Dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura do solo no baixo São Francisco

Letícia Correia da Silva Oliveira[1] *; Alan de Gois Barbosa*[2]

RESUMO – As mudanças no uso e cobertura da terra constituem um dos principais vetores de alteração dos processos hidrológicos em bacias hidrográficas. Nesse contexto, este estudo avaliou a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra nas *Ottobacias* de nível 5 do Baixo São Francisco entre 1985 e 2024, utilizando dados da Coleção 10 do Projeto MapBiomas. Os mapas anuais foram processados e as classes originais foram agrupadas em categorias temáticas representativas da dinâmica regional. Para cada *Ottobacia* foram calculadas as áreas ocupadas por cada grupo de uso e cobertura da terra, bem como indicadores de variação absoluta e relativa ao longo do período analisado. Os resultados evidenciaram a predominância das classes Pastagem e Floresta em toda a série histórica. Observou-se expansão expressiva das áreas agropecuárias, especialmente das pastagens, acompanhada por uma redução contínua da vegetação nativa. As maiores reduções de vegetação nativa foram observadas nas porções sul e sudeste da área de estudo, enquanto as maiores expansões agrícolas ocorreram nas *Ottobacias* localizadas a oeste da região analisada. Os resultados indicam um processo contínuo de antropização da paisagem do Baixo São Francisco nas últimas quatro décadas, caracterizado pela substituição gradual da cobertura vegetal natural por usos agropecuários.

ABSTRACT– Changes in land use and land cover are one of the main drivers of alterations in hydrological processes within watersheds. In this context, this study assessed the spatiotemporal evolution of land use and land cover in the level 5 of division in Ottobacias of the Lower São Francisco River between 1985 and 2024, using data from Collection 10 of the MapBiomas Project. The annual maps were processed, and the original classes were grouped into thematic categories representative of regional dynamics. For each Ottobacia, the areas occupied by each land use and land cover group were calculated, as well as indicators of absolute and relative variation over the analyzed period. The results showed the predominance of the Pasture and Forest classes throughout the historical series. A significant expansion of agricultural areas was observed, especially pastures, accompanied by a continuous reduction in native vegetation. The biggest reductions in native vegetation were observed in the southern and southeastern portions of the study area, while the greatest agricultural expansions occurred in the Ottobacias located west of the analyzed region. The results indicate a continuous process of landscape anthropization in the Lower São Francisco region over the past four decades, characterized by the gradual replacement of natural vegetation cover by agricultural and livestock uses.

Palavras-Chave – MapBiomas, uso e ocupação do solo, expansão agrícola, baixo São Francisco.

[1]) Graduada em Ciências Biológicas, leticiacorreia240801@gmail.com
[2]) Pós-doutorando no Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, MG, alanbrb@ufmg.br

INTRODUÇÃO

Considera-se que a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (BHSF) é uma das bacias de maior importância para o Brasil, com sua nascente no estado de Minas Gerais e desaguando no Oceano Atlântico, na divisa dos estados de Alagoas e Sergipe. Sabe-se que, ao longo dos cursos d'água de seu rio principal e afluentes, suas águas são utilizadas para as mais diversas finalidades: abastecimento urbano, irrigação, navegação, geração de energia elétrica, manutenção dos ecossistemas aquáticos, entre outros, fazendo com que ela tenha importância estratégica para o país, principalmente na região árida do Nordeste (CBHSF, 2016). A BHSF percorre seis estados e pode ser subdividida em quatro regiões fisiográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco (CBHSF, 2016).

Nesse contexto, diante do aumento da demanda de água para os múltiplos usos, a bacia vem enfrentando pressões antrópicas crescentes decorrentes da expansão agrícola, da conversão de vegetação nativa, do crescimento urbano desordenado e da implantação de infraestrutura hídrica. Como consequência dessas transformações, as modificações antrópicas do ambiente podem impactar o uso e a cobertura do solo, promovendo mudanças significativas nos processos hidrológicos (LIMA *et al*, 2022). A conversão de áreas naturais para usos agropecuários modifica os processos de infiltração, afetando principalmente as vazões durante os períodos de seca. Além disso, essas alterações na cobertura vegetal podem modificar os padrões de evapotranspiração, aumentar o escoamento superficial, comprometer a recarga subterrânea e intensificar a produção de sedimentos (HAN; XU; YANG, 2017, LIMA *et al*, 2022).

Uma das formas de se auxiliar na compreensão das mudanças de uso e cobertura do solo é através do uso da modelagem utilizando-se de ferramentas de geoprocessamento, principalmente devido a sua capacidade de integrar as informações e prever os impactos humanos nos ecossistemas terrestres (LAMBIN, 2000). O projeto MapBiomas é uma iniciativa que monitora as transformações no uso e cobertura do solo e os seus impactos, desenvolvido em conjunto com universidades, ONGs e empresas de tecnologia, usando como base dados monitorados em solo, advindos de produtos de satélite e geoprocessamento. Na plataforma é possível encontrar dados de 1984 a 2024, com informações sobre a vegetação, agropecuária, áreas não vegetadas e os recursos hídricos (MAPBIOMAS, 2017).

Nesse contexto, torna-se necessária a realização de estudos voltados à identificação de regiões onde houve os maiores níveis de transformação do uso e cobertura do solo, visando compreender a distribuição espacial das mudanças ocorridas na bacia. Essas informações podem subsidiar ações de

planejamento territorial e a gestão dos recursos hídricos. Nesse estudo, a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra nas *Ottobacias* de nível 5 do baixo São Francisco entre 1985 e 2024 foi avaliada, buscando identificar padrões regionais e os principais processos de mudanças do uso do solo, principalmente no que concerne à redução da vegetação nativa e da expansão agrícola, com base nos dados disponibilizados pelo projeto MapBiomas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para fazer a avaliação da variação temporal dos dados de uso e cobertura do solo foi utilizado a ferramenta computacional QGIS (QGIS, 2021) por ser gratuita, de código aberto e de utilização intuitiva. A obtenção dos dados vetoriais (*shapefiles*) foi realizada junto ao Catálogo de Metadados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (ANA, 2026). Nesse portal, foram obtidos os dados vetoriais da divisão hidrográfica brasileira e da divisão oficial da rede hidrográfica brasileira em *Ottobacias* - unidade básica de drenagem de uma bacia hidrográfica classificada e codificada digitalmente pelo método de Otto Pfafstetter - em seu nível 5.

Já a caracterização do uso e cobertura da terra foi realizada a partir dos dados anuais do Projeto MapBiomas, Coleção 10. Os dados consistem em mapas temáticos de uso e cobertura da terra produzidos a partir da classificação de imagens de sensoriamento remoto, com resolução espacial de 30 m. Assim, para cada ano da série histórica, foi calculada a área ocupada por cada classe de uso e cobertura da terra em cada *Ottobacia*. Posteriormente, as áreas das classes foram agregadas em grupos temáticos de interesse, compreendendo: Floresta, Vegetação Herbácea, Pastagem, Agricultura, Silvicultura, Mosaico – outros grupos de vegetação, Área Urbana, Área Não Vegetada e Corpos d'Água. Com base nos valores obtidos, foram avaliadas as variações temporais na composição da paisagem, bem como as variações absolutas e relativas entre os anos inicial (1985) e final (2024) da série. A variação percentual foi calculada conforme a Equação 1

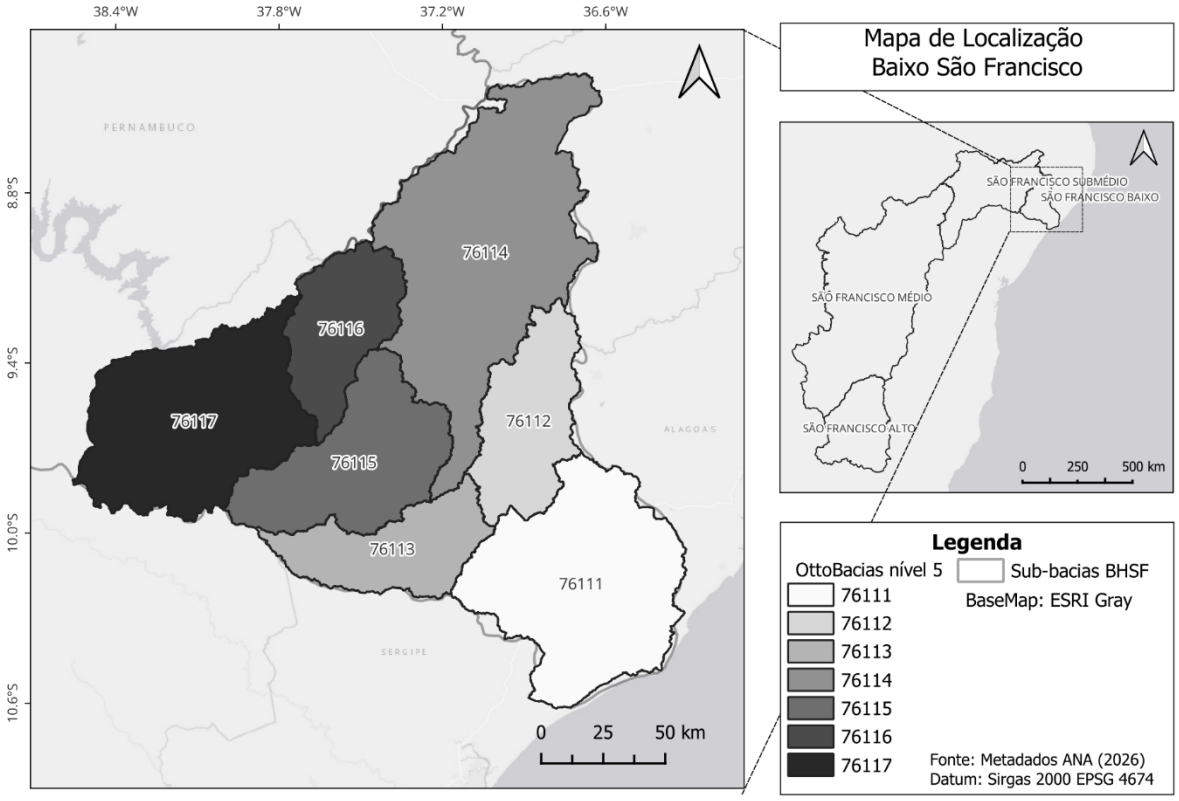
$$\Delta\,(\%) = \left(\frac{A_f - A_i}{A_i}\right) \times 100 \qquad (1)$$

em que A_i representa a área ocupada pela classe no ano inicial e A_f representa a área ocupada pela mesma classe no ano final.

Os resultados foram sintetizados por meio de análises temporais e espaciais, incluindo séries históricas da composição do uso e cobertura da terra e mapas temáticos das variações observadas entre 1985 e 2024 para as diferentes ottobacias da bacia hidrográfica do rio São Francisco. A análise foi realizada a partir da verificação (visual) de tendências de modificações dos diferentes usos do solo.

A metodologia proposta teve como área de estudo a sub-bacia hidrográfica do rio São Franscisco denominada Baixo São Francisco, conforme ilustra a Figura 1.

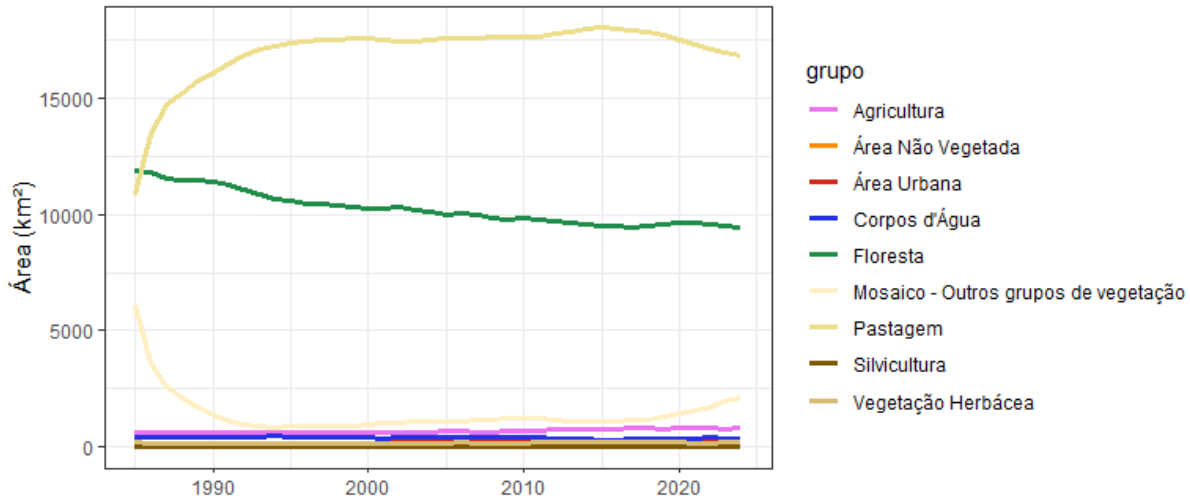
Figura 1 – Localização do Baixo São Francisco e divisão espacial das Ottobacias de nível 5.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a evolução temporal da área ocupada pelos principais grupos de uso e cobertura do solo nas *Ottobacias* avaliadas entre 1985 e 2024. Observa-se que a paisagem da região é dominada principalmente pelas classes Pastagem e Floresta, que juntas representam a maior parcela da área analisada ao longo de todo o período.

Figura 2 – Composição temporal dos usos do solo no baixo São Francisco



A partir da Figura 2 ainda pode-se observar que se evidencia um crescimento expressivo da classe pastagem nas áreas da bacia, tornando-se a cobertura predominante ao longo de toda a série histórica, enquanto a classe floresta apresentou redução contínua de sua área. As formações vegetais classificadas como mosaico de outros grupos de vegetação sofreram uma intensa queda nos primeiros anos da análise e uma discreta recuperação nos últimos anos.

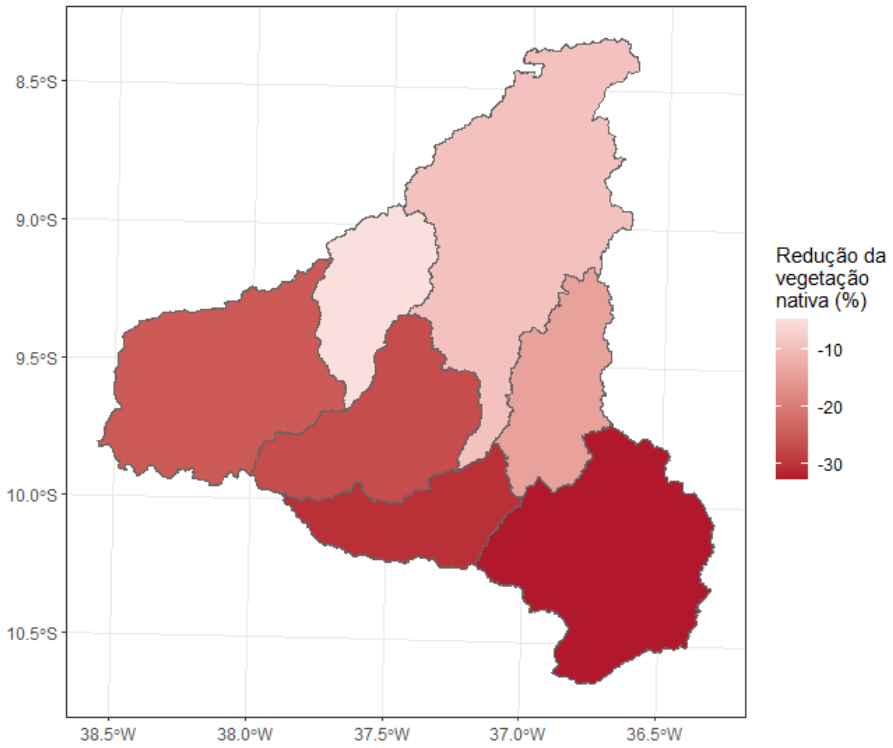
Para Weill e Sparovek (2008) e Freitas et al. (2012) a cobertura do solo é o componente mais importante no controle da erosão hídrica. Partindo desta premissa, o aumento da pastagem na BHSF poderá aumentar a vulnerabilidade do solo devido à menor cobertura vegetal, tornando-o mais suscetível à erosão.

Por outro lado, a classe Floresta apresentou redução gradual ao longo do período. A área ocupada por formações florestais passou de aproximadamente 11,8 mil km² em 1985 para valores próximos de 9,5 mil km² em 2024, indicando perda acumulada de cobertura vegetal nativa. Embora a redução tenha ocorrido de forma relativamente lenta e contínua, o padrão observado sugere um processo persistente de conversão da vegetação natural para usos antrópicos. Já as classes Agricultura e Área Urbana apresentaram crescimento ao longo da série histórica, porém com magnitudes significativamente inferiores às observadas para a Pastagem. A expansão agrícola foi mais evidente a partir dos anos 2000, refletindo a intensificação das atividades produtivas na região, especialmente em áreas associadas à agricultura irrigada do vale do São Francisco. Já a expansão urbana ocorreu de forma gradual, acompanhando o crescimento populacional e o desenvolvimento das sedes municipais localizadas na região.

Na Figura 3 é apresentada a variação percentual da cobertura de vegetação nativa nas *Ottobacias*. Observa-se que todas as unidades analisadas apresentaram redução da vegetação nativa ao longo do período, evidenciando um processo generalizado de transformação da paisagem em toda a região. Entretanto, a magnitude das perdas não foi homogênea entre as *Ottobacias*. As maiores reduções ocorreram nas porções sul e sudeste da área de estudo, onde os percentuais de perda superaram 30% da área originalmente ocupada por vegetação nativa. Em contraste, as *Ottobacias* localizadas na porção norte apresentaram reduções mais moderadas, em geral inferiores a 15%.

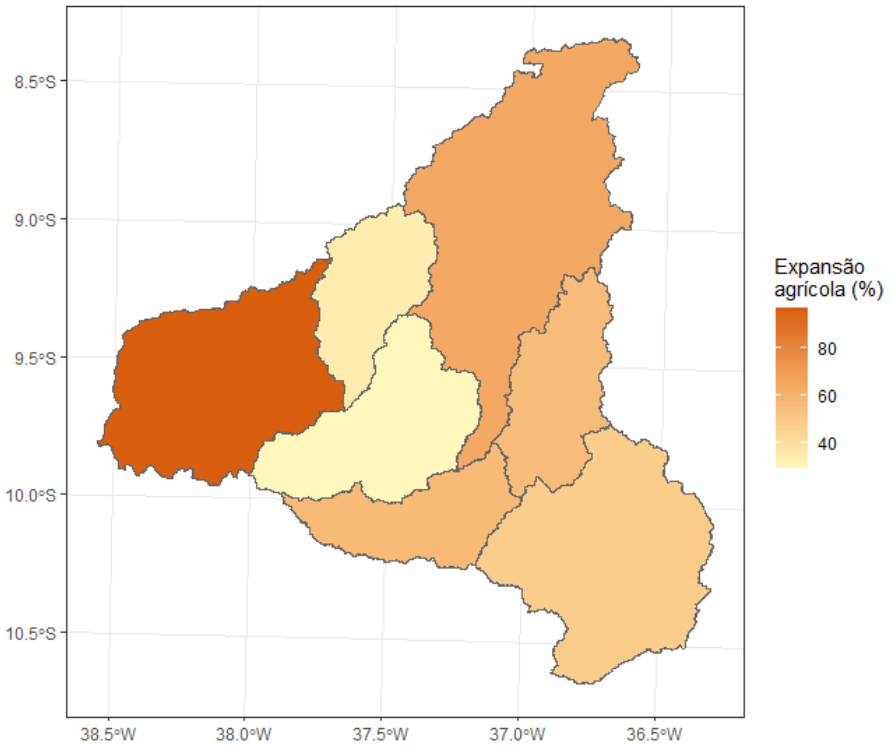
Do ponto de vista hidrológico, a redução da cobertura vegetal pode contribuir para alterações nos processos de interceptação da precipitação, infiltração da água no solo, recarga hídrica e produção de escoamento superficial. Em regiões semiáridas, como o Baixo São Francisco, tais alterações podem influenciar a disponibilidade hídrica local e aumentar a vulnerabilidade dos ecossistemas frente a eventos hidrológicos extremos.

Figura 3 - Redução da vegetação nativa por Ottobacia no baixo São Francisco



A Figura 4 apresenta a variação percentual das áreas agrícolas no Baixo São Francisco. Observa-se que a expansão da agricultura ocorreu em todas as unidades analisadas, evidenciando o fortalecimento das atividades agrícolas como um dos principais processos de transformação da paisagem regional ao longo das últimas quatro décadas.

Figura 4 - Expansão do uso agrícola por Ottobacia



A análise da expansão agrícola demonstra que o crescimento ocorreu em todas as *Ottobacias* do baixo São Francisco, porém com intensidades distintas. A porção oeste da bacia apresentou maior expansão agrícola enquanto as *Ottobacias* centrais mostraram menores valores de expansão.

Quando analisadas em conjunto, as Figuras 3 e 4 evidenciam uma associação espacial entre a redução da vegetação nativa e o avanço das atividades agrícolas. As *Ottobacias* que apresentaram maiores taxas de expansão agrícola tendem a coincidir com áreas que registraram perdas mais expressivas de cobertura vegetal natural, sugerindo que parte da conversão da paisagem observada ao longo do período está relacionada à ampliação das áreas destinadas à produção agropecuária. De maneira geral, os resultados confirmam que a agricultura constitui um dos principais vetores de transformação da paisagem no Baixo São Francisco, contribuindo para a reorganização espacial dos usos da terra observada entre 1985 e 2024.

CONCLUSÕES

A análise da dinâmica do uso e cobertura da terra nas *Ottobacias* do Baixo São Francisco, com base nos dados da Coleção 10 do MapBiomas para o período de 1985 a 2024, permitiu identificar importantes transformações na paisagem regional. Os resultados demonstraram que as áreas de pastagem constituem o principal uso da terra da região e apresentaram expressiva expansão ao longo do período analisado. Em contrapartida, a cobertura vegetal nativa apresentou redução contínua em todas as *Ottobacias* avaliadas, evidenciando um processo generalizado de conversão da paisagem natural para usos antrópicos.

A análise espacial revelou que a intensidade dessas mudanças não ocorreu de forma homogênea. As maiores perdas de vegetação nativa concentraram-se nas porções sul e sudeste do Baixo São Francisco, enquanto as maiores expansões agrícolas foram observadas em *Ottobacias* localizadas na porção oeste da área de estudo.

De forma geral, os resultados sugerem que a expansão das atividades agropecuárias constitui o principal vetor de transformação da paisagem regional nas últimas quatro décadas. Essas alterações podem influenciar processos hidrológicos relevantes, tais como a infiltração da água no solo, a produção de escoamento superficial, a erosão e a recarga hídrica.

REFERÊNCIAS

ANA. *GeoNetwork opensource: o portal para dados e informações espaciais*. Interactive Resource. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 20 jul. 2026.

CBHSF. *Resumo Executivo do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016 - 2025. Alagoas: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, 2016.

ERNANDES, Ilton Marques et al. *Land use and land cover changes and carbon stock valuation in the São Francisco river basin*, Brazil. *Environmental Challenges*, v. 5, p. 100247, 2021. DOI: 10.1016/j.envc.2021.100247.

FREITAS, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; CASTRO, N. E. A.; CARDOSO, D. P.; DIAS, A. C.; CARVALHO, G. J. *Modelagem da proteção do solo por plantas de cobertura no sul de Minas Gerais*. Revista Agro@mbiente On-line, v. 6, n. 2, 2012, p. 117-123.

LAMBIN, E. F.; ROUNSEVELL, M. D. A.; GEIST, H. J. *Are agricultural land-use models able to predict changes in land-use intensity? Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 82, n. 1–3, p. 321–331, 2000.

LIMA, C. E. S., DA SILVA, M. V. M., ROCHA, S. M. G., & SILVEIRA, C. D. S. (2022). *Anthropic Changes in Land Use and Land Cover and Their Impacts on the Hydrological Variables of the São Francisco River Basin*, Brazil. *Sustainability*, *14*(19), 12176.

QGIS. *Projeto QGIS*. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 28 mar. 2021.

WEILL, M. D. A. M.; SPAROVEK, G. *Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro* (Piracicaba, SP). II-Interpretação da tolerância de perda de solo utilizando o método do índice de tempo de vida. Revista brasileira de ciência do solo, v. 32, n. 2, 2008, p. 815-824.