Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

UNIDADES MESOCLIMÁTICAS DE VIÇOSA-MG, NA ZONA DA MATA MINEIRA

Mesoclimatic Units of Viçosa-MG, in the Zona da Mata Mineira

Unidades Mesoclimáticas e Viçosa-MG, en la Zona da Mata Mineira

Edson Soares Fialho
Professor do Programa de Pós graduação em Geografia da UFV e UFES, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa
fialho@ufv.br

Larissa Galvão Fontes dos Santos
Pesquisadora do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima) do Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa
larissa.galvao@ufv.br

Resumo: O estudo, realizado durante os anos de 2020 e 2021, visa contribuir para a gestão urbana sustentável, a partir da espacialiazção de unidades climáticas, no município de Viçosa-MG, segundo o sistema de classificação climática de Novais (2019) até o nível mesoclimático. Para tanto, foram utilizados os dados de reanálise do algoritmo CHELSA, com resolução espacial de 1km e temporal definido entre 1979-2013. O sistema de classificação permitiu identificar três unidades climáticas no município: Tropical semisseco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, que abrange 89,3% da área do município; pelo Tropical seco meridonal dos Patamares do Alto Rio Doce, recobrindo 2,5% da extensão territorial e Tropical Ameno semisseco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, representando 24,4% da superfície. Estas, por sua vez, se subdividem em de 26 subunidades mesoclimáticas.

Palavras-chave: Dados de Reanálise, Classificação climática de Novais, nível mesoclimático.

Abstract: The research, which took place between 2020 and 2021, aimed to assist with the development of a sustainable city management plan, starting with the development of a climate forecast in the municipality of eViçosa-MG, according to the projections of Novais (2019) up to the mesoclimátic level. In relation to the observations, the data from the CHELSA platform were used to obtain information over a period of 20 years. With the goal of creating a climatic unit map. As a result, the classification system was able to identify three climate units: Tropical semisseco meridional of the Patamares of the Alto Rio Doce; Tropical seco meridonal of the Patamares of the Alto Rio Doce; and Tropical Ameno semisseco meridional of the Patamares of the Alto Rio Doce, as well as 26 mesoclimate units.

Keywords: Reanalysis data, Novais Climate Classification, mesoclimatic level.

Resumen: La investigación desarrollada en el período 2020 y 2021, buscó contribuir a la propuesta de gestión de ciudades sostenibles, desde la elaboración inicial de un marco climático, en el municipio de Viçosa-MG, según el sistema de clasificación climática de Novais (2019) hasta el nivel mesoclimático. Los parámetros medios mensuales utilizados para definir las unidades climáticas están relacionados con la temperatura, la precipitación y la evapotranspiración potencial. Para la elaboración del mapa de unidades climáticas se utilizaron datos de reanálisis del algoritmo CHELSA, con una resolución de 1km y que se remontan a más de 20 años en el tiempo. El sistema de clasificación permitió identificar tres unidades climáticas en el municipio: Tropical semiseco sur de los desembarcaderos Alto Rio Doce, tropical seco sur de los desembarques Alto Rio Doce y tropical semiseco meridional templado de los desembarques Alto Rio Doce. Estos, a su vez, se subdividen en 26 subunidades climáticas.

Palabras clave: Dados de Reanálise, Classificação climática de Novais, nivel mesoclimático.

Submetido em: 11/04/2022
Aceito para publicação em: 27/07/2022
Publicado em: 24/08/2022

1. INTRODUÇÃO

Conforme proposto por Ruida-Gómes e Cacante-Cabellero (2021), com o surgimento das cidades, o processo de apropriação e transformação da paisagem culmina em espaços que geralmente não se preocupam com a qualidade de vida. A intensa urbanização tem causado uma gestão inadequada dos resíduos sólidos, do sistema de saúde, da educação, da segurança pública e da mobilidade urbana, que são agravados pelos problemas relacionados à violência, poluição do ar, ocupação de áreas carentes em infraestrutura, o que permite a produção de ambientes de riscos. Nesse sentido, as tecnologias de comunicação e informação tornam-se uma possibilidade e uma ferramenta a ser utilizada junto aos órgãos de gestão e planejamento urbano para melhor organizar os espaços urbanos.

No entanto, essa realidade não está disponível em todas as cidades brasileiras, geralmente, as de grande porte. Em contrapartida, a maioria das cidades de médio e de pequeno porte estão longe de serem contempladas com centro de gestão de monitoramento que considere a complexidade de uma cidade.

Apesar dos obstáculos enfrentados pelos centros urbanos em relação ao monitoramento e gerenciamento das demandas por serviços, recursos e novos espaços, que podem gerar conflitos ambientais (ACSELARD, 2004), existem alguns estudos de caso relacionados à realidade climática local das cidades. Com base nisso, pode-se dizer que a compreensão da condição do clima local das cidades, segundo Monteiro (1975), é um importante elemento, que serve como indicador da qualidade da vida em uma cidade, desde que o clima deixe de ser um receptáculo de energia e passe a atuar como uma forma de controle dos elementos climáticos.

No Brasil, pode-se citar como autores que elaboraram propostas de sistemas de classificação climática, Monteiro (1964), Nimer (1972) e Toledo (1973). Este último destaca que um dos maiores obstáculos no processo de elaboração e definição dos critérios de formalização conceitual dos sistemas espaciais climatológicos decorre da prórpia natureza da atmosfera, e sobre a amostragem espacial pontual e restrita. Com isso, em muitos estudos, as antigas referências permanecem para identificar os limites climáticos, mesmo quando foram formulados e incorporados novos modelos de controle, teorias e sistematizações da circulação secundária.

Recentemente, Novais (2019) desenvolveu um sistema de classificação climática, que foi aplicado em alguns municípios e regiões de Minas Gerais, como Ponte Nova (ALLOCCA *et al.*, 2021a) e na Zona da Mata Mineira (ALLOCCA *et al.*, 2021b); no Triângulo Mineiro e no Alto Paranaíba (NOVAIS *et al.*, 2018); nos municípios de Prata (NOVAIS, 2021a) e Uberaba (NOVAIS, 2021b); no Espírito Santo, no município de Serra (OLIVEIRA; ALLOCCA, 2021); em Formosa, no Estado de Goiás (NOVAIS; PIMENTA, 2021 e PIMENTA; NOVAIS, 2021).

Tal proposta permite, por meio de sua hierarquização e da utilização dos dados de reanálise, delimitar unidades climáticas em locais com pouca ou nenhuma informação climatológica. Além de possibilitar uma melhor análise geográfica do clima, por meio da multiescalaridade, conforme destaca Jardim (2015, p. 41). Por essa razão, este trabalho visa espacializar as unidades mesoclimáticas no município de Viçosa-MG, com base no sistema de classificação climática de Novais (2019).

Mas, antes de avançar, cabe destacar que a busca da compreensão do clima e sua espacialização é parte integrante da organização do desenvolvimento do conhecimento, como Oliver (1970) apresenta ao longo da história. Ainda segundo o mesmo autor, os primeiros sistemas de classificação do clima eram baseados em uma única variável, muitas vezes com duração de um dia. A maior disponibilidade de dados, no final do século XIX, permitiu novas abordagens quantitativas e a utilização de mais parâmetros climáticos.

A distribuição da vegetação influenciou fortemente o desenvolvimento do sistema de classificação, sendo o mais conhecido o proposto por Koppen-Geiger (1928). A formulação de índices climáticos permitiu o desenvolvimento da abordagem empírica aplicada, e taxonomistas modernos têm utilizado abordagens climatológicas sinóticas para tentar levar em conta os processos atmosféricos. As abordagens sinóticas têm sido importantes desde a introdução de métodos de hierarquização numérica (YAO, 1997; LUND; LI, 2009). A disponibilidade de grandes conjuntos de dados e técnicas analíticas geradas por computador ajudaram a elaborar sistemas numéricos de classificação climática, que cresceram em importância nas duas últimas décadas do início do século XXI.

Apesar dos avanços nessa área da climatologia, segundo Monteiro (1964), os sistemas de classificação climática não observam as escalas geográficas do "clima". Tal fato implica forçosamente na desobediência de princípios fundamentais da metodologia geográfica. Apesar das limitações no plano analítico do fenômeno climático, sempre houve uma

insistência em relação ao nível "aristotélico" de classificar, o que por sua vez, sacrifica a análise e a explicação genética do clima. (MONTEIRO, 1964).

Todavia, Oliver (1991) apontava, há quatro décadas, que mesmo ao se tornarem mais eficiente os sistemas computacionais e estatísticos, o conhecimento das classificações continuaria sendo um componente importante para uma compreensão do sistema climático, na medida em que o avanço da técnica e da tecnologia poderiam promover o desenvolvimento de uma abordagem mais específica, ou seja, de acordo com interesses temáticos para a classificação do clima.

Corroborando com esta argumentação, Griffiths (1983) lembra que a própria natureza da classificação climática é produzir soluções para responder a determinados problemas, tais como: a relação entre clima e vegetação (RIZZINNI; PINTO, 1964), clima e turismo (BARBIÉRE, 1981), clima e agricultura (JURCA, 2005), dentre outras. Claramente, a classificação adotada para um fim específico, não atenderá aos objetivos dos demais temas. Portanto, nenhuma das propostas de classificação será totalmente eficiente para outro tipo de estudo.

Neste sentido, atualmente, se observa inúmeras propostas de pesquisas climáticas aplicadas com base na elaboração técnica de análise multivariada (AYOADE, 1977), geoestatística (SILVA *et al.*, 2006), *cluster* (NETZEL *et al.*, 2016), observação empírica de campo (JARDIM, 2007; FIALHO, 2010; FIALHO, 2021a), com base em imagens (ZOTANO-GOMEZ *et al*., 2016), na dinâmica atmosférica-ritmo climático (BARBIÉRE, 1975; ZAVATTINI, 2009; ROSSATO, 2011), na radiação solar (ANAS *et al.*, 2018) e biotemperatura (HERNANDEZ, 2019).

A classificação do clima não é uma questão morta, muito embora, na ciência geográfica, segundo Armond e Sant´anna Neto (2016), a produção sobre o tema seja tímida, é claro que os esquemas climáticos clássicos continuarão a ser utilizados para proporcionar uma introdução aos climas mundiais.

De certa forma, é lamentável que um bom sistema dinâmico funcional não seja amplamente utilizado. Mas para a comunicação, quanto mais direta, melhor será o entendimento, apesar das generalizações. Talvez por isso o sistema Koppen-Geiger seja o mais utilizado, e também hoje, sirva de base comparativa para a observação de indícios das mudanças climáticas, conforme estudo realizado por Alvares *et al*., (2013) e Dubreil *et al.* (2019) para o Brasil.

Entretanto, segundo o ponto de vista expresso por Balling (1984), os estudos de classificação climática, com base numérica amplamente aceitos, serão reexaminados utilizando procedimentos analíticos de fatores, teoria da informação e entropia. Além disso, escreve:

> "...Variáveis climáticas dinâmicas e físicas, índices climáticos complexos e uma série de variáveis projetadas para problemas específicos formarão mais comumente a base de futuras classificações climáticas..." (BALLING, 1984, p. 102).

Ao considerar alguns dos recentes eventos em climatologia, torna-se claro porque a afirmação de Balling é verdadeira. A incrível quantidade de dados gerados por satélites em órbita implica em uma necessidade contínua de sistemas de classificação, especialmente na criação de novas classes sobre os oceanos. Avanços recentes na compreensão dos eventos como o *El Niño* e das mudanças climáticas globais podem levar a sistemas de classificação baseados em medidas de variabilidade e a um movimento crescente para longe do clima "médio". Há muitas possibilidades. Com efeito, para fins pedagógicos gerais, os usuários parecem satisfeitos com os sistemas climáticos mundiais que estão disponíveis.

É possível que outros sistemas de classificação mundial possam ser propostos, mas dado o histórico de não utilização de algumas classificações excelentes, a probabilidade de uso e aceitação generalizada é mínima, na medida em que o processo de classificação em climatologia se tornará mais especializado e mais rigoroso.

O problema atual da classificação climática, após os largos passos dados na análise dinâmica das circulações atmosféricas, não é o aperfeiçoamento de sistemas que tenham aplicabilidade regional, uma vez que o "regional" deve ser o próprio fundamento do sistema. Todavia, o problema para tal, esbarra na rede de monitoramento climático, que apresenta problemas referentes ao recobrimento espacial, bem como, na falta de um melhor gerenciamento da rede, ainda não integrada, surgindo assim, uma enorme dificuldade de gerir e analisar de maneira adequada a espacialização das unidades com base nos dados observacionais.

Neste âmbito, os dados de reanálise aparecem como um alento e possibilidade de avançar no estudo do sistema climático multiescalar, bem como, rever os produtos já elaborados, a fim de confirmar ou não as mudanças do clima nas escalas regionais, como também promover uma melhoria da análise das condições climáticas nas escalas regionais.

Com base no debate acima colocado, o atual contexto, em que as plataformas de dados de reanálise e sistemas de linguagem computacionais são disponibilizados gratuitamente na internet, cabe a Geografia saber utilizar esta informação a seu favor, visto que, nos países em desenvolvimento, como o Brasil, um grande número de estações meteorológicas foram extintas, no início da década de 1990, em meio a uma política de privatização promovida pelo Estado brasileiro, onde o conhecimento público do clima foi considerado um gasto e não mais um investimento. Isto refletiu na publicação da terceira Normal Climatológica (1991-2020), pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022), que registram uma diminuição significativa de estações meteorológicas de longas séries no Brasil, que já tem problemas de espacialização sobre o território nacional.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Viçosa-MG (Figura 1) está inserido no Domínio Morfoclimático de Mar de Morros (AB'SABER, 2003), com predominância de relevo montanhoso e ondulado (VALVERDE, 1958), que apresenta uma variação altimétrica, oscilando entre 592m a 965m, com feições morfológicas capazes de auxiliar na delimitação das unidades espaciais do clima na escala mesoclimática. Atualmente, a população estimada é de 79.910 habitantes (IBGE, 2021), em uma área de 300 km^2 (IBGE, 2019). Todavia, cerca de mais de 90,0% da população se localiza no meio urbano, que ocupa 25,0% da área do município (FIALHO, 2021b).

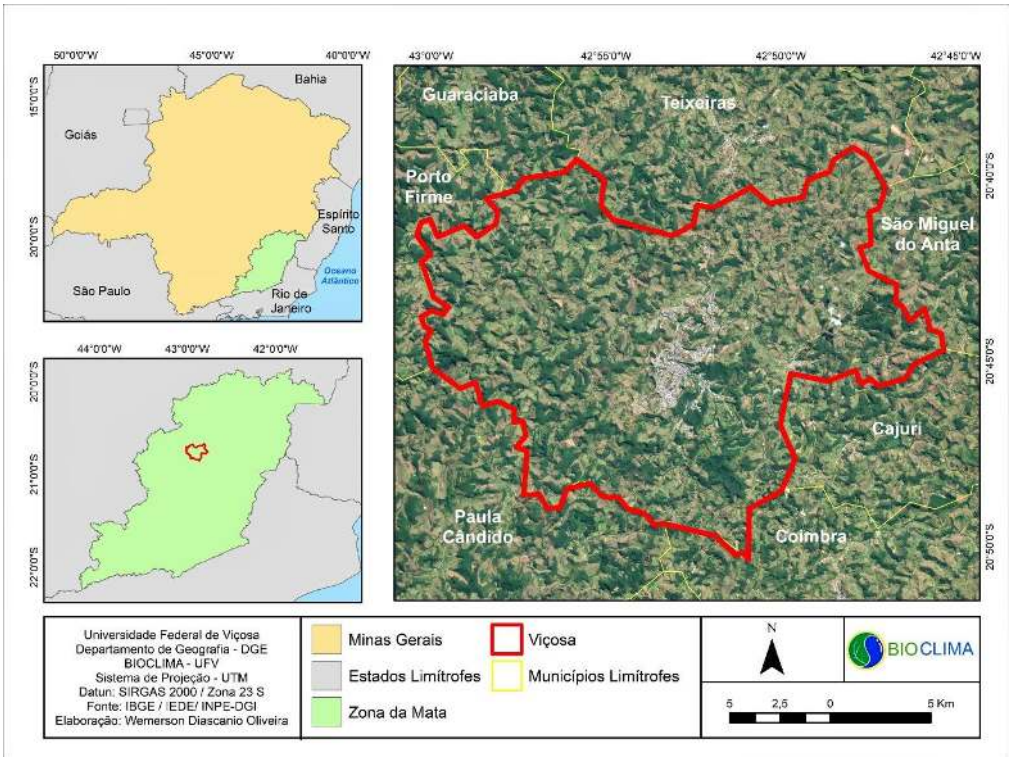
A concentração populacional na área urbana, segundo Fernandes *et al.* (2017) e Fialho *et al.* (2019) e Fialho *et al.* (2021), já impacta a baixa atmosfera urbana, na medida em que, se constatou que a área urbana, já apresenta uma condição de maior aquecimento noturno em relação ao entorno imediato.

Viçosa apresentou um crescimento populacional intenso a partir da década de 1970, quando a população urbana supera o contingente da população rural, significando um crescimento urbano, o qual pode ser relacionado diretamente com a expansão da Universidade, que dinamizou a economia local, valorizando os terrenos na área central, que sofreu um processo de verticalização, a partir da década de 1990 (PAULA, 2019).

A cidade de Viçosa possui uma estação meteorológica, a qual os dados servem para caracterizar dois diferentes períodos durante o ano, como pode ser visto no termo-

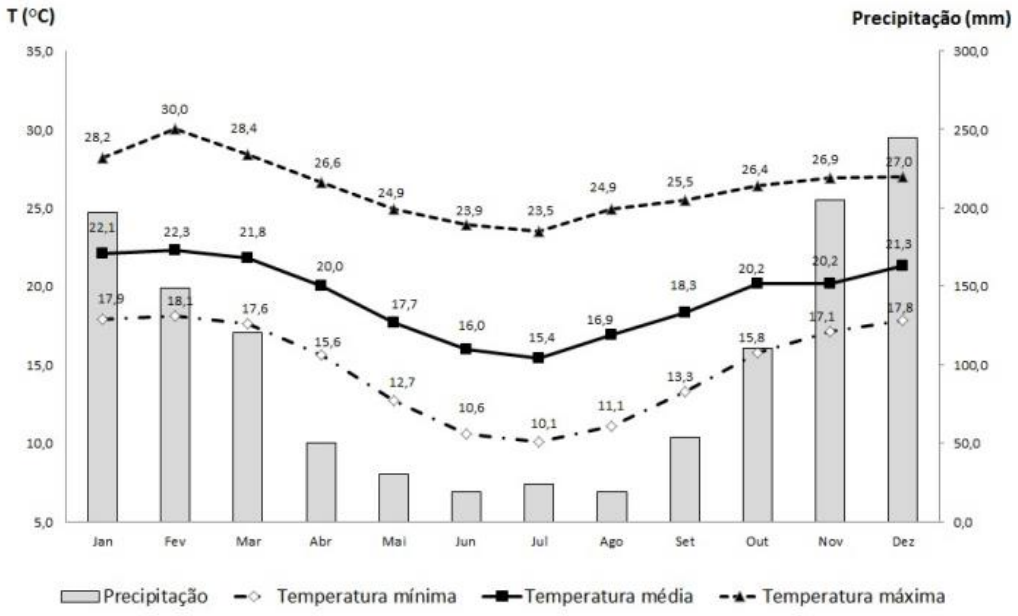
pluviograma para o período de 1961 a 1990 (Normal Climatológica), conforma a Figura 2, em que pode ser observado uma época chuvosa que engloba os meses de outubro a março e uma época seca, entre abril e setembro.

Figura 1- Localização do município de Viçosa-MG.



Fonte: IBGE (2020).

Figura 2 – Variabilidade Termo-pluviométrica de Viçosa.



Fonte: Fialho (2001b, p. 149).

De acordo com os dados da Normal Climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (2020), Viçosa-MG registra um Total pluvial médio anual de 1.289mm, uma temperatura média mensal variando no período chuvoso entre 20,3^{0}C e 22,3^{0}C, e no período seco entre 15,4^{0}C a 18,3^{0}C. Em relação à temperatura mínima, o mês de julho registra os menores valores, com uma média de 10,1^{0}C, enquanto o registro de temperatura máxima varia entre 25,0^{0}C a 35,0^{0}C, e no inverno, de 23,0^{0}C a 25,0^{0}C.

3. METODOLOGIA

A delimitação de unidades climáticas sempre foi um desafio para localidades com pouca ou nenhuma rede de estações meteorológicas, principalmente na escala do município (grande escala cartográfica). Tal fato obriga, muitas vezes, adotar uma generalização para escalas superiores (sub-regional ou regional), a fim de delimitar o clima.

Nesse sentido, o sistema de classificação climática de Novais (2021) permite aplicar uma articulação escalar até o nível mesoclimático. Com base nisso, o modelo possui contribuições dos modelos clássicos, mesclando o empírico e o genético, e também permite a inserção de outros fatores climáticos para escalas topoclimáticas, que necessita de informações locais.

O sistema de classificação climática de Novais (2021) propõe hierarquias divididas em Zonas Climáticas, Climas Zonais, Domínios, Subdomínios, Tipos, Subtipos, Mesoclimas e Topoclimas. Além disso, os dados utilizados são denominados de reanálise e foram obtidos na plataforma CHELSA[1] (*Climatologies at high resolution for the Earth's Land Surface Area*)[2], que fornece dados em formato *raster* com média de temperatura do ar e precipitação mensal dos anos de 1979-2018, além de MDEs SRTM para dados hipsométricos.

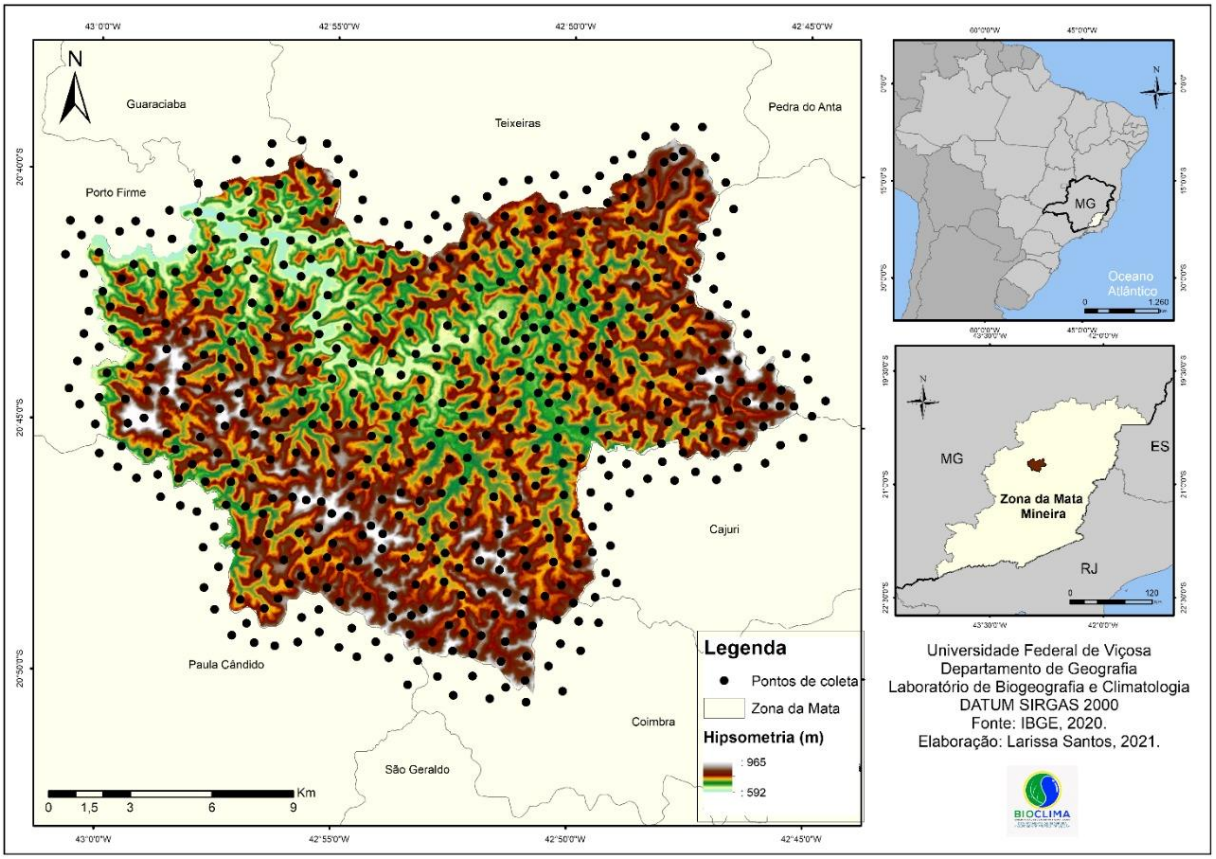
[1] O CHELSA - *Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas* (Climatologia em alta resolução para as áreas terrestres da Terra), foi elaborado por Karger *et al*. (2017), e o seu mapeamento baseia-se em um downscaling estatístico da temperatura atmosférica de reanálise climática ERA-Interim.

[2] A cartografia climática tem resolução espacial de 0,01° (ou 1 km), fornecendo uma representação mais precisa de regiões heterogêneas, com a combinação de dados climáticos oriundos de várias fontes independentes, reanalisando dezenas de milhares de estações meteorológicas.

A metodologia de estimativa da temperatura do ar do algoritmo tem uma correlação direta com as imagens SRTM, derivando em mapas próximos da realidade, onde as isotermas acompanham as curvas de nível do terreno. Junto a esta informação, foram associados os dados da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia, cartas sinóticas (12GMT) disponibilizados pelo Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil e a base de dados do Projeto Mapbiomas (Coleção 2020), para reconhecimento do uso da terra do município.

Os dados formato *raster* foram processados em ambiente SIG *Arcgis* Pro (Licença estudantil) para delimitação, reclassificação, além da extração de valores de temperatura e precipitação por meio de 545 pontos (Figura 3) dispostos pelo município para determinação de meses secos, precipitação anual, déficit e excedente hídrico realizada na planilha de balanço hídrico climatológico de Sentelhas (1998), sendo posteriormente espacializados e realizada a separação por vetorização manual das unidades climáticas, a partir da convergência dos dados utilizados e resultados obtidos.

Figura 3 - Localização dos pontos de coleta fixos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A primeira hierarquia da classificação climática adotada por este trabalho pertence às Zonas Climáticas do Planeta, é determinada pela altura do Sol, formando regiões de incidência solar delimitadas por linhas imaginárias.

A partir das Zonas Climáticas são criados os Climas Zonais, a segunda hierarquia da classificação climática. Os Climas Zonais são diferentes das Zonas Climáticas, pois sua delimitação é baseada na temperatura média do mês mais frio (TMMMF). Já os Domínios fazem parte da terceira hierarquia. Esses podem pertencer a mais de um Clima Zonal. A TMMMF é de grande importância na caracterização, mas também são controlados por sistemas meteorológicos como zonas de convergência de ventos e umidade, atuação de anticiclones, frentes frias e possibilidade de formação de geada.

Segundo Novais (2019), a metodologia para determinação de mês seco consiste na diferença entre a precipitação pluviométrica e a evapotranspiração potencial (ETP). Se a precipitação for menor que a ETP, o mês é seco. Para o cálculo da ETP foi utilizada a planilha de balanço hídrico climatológico, elaborada por Sentelhas *et al*. (1998), a partir do método proposto por Thornthwaite; Mather (1955), tendo a latitude e a temperatura média como parâmetros meteorológicos. A planilha também calcula valores de excedente e déficit hídrico para ajudar na diferenciação das unidades climáticas. Cabe destacar que na proposta de Nimer (1972), adotada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), os meses secos se baseia no critério de Bagnouls; Gaussen (1962), que considera mês seco quando a precipitação pluviométrica mensal for menor do que o dobro do valor de sua temperatura média.

Seguindo a hierarquia dessa classificação, as próximas unidades climáticas são: os Tipos, transição de uma escala climática superior para uma inferior, mostrando a localização dos Domínios e Subdomínios dentro do continente. Nesse nível, os fatores geográficos exercem grande influência nas condições climáticas. Por isso, são delimitados pelo relevo e a vegetação, como também por sistemas meteorológicos que ali atuam. O Quadro 1 demonstra a proposta de unidades climáticas para o território brasileiro subdividida da segunda a quarta hierarquia (Domínios Climáticos, Subdomínios Climáticos e Tipos Climáticos).

O quinto nível hierárquico definido por Novais (2019) são os Tipos Climáticos. Essa categoria se manifesta pela localização dentro dos subdomínios, e são influenciados pelos sistemas meteorológicos que podem modificar o tempo drasticamente, além disso, observa-se também, a distância em relação ao oceano, o relevo e vegetação. Novais (2019) propõe

para o território brasileiro 8 tipos climáticos, sendo eles: Meridional, Setentrional, Central, Litorâneo, Ocidental, Amazônico, Nordestino e Oriental.

Quadro 1-Unidades Climáticas Brasileiras. (Domínio Climático, Subdomínio Climático e Tipo).

Domínio	Subdomínio	Tipo
Equatorial	Úmido Semiúnido Semiseco Seco	Amazônico Litorâneo Nordestino
Equatorial Ameno	Úmido Semiúmido	Amazônico
Tropical	Úmido Semiúmido Semiseco Seco	Central Litorâneo Meridional Nordestino Ocidental Oriental Setentrional
Tropical Ameno	Úmido Semiúmido Semiseco Seco	Central Litorâneo Meridional Oriental Nordestino
Subtropical	Úmido Semiúmido Semiseco	Litorâneo Meridional Oriental Setentrional
Subtropical Frio	Úmido	Meridional Oriental Setentrional
Árido		Nordestino Litorâneo

Fonte: Novais (2019, p. 89).

O sexto nível hierárquico da classificação é o Subtipo Climático. Essa categoria climática é delimitada por sua localização, mas em escala geográfica menor. Muitas vezes, recebe a nomenclatura de aspectos geomorfológicos, localizações de pequenos estados ou

mesorregiões, entre outros aspectos que podem ajudar na definição do subtipo climático. A estrutura geomorfológica é o fator preponderante para delimitar os subtipos climáticos.

O sétimo nível na hierárquica é o Mesoclima. Este é delimitado em escala local, podendo ser delimitado através de vales (abertos ou cercados), maciços, conjunto de serras unidas pela linha de cumeada, topos de planaltos, áreas de mata e zonas urbanas.

Os subdomínios são definidos pelo número de meses secos, conforme pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2 - Subdomínios climáticos e seus critérios de delimitação.

Subdomínio Climáticos - O critério dessa divisão é: Quantidade de meses secos				
Subdomínios climáticos				
Úmido	Semiúmido	Semisseco	Seco	Domínio (Árido)
0 a 3 meses secos	4 a 5 meses secos	6 a 7 meses secos	8 a 11 meses secos	12 meses secos

Fonte: Novais (2019, p. 90).

4. DESENVOLVIMENTO

As primeiras hierarquias da classificação climática de Novais abarcam as denominadas Zonas Climáticas e Climas Zonais, em que Viçosa se encontra na Zona climática Quente, demarcado a partir da insolação nas faixas latitudinais e Clima zonal quente, delimitado a partir da TMMMF de 15,0^{0}C a 22,5^{0}C (Figura 4).

Allocca *et al*. (2021), ao adotarem o sistema de classificação climática de Novais (2019) para a região da Zona da Mata Mineira, possibilitou a elaboração de unidades climáticas na escala dos Domínios Climáticos. Nesse nível hierárquico, o principal elemento observado é a TMMMF. Conforme pode ser observado na Figura 5, foi possível delimitar na área de estudo quatro domínios, sendo eles: Domínio Tropical, Domínio Tropical Ameno, Domínio Subtropical e Domínio Subtropical Frio.

O Domínio Tropical abrange grande parte da porção centro-norte e centro-sul da Zona da Mata e pode ser caracterizado por apresentar a TMMMF acima de 18,0^{0}C, com ocorrência de atuação de sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e o Anticiclone Polar Sul (APS).

Figura 4- Enquadramento da Zona Climática para o Estado de Minas Gerais.



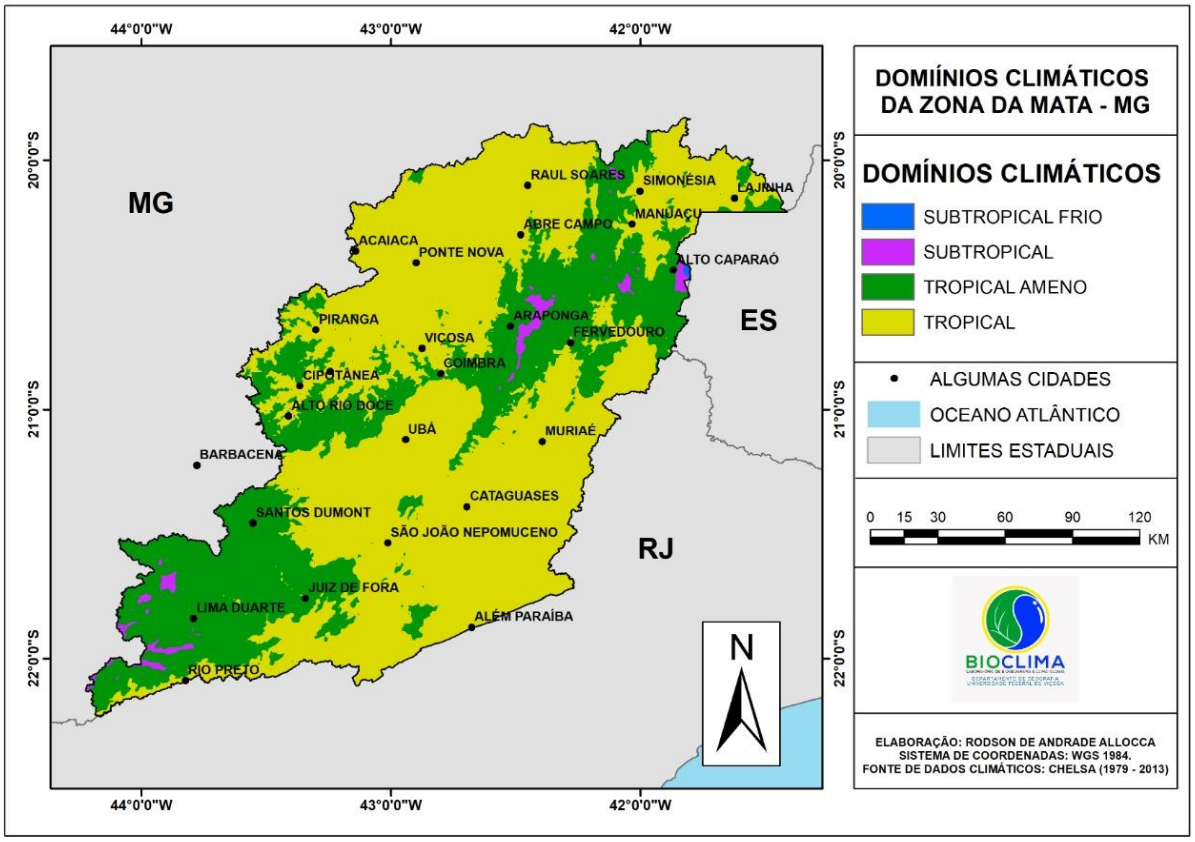
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O Domínio Tropical Ameno ocorre na porção sudoeste e em um alinhamento que vai de leste, passando pela área central e indo em direção nordeste da região. Ao observar o mapa hipsométrico da Zona da Mata, é possível perceber que esse domínio está nitidamente associado às áreas de altitudes superiores a 600 metros e pode ser caracterizado por apresentar a TMMMF no intervalo entre 15,0°C e 17,9^{0}C, com ocorrência da atuação de sistemas atmosféricos como a ZCAS, a ASAS e a APS.

Os valores térmicos encontrados neste domínio apresentam uma relação com o resfriamento adiabático em função das maiores altitudes. Além disso, conforme pode ser verificado no mapa de passagens de frentes frias, elaborado por Novais (2019), a região está situada em uma porção do território brasileiro em que ocorrem entre 15 e 25 passagens de frentes frias anuais.

O Domínio Subtropical ocorre nas proximidades do Domínio Tropical Ameno. Pode-se verificar a ocorrência nas áreas mais elevadas da região, onde tem-se um prolongamento da Serra da Mantiqueira. Esse domínio pode ser caracterizado por apresentar a TMMMF variando entre 10,0^{0}C e 14,9^{0}C. Assim como nos domínios Tropical e Tropical Ameno, ocorre a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), do Anticiclone subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e do Anticiclone no Pacífico Sul (APS).

Figura 5- Enquadramento climático (Domínios do clima na Zona da Mata Mineira.



Fonte: Allocca (2021, p. 37).

As médias de temperatura do ar mais baixas, comparadas aos outros domínios, estão associadas ao resfriamento adiabático do ar em razão das maiores altitudes, onde também se tem a possibilidade da ocorrência de geadas.

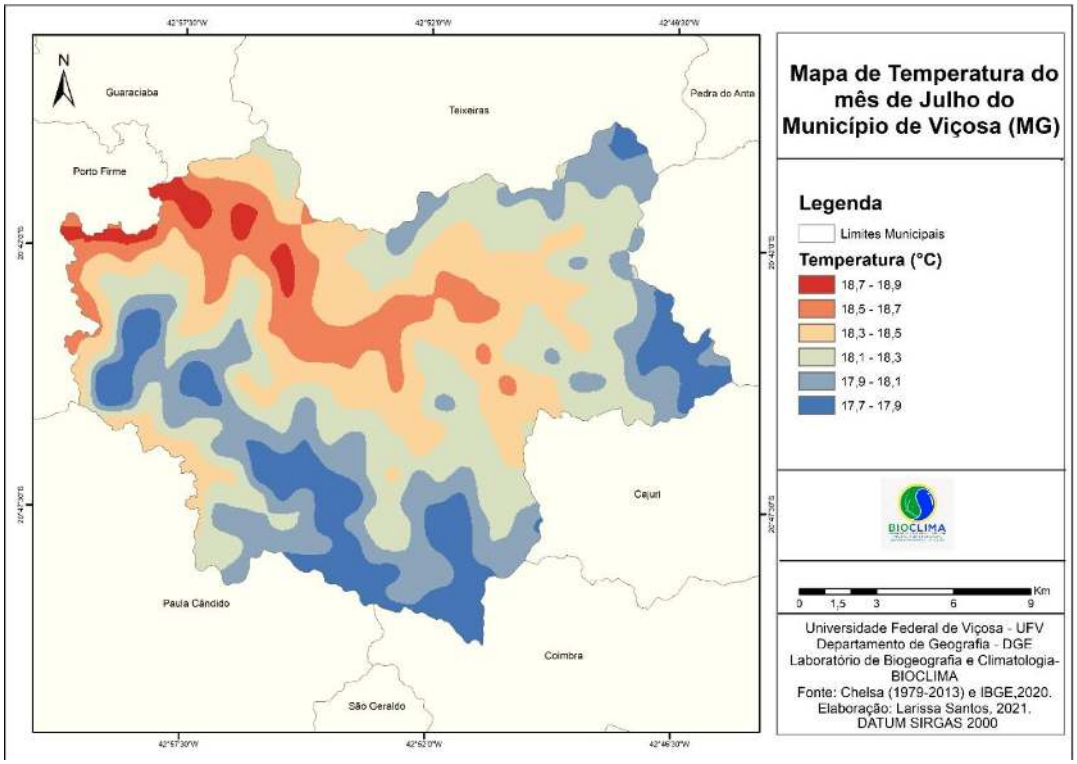
O Domínio Subtropical Frio está associado à região do Caparaó (acima de 1.500metros de altitude), na direção leste-nordeste, já na divisa com o estado do Espírito Santo. Esse domínio apresenta a TMMMF entre 0,0^{0}C e 9,9^{0}C. Na área desse domínio climático as altitudes

são superiores a 1000 metros, fator que reforça o efeito adiabático de resfriamento do ar, com grande possibilidade de ocorrência de geadas.

5. DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES MESOCLIMÁTICAS EM VIÇOSA

A TMMMF é utilizada na classificação climática de Novais (2019) para a delimitação de climas zonais e domínios climáticos. No município (Figura 6), o mês mais frio é julho, com a TMMMF variando de 17,7^{0}C a 18,9^{0}C, no qual é perceptível a influência das feições do relevo na distribuição da temperatura do ar, de forma que, as menores temperaturas perfazem as áreas mais elevadas, enquanto as maiores ocorrem nos vales.

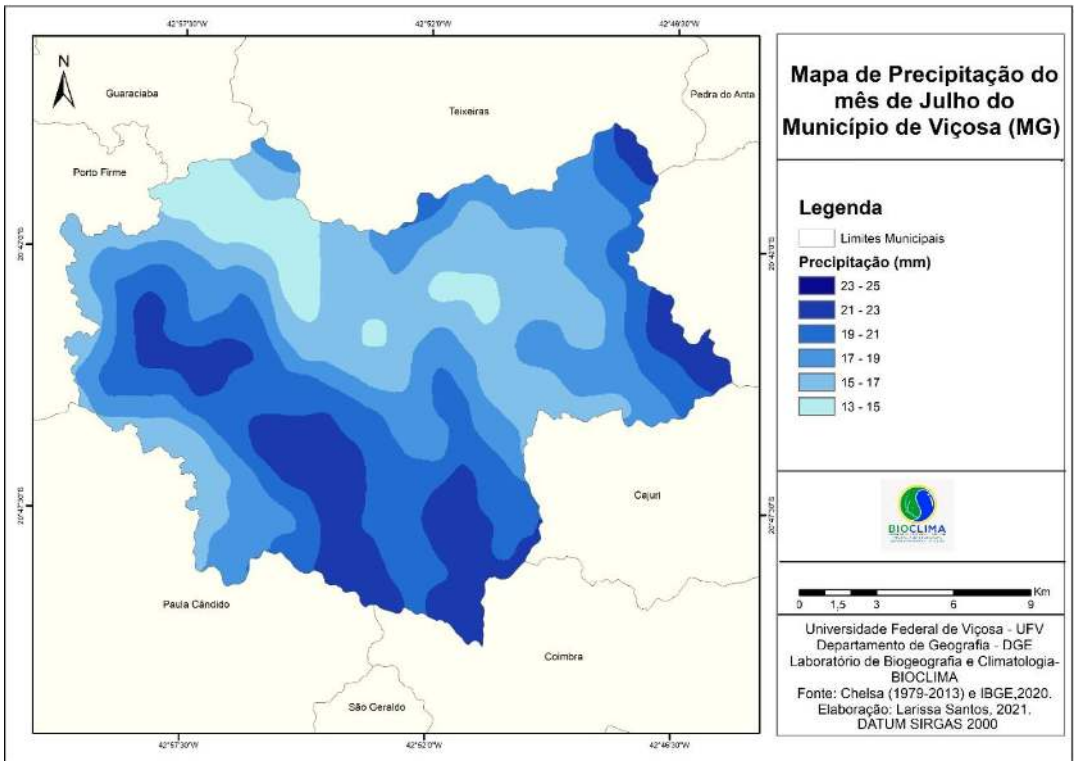
Figura 6 - Temperatura Média do ar do mês de julho em Viçosa-MG (1979-2013).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Já a distribuição da precipitação está representada pelo mês de julho. Devido a limitações técnicas da máquina em somar os *raster* mensais, no entanto, a conformação dessa precipitação é semelhante durante os anos, mudando a quantidade, de modo que os maiores totais ocorrem nos meses de outubro a janeiro e a precipitação anual, com média de 1251mm, de acordo com o levantamento obtido junto ao CHELSA (Figura 7).

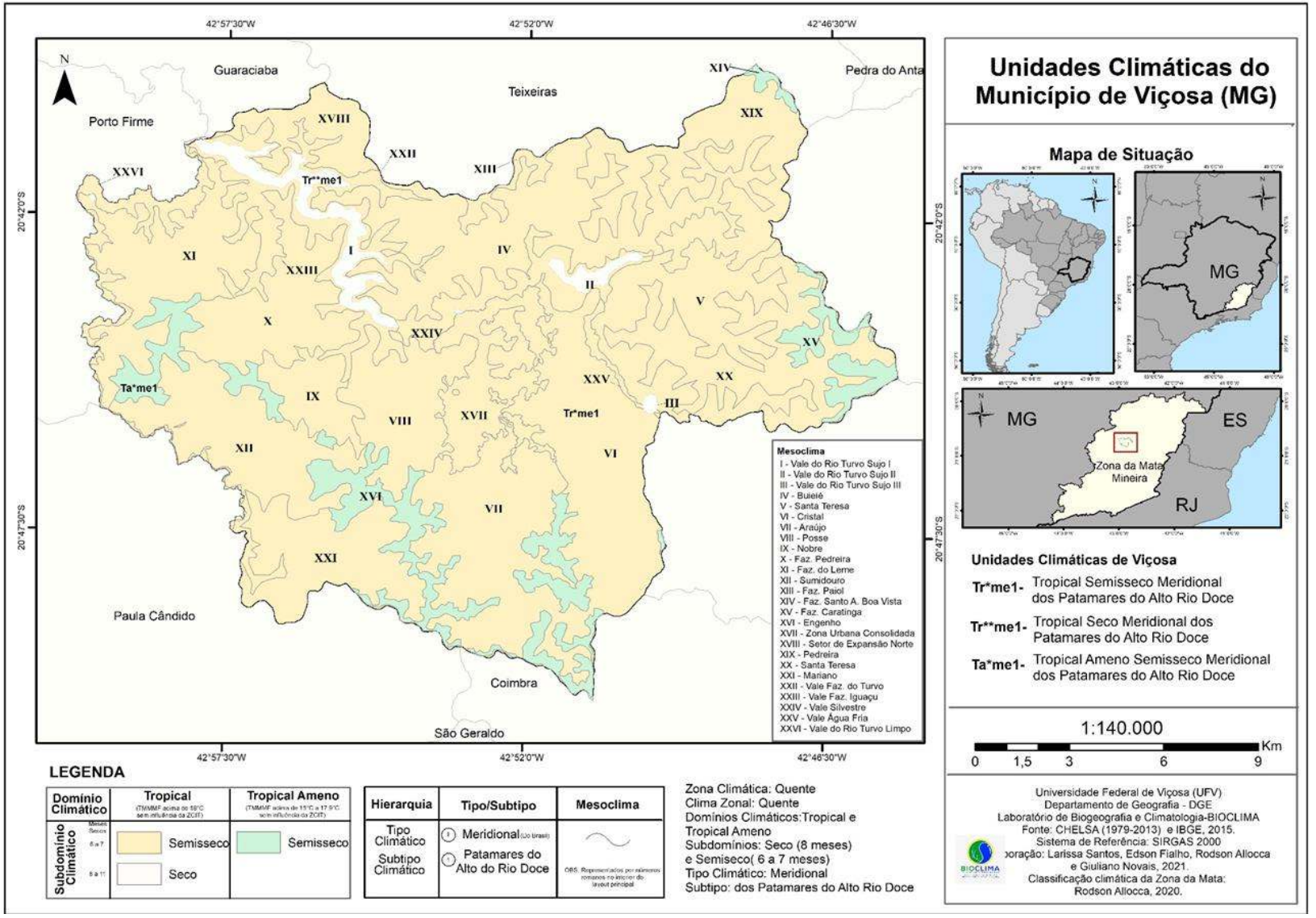
Figura 7 – Precipitação do mês de julho em Viçosa-MG (1979-2013).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na Figura 8 há o mapa de unidades climáticas delineados para Viçosa, abarcando as demais hierarquias, sendo elas os Domínios climáticos, definidos a partir da TMMMF, e a atuação de sistemas de circulação atmosféricos, Subdomínios Climáticos, caracterizados a partir da quantidade de meses secos, ou seja, por meio do cálculo da Evapotranspiração Potencial, Tipos, delineados a partir do relevo, vegetação, TMMMF e a atuação dos sistemas atmosféricos, Subtipos Climáticos, a partir da localização no território brasileiro, com nomenclatura com base geomorfológica.

Figura 8 – Mapa de Unidades Climáticas do Município de Viçosa (MG).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Nessa classificação climática, o mesoclima não é uma ordem de grandeza intermediária entre o Macro e Microclima, e sim, a sétima hierarquia de escala climática local, delimitados por feições geográficas ou antrópicas de destaque na paisagem, que interferem no fluxo energético (serras, linhas de cumeada, topos de planaltos, vales abertos e encaixados, áreas de mata, zonas urbanas, dentre outras).

A primeira unidade climática para Viçosa (MG), ao nível de domínio a subtipo, é denominada Tropical semisseco Meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, com 89,3% da área municipal, entre o vale do rio Turvo Sujo e os espigões de maior elevação, seguida pelo Tropical seco dos Patamares do Alto Rio Doce com 2,5% e o Tropical ameno, com 24,4% de extensão.

O Domínio Climático é o Tropical, que se caracteriza por possuir uma TMMMF igual ou maior que 18,0^{0}C, com atuação direta da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), Anticiclone Polar Sul (APS), sem a Influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Subdomínio semisseco, com 6 a 7 meses secos anuais (abril a setembro/outubro), Tipo Climático meridional e subtipo compreendido em Patamares do Alto do Rio Doce, que abarcam toda a área de estudo e, se repetem nas demais unidades.

O tipo meridional se estende para as localidades do Brasil que obtiveram pelo menos 1 geada (Temperatura mínima absoluta abaixo de 3,5^{0}C) em um período de 30 anos. Em Viçosa, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia e Estatística (INMET), estação fixada dentro do campus da Universidade Federal de Viçosa, registrou-se temperatura absoluta mínima de 3,0^{0}C no dia 27 de julho de 1996, enquadrando o município a categoria de Meridional.

O Subtipo Climático foi definido a partir da base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia, que delineou a compartimentação Geomorfológica para o Brasil, e nos patamares da Bacia do Rio Doce definiram uma unidade de relevo, sendo os Patamares do Alto Rio Doce, enquadrando o município de Viçosa.

A segunda unidade climática, Tropical seco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, compreende pequenas porções acompanhando o percurso do vale do Rio Turvo Sujo nas porções de menor altitude do município. Nessa unidade encontra-se o Domínio Tropical, com

temperaturas acima de 18,0^{0}C, Subdomínio classificado Seco (8 a 11 meses secos), com 8 meses secos ao ano nessas pequenas áreas de Viçosa.

A terceira unidade que compreende a hierarquia de Domínio a Subtipo é o Tropical ameno semisseco dos Patamares do Alto Rio Doce. Essa unidade compreende as porções de maior altitude do município, em convergência com as áreas de espigões de maior elevação. O Domínio climático é o Tropical Ameno, com TMMMF de 15,0^{0}C a 17,9^{0}C com atuação direta da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), Anticiclone Polar Sul (APS), sem a Influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Subdomínio semisseco, com 6 e 7 meses secos ao ano.

Para o município foram delimitados 26 mesoclimas, tendo 1 específico para a área urbana, definido a partir da análise e convergência dos dados de relevo, TMMMF, distribuição da precipitação, meses secos e uso e cobertura da terra. Sendo ainda acrescido em cada unidade dados de déficit e excedente hídrico para melhor caracterização, que foram definidos a partir da seleção de 4 pontos dentro de cada mesoclima, a partir das diferenças de altitude para retirar os dados do balanço hídrico climatológico.

No Quadro 3 estão apresentadas as características das unidades mesoclimáticas delineadas, evidenciando suas particularidades. Essas dão continuidade a nomenclatura das três unidades descritas anteriormente a partir do Subtipo Climático, sendo representadas pelos algarismos romanos e, na Figura 8, estão as nomeações de cada, quais foram definidas a partir do georreferenciamento da carta topográfica do IBGE, folha de Viçosa e Teixeiras, para o reconhecimento de comunidades, picos, fazendas, que pudessem dar suporte a identificação nominal de cada pequena unidade dentro do município.

Ao realizar uma comparação entre outros tipos de classificação, como a de Rizzini e Pinto (1964), Viçosa pertence inteiramente ao clima subúmido. Na classificação de Köppen-Geiger, é Cwa (Clima subtropical de inverno seco), que abrange a totalidade do município. Na proposta de Nimer (1972), o município estaria inserido dentro do Clima Tropical Semiúmido do Brasil Central. E o mesmo para Fialho (2021a), que identificou uma unidade climática em Viçosa na escala topoclimática (relacionada a topografia), denominada II (Alto do Rio Doce). Portanto, em nenhuma dessas classificações citadas a quantidade de unidades climáticas identificadas para o município é apenas uma.

Quadro 3 – Caracterização dos Mesoclimas em Viçosa-MG.

Mesoclima	Uso e cobertura da terra	Altitude (m)	TMMMF (°C)	Exc. Hid. (mm)	Def. Hid. (mm)	Pluv. (mm)	Meses Secos
I	FF, MP, PA, MC	592 - 675	18,3 - 18,9	141,3-360,2	145,3-191,9	1080-1318	8,0
II	FF, MP, PA	635 - 745	18,5 - 18,6	90,5-106,0	193,7-205,6	1028-1050	8,0
III	MP, PA, OV, AU	650 - 670	18,5	127,1	192,9	1075,0	8,0
IV	FF, FP, MP, PA, AU	655 - 780	18,0 - 18,7	190-196,5	163,9-171,4	1140-1152	6,7
V	FF, MP, PA, AU	655 - 760	18,1 - 18,6	141,9-392,4	122,3-184,3	1089-1360	6,7
VI	FF, FP, MP, PA, AU	655 - 815	17,9 - 18,6	185,5-397,9	117,5-175,6	1144-1449	6,7
VII	FF, MP, PA, AU, RL	660 - 850	17,9 - 18,4	388-521,6	106,9-140,7	1359-1500	7,0
VIII	FF, FP, MP, PA, AU	655 - 815	17,9 - 18,7	285,6-468,9	124,2-161,7	1257-1453	7,0
IX	FF, FP, MP, PA	655 - 785	17,9 - 18,5	442,4-489,2	125,3-130,3	1427-1487	7,0
X	FF, FP, MP, PA	655 - 835	18,0 - 18,5	455,5-538,6	109,7-130,5	1433-1523	6,0
XI	FF, FP, MP, PA	655 - 820	17,7 - 18,5	277,6-509,8	124,1-176	1239-1489	6,7
XII	FF, FP, MP, PA	655 - 820	17,7 - 18,5	315,1-399,6	127-148,6	1267-1358	6,7
XIII	FF, MP, PA	725 - 820	18,0 - 18,3	332,2-398,9	128-143,5	1290-1366	6,0
XIV	FF, MP, PA	750 - 840	17,9	518,4	100,7	1494,0	6,0
XV	FF, FP, MP, PA	740 - 895	17,8 - 18,1	463,6-543,2	95,9-109,5	1427-1522	6,0
XVI	FF, FP, MP, PA	700 - 965	17,7 - 18,2	441,4-542,7	94,5-130,3	1419-1508	6,0
XVII	MP, AU	655 - 790	18,1 - 18,7	232,9-377	139,3-172,2	1200-1346	6,0
XVIII	FF, MP, PA	655 - 834	18,2 - 18,7	141,3-360,2	145,3-191,9	1080-1318	7,8
XIX	FF, FP, MP, PA	700 - 825	17,9 - 18,4	310,9-518,4	100,7-135,1	1270-1494	6,7
XX	FF, FP, MP, PA	700 - 825	17,9 - 18,6	185,5-248,2	151,6-169,4	1133-1190	6,7
XXI	FF, FP, MP, PA	670 - 815	17,7 - 18,4	339,1 - 377,9	133,1 - 143,2	1292-1331	6,0
XXII	FF, MP, PA, MC, OV	615-690	18,3-18,8	156,5-176,6	176,3-192,4	1098-1120	7,0
XXIII	FF, FP, MP, PA, MC	600-660	18,3-18,9	152,5-441,5	128,6-200,3	1115-1426	6,7
XXIV	FF, MP, PA, MC, AU	615-695	18,5-18,7	110,5-185,6	175,6-197,8	1066-1144	6,7
XXV	FF, MP, PA, OV	640-660	18,5-18,6	142,7-171,2	184,2-191,1	1094-1133	7,0
XXVI	FF, MP, PA	600-645	18,4-18,8	237,5-292,9	171,6-187,5	1218-1253	6,7

Legenda: Uso e cobertura da terra: FF= Formação Florestal; FP=Floresta Plantada; PA= Pastagem; MC= Mosaico de Colheitas; MP= Mosaico de agricultura e pastagem; OU= Outra área não vegetada; AU= área urbana.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na classificação de Novais (2019) há identificação de três unidades: Tr*me1* (Tropical semisseco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce); Tr**me1* (Tropical seco meridonal dos Patamares do Alto Rio Doce) e Ta*me1* (Tropical ameno semisseco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce), que são hierarquicamente inseridos em uma Zona climática: quente, em um clima Zonal: quente, com a existência de dois domínios (Tropical e Tropical ameno), no qual apresenta dois subdomínios: Seco (8 meses); semisseco (6 a 7 meses), um Tipo climático: Meridional e um Subtipo: Patamares do alto Rio Doce (nomenclatura utilizada,

com base na geomorfológica) e 26 unidades mesoclimáticas, como pode ser visualizado na Figura 8.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de classificações climáticas têm como objetivo subsidiar as atividades humanas, que necessitam de informações no processo de compreensão da variabilidade dos padrões climáticos de um dado lugar, com a finalidade de produzir conhecimento e proporcionar uma maior possibilidade de previsibilidade sobre uma atmosfera invisível e ainda desconhecida.

Um dos limites do uso de sistemas de classificação climática, elaborados para atender a escala global, é que estes não refletem de modo satisfatório a variabilidade espacial dos atributos climáticos em escalas inferiores. Apesar de empregarem dados observacionais locais, a metodologia de tais sistemas utilizam uma generalização, condizente à escala global.

Neste sentido, o modelo de classificação utilizado destaca-se por possibilitar, a partir do uso de dados de reanálise da plataforma CHELSA, a espacialização de alta resolução, permitiu a realização da classificação para o município de Viçosa-MG, partindo do clima Zonal, que ocupa a primeira grandeza, seguido pelos domínios, subdomínios, tipos, subtipos e mesoclimas. Sendo que esse último pode ser delimitado em unidades topoclimáticas (aqui me refiro ao topo=Lugar) estão em aberto, sendo possível utilizar métodos complementares, como os que estão sendo realizados nos trabalhos de clima urbano, com vistas a espacialização das unidades climática urbanas, conforme as técnicas utilizadas e descritas por Fialho (2018), Fialho *et al*. (2019) e Amorim (2019).

O sistema climático de Novais viabiliza alcançar as escalas inferiores até o nível hierárquico mesoclimático, partindo das escalas superiores. Com base na proposta de Novais (2019), Viçosa apresenta três unidades climáticas, diferente dos demais sistemas de classificação, utilizados na escala de Brasil ou Minas Gerais, que identificam apenas uma.

As unidades identificadas foram: Tropical semisseco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, que recobre 89,3% do município; Tropical seco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, que equivale a 2,5% da área e o Tropical Ameno semisseco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, que se estende por 24,4% da porção territorial e abrange os espigões, com elevação superior a 650m de altitude. Tal espacialização permite corroborar a

importância da geomorfologia no processo de delimitação das unidades climáticas, na escala de tipo e subtipo, permitindo uma melhor identificação das unidades, bem como, sua caracterização e descrição analítica, além de eliminar o problema do surgimento de climas iguais em locais diferentes, inseridos na mesma área de estudo.

No caso de Viçosa, o clima Tropical semisseco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, que recobre grande parte do município, demonstra uma forte relação com o domínio de mar de morros (compreendida entre 600-700m), que situa-se em área de planalto dissecado de Viçosa, e o Tropical Ameno semisseco meridional dos Patamares do Alto Rio Doce, situado nos espigões (entre 701 e 965m), localizados na porção sudoeste do município, nas proximidades da divisa com o municípios de Paula Cândido.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editora, 2003. 159p.

ACSELARD, H. (Org.). **Conflitos Ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Fundação Heinrich Böll, 2004. 294p.

ALLOCCA, R. A.; MOREIRA, J. S.; J.; SILVA, M. A. S.; MARINHO, M, R.; SILVA, W. M. Proposta de delimitação de unidades climáticas para a região da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa-MG, v. 21, n. 1. 25p. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/12014/6708>. Acesso em: 25 jan. 2022.

ALLOCCA, R. A.; OLIVEIRA, W. D.; FIALHO, E. S. Delimitação de domínios e subdomínios climáticos para o município de Ponte Nova, Minas Gerais. in: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 14, João Pessoa, ***Anais...,*** Paraíba, UFPB, 2021. p. 1512-1525. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/354126544_DELIMITACAO_DE_DOMINIOS_E_SUBDOMINIOS_CLIMATICOS_PARA_O_MUNICIPIO_DE_PONTE_NOVA_MINAS_GERAIS>. Acesso em 1 fev. 2022.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPROVEK, G. Koppen´s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin-ALE, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf?_ga=2.96631199.109345086.1648841896-963512193.1648841895>. Acesso em: 2 abr. 2022.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados-MS, Edição Especial do XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p. 22-46, 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14136>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ANAS, H.; YOUNESS, E. M.; HALIMA, Y.; NAWAL, A.; MOHAMED C. Novel climate classification based on the information of solar radiation intensity: An application to the climatic zoning of

Morocco, **Energy Conversion and Management**, London-ING, v. 247, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114770.>. Acesso em: 16 fev. 2022.

ARMOND, N. B; SANTANNA NETO, J. L. A climatologia dos geógrafos e a produção científica sobre classificação climática: um balanço inicial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 12, Goiânia. ***Anais...,*** Goiás, UFG 2016, 12p. Disponível em: <http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_1/trabalho%20(1).pdf>. Acesso em: 24 mar. 2022.

AYOADE, J. O. On the Use of Multivariate Techniques in Climatic Classification and Regionalization. **Archiv fur Meteorologie, Geophysik um Bioklimatologie serie b.,** Berlin-GER, v. 24, . 4, p. 257-267, 1976. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02263458.>. Acesso em: 16 fev. 2022.

BALLING, R.C. Classification in climatology. In: GAILE, G. L. AND WILLMOTT, C.J. (Ed). **Spatial statistics and models. Hingham**, MA: D. Reídel Publishing, 1984. p. 81-108. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-3048-8_5.>. Acesso em: 16 fev. 2022.

BARBIÉRE, E. B. Ritmo climático e extração do sal em Cabo Frio. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro-RJ, v.37, n.4, p. 23-109, 1975. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1975_v37_n4.pdf >. Acesso em: 23 mar. 2022.

BARBIÉRE, E. B. Fator climático nos sistemas territoriais de recreação. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 43, n. 2, p. 145-265, 1981. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1981_v43_n2.pdf >. Acesso em: 23 mar. 2022.

BOGNOULS, F., GAUSSEN, H. Estação seca e índice xerotérmico. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro-RJ, v. 20, n. 169, 1962. (Traduzido por Ruth Simões Bezerra dos Santos). Disponível em https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg_1962_v20_n169_jul_ago.pdf. Acesso em: 23 mar. 2022.

CHELSA – Climatologies at high resolution for the earth´s land surface áreas. **Reanalysis data.** Version 2.1. Disponível em: <https://chelsa-climate.org/downloads/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT´ANNA NETO, J. L. Climate change evidence in Brazil from Kõppen´s climate anual types frequency. **International Journal Climatology**, London-ING, v. 39, n. 3, p. 1446-1456, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/joc.5893>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ESRI. **ArcGIS**. Licença Estudantil. Disponível em: < https://www.img.com.br/pt-br/arcgis/produtos/arcgis-online/visao-geral>. Acesso em: 28 ago. 2021.

FERNANDES, L. A.; BRANDÃO, L. P.; FIALHO, E. S. The Relationship betweenthe geoecological and anthropic aspects for the conformation of the urban climate of Viçosa-MG in the synotic situation of stability in 2015. **Climate**, Basel-SUI, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2225-1154/5/2/35>. Acesso em: 27 ago. 2021.

FIALHO, E. S. Unidades climáticas urbanas: o caso da Ilha do Governador-RJ. **Revista de Ciências. Humanas**, Viçosa-MG, v. 10, n. 1, p. 26-46, 2010. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/13107/1/artigo2vol10-1.pdf >. Acesso em: 16 jun. 2020.

FIALHO, E. S. O clima urbano e sua contribuição ao planejamento da cidade por meio da elaboração de mapas climáticos**.** In**:** OSCAR JUNIOR, C. S.; ARMOND, N. B. (Orgs).: **A climatologia geográfica no Rio de Janeiro**: reflexões, metodologias e técnicas para uma agenda de pesquisa - Curitiba: Appris, p. 21-43, 2018, 273p. Disponível em<https://www.researchgate.net/publication/343141337_O_CLIMA_URBANO_E_SUA_CONTRIBUICAO_AO_PLANEJAMENTO_DA_CIDADE_POR_MEIO_DA_ELABORACAO_DE_MAPAS_CLIMATICOS>. Acesso em: 25 mar. 2022.

FIALHO, E. S.; FERNANDEZ, L. A.; CORREA, W. S. C. Climatologia urbana: conceitos, metodologias e técnicas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 15 – Edição Especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Dourados-MS, p. 47-85, 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14137/7370>. Acesso em: 3 fev. 2022.

FIALHO, E. S. Topoclimatologia: Estudo de caso do transect Ponte Nova-Ubá, na Zona da Mata Mineira. **Humboldt** - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente, Rio de Janeiro-RJ, v. 1, n. 2, 2021a, 34p. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/humboldt/article/view/57374>. Acesso em: 3 fev. 2022.

FIALHO, E. S. Experimentos climáticos realizados pelo BIOCLIMA da UFV na Zona da Mata Mineira. in: CHRYSOSTOMO, M. I.; FARIA, A. L.; IORIO, G. S. (orgs.).: **Espaço, Dinâmicas territoriais e apropriações**. Editora UFV, Viçosa-MG, p. 169-194, 2021b. 280p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/351101363_Experimentos_climaticos_realizados_pelo_BIOCLIMA_da_UFV_na_Zona_da_Mata_Mineira>. Acesso em: 10 mar. 2022.

HERNANDREZ, O. H. A. Utilización de una clasificación climática para modelar la distribución de las plantas. **Revista Climatología**, Santiago do Chile-CHL, v. 19, p. 27-39, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7412280&orden=0&info=link>. Acesso em: 1 fev. 2022.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/vicosa/panorama>. Acesso em: 25 fev. 2022.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. IBGE Cidades 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/vicosa>. Acesso em: 25 fev. 2022.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações Automáticas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTUxMA==>. Acesso em: 17 mar. 2022.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 17 mar. 2022.

JARDIM, C. H. **Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas.** 2007. 338f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, 2007. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/287399>. Acesso em: 1 fev. 2022.

JARDIM, C. H. Aspectos multiescalares e sistêmicos da análise climatológica. **Geografias**, Belo Horizonte-MG, Número Especial III SEGEO, p. 40-52, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13480 >. Acesso em: 3 fev. 2022.

JURCA, J. **Classificações climáticas: variações temporo-espaciais e suas aplicações nos livros didáticos e como subsídio ao zoneamento agroclimático**. 100f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2005. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92837/jurca_j_me_prud.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 2 abr. 2022.

KARGER, D.N., CONRAD, O., BÖHNER, J., KAWOHL, T., KREFT, H., SORIA-AUZA, R.W., ZIMMERMANN, N.E., LINDER, P., KESSLER, M. Climatologies at high resolution for the Earth land surface areas. **Scientific Data. v.** 4 20p. 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata2017122>. Acesso em: 17 dez 2021.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

GRIFFITHS, J. F. Climatic classification. **International Journal of Environmental Studies**, London-ING v. 20, n. 2, p. 115-125, 1983. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00207238308710025>. Acesso em: 26 jan. 2022.

LUND, R.; LI, B. Revisiting climate region definitions via clustering. **Journal of Climate,** New York-EUA, v. 22, n. 7, p. 1787–1800, 2009. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/22/7/2008jcli2455.1.xml>. Acesso em: 16 fev. 2022.

MACHADO, L. **Análise das relações superfície-atmosfera na bacia hidrográfica do rio das velhas em uma perspectiva multiescalar**: proposta de síntese. 217f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2021.

MAPBIOMAS - Projeto de mapeamento anual da Cobertura e uso do solo no Brasil. **Coleção 4.0**. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 23 mar. 2022.

MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática. **Revista Geográfica**, Instituto Pan-Americano de Geografia e História. São Paulo-SP, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40996656>. Acesso em: 7 mai. 2020.

MONTEIRO, C. A. F. Sôbre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geográfica**, Brasília-DF, v. 33, n. 61, p. 59-69, 1964. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40991792>. Acesso em: 26 jan. 2022.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima urbano**. IGEOG-USP, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1975. Disponível em: <http://www.abclima.ggf.br/arquivos/obrasclimatologia/29/TEORIA%20E%20CLIMA%20URBANO_LD_1975.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2021.

NETZEL, P.; STEPINSKI, T. On using a clustering approach for global climate classification. **Jornal of Climate**, New York-EUA, v. 29, n. 9, p. 2287-3401, 2016. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/29/9/jcli-d-15-0640.1.xml>. Acesso em: 16 fev. 2022.

NIMER, E. Ensaio de um novo método de classificação climática: contribuição à climatologia intertropical e subtropical, especialmente do Brasil. **Boletim de Geografia**. Rio de Janeiro-RJ, v. 31, n. 277, p.141-153, 1972. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg_1972_v31_n227_mar_abr.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2022.

NOVAIS, G. T.; BRITO, J. L. S.; SANCHES, F. O. Unidades climáticas do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados-MS, v. 23, n. 1, p. 223-243, 2018. Disponível em: < https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14093/7332>. Acesso em: 2 abr. 2022.

NOVAIS, G. T. **Classificação climática aplicada ao bioma Cerrado**. 184f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2019. Disponível em:<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26606>. Acesso em: 2 fev. 2022.

NOVAIS, G. T.; PIMENTA, J. S. Unidades climáticas do município de Formosa (GO): climas zonais, domínios, tipos e subtipos climáticos. In: SIMPÓSIO BBRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 14, João Pessoa, ***Anais...,*** Paraíba, UFPB, 2021. p. 1228-1241. Disponível em: <https://www.xivsbcg.com/_files/ugd/9ff9b8_a0d883a74de94f71909621a117693c1d.pdf >. Acesso em: 1 fev. 2022.

NOVAIS, G. T. Mesoclimas do Município de Prata (MG). **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados-MS, v.28, p. 8-27, 2021a. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14337 >. Acesso em: 1 fev. 2022.

NOVAIS, G. T. Unidades climáticas do município de Uberlândia (MG). **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa-MG, v. 21, n. 1. 18p., 2021b. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/11735/6710> Acesso em: 25 jan. 2022.

OLIVEIRA, W. D.; ALLOCCA, R. A. Classificação climática de Serra-ES. In: SIMPÓSIO BBRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 14, João Pessoa, ***Anais...,*** Paraíba, UFPB, 2021. p. 1699-15713.

Disponível em: <https://www.xivsbcg.com/_files/ugd/9ff9b8_a0d883a74de94f71909621a117693c1d.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2022.

OLIVER, J. E. A genetic approach to climatic classification. **Association of American Geographers**, New York-EUA, v. 60, n. 12, p. 615-637, 1970. Disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8306.1970.tb00750.x>. Acesso em: 26 jan. 2022.

OLIVER, J. E. The history, status and future of climatic classification. **Physical Geography**, London-ING, v. 12, n. 3, p.231-251, 1991. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02723646.1991.10642430>. Acesso em 26 jan. 2022.

PAULA, K. A. O processo de verticalização na zona central da cidade de Viçosa-MG: Uma análise a partir da expansão da Universidade Federal de Viçosa e do seu impacto na estruturação do espaço urbano. **Revista GeoTextos**, Salvador-BA, v. 15, n. 1, p. 65-87, 2019. Disponível em: <https://cienciasmedicasbiologicas.ufba.br/index.php/geotextos/article/viewFile/30473/19134>. Acesso em: 30 mar. 2022.

PIMENTA, J. S.; NOVAIS, G. T. Sugestões de meso-topoclimas par ao município de Formosa (GO): Aplicação da menor hierarquia da classificação climática de Novais. In: SIMPÓSIO BBRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 14, João Pessoa, ***Anais...,*** Paraíba, UFPB, 2021. p. 1243-1255. Disponível em: <https://www.xivsbcg.com/_files/ugd/9ff9b8_a0d883a74de94f71909621a117693c1d.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2022.

RIZZINI, C. T.; PINTO, M. M. Áreas climático-vegetacionais do Brasil segundo os métodos de Thornthwaite e de Mohr. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 26, n. 2, p. 523-547, 1964. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1964_v26_n4.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2022.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul**: variabilidade, tendências e tipologia. 240f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/32620 >. Acesso em: 28 mar. 2022.

RUIDIA-GÓMES, K. S.; CACANTE-CABALLERO, J. V. Desenvolvimento histórico do conceito de qualidade de vida: uma revisão da literatura. **Revista Ciencia y Cuidad**, Cúcuta-COL, v. 18, n. 3, p. 86-99, 2021. Disponível em <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/cienciaycuidado/article/view/2539/3376>. Acesso em: 21 mar. 2022.

SENTELHAS, P.C., ROLIM, G.S., BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS, v. 6, n.1, p133-137, 1998. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/agmfacil/artigos/artigos_sentelhas_1998/1998_RBAgro_6(1)_133-137_PlanilhasBH.pdf >. Acesso em: 25 fev. 2022.

SILVA, C. B.; SANTÁNNA NETO, TOMMASELLI, J. T. G.; PASSOS, M. M. Dinâmica atmosférica e análise geoestatística do Clima da área de integração paisagística "raia Divisória" SP/PR/MS: uma proposta de tipologia Climática. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados-MS v. 2, n. 2, p. p. 53-70, 2006. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13503>. Acesso em: 25 ago. 2021b.

SPAROVEK, G., LIERB, Q. J. V.; DOURADO NETO, D. Computer assisted Koeppen climate classification: a case study for Brazil. **International journal of climatology**, New York-EUA, v. 27, n. 10, p. 257–266, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/joc.1384>. Acesso em: 16 fev. 2022.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

USGS**.** Landsat 8 (L8) Data Users Handbook - *Section 1.* 2016. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov//l8handbook_section1.php>. Acesso em: 25 mar 2022.

TOLEDO, G. S. **Tipos de tempo e categorias climáticas na Bacia do Alto Tietê (1968)**: Ensaio Metodológico. 142f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo-SP, 1973.

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata, de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 20, n. 1, p. 3-82, 1958. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1958_v20_n1.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul**: estudo geográfico com vista à regionalização climática [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 212 p. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/qx8r5/pdf/zavattini-9788579830020-07.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

YAO, C. S. A new method of cluster analysis for numerical classification of climate. **Theoretical and Applied Climatology,** London-ING, v**.** 57, n. 3, p. 111–118, 1997. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00867982>. Acesso em: 16 fev. 2022.

ZOTANO-GOMEZ, J.; MANZANARES, J. A.; IBARA, E. M.; COBO, J. A, O. Applying the technique of image classification to climate science: the case of Andalusia (Spain). **Geographical Research,** London-ING v. 54, n. 4, p. 461–470, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1745-5871.12180>. Acesso em: 16 fev. 2022.