



ANÁLISE ESPACIAL DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO SUL DE MINAS GERAIS NOS ÚLTIMOS 60 ANOS

Spatial analysis on temperature variation in the south of Minas Gerais over the last 60 years

Marcos Vinícius Brandão Mendes

Graduando em Bacharelado em Geografia, Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL/MG

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-7301-1356>

marcos.mendes@sou.unifal-mg.edu.br

Paulo Henrique de Souza

Docente da Graduação e Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL/MG

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0399-9123>

paulohenrique.souza@unifal-mg.edu.br

Trabalho apresentado durante a 7ª Jornada Científica da Geografia da UNIFAL-MG & 1º Encontro Sul Mineiro de Geografia e selecionado para publicação

RESUMO

O século XXI tem enfrentado uma conjuntura ímpar onde os efeitos das mudanças climáticas e do aquecimento global em curso estão impactando toda natureza e sociedade ocasionando perdas e danos irreparáveis. Como resultado disso, uma reorganização nos padrões climáticos dos diferentes lugares está em curso alterando o ritmo e ciclo da temperatura e precipitação. Atentando para esta conjuntura, buscou-se através deste estudo analisar o comportamento da temperatura na porção sul do território mineiro entre 1960 e 2020 cuidando em destacar se há estabilidade na série elegida para estudo ou se a área apresenta tendência de aumento ou diminuição em seus índices térmicos. Após a coleta e análise dos dados, foi possível identificar um gradual aumento na temperatura por toda a área de estudo.

Palavras-chave: Mapa; Mudança Climática; Estação Meteorológica; Dados; IPCC.

ABSTRACT

The 21st century has faced a unique situation where the effects of climate change and ongoing global warming are impacting all of nature and society, causing irreparable losses and damages. As a result of this, a reorganization in the climate patterns of different places is underway, altering the rhythm and cycle of temperature and precipitation. Paying attention to this situation, this study sought to analyze the temperature behavior in the southern portion of the Minas Gerais territory between 1960

and 2020, taking care to highlight whether there is stability in the series chosen for study or whether the area shows a tendency for an increase or decrease in its indices. thermal. After data collection and analysis, it was possible to identify a gradual increase in temperature throughout the study area.

Keywords: Map; Climate Change; Weather Station; Data; IPCC.

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho desenvolve a análise das temperaturas médias do ar na região do Sul de Minas Gerais utilizando como base dados meteorológicos de temperaturas do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET). Esses dados foram coletados das estações convencionais próximas da área de estudo e utilizando o SIG QGis foram elaborados mapas da média das temperaturas do ar de cinco em cinco anos no período de 1961 a 2020.

A importância deste estudo reside em constituir-se num primeiro levantamento que pode comprovar se está havendo na região de estudo uma alteração da temperatura média anual. Este aumento médio global de (0,90C° a 1,10C°) alertado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC (2021) pode parecer “pouco” mas é extremamente preocupante.

Esta alteração pode influenciar negativamente o espaço geográfico, alterando no que se diz respeito a dinâmica ambiental, como por exemplo a extinção de espécies nativas da flora e da fauna. Por consequência dessa dinâmica ambiental alterada, a questão socioeconômica da região também irá passar por transformações à medida que se avança o agravamento das questões climáticas, como por exemplo o aumento dos custos de produção de alimentos por consequência de eventos extremos como secas severas e chuvas intensas, que poderá levar ao agravamento das questões como a insegurança alimentar.

Se tratando da região sul mineira cabe ressaltar a importância de estudar como essa alteração climática vem ocorrendo, quais microrregiões tiveram maior aumento, para que a sociedade civil, empresas e poder público possa tomar medidas a fim de reverter a grave situação, sobretudo quando a agropecuária constitui relevante atividade econômica.

2. METODOLOGIA

Como já foi mencionado, a área de estudo constitui a porção Sul de Minas Gerais delimitada na Figura 1. Os materiais utilizados para a realização do trabalho foram:

Pesquisas de organizações nacionais e internacionais no assunto como referencial teórico para o trabalho.

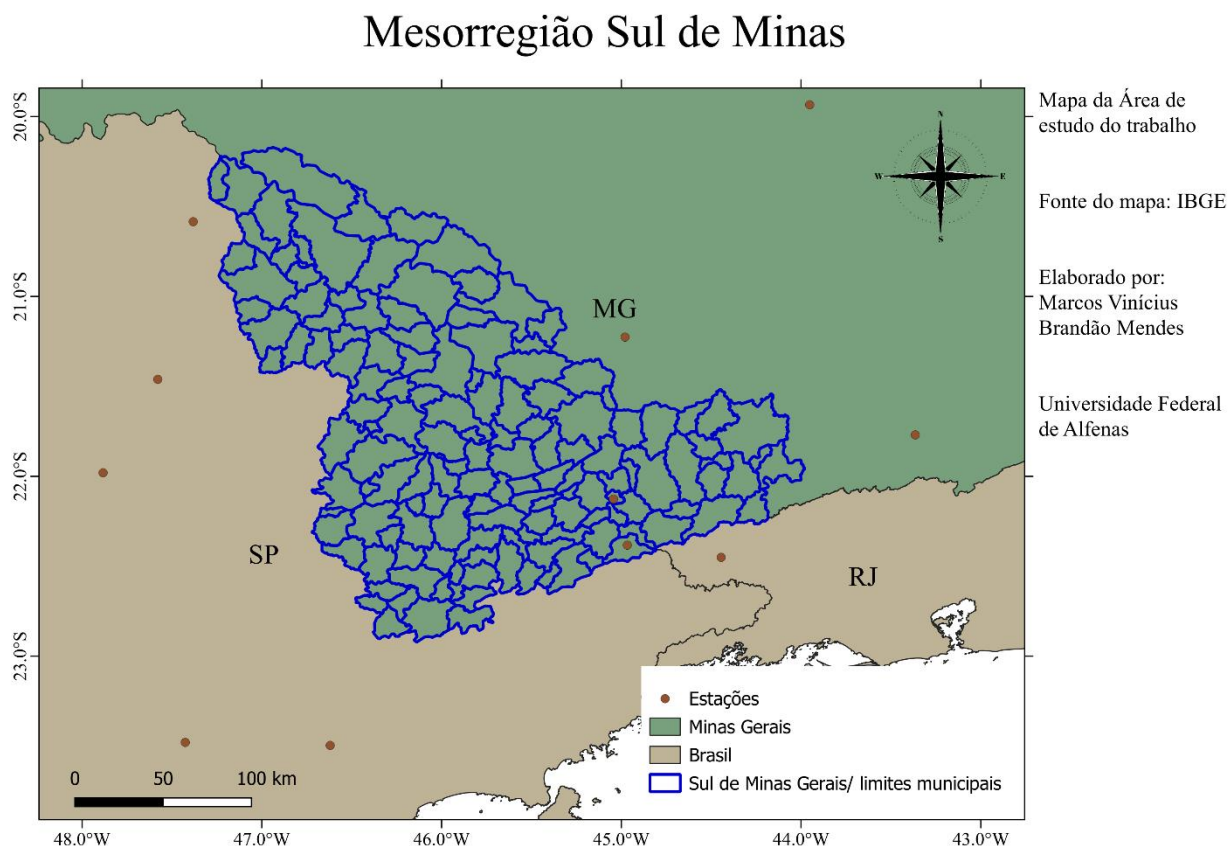


Figura 1 – Área de Estudo.

O SIG QGis versão 3.24.3 para a elaboração dos mapas.

O Mapa de base do Brasil, de Minas Gerais e da região Sul de Minas são obtidos no Portal de Mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os dados das Estações Meteorológicas foram obtidos no Banco de dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para se chegar nos Mapas foram utilizados os seguintes procedimentos:

Inicialmente se adiciona os shapefiles no SIG citado acima. O shapefile do Brasil, de Minas Gerais e da Mesorregião Sul de Minas.

Em seguida, foi criado um novo shapefile que foi denominado de “estações”, são 11 pontos, com a coordenada de cada Estação Meteorológica obtida no site do (INMET).

Após adicionar os pontos das estações foi adquirido os dados de temperatura de cada estação, no trabalho em questão foi feito uma média da temperatura de cinco em cinco anos, de 1961 a 2020 totalizando 12 mapas finais.

Para a interpolação foi feito a tabela de atributos com as médias de temperatura de cinco em cinco anos de cada estação meteorológica, são esses dados que a ferramenta de interpolação utiliza

para a execução. A ferramenta de interpolação utilizada foi a IDW e os parâmetros de interpolação foi o mesmo para todos os 12 mapas. Distância para coeficiente P: 2,0; e tamanho do pixel: 0,05.

A questão da simbologia dos mapas é idêntica para todos, tipo de renderização é Banda Simples de falsa cor, o método estatístico é o intervalo igual, o número de classes 29.

Os mapas são todos com Sistema de Coordenadas Geográficas e o Datum SIRGAS 2000.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Uma das bases de informações para a realização do trabalho é o sexto relatório do IPCC *Mudança do Clima 2021; A base científica; sumário para formuladores de política* lançado em outubro de 2021.

O Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática ou IPCC é um programa criado em 1988 pelas Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Meteorológica Mundial com o objetivo de reunir e divulgar o conhecimento mais avançado sobre mudanças climáticas. A organização reúne, avalia e interpreta o conhecimento científico produzido no mundo, traduz em relatórios abrangentes e de fácil compreensão e o divulga.

Neste sexto relatório está o seguinte gráfico representado na Figura 2 sobre as Mudanças na temperatura da superfície global em relação a 1850-1900:

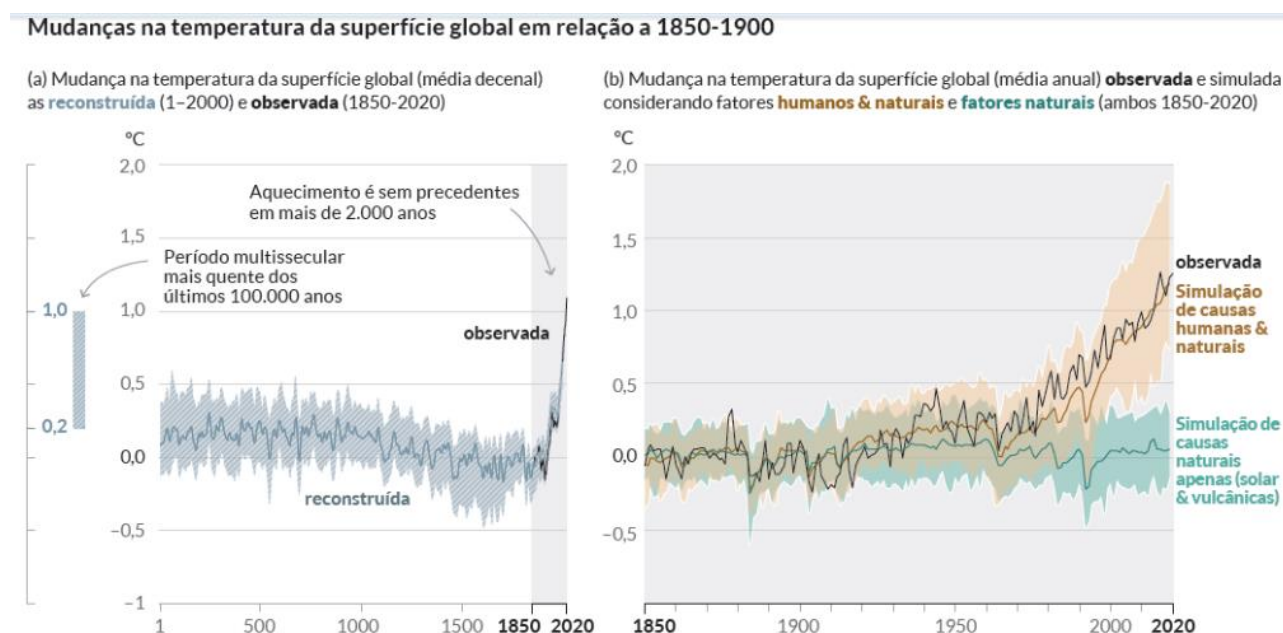


Figura 2 – Mudanças na temperatura da superfície global em relação a 1850-1900.

O gráfico (a) mostra a mudança na temperatura da superfície global (média decenal) as reconstruídas (1-2000) e observadas (1850-2020). A temperatura se mantém estável até os anos de

1850 e após essa data se observa uma curva em ascendente sinalizando um aumento drástico na média global.

O gráfico (b) mostra a mudança na temperatura da superfície global (média anual) observada e simulada considerando fatores humanos e naturais e fatores naturais (ambos 1850-2020). Quanto a simulação feita por causas naturais se observa uma estabilidade comparada com os últimos 2000 anos da representada no gráfico anterior já a temperatura média simulada e observada se observa um aumento de mais de 1°C. E ainda sobre o relatório destaca-se:

Em 2019, as concentrações atmosféricas de CO₂ foram maiores que em qualquer outro período nos últimos 2 milhões de anos, no mínimo (confiança alta), e as concentrações de CH₄ e N₂O foram maiores do que em qualquer outro período nos últimos 800.000 anos pelo menos (confiança muito alta). Desde 1750, os aumentos das concentrações de CO₂ (47%) e CH₄ (156%) excedem substancialmente, e os aumentos das concentrações de N₂O (23%) são similares, às mudanças naturais multimilenares que ocorreram durante a transição entre os períodos glaciais e interglaciais nos últimos 800.000 anos (no mínimo) (confiança muito alta). (IPCC 2021).

Como já dito os dados utilizados foram coletados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão ligado a administração direta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O Instituto possui um sistema de coleta e distribuição de dados meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, precipitação, entre outras variáveis. É dotado de estações de sondagem de ar superior (radiossonda), estações meteorológicas de superfície operadas manualmente e a maior rede de estações automáticas da América do Sul.

No trabalho em questão foi utilizado o Banco de Dados Meteorológicos do instituto onde já foi incorporado de forma digital informações diárias coletadas desde 1961. Os parâmetros para obtenção dos dados foram: dados mensais (média); estações convencionais; data entre 01/01/1961 à 01/01/2020; estações de (Belo Horizonte, Franca, Juiz de Fora, Lavras, Passa Quatro, Resende, São Carlos, São Lourenço, São Paulo, São Simão e Sorocaba) todas as estações que estão próximas a área de estudo.

Após a obtenção dos dados foi feito uma média dos valores de cinco em cinco anos, os dados são bem completos salvo alguns meses de algumas estações, os poucos valores ausentes são considerados como “nulo”. Após feito a média esses valores são transferidos para a tabela de atributos do SIG.

Para a elaboração dos Mapas foi-se utilizado do SIG QGis e a ferramenta de Interpolação IDW e a fonte de informações sobre o tema foi o artigo de Pedro Murara Técnicas de interpolação para pesquisa em Climatologia Regional e Agroclimatologia, publicado na Revista Brasileira de Climatologia, nesse artigo destaca-se sobre o método de interpolação.

A interpolação de dados é o método que consiste em construir e projetar novos conjuntos de informações a partir de dados pontuais obtidos de uma amostragem consistente. Ou seja, faz-se necessário um conjunto existente de dados previamente conhecidos. Dessa forma, matematicamente e por meio da interpolação de dados, pode-se construir uma função que, aproximadamente, “se encaixa” nesses dados pontuais, conferindo-lhes, então, a continuidade desejada para localidades que não possuem tais informações. (MURARA 2019).

A interpolação por meio do IDW (Inverse of Distance Wheighted) determina valores utilizando uma combinação linear ponderada de um conjunto de dados da amostra. Dessa forma, o peso atribuído a esse dado “criado” é uma função da distância inversa.

A interpolação é efetuada com base na ponderação que é atribuída a pontos amostrais por meio da utilização de um coeficiente de ponderação que controlará como a influência da ponderação irá diminuir à medida que a distância a partir do ponto desconhecido aumenta. Portanto, para a espacialização de uma informação de algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados a sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta — o que indica seu nome. (MURARA 2019).

Vale ressaltar que essa técnica utiliza os limites dos pontos de informações para realizar a espacialização e o corte das informações que serão projetadas, dessa forma, a representação não poderá extrapolar os limites máximos de latitude e longitude dos pontos mais extremos.

Para complementar e entender o método de interpolação utilizado (LONGLEY *et al* 2013) define:

Mais especificamente, considere o ponto de interesse como x , e os pontos onde foram tomadas medidas como x_i , onde i varia de 1 a n , caso existam n pontos. Considere o valor desconhecido como $z(x)$ e a medida conhecida como z_i . Cada um desses pontos recebe um peso w_i que será avaliado com base na distância d_i de x_i para x . A média ponderada, então, computada em x é:

$$z(x) = S.w_i.z_i/S.w_i$$

*Onde S significa somatória.

Após a aplicação da metodologia e a elaboração dos mapas com a informação especializada seguiu-se a análise de tendência e o detalhamento da alteração térmica na área de estudo destacando os aumentos e suas ocorrências no espaço.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da interpolação IDW feita com os parâmetros citados acima foram doze produtos cartográficos do tipo Raster que demonstram de certa forma uma variação da média da temperatura da superfície de cinco em cinco anos da região sul mineira, a saber, 1961-1965, 1966-1970, 1971-1975, 1976-1980, 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015, 2016-2020. Como mostra na Figura 3:

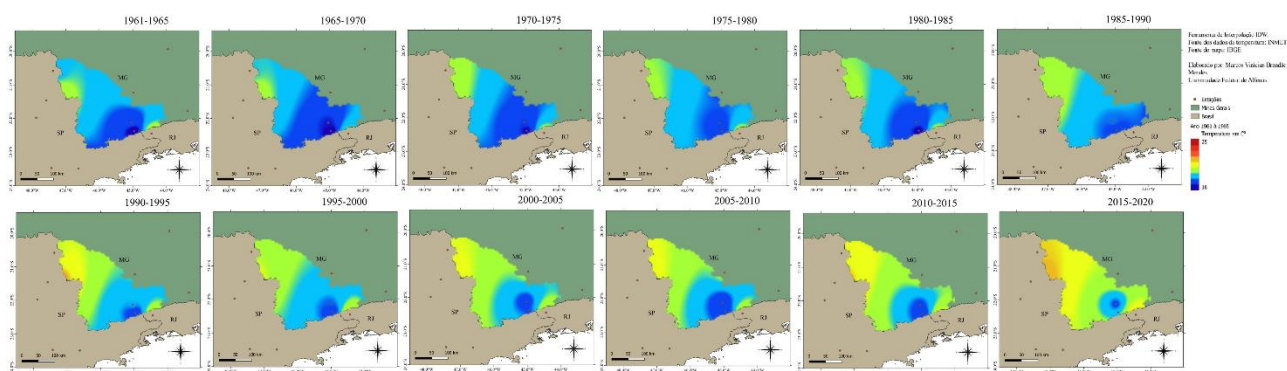


Figura 3 – Mapa multitemporal da temperatura média do Sul de Minas período de 1960 - 2020.

Os mapas são resultado da fórmula “Inverso da distância ponderada” tradução da sigla IDW, aplicados aos dados elaborados citados acima, onde foi feito uma média da temperatura de cinco em cinco anos de todas as estações existentes dentro de uma área de interesse e após a execução foi recortado somente a região Sul de Minas Gerais como exemplifica a Figura 3.

Segundo afirma Câmara *et al.* (2004) mencionam, a análise do espaço e de suas variáveis constituintes recobra um elenco de procedimentos com vistas à melhor visualização dos dados.

Com base nas informações locais e aquelas circunvizinhas que somadas permitem um entendimento dos padrões evidenciados é possível verificar tendências ou hipóteses estabelecidas na concepção de cada pesquisa.

Esse processo se inicia levando em consideração, primeiramente, o contexto do lugar de cada estação onde as temperaturas foram coletadas. Esse contexto é fundamental, pois exprime o resultado da lenta e gradual elaboração da paisagem a partir das forças maiores que cunham os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos que prevalecem em cada região. Para Ab’Sáber (2003), esses espaços com certa ordem de grandeza territorial com relevo, solos, vegetação e clima dominantes, expressam um arranjo das forças da natureza, sobretudo, aquelas atuantes na atmosfera (clima) e aquelas presentes na litosfera (geologia).

Na área de estudo estão presentes dois domínios morfoclimáticos o primeiro é o Mares de Morros (áreas mamelonares tropical-atlântica florestadas) com a presença da Serra da Mantiqueira e um segundo uma área de transição desse domínio para o Cerrado. Ab’Sáber (2003) define áreas de transição como um interespaço de contato entre um corpo espacial nuclear de um domínio morfoclimático e áreas nucleares de domínios morfoclimático vizinhos. Cada setor das alongadas faixas de transição e contato apresentam uma combinação diferente de vegetação, solos e formas de relevo.

Essa questão levantada no trabalho se dá pela importância da influência que os dois domínios morfoclimáticos exercem sobre a temperatura no contexto das estações utilizadas no estudo. Um outro fator que deve ser levado em consideração é a localização e entorno das estações presentes em

centros urbanos que pode influenciar no aumento, ou não, da média das temperaturas no decorrer dos anos.

Conforme é possível verificar, na porção do território sul mineiro próxima a Mantiqueira nos limites da divisa com o estado de São Paulo e próximo ao estado do Rio de Janeiro, a temperatura apresenta um patamar inferior àquele que se observa na divisa a leste e oeste nas divisas com os estados do Rio de Janeiro e São Paulo respectivamente, pois nestas partes o contexto observado nas imediações da Mantiqueira deixam de atuar soberanamente, sobretudo no que diz respeito ao relevo e altitude.

Segundo apresentam a Figura 4 e Figura 5, ao longo da série histórica é possível verificar que o aumento da temperatura é uma realidade na área de estudo ao cabo de 60 anos. Também salta aos olhos o fato do entorno de São Lourenço-MG e Passa Quatro-MG manterem-se a condição térmica nos patamares próximos aos registrados no início da série mesmo que todo o restante tenha acusado um sensível aumento da temperatura com o entorno de São Simão-SP e Franca-SP a oeste e Resende-RJ a leste seguindo na vanguarda.

Esse processo tem consonância com as constantes informações divulgadas pelo IPCC e com o conteúdo de tantos outros trabalhos que sinalizam um aumento paulatino das médias térmicas em todo o planeta, indicando que a Terra atravessa um período de Aquecimento Global que reorganização os padrões atmosféricos, e, climáticos por todas as diferentes porções da superfície terrestre.

Em específico, a Figura 4 traz os dados térmicos do início da série histórica, indicando patamares inferiores àqueles observados na Figura 5 que apresenta o nível da temperatura ao final da série no contexto contemporâneo deste estudo. Uma evolução que já se encontra muito bem descrita na Figura 3 que apresenta a série de estudos dividida em quinquênios.

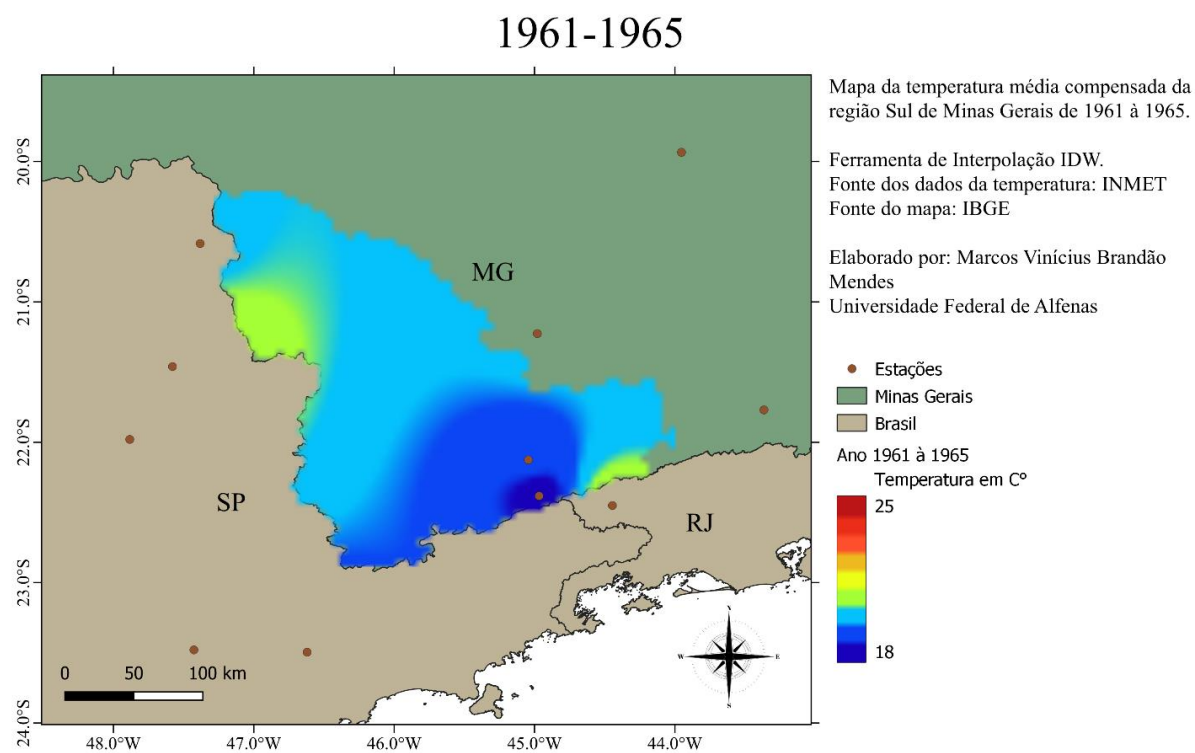


Figura 4 – Mapa de temperatura compensada da área de estudo entre 1961 e 1965.

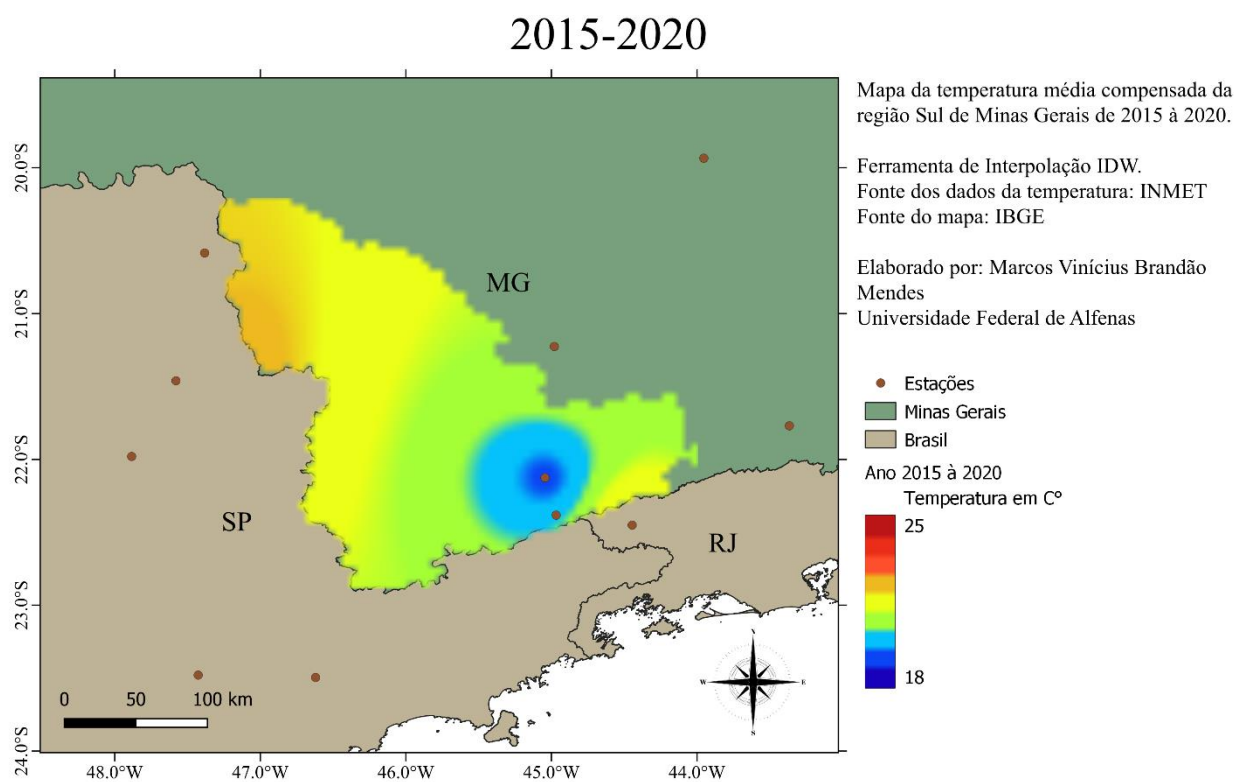


Figura 5 – Mapa de temperatura compensada da área de estudo entre 2015 e 2020.

Diante da Figura 4 e da Figura 5 constata-se que o Aquecimento Global é uma realidade ao menos na área de estudo, pois, o aquecimento da temperatura ao longo de 60 anos é constatado pelos dados coletados e especializados. Em razão disso, há que se verificar quais são as consequências destas mudanças na porção sul do território mineiro sobre os ecossistemas e o desenvolvimento das atividades antrópicas, sobretudo as agropecuárias que repercutem na produção de alimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a análise dos mapas evidencia, verifica-se uma diferenciação na tonalidade do gradiente de temperatura utilizado no estudo com o passar das décadas, no primeiro mapa 1961-1965 a tonalidade é toda azul com maior intensidade nas regiões próximas a São Lourenço e Passa Quatro onde a temperatura média é menor; apenas duas áreas com tonalidade verde-claro aparecem, na divisa de Minas Gerais com Rio de Janeiro na região de influência da estação meteorológica de Resende-RJ e na divisa de Minas Gerais com São Paulo na região de influência das estações de São Simão-SP e Franca-SP.

Em 65-70 o padrão continua, porém com avanço mais intenso por quase toda a região sul-mineira e nas mesmas regiões próximas a São Simão-SP e Franca-SP. Em 70-75 há um avanço das temperaturas de Franca-SP, São Simão-SP e também de São Carlos-SP, mantendo-se o padrão de São Lourenço-MG e Passa Quatro-MG.

Em 75-80 os mesmos padrões se mantêm com breve recuo das menores temperaturas. Em 80-85 é a mesma situação, porém já se a diminuição das áreas com menor temperatura. Em 85-90 uma média baixa é verificada na estação de Juiz de Fora-MG, assim como um recuo na extensão das temperaturas mais baixas na região de divisa com o Rio de Janeiro.

Em 90-95 é perceptível a expansão do predomínio de temperatura mais elevadas em diversas regiões, a única área diferenciada é a estação de Passa Quatro-MG. A estação de São Simão-SP registra média de 24° C. Em 95-2000 a o cenário mantém-se, mas com ligeira queda da temperatura em quase 50% da área de estudo em relação ao quinquênio anterior.

Em 2000-2005 a área com temperaturas mais baixas diminui consideravelmente. Em 2005-2010 nota-se um padrão bem parecido com o mapa anterior, com ligeira expansão do ganho de temperatura, assim como ocorre em 2010-2015.

Em 2015-2020 percebe-se uma pequena área com temperaturas menores na estação de São Lourenço-MG, seguindo o cenário dos quinquênios anteriores nas demais porções.

Com o passar dos anos observa-se nos mapas um recuo das áreas com temperaturas menores e sua quase ausência nas últimas décadas, assim como a expansão dos lugares com ganho de

temperatura. Isso significa um aumento na temperatura média do ar com o passar do tempo nas estações cujos dados foram usados para a interpolação.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial. 2003. 160p.

CÂMARA, G. *et al.* **Análise Espacial e Geoprocessamento**. 2004. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/bsico-em--anlise-espacial-de-dados-geograficos-apostila02.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. **Banco de dados Meteorológicos (1961/2020)**. Disponível em <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 17 out. 2022.

LONGLEY, P. A. *et al.* **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. Porto Alegre: Bookman, 2011. 539p.

MURARA, P. G. Técnicas de interpolação para a pesquisa em climatologia regional e agroclimatologia. **Revista Brasileira de Climatologia**, n. 25, p. 106-126, 2019.

IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Mudança do Clima 2021**. A base científica, sumário para formuladores de Políticas. Tradução: Ministério do Meio Ambiente. Original impresso em outubro de 2021 pelo IPCC, Suíça. Disponível em: www.ipcc.ch. Acesso em: 21 out. 2022.