



ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO DE 2008 A 2019 EM VIÇOSA (MG): SUBSÍDIOS PARA A GESTÃO DO TERRITÓRIO

Cinthia Maria Amaral ¹
José Oliveira de Almeida Neto ²
Daiane Evangelista de Oliveira ³
Isabela Belmira Santos Giarola ⁴
Débora Couto de Assis ⁵

Ações antrópicas sobre o meio ambiente

Resumo

O presente artigo propõe analisar os dados históricos meteorológicos de acumulados de precipitação e discorrer sobre os reflexos desta variabilidade climática enquanto subsídio à gestão do território, buscando investigar tendências, distribuição e os efeitos de sua sazonalidade. Para tal, foram utilizadas séries meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), tendo como recorte temporal os anos entre 2008-2019 e como unidade espacial de análise o município de Viçosa (MG). A metodologia empregada consistiu na criação de uma base de dados, na aplicação de parâmetros estatísticos e na confecção de gráficos e tabelas, utilizando o editor de planilhas *Microsoft Excel*. Como resultados, constatou-se que há uma variabilidade na distribuição temporal das chuvas e que estas vêm apresentando, para o período analisado, uma tendência a diminuição. Tal fato vem repercutindo na dinâmica e gestão da população do município, o qual tem decretos publicados pela prefeitura municipal, visando diminuir os impactos proveniente das estiagens.

Palavras-chave: Precipitação; Anos Atípicos; Análise Episódica; Tendências.

¹Aluna de Doutorado em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Geociências - Departamento de Geografia, cinthiaamarall@gmail.br

² Aluno de Mestrado em Tecnologia Nuclear - Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Centro de Metrologia das Radiações (CMR), almeida.jose@usp.br

³Aluna de Doutorado em Geografia - Universidade Estadual de Londrina - Instituto de Ciências Exatas - Departamento de Geociências, daiane.evangelista.oliveira@gmail.com

⁴Aluna de Doutorado em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Geociências - Departamento de Geografia, isagiarola@ufrj.br

⁵Aluna de Doutorado em Geografia - Universidade Federal de Minas Gerais - Instituto de Geociências - Departamento de Geografia, cassis.debora@gmail.com



INTRODUÇÃO

A complexidade da dinâmica atmosférica e a diversidade climática do Brasil acarretam desafios para diversos estudos e análises em Climatologia, uma vez que o clima é um dos elementos intrínsecos a caracterização e ordenamento das paisagens. O conhecimento da interação atmosfera-superfície, por sua vez, possibilita melhor compreensão do processo de transformação da paisagem, além de aprofundar a reflexão sobre a relação homem-meio, pois os estudos do clima se realizam a partir das dimensões espacial (escalas macroclimática, mesoclimática e microclimática) e temporal (escalas geológicas, históricas e contemporâneas), as quais podem, inclusive, serem utilizadas conjuntamente (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Esta variabilidade climática, marcada pelas alterações, variações e oscilações periódicas naturais no clima, tem ganhado destaque nas últimas décadas devido ao seu mecanismo inerente às mudanças climáticas, estando, conceitualmente, ligada a explicações de ciclicidade, padrões atmosféricos e periodicidades do fenômeno climático (NASCIMENTO JÚNIOR, 2017). Nunes e Lombardo (1995, p. 21), ainda acrescentam que “embora a variabilidade seja uma componente conhecida da dinâmica climática, seu impacto, mesmo dentro de limites esperados, pode ter reflexos significativos nas mais diversas atividades humanas, como agropecuária, indústria e produção de energia”.

A caracterização da distribuição das chuvas na superfície terrestre, por exemplo, pode ser compreendida através de vários fatores e vieses, como a concentração, volume e duração de um evento pluviométrico, bem como sua distribuição ao longo do tempo e espaço. Associadas a outras variáveis do meio físico afetam em diferentes magnitudes a esfera socioambiental, como em processos de movimentos de massa, inundações, estiagens, geadas, entre outros, e são, quando atípicas climaticamente, chamadas de excepcionalidades (MONTEIRO, 1991). Estas impactam diretamente a vida das pessoas, sobretudo aquelas de maior vulnerabilidade social, de tal forma que, apesar dos avanços tecnológicos e maior conhecimento científico das forças naturais, a sociedade contemporânea ainda permanece muito vulnerável a alguns eventos, sobretudo os de origem meteorológica (BRANDÃO, 2013).

Os eventos extremos de chuva podem potencializar e gerar desastres socioambientais, seja na perspectiva dos anos chuvosos ou dos anos secos. Enquanto os anos secos, caracterizados pelo decréscimo no acumulado de chuva ou (des)concentração, repercutem em preocupações atreladas às crises hídricas agravadas por períodos longos de estiagem combinadas com a má gestão dos recursos hídricos; os anos chuvosos apresentam maior probabilidade a ocorrência de inundações e movimentos de massa.

Neste contexto, a partir da necessidade, importância de caracterização, conhecimento e compreensão das questões climáticas, o presente estudo objetiva a identificação da distribuição temporal dos acumulados de precipitação (série dos anos de 2008-2019) e os reflexos desta variabilidade climática enquanto subsídio à gestão do território, buscando investigar as tendências, a distribuição das chuvas e os efeitos da sazonalidade no município de Viçosa (MG).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Viçosa, Minas Gerais, está localizado na porção noroeste da mesorregião da Zona da Mata Mineira (**Figura 1**), cerca de 220 km da capital Belo Horizonte. Possui uma área de 299,4 km² e uma população estimada em 79.388 habitantes (IBGE, 2020). Conta ainda com uma população flutuante de aproximadamente 20.000 estudantes vindos de outras localidades atraídos pela Universidade Federal de Viçosa e outras instituições de ensino (CENSUS, 2014).

Inser-se no Complexo Mantiqueira e no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morro, outrora recobertos por vegetação do bioma Mata Atlântica, do tipo Floresta Estacional Semidecidual Montana que, ao longo dos séculos, foi sendo substituída por pastagem, culturas de café e cana-de-açúcar (CPRM, 2011; AB'SÁBER, 2012; IBGE, 2012; GRADIM *et al.*, 2014).

O município é pertencente à bacia hidrográfica do rio Doce e tem, como principais cursos d'água, o rio Turvo Sujo e seu afluente da margem esquerda o ribeirão São Bartolomeu, na área urbana central. As águas captadas do rio Turvo Sujo abastecem cerca de 35% da população Viçosense e as do ribeirão São Bartolomeu cerca de 65% (FONTES *et al.*, 2006).

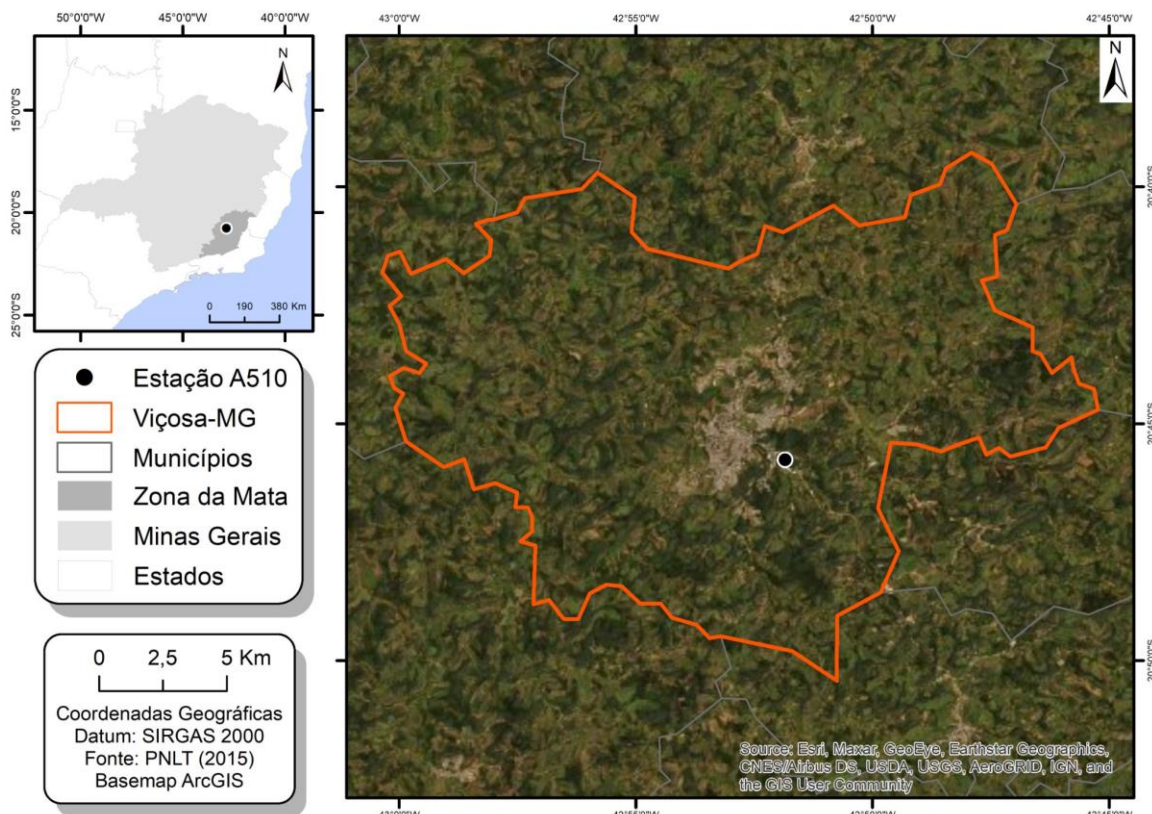


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo. Elaborado pelos autores (2021).

O clima da região é classificado como Tropical de Altitude, tendo como característica invernos mais secos e frios e verões chuvosos e quentes (NIMER, 1989). Tal configuração climática é resultado da posição geográfica do município, que atrelada ao modelado do relevo e a ação de uma dinâmica climática marcada pela atuação das massas de ar Tropical atlântica (mTa) e Polar atlântica (mPa) e aos padrões de cobertura da terra produzem tipologias climáticas caracterizadas por uma sazonalidade bem definida. Também as Linhas de Instabilidade atmosférica (LI's) e a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nos finais da Primavera e Verão são perturbações atmosféricas que favorecem para a caracterização do tipo climático registrado (SANT'ANNA NETO, 2005).

METODOLOGIA

O conjunto de métodos, técnicas e procedimentos metodológicos utilizados no trabalho são expostas e apresentadas abaixo em dois eixos, sendo eles: i) obtenção e tratamento dos dados e; ii) análises estatísticas e gráficas.

i) **Obtenção e tratamento dos dados.**

A rede de monitoramento de dados meteorológicos vem sendo expandida paulatinamente e séries históricas longas e completas auxiliam a compreensão do ritmo climático em nível regional com maior acurácia. A discussão de dados de novas estações pluviométricas, com séries históricas curtas, subsidia uma interpretação de processos que atuam em escala local e que afetam diretamente a população.

Neste contexto, foram obtidos os dados da estação meteorológica automática ‘A510’ do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, que registram informações a partir de 2006. Os anos 2006 e 2007 foram excluídos do recorte temporal do trabalho por possuírem muitos dias faltosos e o recorte temporal foi, então, definido de 2008 a 2019. Tais dados foram tabulados e organizados no *software* Microsoft Office Excel 365. Os dados cartográficos utilizados no trabalho foram manipulados no *software* ArcGIS 10.3.

ii) **Análises estatísticas e gráficas**

A estatística descritiva compôs a análise preliminar da variabilidade temporal da precipitação, através da caracterização dos valores médios, mínimos e máximos dos acumulados anuais de precipitação. Dados anuais, mensais e diários foram analisados.

Os acumulados anuais são apresentados na forma gráfica com uma curva de tendência logarítmica. A análise da sazonalidade foi proposta através da descrição da participação de cada estação do ano em relação ao acumulado anual. Foram considerados os períodos de Verão (21 de dezembro a 20 de março do ano seguinte); Inverno (21 de junho a 22 de setembro); e as estações de transição, Primavera e Outono. Tal recorte permitiu identificar como as chuvas tendem a se distribuir.

A identificação da frequência dos dias secos consecutivos levou em conta os dias



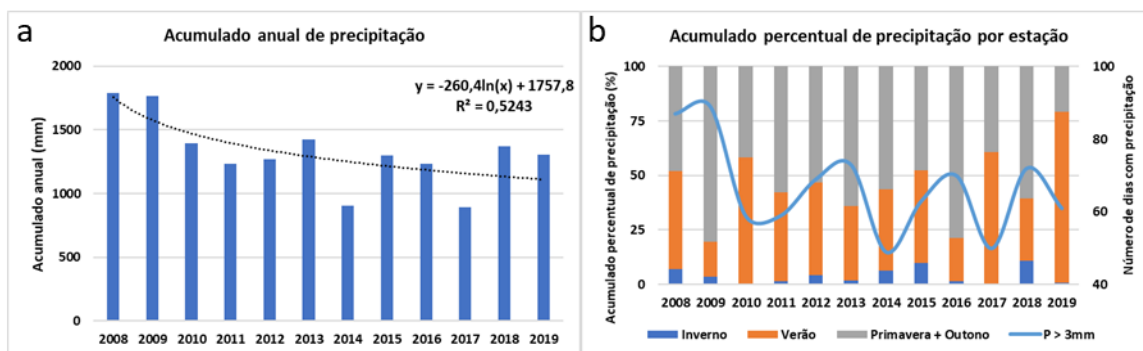
em que a precipitação diária acumulada é inferior a 1mm. No software R foi analisada a variação da intensidade dos eventos de precipitação ao longo da série histórica com a construção de *box-plot*.

A última análise estatística foi a de tendências (ROGERSON, 2012) - coeficientes de correlação e determinação - e teve por intuito verificar o sentido em que vem havendo o deslocamento da precipitação em relação à série de dados. Tal procedimento possibilita constatar a propensão de variação das chuvas e dá subsídios para se atestar se vem ocorrendo um aumento ou diminuição da precipitação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram uma amplitude de 898 mm no acumulado de precipitação anual para o município de Viçosa (MG) entre os anos de 2008 e 2019. No **Gráfico 01(a)** pode-se observar que os anos de 2008 (1799,8mm) e 2009 (1768,8mm) apresentam os maiores acumulados de precipitação anual, enquanto os menores valores são registrados em 2017 (891 mm) e 2014 (905,6mm).

Gráfico 01: Acumulado anual e percentual de precipitação por estação do ano.

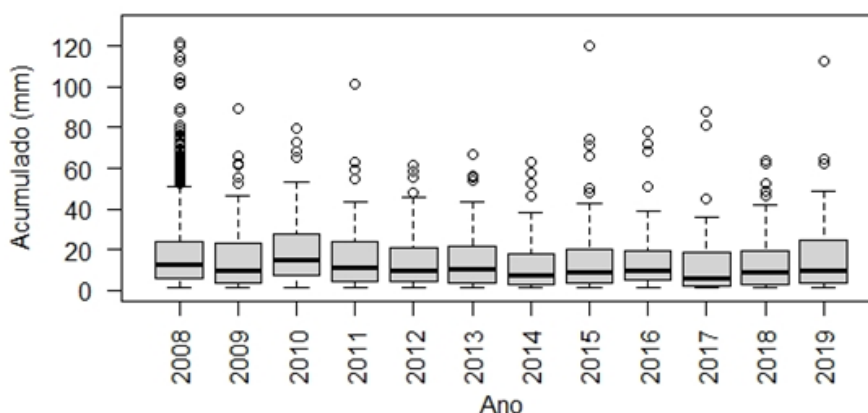


No **Gráfico 01(b)** observa-se que os acumulados de precipitação estão relacionados com as estações do ano. De maneira geral, as estações de transição (somatório da precipitação anual da Primavera e do Outono) concentram 54% do acumulado anual de precipitação, seguido pelo Verão com 42% e o Inverno com 4%. O número de dias em que a precipitação foi igual ou superior a 1 mm é representado em

segundo eixo e apresenta uma correlação forte (R^2 0,82) com o acumulado anual de precipitação. Os anos 2010 e 2014 são os que possuem o menor número de dias chuvosos, tendo, respectivamente, 65 e 66 dias.

A variação do volume diário de precipitação ($P > 1$ mm) ao longo do ano pode ser observada no **Gráfico 02**. Os acumulados anuais com menores desvios-padrão são 2012 e 2018; enquanto os maiores são registrados em 2008 e 2015. O ano com maior valor mediano não corresponde ao ano com maior acumulado anual.

Gráfico 02: Variação do volume de precipitação em dias chuvosos.

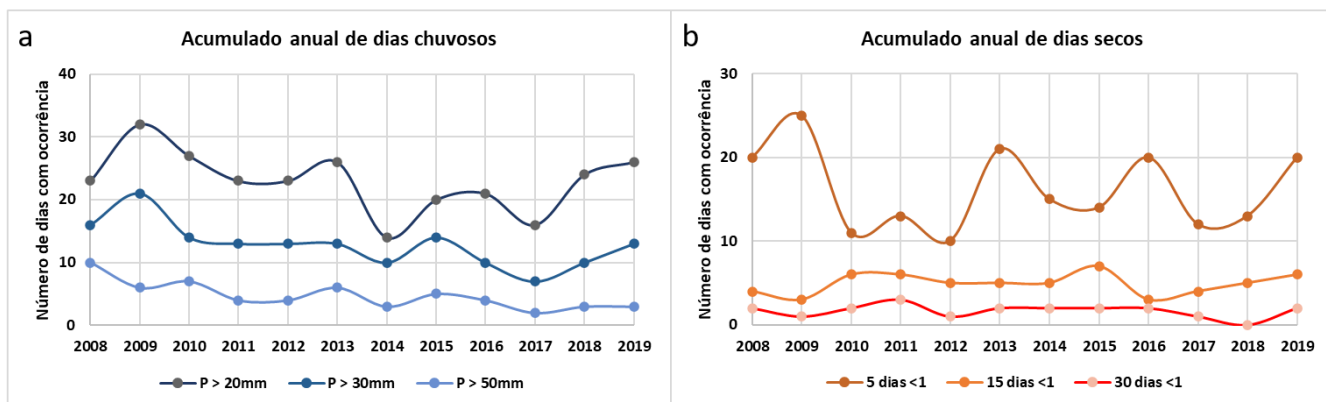


No **Gráfico 03 (a e b)** pode-se visualizar a distribuição do número de dias em que a precipitação registra valores iguais ou superiores a 20, 30 e 50mm; e o número de dias consecutivos sem precipitação. Os anos de 2008 e 2009 apresentam os maiores acumulados anuais de precipitação distribuídos de maneira distinta: enquanto 2008 apresentou mais dias chuvosos, com uma maior amplitude de volume – chuvas mais intensas; 2009 houve menos dias chuvosos, com uma precipitação mais uniforme e menos torrencial.

Em 2017 foram registrados 107 dias consecutivos sem chuva, sendo o maior período da série histórica. Em resposta a tal cenário, a Prefeitura de Viçosa decretou situação de emergência devido à estiagem, divulgando um período de racionamento de água, com interrupção do fornecimento por 48 semanas, por grupos de bairros (ALBERTO, 2017).



Gráfico 03: Variação do número de dias chuvosos e secos.



Grandes períodos sem precipitação são de extrema importância a serem considerados para a análise e gestão do território, visto que o município de Viçosa vem sofrendo com estiagens frequentes nos últimos anos, o que compromete diretamente o abastecimento de água e a sua qualidade. Vários decretos (números 4760/2014; 4802/2015; 4811/2015; 4891/2015; 5109/2017; 5354/2019) foram sancionados entre 2014 e 2019, declarando estado de emergência e determinando restrições do uso da água potável no município.

É importante ressaltar que, mesmo na estação chuvosa, em especial nos meses de janeiro e março de 2015, houve necessidade de declarar estado de emergência devido aos baixos volumes pluviométricos registrados. Marengo *et al.* (2015, p. 43), destacam que “no ano de 2014, um bloqueio atmosférico foi responsável simultaneamente pela crise hídrica do Sudeste e pelas inundações históricas no sul da Amazônia” e complementam ainda que a atuação de um novo sistema de alta pressão em 2015, de duração e intensidades inferiores, “não permitiu a recuperação da umidade do solo gerando um “círculo vicioso” no ciclo hidrológico (a falta de chuva gerou falta de umidade no solo, que provocou falta de chuva)”.

Há, portanto, uma interação multiescalar nas manifestações climáticas que é responsável pelas distintas configurações de tipologias climáticas existentes no planeta e que precisam ser compreendidas, com fins de gerar previsões a curto, médio e longo prazos. Este recorte para o clima do município de Viçosa (MG) indicou haver tendências

à diminuição das chuvas, mas necessita ser considerado em um contexto maior de conexões atmosféricas, nas quais as ciclicidades dos fenômenos podem ser diárias, mensais, anuais, decadais, por período, entre outros.

Para o contexto da estiagem e seu possível aumento devido a essa tendência de diminuição das chuvas, ressaltamos que vários podem ser os impactos socioambientais originados a partir dessa condição que vão muito além do comprometimento do abastecimento público: problemas de saúde, aumento dos incêndios florestais, irrigação insuficiente ou nula, comprometimento da dessedentação animal e degradações do solo. Compreender e analisar os processos da distribuição das chuvas é de suma importância e confere subsídio básico para as políticas públicas, embasados nos planejamentos urbano e ambiental para a gestão do território e, de prevenção e mitigação, a gestão de riscos de desastres.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas utilizadas no estudo se mostraram eficazes e as bases de dados permitiram uma análise climática que pode oferecer subsídios a gestão territorial municipal. Além disso, destaca-se a importância que a rede de estações meteorológicas do INMET e de outros órgãos desempenham para estudos relacionados ao clima, haja vista que estes equipamentos têm sofrido com a falta de manutenção devido a redução orçamentária destinada para os mesmos.

O estudo objetivou identificar e analisar a variação temporal dos acumulados de chuva no município de Viçosa (MG), entre os anos de 2008 e 2019, e, como tal, indicou haver uma variabilidade na distribuição anual e interanual da precipitação. A hipótese de que há uma variabilidade climática no município foi validada e alterações nos regimes anuais e interanuais foram identificadas.

Os resultados apresentados indicaram haver uma variabilidade anual e interanual da precipitação no município, a qual é marcada por uma tendência à diminuição das chuvas anuais no período estudado. Isto posto, faz-se necessário a tomada de ações de planejamento urbano e ambiental para que essas oscilações causem um menor impacto na



população.

Constatou-se, assim, uma tendência a diminuição nos acumulados anuais de precipitação e uma tendência a diminuição nos quantitativos de acumulados diários de chuva também foi observada. Tal fato indica que as chuvas que caem sobre o município apresentam menor quantidade de água do que em períodos anteriores em relação a esses acúmulos diários.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento às pesquisas com bolsas de pós-graduação.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Editora Ateliê, 2012.

ALBERTO, F. **Viçosa decreta situação de emergência e define escala de racionamento de água (2017)**. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/vicosa-decreta-situacao-de-emergencia-e-define-escala-de-acionamento-de-agua.ghtml>. Acesso em: 23 jul. 2021.

BRANDÃO, A. M. P. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 10ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

CENSUS – Centro de Promoção do Desenvolvimento Sustentável. **Retrato Social de Viçosa V (2014)**. Disponível em: http://www.censusvicosa.com.br/?pg=ver_publicacao&id=480. Acesso em: 25 jun. 2021.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico Folha VIÇOSA - SE.23-X-B-V**. Escala 1:100.000, CPRM - 2011. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17798/1/vicosa.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.

FONTES, L. E. F.; FERNANDES, R. B. A.; RODRIGUES, J. S.; FERNANDES FILHO, E. I. Recursos hídricos e uso do solo no município de Viçosa, MG. *In*: FONTES, L. E. F.; FERNANDES, R. B. A.; RODRIGUES, J. S. (Ed.). **Recursos hídricos e percepção ambiental no município de Viçosa, MG**. Viçosa-MG: Folha de Viçosa, 2006.

GRADIM, D. T.; NOCE, C. M.; NOVO, T. A.; QUEIROGA, G. N.; SORARES, A. C.; OLIVEIRA, M. A. S. **Geologia e recursos minerais da folha Viçosa SF.23-X-B-V: estado de**

Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Viçosa-MG (2020)**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/vicosa/panorama>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

_____. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

MARENCO, J. A.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MENDIONDO, E. M.; OBREGÓN, G. SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. Dossiê Crise Hídrica - **Revista USP**. São Paulo, n. 106, p. 31-44, julho/agosto/setembro 2015. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. 1ª edição. Florianópolis: UFSC, 1991.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. Perspectivas da variabilidade climática. **Geografia em Questão**, v. 10, n. 1., p. 95-114, 2017.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NUNES, L. H.; LOMBARDO, M. A. A questão da variabilidade climática: uma reflexão crítica. **Revista do Instituto Geológico**. São Paulo, v. 16, n. 1-2, p. 21-31, 1995.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para geografia: um guia para o estudante**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2012.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, p. 43-60, 2015. DOI: 10.5380/abclima.v1i1.25232.