

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Rayssa Balieiro Ribeiro¹; Thiago Batista Campos², Paulo Sérgio Silva³, Vinicius Gomes⁴, Uilliam Lima⁵, João Paulo Coimbra⁶, Jacqueline Evangelista Fonseca⁷

Abstract: The São Francisco River Basin holds strategic importance for Brazil's socioeconomic development, supporting essential sectors such as domestic water supply, irrigation, hydroelectric power generation, and fisheries. Nevertheless, the basin faces significant environmental degradation driven by intensive land use and unregulated natural resource exploitation. To address these challenges, this study proposes a prioritization methodology aimed at guiding the selection of target areas for soil conservation and environmental restoration initiatives. The approach integrates three key criteria: (i) soil water infiltration potential, (ii) susceptibility to water erosion, and (iii) designation as priority areas for biodiversity conservation. The criteria were reclassified, transformed into raster layers, and integrated using map algebra to produce a spatial priority index. The results reveal a concentration of high-priority areas within the sub-basins of the Velhas, Pandeiros, Carinhanha, Verde Grande, and Médio-Baixo Grande rivers, as well as adjacent to the Sobradinho Reservoir and the São Francisco River mouth. In contrast, lower-priority areas were observed in the Grande mouth and in the sub-basins of+ Verde Jacaré, Paramirim, Santo Onofre, and Brígida rivers, and around the Itaparica Reservoir, though these still warrant attention. The proposed methodology proved effective in identifying priority areas and offers a valuable tool for environmental planning in large-scale river basins. Future research should consider the incorporation of socioeconomic indicators to broaden the scope of integrated and sustainable territorial development strategies.

Resumo: A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco desempenha papel estratégico no desenvolvimento socioeconômico do Brasil, sendo essencial para o abastecimento humano, irrigação, geração de energia hidrelétrica e pesca. No entanto, enfrenta sérios desafios ambientais devido ao uso intensivo do solo e à exploração desordenada dos recursos naturais. Diante disso, torna-se imprescindível implementar ações de proteção e recuperação ambiental. Um dos principais entraves, contudo, é a limitação de recursos financeiros e operacionais para atender essa demanda. Nesse contexto, este estudo propõe uma metodologia de priorização para subsidiar a seleção de áreas prioritárias à conservação do solo e recuperação ambiental. Foram considerados três critérios principais: (i) potencial de infiltração de água no solo, (ii) suscetibilidade à erosão hídrica e (iii) reconhecimento como áreas prioritárias para conservação da biodiversidade. As variáveis foram reclassificadas, transformadas em camadas raster e integradas por meio de álgebra de mapas, gerando um índice de prioridade. Os resultados indicam maior concentração de áreas prioritárias nas sub-

1) Agência Peixe Vivo, Belo Horizonte, Minas Gerais, E-mail: rayssabalieiro@gmail.com.; rayssa.balieiro@agenciapeixe vivo.org.br

2) Eletrobrás, Recife, PE, E-mail: thiago.b.campos@eletrobras.com

3) Agência Peixe Vivo, Belo Horizonte, Minas Gerais, E-mail: paulo.silva@agenciapeixe vivo.org.br

4) G4F, Belo Horizonte, Minas Gerais. E-mail: vinicius.gomes@contrato.g4f.com.br

5) G4F, Belo Horizonte, Minas Gerais. E-mail: uilliam.lima@gmail.com

6) Agência Peixe Vivo, Belo Horizonte, Minas Gerais, E-mail: joão.coimbra@agenciapeixe vivo.org.br

7) Agência Peixe Vivo, Belo Horizonte, Minas Gerais, E-mail: jaqueline.fonseca@agenciapeixe vivo.org.br

bacias dos rios Velhas, Pandeiros, Carinhanha, Verde Grande, Médio-Baixo Grande, nas proximidades do Lago de Sobradinho e da foz do São Francisco. Já as sub-bacias do rio Grande, Verde Jacaré, Paramirim, Santo Onofre, Brígida e áreas próximas ao Lago de Itaparica apresentaram menor prioridade relativa, embora ainda requeiram atenção. A metodologia demonstrou eficiência na identificação de áreas prioritárias e representa um avanço no planejamento ambiental em bacias de grande escala. Recomenda-se a inclusão de indicadores socioeconômicos em estudos futuros, visando promover o desenvolvimento territorial sustentável.

Palavras-Chave – recuperação de áreas degradadas, área de preservação permanente, erosão hídrica

INTRODUÇÃO

O Rio São Francisco é o maior curso d'água exclusivamente brasileiro. Desde sua nascente na Serra da Canastra, localizada no estado de Minas Gerais, até sua foz, situada entre os estados de Sergipe e Alagoas, o rio percorre uma extensão de 2.863 km. Ao longo desse percurso, o rio abrange uma área de contribuição de 639.219 km², passando por sete unidades federativas (CBHSF, 2016).

Além da sua importância como fonte de abastecimento de água, principalmente no semiárido brasileiro, a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (BHSF) apresenta um grande potencial hidroelétrico representado, principalmente, pelos reservatórios de Três Marias, em Minas Gerais, Sobradinho, Paulo Afonso e Itaparica, na Bahia e Xingó, localizado entre os estados de Alagoas e Sergipe (Castro e Pereira, 2017). O potencial da agricultura irrigada também é bastante explorado nessa bacia, principalmente nas bacias dos rios Paracatu, Grande, Corrente e Verde Grande.

O uso intensivo do solo e a exploração dos recursos naturais, impulsionados pelo crescimento populacional e desenvolvimento econômico, tem acarretado a intensificação dos problemas de degradação ambiental. Dentre esses problemas, pode se citar, o agravamento dos processos erosivos, a redução da disponibilidade hídrica e da qualidade da água e a redução da biodiversidade. Todos esses fatores, além dos impactos negativos ao meio ambiente, ameaçam a sustentabilidade da capacidade produtiva dos agroecossistemas e podem acarretar efeitos adversos sobre a dinâmica socioeconômica regional (MIDR, UFV, 2023).

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PRH-SF) evidencia a necessidade urgente de reverter o cenário de crescente desmatamento, destacando a importância da implementação de ações voltadas à conservação do solo, proteção e recuperação ambiental. Assim como em outras bacias de grande extensão territorial, um dos principais desafios da Bacia do Rio São Francisco é compatibilizar o uso do território e dos recursos hídricos com a sustentabilidade ambiental e social.

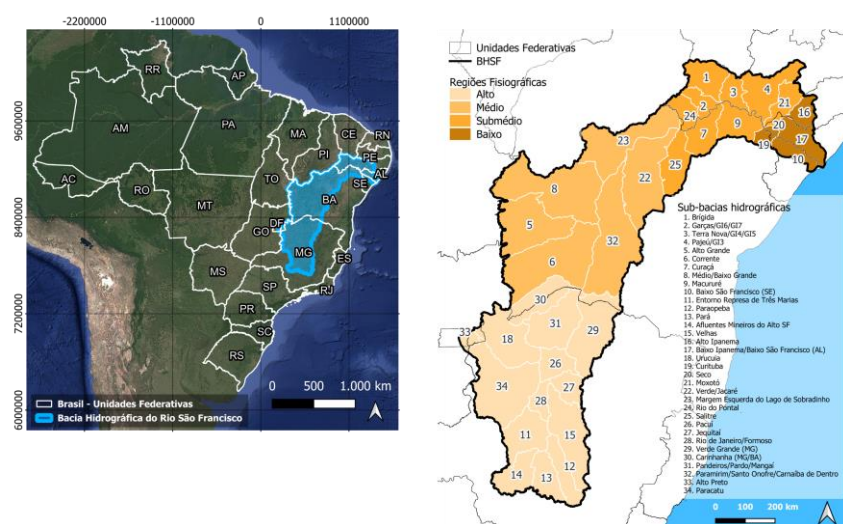
Nesse contexto, torna-se essencial reconhecer as limitações territoriais e a capacidade financeira e operacional dos programas de recuperação ambiental, pois ignorar essas variáveis pode comprometer significativamente o êxito das iniciativas. Tal realidade reforça a importância de se adotar critérios técnicos e estratégicos bem definidos, capazes de orientar a alocação dos investimentos de forma eficiente e direcionada, maximizando os benefícios ambientais e sociais das ações empreendidas.

Diante disso, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estabelecer uma metodologia para definição de áreas prioritárias para implementação de projetos de conservação do solo e recuperação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (Figura 1), que se destaca pela diversidade climática, ambiental e fisiográfica, abrangendo os biomas Caatinga, Cerrado, fragmentos de Mata Atlântica e o ecossistema estuarino do rio. O clima varia do tropical úmido, na parte superior, ao semiárido nas regiões média, submédia e baixa (CBHSF, 2016). A bacia é dividida em quatro regiões fisiográficas (Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco) e percorre cerca de 2.863 km desde a nascente, na Serra da Canastra (MG), até a foz, entre Alagoas e Sergipe. Engloba importantes sub-bacias, como as dos rios Paracatu, Urucuia, Verde Grande, Carinhanha, Corrente, Grande, das Velhas, entre outras, refletindo a complexidade dos fatores naturais que influenciam a gestão integrada dos recursos hídricos.

Figura 1 - Localização geográfica do Bacia do Rio São Francisco, divisão fisiográfica e principais sub-bacias



A metodologia adotada neste estudo fundamenta-se na priorização de áreas estratégicas para a implementação do Programa de Proteção, Conservação e Recuperação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. A seleção das áreas prioritárias baseou-se em três critérios principais: (i) reconhecimento oficial como Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade; (ii) potencial de infiltração de água do solo; e (iii) suscetibilidade à erosão hídrica. Tais critérios foram escolhidos em função de sua relevância para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, o controle da degradação ambiental e a promoção da sustentabilidade na bacia.

A avaliação da suscetibilidade dos solos à erosão hídrica, utilizou-se o mapa nacional elaborado por Ferraz et al. (2020) e publicado pela EMBRAPA. Esse produto espacial integra informações sobre erodibilidade dos solos, declividade do terreno e erosividade das chuvas, resultando em uma classificação em cinco níveis: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta suscetibilidade. As classes foram reclassificadas em uma escala de 1 (muito baixa) a 5 (muito alta), representando a intensidade da suscetibilidade (Figura 2A).

O potencial de infiltração de água no solo foi avaliado com base no parâmetro Número da Curva (CN), obtido da camada vetorial disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). O CN expressa a propensão de uma superfície gerar escoamento superficial em função das características do solo, uso e cobertura da terra e condições hidrológicas. Os valores originais, variando de 6 a 100, foram reclassificados em cinco classes, de forma decrescente: CN entre 1–20

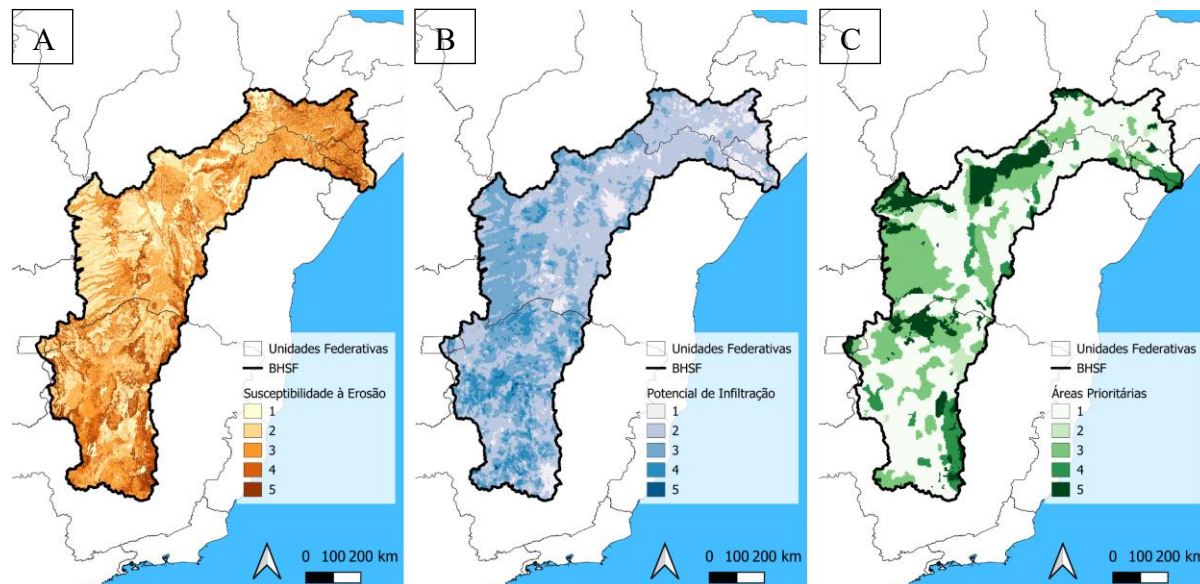
(classe 5), 21–40 (classe 4), 41–60 (classe 3), 61–80 (classe 2) e 81–100 (classe 1), considerando-se que valores mais baixos indicam maior capacidade de infiltração (Figura 2B).

Para a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade considerou o mapeamento apresentado no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco (2016–2025), elaborado a partir da metodologia do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007). As áreas foram classificadas em cinco categorias de prioridade: baixa, alta, muito alta, extremamente alta e unidades de conservação. Para fins de análise espacial, essas categorias foram igualmente reclassificadas em uma escala ordinal de 1 (baixa) a 5 (unidades de conservação), associando maior valor numérico às áreas com maior prioridade de conservação (Figura 2C).

As três variáveis temáticas foram convertidas em camadas matriciais (raster) com resolução espacial de 90 x 90 metros por pixel, utilizando-se ferramentas de geoprocessamento. Após a reclassificação, foi aplicada a técnica de álgebra de mapas, por meio da soma simples das três camadas raster. O valor final de cada pixel representa o grau de prioridade daquela área para a implementação do programa ambiental, sendo que os valores mais elevados indicam maior prioridade.

O resultado desse processo é um mapa integrado de priorização, que subsidia a seleção de microbacias com maior potencial para ações de proteção, conservação e recuperação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

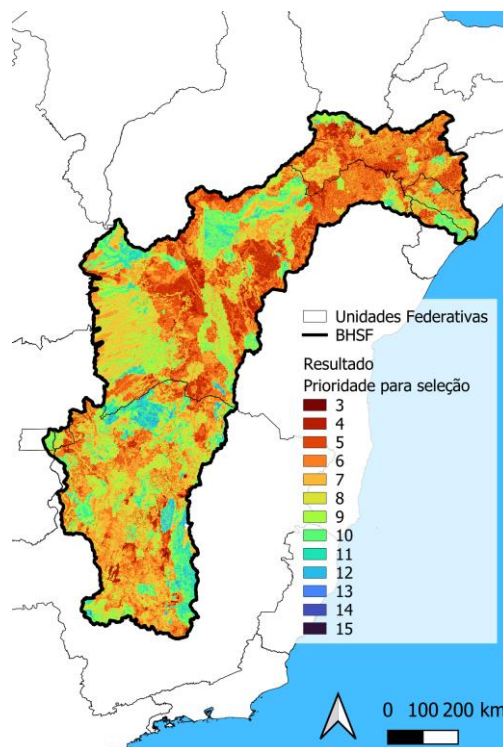
Figura 2 - Classificação da BHSF quanto à suscetibilidade à erosão hídrica (A), potencial de infiltração (B) e prioridade para conservação da biodiversidade (C).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 é apresentado o mapa da BHSF classificado quanto à prioridade para seleção de projetos de proteção, conservação e recuperação ambiental. A legenda classifica as áreas com uma escala de cores que varia de alaranjados (menores valores) a azuis (maiores valores), representando níveis crescentes de prioridade, sendo que quanto maior o número, maior a prioridade para intervenção.

Figura 3 – Mapa da BHSF classificado quanto à prioridade para ações de proteção, conservação e recuperação ambiental



A análise espacial das classes de prioridade evidencia uma maior concentração de áreas de alta prioridade (valores superiores a 10, representados em tons azuis) nas regiões sudeste, noroeste e central da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Essas áreas estão predominantemente localizadas nas sub-bacias dos rios Velhas, Pandeiros, Carinhanha, Verde Grande, Médio-Baixo Grande, nas adjacências do Lago de Sobradinho e nas sub-bacias próximas à foz do São Francisco.

Na sub-bacia do rio das Velhas, a elevada prioridade resulta da sobreposição entre alta suscetibilidade à erosão hídrica e a presença de áreas legalmente reconhecidas como de extrema importância para conservação da biodiversidade e de unidades de conservação (UCs). Já nas sub-bacias do Pandeiros, Carinhanha e Verde Grande, a priorização está fortemente relacionada ao elevado potencial de infiltração e à existência de Unidades de Conservação, embora algumas áreas também apresentem alta suscetibilidade à erosão.

No oeste baiano, as sub-bacias do Médio-Baixo Grande apresentam alta prioridade principalmente devido à acentuada suscetibilidade à erosão hídrica, combinada com a importância para conservação da biodiversidade e presença de áreas com infiltração moderada. A região do entorno do Lago de Sobradinho também se destaca, onde a elevada prioridade decorre da presença da Área de Preservação Ambiental (APA) do Lago Sobradinho (BAHIA, 2006), aliada à elevada suscetibilidade à erosão.

Por fim, na região próxima à foz do rio São Francisco, a alta prioridade observada decorre principalmente da suscetibilidade à erosão, ainda que critérios relacionados à conservação da biodiversidade também tenham contribuído.

Em escala regional, nota-se que as áreas de maior prioridade se concentram nas regiões fisiográficas do Alto e Médio São Francisco. Essa predominância está relacionada a três fatores

principais: (i) maior potencial de infiltração de água no solo, característico das áreas de recarga da bacia; (ii) maior suscetibilidade à erosão hídrica, decorrente de relevo acidentado e precipitações mais intensas; e (iii) maior densidade de Unidades de Conservação e áreas prioritárias para a biodiversidade. A presença dessas condições revela que essas regiões requerem ações prioritárias de manejo e conservação do solo, tanto devido às pressões antrópicas quanto por sua importância estratégica na recarga hídrica e na manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Por outro lado, áreas classificadas com baixa prioridade (valores inferiores a 4, representados em tons alaranjados) concentram-se principalmente nas proximidades da foz do rio Grande, e nas sub-bacias dos rios Verde Jacaré, Paramirim, Santo Onofre, Brígida e entorno do Lago de Itaparica. Nesses locais, a baixa prioridade decorre da combinação entre baixo potencial de infiltração, reduzida suscetibilidade à erosão hídrica e importância relativamente baixa para a conservação da biodiversidade.

Em termos fisiográficos, observa-se uma maior concentração de áreas de baixa prioridade nas regiões do Médio, Submédio e Baixo São Francisco, com predominância no Submédio. Essa tendência pode ser explicada, em grande parte, pelas limitações naturais à infiltração de água, especialmente em solos rasos típicos de ambientes semiáridos (GIONGO et al., 2011; SANTOS et al., 2018).

É importante destacar que, embora essas áreas tenham sido classificadas como de menor prioridade, isso não implica ausência da necessidade de ações de conservação e recuperação ambiental. A classificação reflete uma avaliação comparativa de risco e impacto potencial, mas intervenções planejadas e integradas continuam sendo fundamentais para a sustentabilidade da bacia como um todo.

Por fim, ressalta-se que a utilização de critérios objetivos e espacialmente explícitos para a definição de áreas prioritárias representa um avanço importante no planejamento ambiental de bacias hidrográficas de grande extensão, como a do São Francisco. Os mapas gerados neste estudo constituem instrumentos valiosos para subsidiar a tomada de decisão e apoiar estratégias de gestão integrada dos recursos hídricos, com foco na conservação do solo, recarga hídrica e proteção da biodiversidade.

CONCLUSÃO

A metodologia aplicada à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF), baseada em critérios de infiltração hídrica, suscetibilidade à erosão e conservação da biodiversidade, identificou áreas prioritárias para seleção de projetos de conservação do solo, proteção e recuperação ambiental. As regiões do Alto e Médio São Francisco concentram as áreas de maior prioridade devido a condições críticas, como elevada suscetibilidade à erosão e relevante papel na conservação da biodiversidade e na recarga hídrica. Já nas regiões do Submédio e Baixo São Francisco ocorre maior concentração das classes de menor prioridade, devido ao menor potencial de infiltração, erosividade relativamente menor e baixa concentração de áreas oficialmente protegidas, mas, ainda assim, requerem ações de conservação.

O estudo contribui para o planejamento ambiental ao integrar dados ecológicos e hidrológicos com geoprocessamento, oferecendo suporte à gestão eficiente dos recursos hídricos. A metodologia pode ser adaptada a outras bacias hidrográficas brasileiras, respeitadas as especificidades regionais e a disponibilidade de dados geoespaciais. Como recomendação futura, sugere-se a inclusão de indicadores socioeconômicos na análise, de modo a ampliar a abordagem para uma perspectiva integrada de desenvolvimento territorial sustentável.

AGRADECIMENTOS

AO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF) e à AGÊNCIA PEIXE VIVO (APV) pelo financiamento e apoio à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2018). *Curva Número na Base Ottocodificada (1985, 2014 e 2022)* [recurso digital]. Publicado em 29 jun. 2018. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d1c36d85-a9d5-4f6a-85f7-71c2dc801a67>. Acesso em: 21 jun. 2023.

BAHIA (Estado) (2006). “Decreto nº 9.957, de 30 de março de 2006. Cria a Área de Proteção Ambiental – APA do Lago de Sobradinho, nos Municípios de Casa Nova, Remanso, Pilão Arcado, Sento Sé e Sobradinho, e dá outras providências”. Diário Oficial do Estado da Bahia, Salvador, BA, 31 mar. 2006.

CASTRO, C. N. D.; PEREIRA, C. N. (2017). “Revitalização do Rio São Francisco”. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8157/1/BRU_n17_Revitaliza%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em 10 de junho de 2023.

CBHSF-NEMUS (2016). “Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco.” Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/plano-de-recursos-hidricos-da-bacia-hidrografica-do-rio-sao-francisco/>. Acesso em 05 de junho de 2025

FERRAZ, R. P. D. et al. (2020) “Mapa de Suscetibilidade dos Solos à Erosão Hídrica do Brasil”. Nota Técnica. 3 f. EMBRAPA SOLOS. Brasília. Disponível em: <<http://geoinfo.cnps.embrapa.br/documents/2916>>.

GIONGO, V., CUNHA, T. J. F., MENDES, A. M. S., GAVA, C. A. T (2011). “Carbono no sistema solo-planta no semiárido brasileiro”. Revista Brasileira de Geografia Física, v.6, p.1233-1253.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2007). “Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007”. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 301p. Brasília.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR; UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV (2023). “Metodologia de priorização de áreas para recuperação ambiental nas cabeceiras selecionadas das bacias dos Rios Grande, Paranaíba, São Francisco e Parnaíba.” Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/composicao/orgaos-colegiados/comites-gestores-das-contas-dos-programas-de-revitalizacao-dos-recursos-hidricos/Estudo_UFV.zip. Acesso em: 02 de junho de 2025.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. (2018). “Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.” EMBRAPA – Brasília, DF, 356 p.