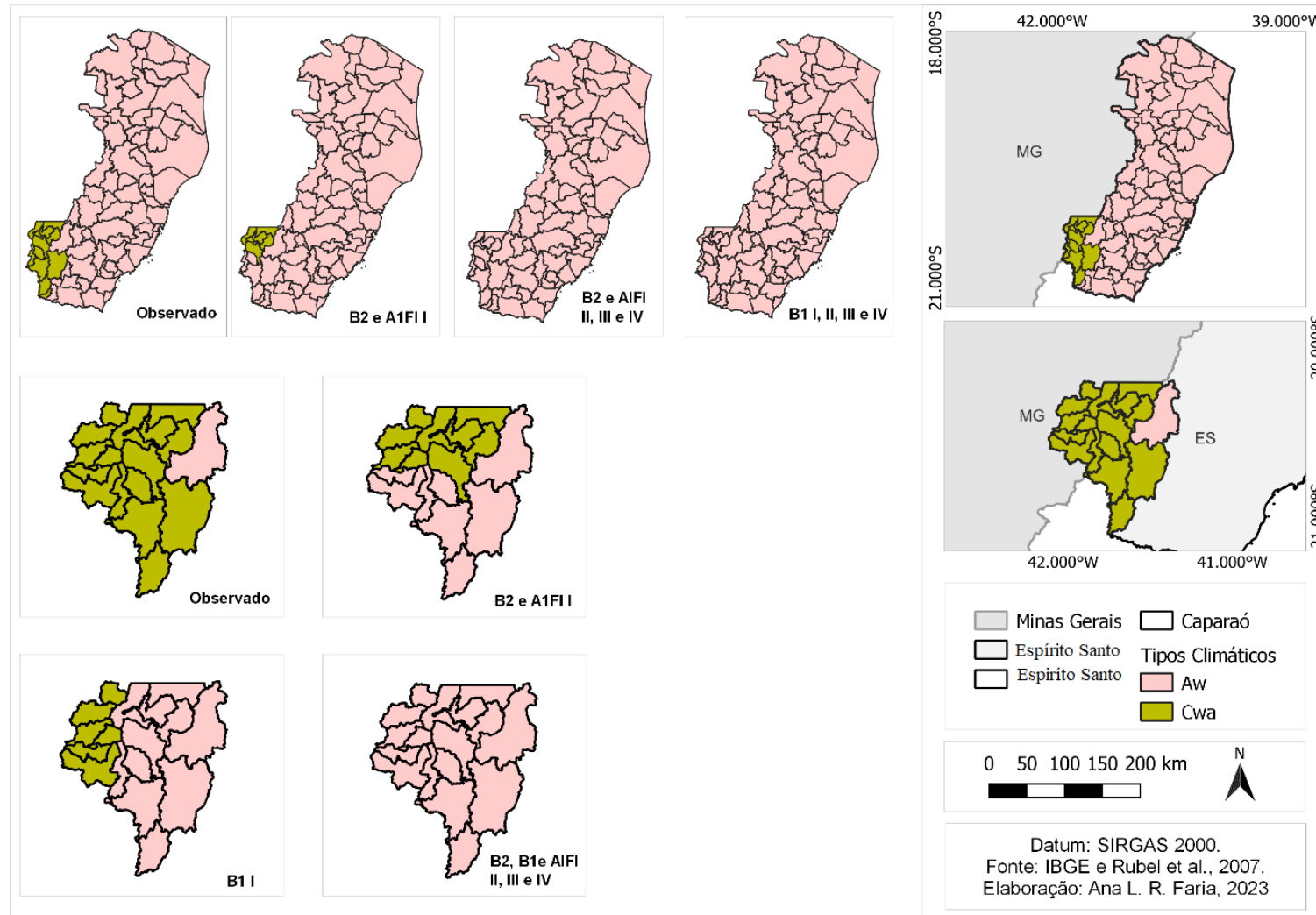
No que se refere a da IG da Mantiqueira de Minas foi observado que a oscilação da cobertura climática da região foi considerável. Seis tipos climáticos apareceram como atuantes sobre a IG, são eles: Am (Clima de Monção), Aw, Cfa, Cfb, Cwa e Cwb. Nos períodos II e III a distribuição climática foi bem parecida nos três cenários avaliados, assim como no período IV dos cenários A1, FI e B1.

Na Figura 5 são representadas as IG's do Caparaó e do estado do Espírito Santo. A IG do Espírito Santo esteve majoritariamente inserida no domínio do clima Aw no cenário observado, tendo nove municípios inseridos no domínio do clima Cwa (Subtropical Úmido), a saber: Alegre, Divino de São Lourenço, Dolores do Rio Preto, Guaçuí, Ibatiba, Ibitirama, Irupi, Iúna e São José do Calçado. No período I dos cenários A1FI e B2 quatro municípios aparecem no domínio do clima Cwa: Ibatiba, Ibitirama, Irupi e Iúna, Figura 5. Nos cenários A1FI, B1 e B2 a IG esteve inteiramente sob o domínio do clima Aw nos períodos II, III e IV.

A do Caparaó apresentou um município sob influência do clima Aw e o resto sob o clima Cwa no cenário observado. Nos cenários B2, B1 e A1FI somente sete municípios na porção norte da IG se mantiveram sob o domínio do clima Cwa e o restante sob o clima Aw.



**Figura 5-** Classificação climática das Indicações do Caparaó e do estado do Espírito Santo.



Fonte: A autora

As três IG's do estado de São Paulo, dispostas na Figura 6, são Alta Mogiana, Região de Garça e Região de Pinhal.

Localizada no extremo norte do estado de São Paulo, na fronteira com o estado de Minas Gerais, a região da Alta Mogiana esteve sob o domínio do clima Aw em todos os cenários de mudança climática, Figura 6. Uma porção no centro da IG que abrange seis municípios – Franca, Restinga, Itirapuí, Patrocínio Paulista, Altinópolis e Batatais aparecem sob influência do clima Cwa no cenário observado.

A IG da Região de Garça esteve sob influência do clima Cfa (84,1%) com exceção do município de Cafelândia na ponta norte que aparece sob o domínio do clima Aw - Tropical de Savana (15,9 %). A IG passa a estar completamente sob o domínio do clima Aw em todos os períodos de tempo nos cenários de mudança climática avaliados.

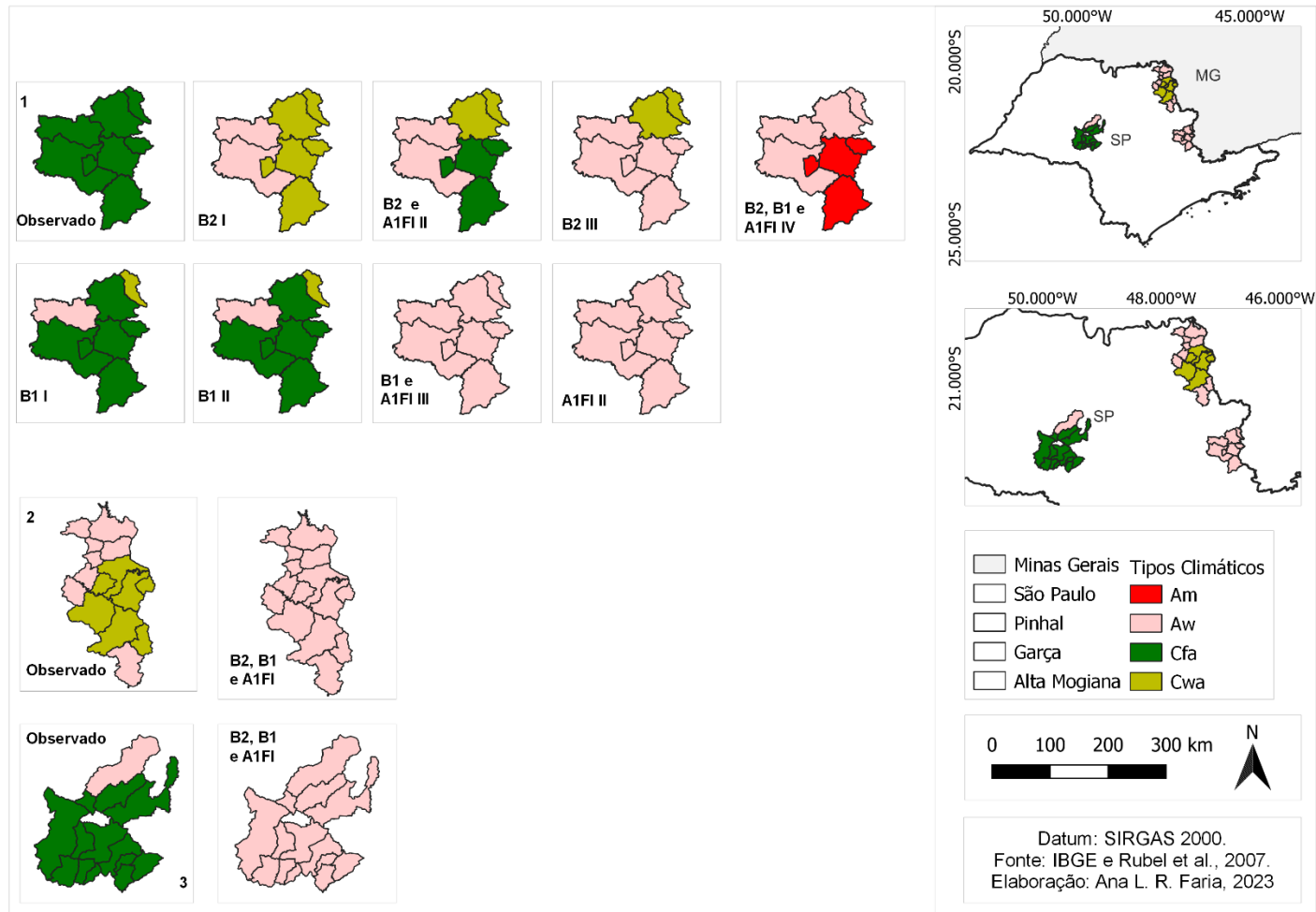
A Região de Pinhal está inserida na classificação atual (observado), no clima Cfa Temperado - sem estação seca e com verão quente, sendo a média de temperatura anual 22.3°C e a precipitação anual de 897 mm.

A cobertura climática da Região de Pinhal oscilou muito nos períodos e cenários analisados, uma recorrência de maior área sob influência do clima Aw no período IV em todos os cenários foi verificada, Tabela 1.

**Tabela 1** - Cobertura climática por cenário e período temporal na Região de Pinhal em porcentagem.

Tipo	A1FI				B1				B2			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>Af</b>	-	-	-	33,5	-	-	-	53	-	-	-	36
<b>Aw</b>	-	100	100	66,5	-	42,4	100	47	42,4	42,4	78,3	64
<b>Cfa</b>	95,2	-	-	-	95,2	57,6	-	-	-	36	-	-
<b>Cwa</b>	4,8	-	-	-	4,8	-	-	-	57,6	21,6	21,7	-

**Figura 6 - Classificação climática das Indicações das Regiões da Alta Mogiana, Garça e Pinhal.**



\*1: Região de Pinhal; 2: Alta Mogiana e 3: Região de Garça.

Fonte: A autora

Quatro tipos climáticos foram registrados na região sendo eles: Am (Clima de Monção), Aw, Cfa e Cwa, Tabela 1. O tipo Am esteve presente no período V dos três cenários analisados, Aw apareceu em todos os períodos, sendo o único clima no período IV dos cenários A1FI e B1. No cenário B2 um município esteve inserido no domínio do clima Cwa, o resto da região no clima Aw.

A Figura 7 ilustra as mudanças climáticas das IG's do Norte Pioneiro do Paraná que passa por muitas variações ao longo dos cenários de mudança climática e períodos de tempo.

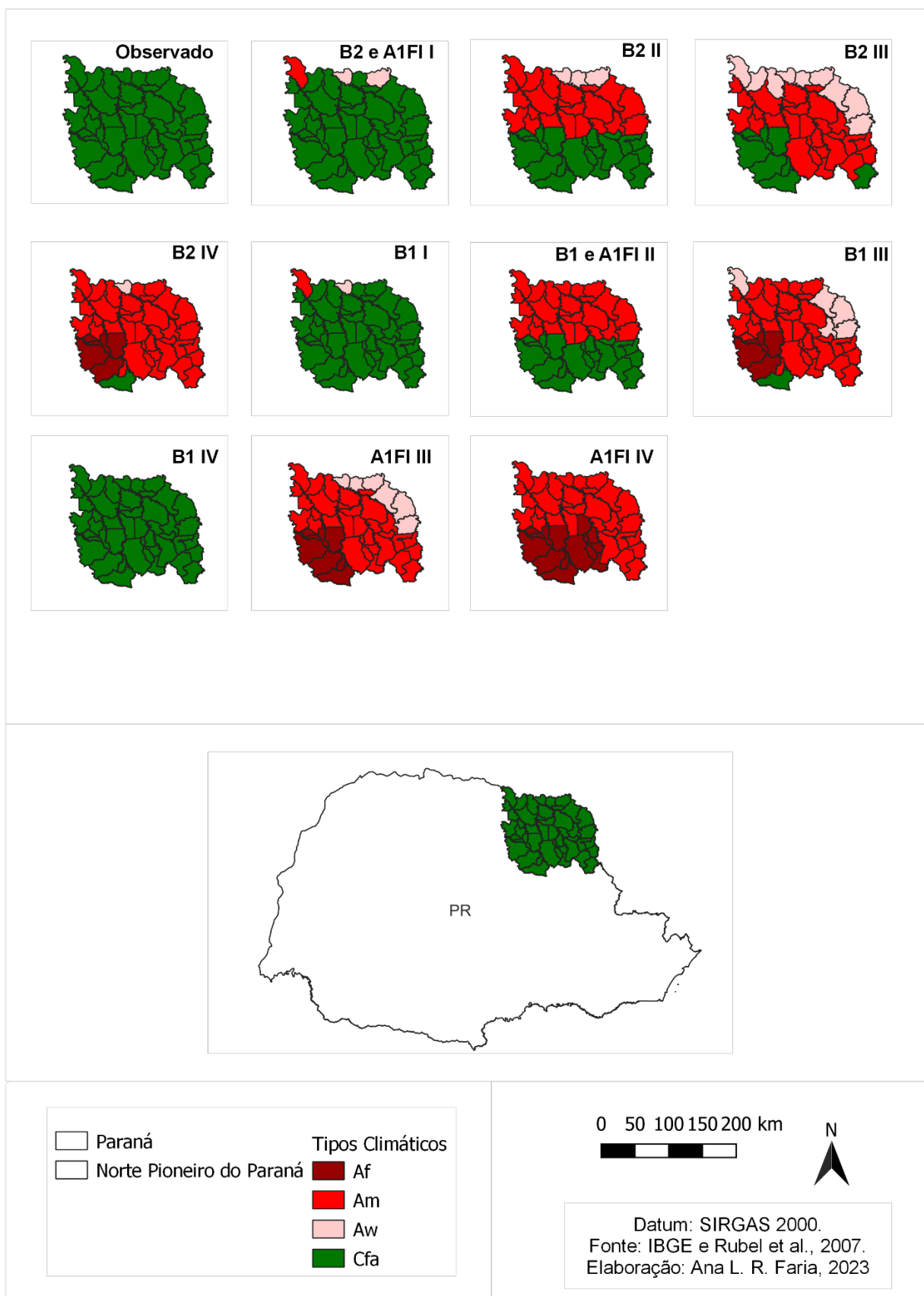
Segundo a classificação atual de Köppen a IG do Norte Pioneiro do Paraná está totalmente inserida no clima Cfa (Temperado – sem estação seca e com verão quente), na região chove 872 mm anualmente e a temperatura média anual é de 21°C.

Na IG o período III dos cenários A1FI e B1 apresentaram grande similaridade: no período II dos cenários A1FI e B1 só um município deixou de estar sob o domínio do clima Aw. No cenário B1, no cenário B2 o clima Cfb foi substituído pelo Cfa, o período V dos três cenários muito semelhante um ao outro, principalmente B1 e B2, Tabela 2.

**Tabela 2** - Cobertura climática por cenário e período temporal para a IG do Norte Pioneiro do Paraná, em porcentagem.

Tipo	A1FI				B1				B2			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<b>Af</b>	-	-	21,3	31,9	-	-	17,6	17,6	-	-	-	11,8
<b>Am</b>	2,8	55,2	62,3	68,1	2,8	39,4	63,2	78,7	2,8	50	57,9	84,5
<b>Aw</b>	1,3	-	16,4	-	1,3	-	15,5	-	1,3	5,2	25,7	-
<b>Cfa</b>	95,8	44,8	-	-	95,8	60,6	3,7	3,7	95,8	44,8	16,4	3,7

**Figura 7** - Classificação climática da Indicação Geográfica do Norte Pioneiro do Paraná.



Fonte: A autora

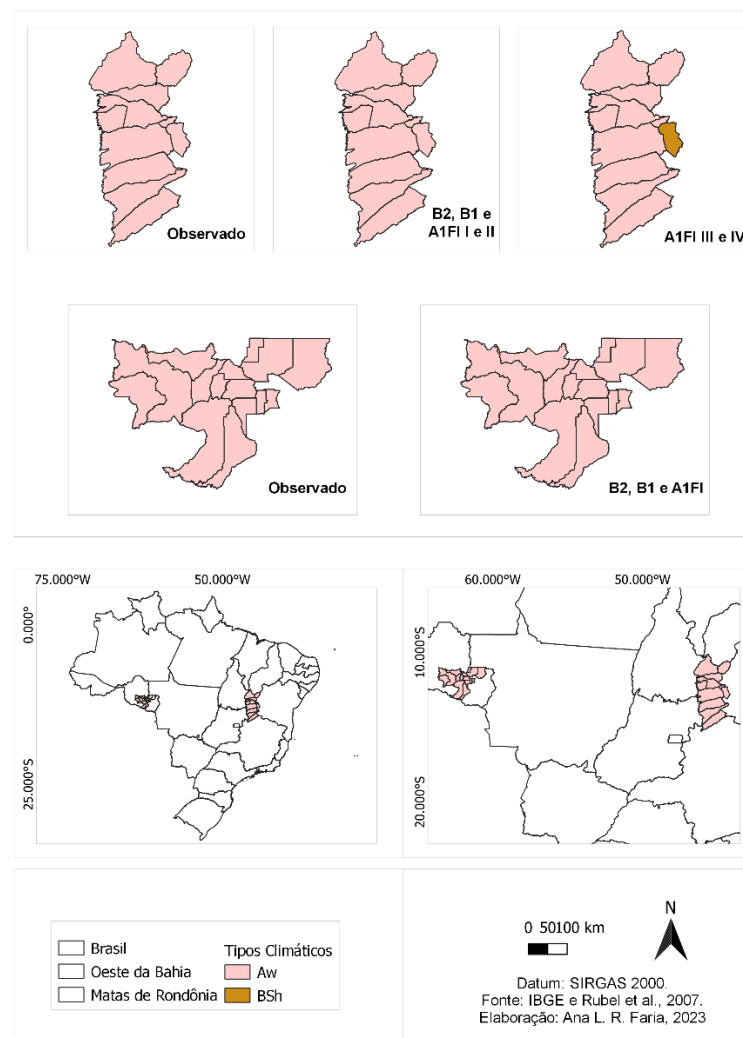
A Figura 8 mostra a classificação das IG's produtoras de café Conilon do Oeste da Bahia, Matas de Rondônia.

A IG do Oeste da Bahia se manteve quase que inteiramente sob o domínio do clima Aw, com exceção dos períodos IV e V do cenário A1FI em que o município de Baianópolis esteve sob o domínio do clima BSh (Semiárido Quente), única ocorrência deste tipo climático nas IG's cafeeiras.

A região das Matas de Rondônia esteve sob o domínio do clima Aw em todos os cenários e períodos avaliados, assim como a maior parte da região adjacente.

Em se tratando dos tipos climáticos descritos no SCC de Köppen – Geiger (1936) alguns são considerados bons/ideias para a cafeicultura praticada no Brasil. Como resultado da aplicação da atualização de Rubel et al., 2017 do SCC de Köppen – Geiger (1936) foram encontradas três zonas e 9 tipos climáticos recobrando as IG's cafeeiras a saber: Af, Am, As, Aw, BSh, Cfa, Cfb, Cwa e Cwb. No período observado a área de cobertura das zonas climáticas eram A – Tropical, 85,2% e C – Subtropical Úmida, 14,8% em relação a área total das IG's.

**Figura 8 -** Classificação climática das Indicações do Oeste da Bahia e Matas de Rondônia.



Fonte: A autora

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Aptidão Climática

Baseado no comportamento climático dos cenários de mudanças climáticas analisados B2, B1 e A1FI e nos resultados a avaliações feitas neste estudo seria seguro dizer que a cafeicultura não seria prejudicada nas Indicações Geográficas cafeeiras, uma vez que não há indícios de que o clima seria um impedimento para o desenvolvimento da cultura como se é praticada hoje.

Vale ressaltar que considerando as mudanças climáticas já observadas e as previstas muitas são as pesquisas na área de melhoramento genético do café como o aperfeiçoamento de variedade mais tolerantes ao estresse hídrico e térmico, que explora clones de duas variedades com características genotípicas capazes de proporcionar um melhor desempenho em ambientes não tão favoráveis às exigências da planta.

Autores como Evangelista et.al. (2002) e Nunes et.al. (2016) propuseram zoneamentos agrícolas para a cultura de café considerando aspectos de temperatura e déficit hídrico, que são limitantes, tendo como resultado que nos moldes praticados hoje, a cafeicultura é viável quando as exigências climáticas do café são satisfeitas.

De acordo com Camargo (1995) uma área é considerada apta ao cultivo do *Coffea arabica* quando a temperatura média do ar varia entre 18°C e 22.5°C. Martins et al. (2011) afirmam que para o bom desenvolvimento do *Coffea canephora* as temperaturas médias devem estar entre 22.5°C a 26°C, nesse sentido os tipos climáticos presentes nas IG's avaliadas foram divididos em ideal e marginal.

Os tipos climáticos que foram considerados ideais para o cultivo do café são: Am, Aw, Cfa e Cwa. O cultivo do café arábica e conilon em área de ocorrência dos tipos climáticos Am, Aw, Cfa e Cwa é mais indicado visto que os quatro climas apresentam estação seca e chuvosa e as temperaturas na estação fria são superiores a 18°C e a precipitação média anual se mantem entre 750 a 1.800 mm (GOLFARI et al., 1978).

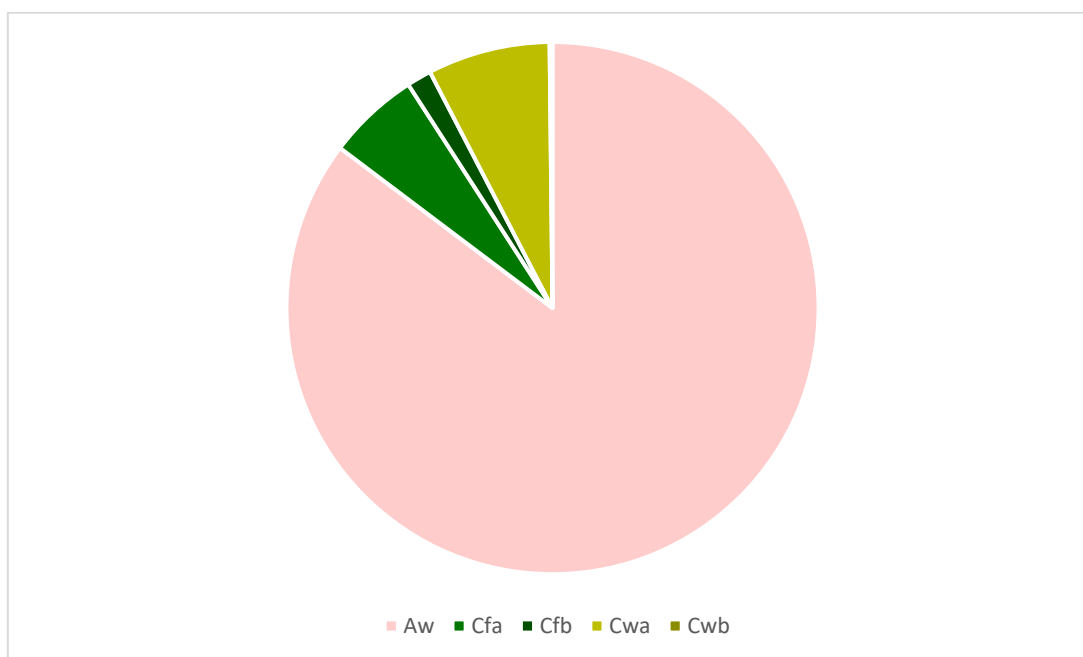
Os tipos de clima considerados marginais foram Af, Cfb e Cwb, os climas Af, Cfb e Cwb apresentam temperaturas médias no mês mais quente inferiores a 18°C e 22°C respectivamente (GOLFARI et al., 1978). Tendo em vista as exigências fisiológicas do café estes climas não satisfazem o critério de temperatura mínima ideal para o cultivo, entretanto o



café pode ser implementado em regiões que estejam sob o domínio destes climas, uma vez que a temperatura é influenciada por fatores como relevo, altitude e exposição à radiação solar e, portanto, em algumas partes da região as condições edafoclimáticas combinadas viabilizam a cafeicultura sem maiores danos no que se refere a temperatura.

Avaliando os climas encontrados nas IGs cafeeiras no cenário observado (1976-2000) temos que pouco mais de 338.115 km<sup>2</sup> da área dos municípios se encontram sob a influência do tipo Am (Clima de Monção), caracterizando-o como o mais recorrente nas regiões. Em segundo o tipo Cwa (Subtropical Úmido) com 29.506 km<sup>2</sup>, seguido por Cfa (Subtropical Úmido) 22.215 km<sup>2</sup>, Cfb (Oceânico Temperado) com 5.951 km<sup>2</sup> e por último Cwb (Subtropical de Altitude) recobrando aproximadamente 699 km<sup>2</sup>. A Figura 9 ilustra a cobertura climática das Indicações Geográficas.

**Figura 9** – Cobertura Climática das IG's no cenário observado



**Fonte:** A autora.

Vale ressaltar que em algumas das regiões cafeeiras estudadas o café é cultivado em áreas influenciadas pelos tipos climáticos que foram considerados marginais nessa análise. Figura 9, logo temos uma prova prática de que o cultivo nessas condições climáticas é viável.

Assad *et. al.* (2004) realizaram o zoneamento agrícola para o café para os estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná considerando as projeções do IPCC (2007) de aumento de temperatura e o incremento de 15% na precipitação usando como base o balanço hídrico de (Thornthwaite & Mather (1955), apud Assad *et. al.*, 2004) aliado aos valores de capacidade de armazenamento de água no solo, déficit hídrico anual e temperatura média.

Os resultados encontrados por eles foram de que mantidas as características genéticas e fisiológicas do café arábica cultivado atualmente e se concretizando o cenário de aumento de 5,8°C projetado pelo IPCC a cafeicultura experimental teria uma redução de 95% da área apta em Goiás, Minas Gerais e São Paulo, e de 75% no Paraná.

Os resultados encontrados por esta pesquisa se contrapõem aos obtidos por Assad *et.al.* (2004). Isso pode ser explicado pelo método utilizado para classificação climática: Assad *et.al.* (2004) usou o balanço hídrico e dados climáticos associados às projeções do IPCC (2007), enquanto este trabalho usou a classificação proposta por Rubel *et. al.* (2010) baseado na observação da temperatura e precipitação do período de 1951–2000 para retratar as tendências globais no clima observado e na mudança climática projetada pelo IPCC (2007).

O uso de diferentes métodos pode ser uma das razões para resultados contraditórios como o exposto, tendo em vista que o método de avaliação, o período de coleta dos dados e a resolução dos mesmos podem nos levar a resultados diferentes.

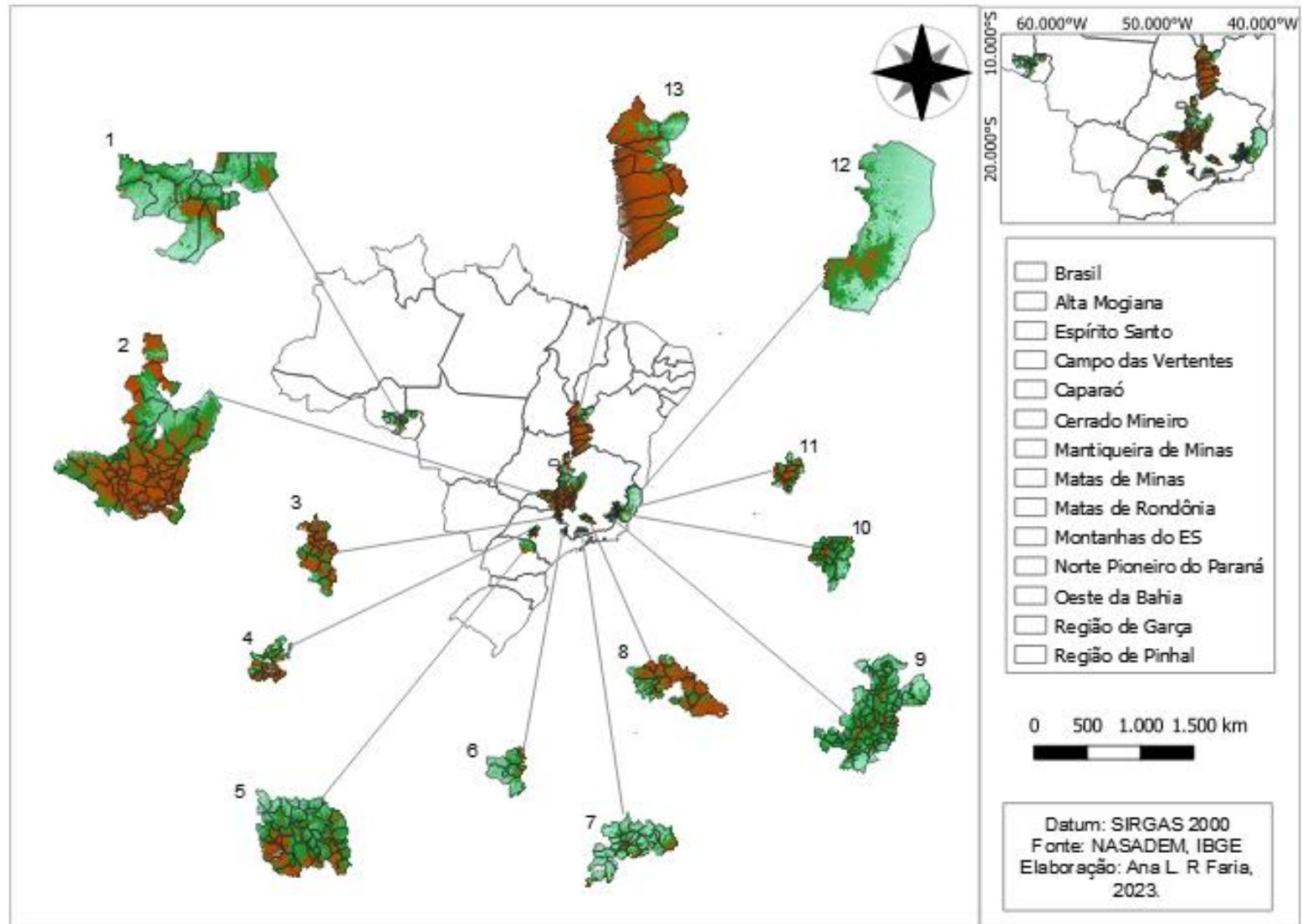
Além da classificação proposta por Rubel *et. al.* (2010) esta pesquisa considerou aspectos como altitude e tipo do solo como aspectos relevantes para a aptidão local ao cultivo do café.

## **6.2 Fatores que influenciam a produção de café**

Um fator que pode corroborar para a implantação de lavouras cafeeiras em áreas cujo clima é marginal é a altitude do terreno que deve estar entre 450 e 1.200 m para o café arábica e até 450 m para o tipo conilon, além do tipo da cultivar selecionado e o manejo aplicado no cafeeiro.

Em se tratando da importância da altitude para a cafeicultura foi elaborado um Modelo Digital de Elevação das IG's avaliadas, disposto na Figura 10.

**Figura 10** – Modelo Digital de Elevação das Indicações Geográficas cafeeiras brasileiras.



**Fonte:** A autora

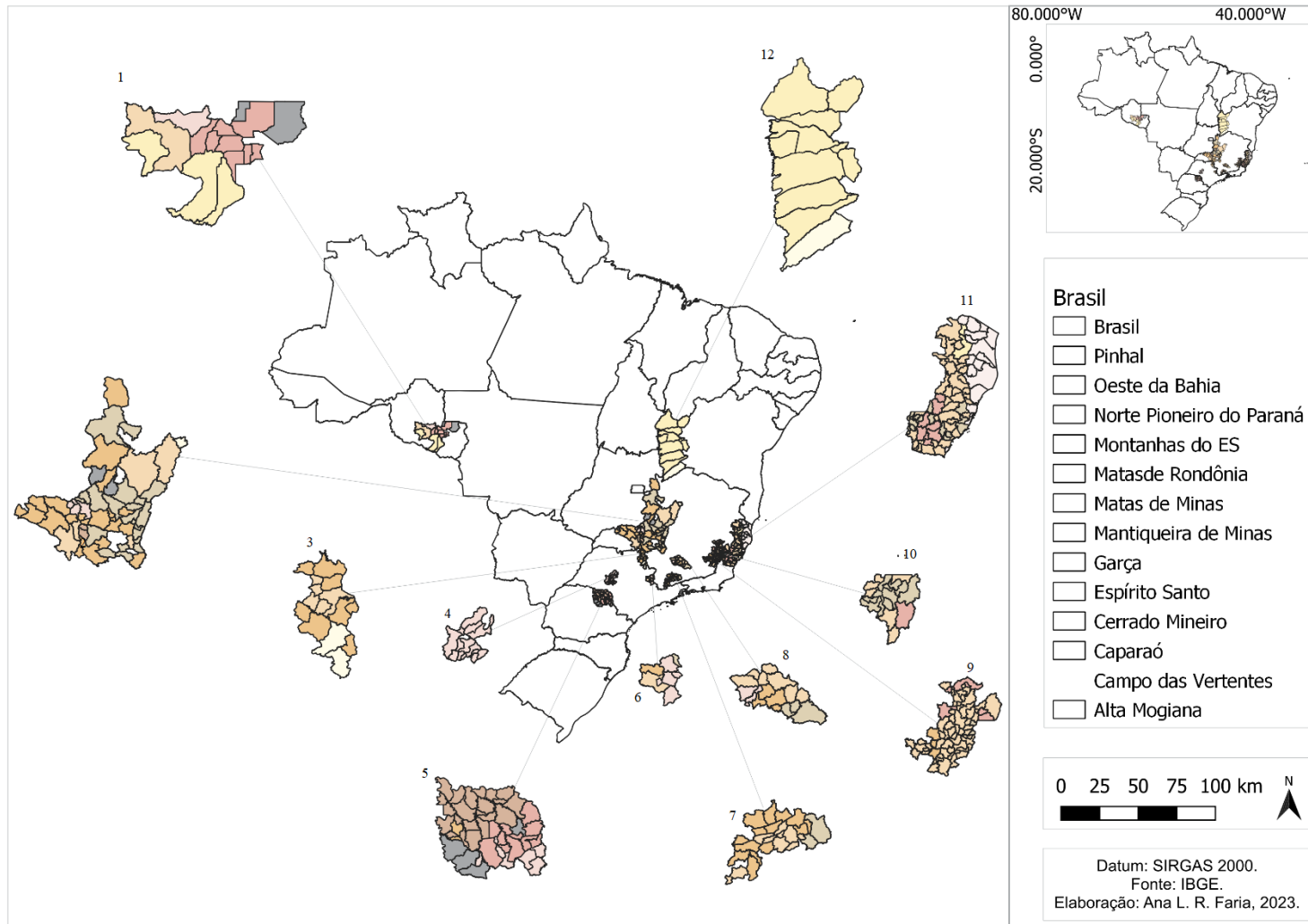
\*Matas de Rondônia<sup>1</sup>, Cerrado Mineiro<sup>2</sup>, Alta Mogiana<sup>3</sup>, Região de Garça<sup>4</sup>, Norte Pioneiro do Paraná<sup>5</sup>, Região de Pinhal<sup>6</sup>, Mantiqueira de Minas<sup>7</sup>, Campo das Vertentes<sup>8</sup>, Matas de Minas<sup>9</sup>, Caparaó<sup>10</sup>, Montanhas do Espírito Santo<sup>11</sup>, Espírito Santo<sup>11</sup> e Oeste da Bahia<sup>13</sup>.

Nos municípios localizados em áreas de baixa altitude o café é cultivado nas porções mais elevadas. É possível observar a partir da Figura 10 que o estado do Espírito Santo é composto quase que por inteiro de áreas de baixada, nas áreas de menor altitude o cultivo de café é pouco ou quase nenhum, o café cultivado no estado se dá nas regiões montanhosas como a região do Caparaó e a das Montanhas do Espírito Santo, onde a altitude favorece.

De maneira geral o café pode ser encontrado nas porções elevadas das regiões cafeeiras, em casos como em Muriaé, que pertence à região das Matas de Minas que tem boa parte de sua área com altitudes menores que 300 m, a cafeicultura só é praticada na porção norte do município, onde a altitude chega a 1270 m, influenciando o microclima local e propiciando temperaturas mais amenas e por conseguinte o cultivo do café.

Além do relevo, o solo também é um fator importante para o estabelecimento de lavouras de café produtivas. Autores como Mesquita et al. (2016) e Negreiros (2019) explicam que os solos em que o café apresenta melhor adaptação em geral são Latossolos e Argissolos. Ainda de acordo com estes autores esses solos devem ser profundos, mínima de 120 cm, apresentarem boas condições de textura e estrutura, de preferência fértil, com teor de argila entre 15% e 50%, sem barreiras físicas como pedras, cascalho e outros (SENAR, 2017). Os tipos de solos encontrados nas IG's cafeeiras foram representados na Figura 11.

**Figura 11** - Classificação de solos das regiões cafeeiras brasileiras com Indicação Geográfica.



**Fonte:** A autora

\*Matas de Rondônia<sup>1</sup>, Cerrado Mineiro<sup>2</sup>, Alta Mogiana<sup>3</sup>, Região de Garça<sup>4</sup>, Norte Pioneiro do Paraná<sup>5</sup>, Região de Pinhal<sup>6</sup>, Mantiqueira de Minas<sup>7</sup>, Campo das Vertentes<sup>8</sup>, Matas de Minas<sup>9</sup>, Caparaó<sup>10</sup>, Espírito Santo<sup>11</sup> e Oeste da Bahia<sup>12</sup>.

Solos que apresentam textura média são considerados os mais favoráveis para implementação de cafezais, em solos de textura muito argilosa, é necessário que uma estrutura e porosidade favoráveis à cultura. Os solos encontrados nas IG cafeeiras Figura 11, se configuram em grande parte como apropriados para a cafeicultura e técnicas de manejo como correção do solo, gradeamento e aragem e se necessário calagem (EMBRAPA, 2001).

Fatores como solo e relevo são determinantes no cálculo da capacidade de campo (capacidade de armazenamento de água no solo), que influencia por sua vez no cálculo do balanço hídrico do zoneamento.

### **6.3 Aspectos socioeconômicos**

Analisando os aspectos altitude e solo temos que a cafeicultura é praticada hoje em áreas consideradas ideais para o cultivo, isso se deve em partes ao fato de que o Governo Brasileiro elabora para os estados um Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) específico para cada cultura, que serve para delimitar a aptidão da região ao cultivo de acordo com as exigências da cultura aos elementos meteorológicos, bem como oferecer linhas de crédito ao produtor, além de estabelecer todas as regras que devem ser seguidas para que este possa se encaixar nos programas de fomento ao desenvolvimento agrícola.

O ZARC tem como objetivo delimitar áreas e épocas para o plantio com base nos riscos agroclimáticos. Implementado em 1996, foi elaborado por pesquisadores e técnicos da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em colaboração com instituições estaduais, é usado atualmente como documento consultivo para a aprovação de linhas de crédito e financiamentos para produtores em programas de fomento à atividade agrícola do Governo Federal (MAPA, 2021).

Sendo assim produtores que pretendam solicitar linha de crédito junto a bancos e governos devem seguir o ZARC para que estejam amparados, com base na ausência de riscos climáticos e na garantia de produção.

Com o objetivo de gerenciar os fundos disponíveis para as linhas de crédito e fomento à cafeicultura foi criado o FUNCAFÉ, Fundo de Defesa da Economia Cafeeira em 1986, através do Decreto - Lei nº2.295/86, passando por reestruturação com o Decreto nº 94.847/87 em 1987. O fundo tem como objetivo fomentar o desenvolvimento de pesquisas, incentivo à produtividade e produção, à qualificação da mão de obra, à promoção dos cafés brasileiros através do apoio à competitividade com linhas de crédito para financiamento de custeio, estocagem, aquisição de café, e capital de giro para cooperativas, indústrias de torrefação solúvel e exportadores (Ementário do Café, 2022).

**Tabela 3** – Área destinada à cafeicultura em 2022 em hectares e em percentual em relação a área total

<b>Estado</b>	<b>Área em produção (ha)</b>	<b>Área em produção (%)</b>
BA	98.900	5,04
ES	402.500	21,86
MG	1.018.000,00	55,28
PR	27.100	1,47
RO	65.000	3,53
SP	199.800	10,85
Brasil	1.841,5284	-

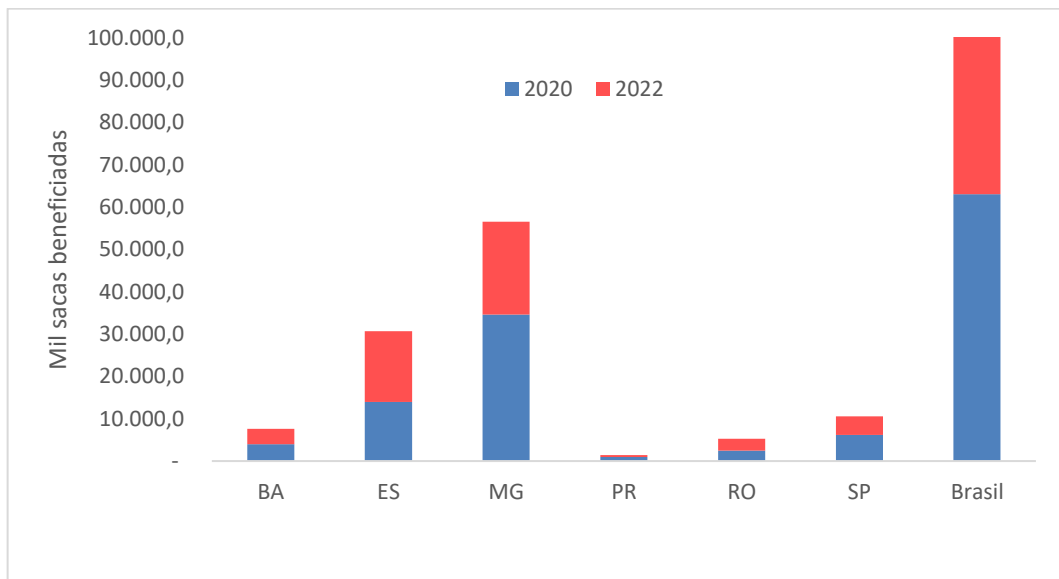
**Fonte:** CONAB, 2022.

É possível observar através da tabela que os estados do Paraná, Rondônia e Bahia possuem as menores áreas destinadas ao cultivo do café, onde estão inseridas as regiões cafeeiras do Norte Pioneiro do Paraná, Matas de Rondônia e Oeste da Bahia. A cafeicultura nestes estados é limitada devido a questões climáticas e edáficas, no estado do Paraná a cultura é frequentemente prejudicada pelas baixas temperaturas que culminam em fenômenos como geadas e inversão térmica (FERREIRA *et al.*, 2022). Em Rondônia e na Bahia temperaturas elevadas e a baixa altitude relegam a aptidão à cafeicultura a somente pequenas porções, onde a altitude é maior e, portanto, as temperaturas mais amenas.

A safra de 2022 deveria superar a de 2021 tendo em vista a bienalidade positiva [crescimento vegetativo da planta (ramos plagiotrópicos) em alta], mas após sofrer com

intempéries climáticas em 2021 a safra de 2022 não superou as expectativas. A Figura 12 ilustra a redução na produção quando comparadas as safras de 2020 e 2022.

**Figura 12** – Produção de café por saca beneficiada nos estados brasileiros safra 2020 e 2022.



**Fonte:** CONAB, 2022.

Quando comparada com a última safra de bienalidade positiva, 2020 a safra de 2022 teve uma redução de 19,3% na produção Figura 12, Minas Gerias, o maior produtor nacional teve sua produção reduzida em 0,8%.

Em 2022 foram contratados aproximadamente R\$10.570 bilhões de reais das linhas de crédito oferecidas pela Funcafé através do MAPA e Instituições Financeiras (FUNCAFÉ, 2023), desse montante R\$5.432 bilhões de reais foram liberados para mais de 3.223 mil beneficiários. Na Tabela 3 estão dispostos a área plantada de café por unidade federativa das IG's e o percentual de cada estado em relação a área plantada no país.

Os estados em que as IG's cafeeiras estão inseridas juntos somaram 3.202 beneficiários do Funcafé em 2022. Dos beneficiários 905 são cafeicultores de grande porte, 587 de médio e 1.170 de pequeno porte.



Os dados da instituição apontam que do valor contratado R\$3.36 bilhões foram destinados a beneficiários do estado de Minas Gerais, estado com maior valor contratado e número de beneficiários, 2.526.

A concentração de beneficiários em Minas Gerais é um reflexo da produção estadual que colheu 21.960 milhões de sacas beneficiadas de café na safra 2021/2022, gerando uma receita de quase R\$ 29 bilhões o que corresponde a pouco mais de 51% do Valor Bruto da Produção (VBP) total das lavouras dos Cafés do Brasil em 2022 (MAPA, 2022). Outro fator que eleva a cafeicultura mineira a outro patamar é o número de IG's registradas junto ao INPI, das 14 regiões cafeeiras 5 pertencem ao estado.

Nesse contexto, é seguro dizer que a cafeicultura tem papel importante na economia das regiões cafeeiras e nacional, uma vez que a cadeia produtiva do café emprega milhares de famílias que enfrentariam grandes perdas caso o clima se torne impróprio para o cultivo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do exposto e da concretude das mudanças climáticas e seus prováveis desdobramentos no setor agrônomico e por consequência no âmbito socioeconômico este estudo diverge das pesquisas que investigam os impactos do aquecimento global e mudanças climáticas refletidos na cafeicultura.

As pesquisas conduzidas e divulgadas no meio científico têm previsto a inaptidão de até 95% em alguns estados das áreas hoje aptas ao cultivo do café, resultados conflitantes com os obtidos ao longo da pesquisa empregada na elaboração deste trabalho. Alguns fatores podem explicar resultados tão díspares, entre eles o método de modelagem do aumento de temperatura associado ao Sistema de Classificação Climática (SCC), usado para determinar as características climáticas da região de estudo.

Para além dos resultados esse trabalho se coloca como uma nova forma de pensar possibilidades para o futuro da cafeicultura posto sua importância para a economia nacional e regional, além da responsabilidade social que o setor carrega. O exercício de investigação não se encerra com o fim desta pesquisa, que pode ser extrapolada e explorar outros métodos associados ao proposto para a avaliação dos impactos das mudanças climáticas na cafeicultura nacional.

Pesquisas que se dediquem a explorar classificações climáticas com maior nível de detalhamento, projeções de mudanças climáticas mais atuais e que tenham especificações dos efeitos para o Brasil poderão contribuir para o andamento de pesquisas como esta. Para além disso a associação de fatores como posição geográfica (latitude), incidência de radiação solar, umidade do solo e do ar darão maior profundidade à análise.

Experimentos em casa de vegetação com cultivares de café mais resistentes e em processo de consolidação para a avaliação de aspectos como a influência do CO<sub>2</sub> como fertilizante nas plantas de café expostas a tratamentos de estresse térmico e/ou hídrico.

Em se tratando do futuro de pesquisas no âmbito da avaliação do impacto do clima e mudanças climáticas e o desenvolvimento de cultivares com maior plasticidade para resistirem a estas mudanças é promissor tendo em vista as diferentes abordagens e metodologias para fazê-lo. Este estudo se apresenta como uma maneira de se iniciar esta investigação além de abrir um precedente para os muitos que o seguirão.

## REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- ANDRADE, Manuel Correia de. **Espaço, polarização e desenvolvimento**: a teoria dos polos de desenvolvimento e a realidade nordestina. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1973.
- ASSAD, E.D., PINTO, H.S., CARAMORI, P.H. **Zoneamento do Café**. Brasília: Consórcio Brasileiro de pesquisas do Café; Embrapa, 2001b.
- ASSAD et al. **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira [online]. 2004, v. 39, n. 11, pp. 1057-1064. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100001>. Acesso em: 12 mai 2023.
- BARBOSA et al. **Coffee Quality and Its Interactions with Environmental Factors in Minas Gerais, Brazil**. Journal of Agricultural Science. 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/265026454\\_Coffee\\_Quality\\_and\\_Its\\_Interactions\\_with\\_Environmental\\_Factors\\_in\\_Minas\\_Gerais\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/265026454_Coffee_Quality_and_Its_Interactions_with_Environmental_Factors_in_Minas_Gerais_Brazil). Acesso em: 15 mai. 2023.
- BORÉM *et al.* **Meteorological Variables and Sensorial Quality of Coffee in The Mantiqueira Region of Minas Gerais**. Coffee Science, v. 14, p. 38, 2019.
- BUNN, C.; Läderach, P.; Rivera, O.O.; Kirschke, D. **A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee**. Climatic Change, v. 129, n. 1-2, p. 89-101, 2015.
- CANDIDO, Luiz Antonio et al. **O clima atual e futuro da Amazônia nos cenários do IPCC: a questão da savanização**. Cienc. Cult., São Paulo, v. 59, n. 3, p. 44-47, Sept. 2007. Available from [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252007000300017&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300017&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 1 mar. 2023.
- CAMARGO, A. P. de, PINTO, H. S., PEDRO JR., M. J. **Aptidão climática de culturas agrícolas**. In: SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do estado de São Paulo. CATI, v. 1, p. 109-149, 1974.

CAMARGO, A.P.C. **Clima e a cafeicultura no Brasil**. Informe Agropecuário, n.126, p.13-26, 1985.

CAMARGO, M. B. P. de. **The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil**. Bragantia, Campinas, v. 69, p. 239-247, 2010.

CÉSAR, R. L. **Café é o produto com maior número de Indicações Geográficas no Brasil**. Embrapa Café, 2021. [online]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62550507/cafe-e-o-produto-com-maior-numero-de-indicacoes-geograficas-no-brasil>. Acesso em: fev. 2023.

CORRÊA, R. L. **Região e Organização Espacial**. São Paulo: Editora Ática, 2003. 7ª ed. Série Princípios.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **4º Levantamento da Safra de Café 2022**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4857-safra-de-cafe-deve-encerrar-o-ciclo-de-2022-com-uma-producao-de-50-92-milhoes-de-sacas#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20cafeeira%20do%20Brasil,7%25%20acima%20da%20safra%202021>. Acesso em: jan.2023

CREPANI et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2023.

DAMATTA, F. M.; RENA, A. B. **Relações hídricas no cafeeiro**. In: Simpósio De Pesquisa Dos Cafés Do Brasil, 1., 2000, Poços de Caldas. Palestras... Brasília, DF: Embrapa Café, 2002. p. 9-44.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Prática para manejo da adubação e fertilidade do solo**. Brasília, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

EVANGELISTA, A. W. P.; Carvalho, L. G; de Sedyama, Gilberto C. **Zoneamento climático associado ao potencial produtivo da cultura do café no Estado de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]. 2002, v. 6, n. 3, pp. 445-452. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000300011>. Acesso em: 14 mar. 2023.

FERREIRA et al. **As características térmicas das faces Noruega e Soalheira como fatores determinantes do clima para a cafeicultura de montanha**. Brasília: Embrapa Café, Documentos, n. 10. 2012. 34 p. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/3864>. Acesso em: 27 mai. 2023.

FERREIRA et al. **Zoneamento térmico para o cultivo do café de montanha na Região das Matas de Minas**. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 1176-1185, out. 2018. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234239>. Acesso em: 18 mai. 2023.

FERREIRA et al. **Fundamentos e prevenção da geada na cafeicultura brasileira**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2022. Acesso em: 23 abr. 2023.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **O que é a Agricultura Familiar**. Disponível em: <https://www.fao.org/family-farming/detail/fr/c/454156/>. Acesso em: 16mar.2023.

FUNCAFÉ. Fundo de Defesa da Economia Cafeeira. **Painel Funcafé**. Brasília, 2023. Disponível em: [https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/single/?appid=f5a31dab-d774-49ed-8ba4-f7847466a9b4&sheet=f879abba-7a90-46f5-9f62-74c5d2e78577&lang=pt-BR&theme=card&opt=currsel%2Cctxmenu&select=AN\\_EXERCICIO\\_IF,2022](https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/single/?appid=f5a31dab-d774-49ed-8ba4-f7847466a9b4&sheet=f879abba-7a90-46f5-9f62-74c5d2e78577&lang=pt-BR&theme=card&opt=currsel%2Cctxmenu&select=AN_EXERCICIO_IF,2022). Acesso em: mar. 2023.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Belo Horizonte, PFRC, 1978. 66p. (PRODEPEF, Série Técnica, 11)

GONÇALVES, J. S. **Mudar para manter**; análise do processo de pseudomorfose da agricultura brasileira. Campinas: UNICAMP. IE, 1997. (Tese, Doutorado).

GORELICK, N.; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S.; Thau, D.; Moore, R. **Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone**. Remote Sens. Environ.

2017, 202, 18–27. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>. Acesso em: 29 jun. 2023.

INPI. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual. **Manual de Identificações Geográficas**. 2ª ed. Brasília, 2023. Disponível em: [http://manualdemarcas.inpi.gov.br/projects/manual-de-indicacoes-geograficas/wiki/Manual\\_de\\_Indica%C3%A7%C3%B5es\\_Geogr%C3%A1ficas](http://manualdemarcas.inpi.gov.br/projects/manual-de-indicacoes-geograficas/wiki/Manual_de_Indica%C3%A7%C3%B5es_Geogr%C3%A1ficas). Acesso em: 14 mai. 2023.

IPCC Climate Change. **Summary for policymakers. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2007. Disponível em [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html). Acesso em: 12 mai. 2023.

JÚLIO, W. S. **Identificação de Períodos Secos e Chuvosos e a Influência na Produção de Café de Montanha nas Matas de Minas**. Monografia apresentada ao curso de Geografia da UFV. Disponível em: <https://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2015/07/Wesley-Silva-J%c3%balio.pdf>. Acesso em: 23 jun.2023.

MACEDO JÚNIOR, C. **Agrupamento de modelos de mudanças climáticas e geração de cenários de impactos na agricultura**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas: [s.n.], 2011. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/862820>. Acesso em: 21 jun. 2023.

MAPA – Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção – VBP – dezembro 2022**. Disponível em: [http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2022/dezembro/VBP\\_12\\_2022.pdf](http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2022/dezembro/VBP_12_2022.pdf). Acesso em: 14 abr. 2023..

MAPA. Ministério das Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ementário do Café**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/ementario/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

MATIELLO et al. **Cultura de café no Brasil**: manual de recomendações. 1 ed. São Paulo. 2016.

MARTINS, C. A. da S.; Uliana, E. M.; Reis E. F. dos; Silva J. G. F. da; Bernardes C. de O.; **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 2011, vol.7, N.12.

MESQUITA, Carlos Magno de et al. **Manual do café: implantação de cafezais** Coffea arábica L. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 50 p. il. Disponível em: [http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes\\_tecnicas/livro\\_implantacao\\_cafe\\_zais.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/livro_implantacao_cafe_zais.pdf). Acesso em: 22 mar. 2023.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Brasília, DF: MAPA, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1136438/1/PL-ZARC-2021.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.

Ministério das Relações Internacionais; Embaixada do Brasil em Roma. **Cafés brasileiros com Indicação Geográfica**. Roma, Itália 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/arquivos-publicacoes-ig/catalogo-cafes-brasileiros-com-indicacao-geografica#:~:text=A%20espécie%20Coffea%20arabica%20da,Denominação%20de%20Origem%20\(DO\)](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/arquivos-publicacoes-ig/catalogo-cafes-brasileiros-com-indicacao-geografica#:~:text=A%20espécie%20Coffea%20arabica%20da,Denominação%20de%20Origem%20(DO)). Acesso em: 16 jan.2023.

NASCIMENTO, D.; OLIVEIRA, I.; LUIZ, G. **Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao estado de Goiás e ao Distrito Federal/Brasil**. Élisée - Revista de Geografia da UEG, v. 5, n. 2, p. 59-86, 2017.

NEGREIROS, V. M. V.; NASCENTES, R. F.; NASCENTES, M C. **Efeitos da aplicação de regulador vegetal na maturação e na qualidade de bebida dos frutos do café**. AgroFIB, v.1, n.1, p.1-24, 2019.

NEVES, Gervásio Rodrigo; ABRANTES, Vânia Amoretty. **Regiões polarizadas e homogêneas**. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, ano 26, n. 198, maio/jun. 1967, p. 27-41. Disponível em: [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg\\_1967\\_v26\\_n198\\_maio\\_jun.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg_1967_v26_n198_maio_jun.pdf). Acesso em: 10 jun. 2023.

NGOLO et al. **Agroclimatic zoning for coffee crop in Angola**. Pesquisa Agropecuária Tropical [online]. 2018, v. 48, n. 1, pp. 19-28. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-40632018v4850109>. Acesso em: 12 mai. 2023.

NUNES et al. **Zoneamento agroclimático da cultura do café para a Bacia do Rio Doce**. Revista Brasileira de Meteorologia [online]. 2007, v. 22, n. 3, pp. 297-302. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862007000300002>. Acesso em: 13 mai. 2023.

REIS,P.R; CUNHA,L.R. **Café Arábica do plantio à colheita**. Lavras: U.R, EPAMIG SM, 2010. v1. 896p. (ISBN 978-85-99764-14-5).

RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. & YAMADA, T. (Eds.). **CULTURA DO CAFEEIRO**. Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS. 1986. p 13-86.

ROLIM G de S, CAMARGO MBP de Lania DG, Moraes JFL de. **Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo**. Bragantia [Internet]. 2007; 66:711–20. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000400022>. Acesso em: 30 mar. 2023.

RUBEL, F., and M. Kottek, 2010: **Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification**. *Meteorol. Z.*, **19**, 135-141. DOI: 10.1127/0941-2948/2010/0430. Acesso em: 27 mar. 2023

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Café: formação da lavoura**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). 1. ed. Brasília: SENAR, 2017. 92 p. il. Disponível em: [https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/188\\_Cafe\\_formacao\\_da\\_lavoura.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/188_Cafe_formacao_da_lavoura.pdf). Acesso em: 15 mar. 2023.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital. 2. Recife: [s. n.], 2006. 463 p. v. 2. Disponível em: [edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3887570/mod\\_folder/content/0/Meteorologia\\_Climatologia.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3887570/mod_folder/content/0/Meteorologia_Climatologia.pdf). Acesso em: 14 mai. 2023.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: UFV, 2000. p. 377-394.

VILARINHO NETO, Cornélio Silvano. **Metropolização regional, formação e consolidação da rede urbana do estado de Mato Grosso**. Tese (Doutorado em Geografia), FFLCH – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.