

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Uma Abordagem Integrada entre Geoprocessamento e Dados Censitários para estimativa populacional da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco para qualificar a tomada de decisões na gestão dos recursos hídricos

João Paulo Paulino Coimbra¹

Abstract: This study proposes an integrated geoprocessing methodology to estimate the population of the São Francisco River Watershed (BHSF) based on 2022 Census data from IBGE. Using QGIS and the Multiscale Otto-coded Hydrographic Base – Version 6 (BHO6), 37,161 census tracts and 606 municipalities partially or fully overlapping the basin were selected. Four methodological approaches were compared, varying between municipal and tract-level data, with and without spatial weighting. The most refined method — census tracts with spatial weighting — estimated a population of 15,152,712, offering the highest accuracy and alignment with the actually drained territory. The observed variation of up to 38.6% between approaches highlights the critical influence of spatial units and inclusion criteria on population estimates. The results enhance diagnostic accuracy and support planning and public policy formulation for the management of multiple water uses. The study emphasizes the importance of using updated spatial datasets, such as BHO6 and the 2022 Census, and highlights R-based automation as a scalable and reproducible path for demographic analysis in watersheds.

Resumo: Este estudo propõe uma metodologia integrada de geoprocessamento para estimar a população na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) com base nos dados do Censo Demográfico 2022 do IBGE. Utilizando o QGIS e a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas – Versão 6 (BHO6), foram selecionados 37.161 setores censitários e 606 municípios que se sobrepõem à bacia, total ou parcialmente. Foram comparadas quatro abordagens metodológicas para estimativa populacional, variando entre dados municipais e setoriais, com e sem ponderação por área. A abordagem mais refinada — setores censitários com ponderação espacial — resultou na estimativa de 15.152.712 habitantes, demonstrando maior precisão e aderência ao território efetivamente drenado. A diferença de até 38,6% entre as abordagens evidencia o impacto da unidade espacial e do critério de inclusão na confiabilidade dos resultados. As estimativas obtidas contribuem para diagnósticos mais robustos e apoiam o planejamento e a formulação de políticas públicas voltadas à gestão dos múltiplos usos da água. O estudo reforça a importância de bases atualizadas, como a BHO6 e o Censo 2022, e da automação via R como caminhos para escalabilidade e reprodutibilidade em análises populacionais em bacias hidrográficas.

Palavras-Chave – Bacia Hidrográfica, Estimativa Populacional, Geoprocessamento

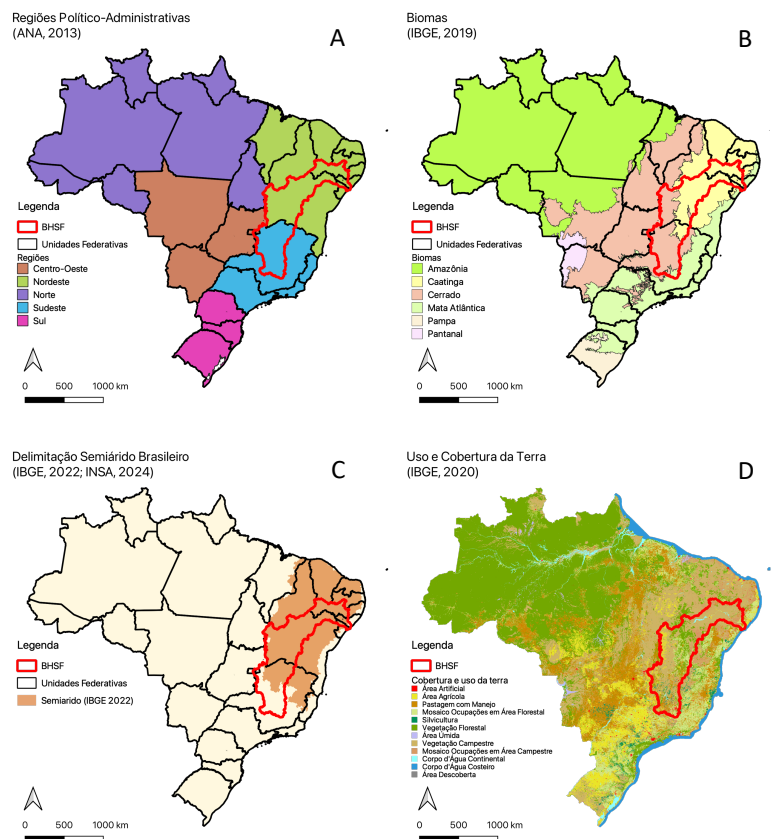
INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) é uma das regiões hidrográficas mais estratégicas do país. De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São

1) Afiliação: Agência Peixe Vivo (APV). Rua dos Carijós, 166 - Centro, Belo Horizonte - MG, Brasil, 30120-060. +55(31)3207-8500.
joaoppcoimbra@gmail.com

Francisco – Decênio 2016-2025 (PRH-SF 2016-2025), elaborado em 2016, o rio São Francisco possui 2.863 km e uma área de drenagem de mais de 639.219 km². A bacia possui 14,298 milhões de habitantes e engloba 505 municípios abrangendo seis estados (Minas Gerais, Goiás, Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco) e o Distrito Federal. Sua extensa área territorial corresponde a cerca de 8% do território nacional e conecta regiões do Brasil com grandes contrastes climáticos, ambientais e socioeconômicos (CBHSF, 2016), o que confere ao curso d'água o título de “Rio da Integração Nacional” (Pires, 2019). Outro apelido é “Velho Chico”, que expressa não apenas uma relação de afeto, mas também a complexidade histórica, cultural e simbólica que este rio representa. Ele é percebido como um ser vivo, presente em lendas, rituais e festividades que moldam a identidade das comunidades que habitam suas margens (Souza & Ramos, 2010). A Figura 1 destaca a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no contexto brasileiro, na perspectiva de algumas espacializações temáticas, como divisão regional político-administrativa (Figura 1A), biomas (Figura 1B), semiárido brasileiro (Figura 1C) e uso e cobertura do solo (Figura 1D).

Figura 1 – A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no contexto brasileiro. (A) Regiões Político-Administrativas. (B) Bioma. (C) Delimitação do Semiárido Brasileiro. (D) Uso e Cobertura da Terra.



A BHSF é extensa, populosa e multifuncional, com importância ecológica, social e econômica. Desempenha papel fundamental no abastecimento hídrico, na geração de energia, na agricultura irrigada, na expansão de polos industriais, na navegação, na pesca, na recreação, na harmonia paisagística, na subsistência dos povos e comunidades tradicionais, e na manutenção de ecossistemas aquáticos (CBHSF, 2016; Pires, 2019; Rocha *et al.*, 2022). Segundo o PRH-SF 2016-2025, 54% da bacia está localizada no semiárido brasileiro, região altamente vulnerável a eventos climáticos extremos (CBHSF, 2016). Com base em dados atualizados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre a delimitação do semiárido, observa-se que, atualmente, cerca de 77,88% da bacia está localizada nesta região (ilustrado na Figura 1A). Essa diversidade, somada ao crescimento

das pressões e demandas por água, intensificada por fatores climáticos e pelas grandes obras como a transposição e construção de barragens, reforça a necessidade de diagnósticos precisos e um planejamento que considere a realidade populacional e suas dinâmicas territoriais (CBHSF, 2016; Rocha *et al.*, 2022).

A compreensão da distribuição populacional por meio de estimativas em nível de setor censitário aprimora o conhecimento sobre a bacia e pode subsidiar políticas públicas e qualificar a tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos. Dados populacionais são essenciais para análises hidrológicas e socioambientais, como o cálculo de densidade demográfica e demanda por água. No entanto, uma das principais limitações metodológicas é que os limites municipais — unidade normalmente utilizada para a divulgação de dados municipais — não coincidem com os contornos das bacias hidrográficas, comprometendo a precisão das análises espaciais e a consistência das estimativas populacionais (Moraes & Lorandi, 2016).

Para superar essa limitação e estimar a população residente na BHSF com maior acurácia espacial, este estudo adotou dados agregados por setores censitários do Censo Demográfico de 2022, associados à malha vetorial georreferenciada dos respectivos setores. Essa abordagem permite contornar as inconsistências territoriais dos dados municipais. Seguindo uma metodologia adaptada de Moraes e Lorandi (2016) é possível integrar dados tabulares e espaciais utilizando do geoprocessamento para recortar a malha censitária pelo limite da bacia e calcular a população total e a densidade demográfica (habitantes/km²) para o território drenado.

Cabe destacar que, embora este estudo utilize os dados do PRH-SF 2016–2025 como referência para contextualização, os resultados aqui apresentados divergem, em certa medida, daqueles tradicionalmente divulgados. Essa diferença decorre da adoção de bases metodológicas e geoespaciais atualizadas, como a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas – Versão 6 (BHO6), lançada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em 2024, e os dados do Censo Demográfico 2022, disponibilizados em nível de setor censitário pelo IBGE em 2024. Tais atualizações permitiram maior detalhamento espacial e contribuíram para a obtenção de estimativas populacionais mais aderentes à configuração real da bacia.

A estimativa populacional da BHSF com base nos dados por setores censitários pode contribuir significativamente para o planejamento e gestão dos recursos hídricos da região. Observa-se que a maioria dos estudos existentes apresenta estimativas populacionais utilizando dados municipais agregados, que podem não refletir com precisão a população real inserida na bacia. O uso dos setores censitários pode melhorar a granularidade da análise e permitir maior aderência ao território da bacia hidrográfica.

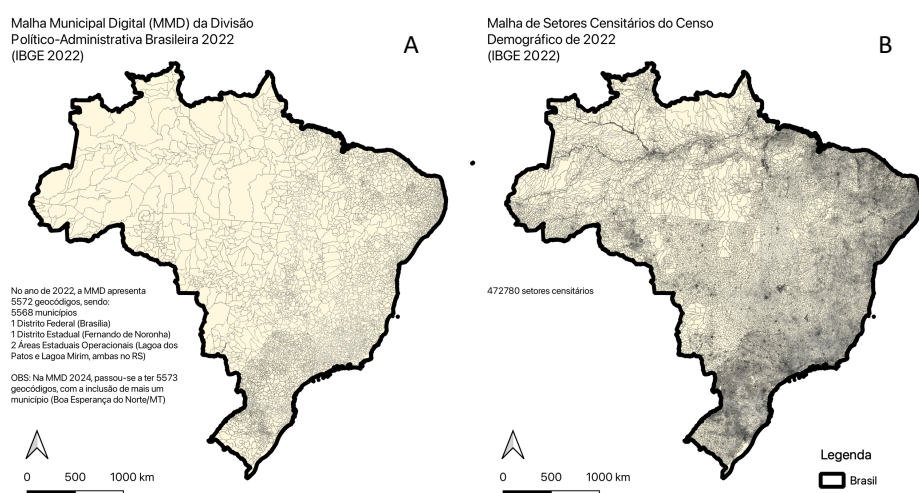
Ainda que já existam análises semelhantes, é importante destacar que os dados do Censo Demográfico de 2022, em nível de setor censitário, foram recentemente divulgados pelo IBGE, representando a fonte mais atualizada e precisa para a estimativa populacional no território nacional. O uso dessas informações atualizadas amplia a confiabilidade dos resultados e potencializa sua aplicação em diagnósticos e prognósticos mais alinhados à realidade atual.

Por fim, o uso de dados populacionais detalhados permite análises mais robustas sobre demanda e disponibilidade hídrica, propiciando melhor avaliação da influência da ocupação humana sobre os corpos hídricos. Dessa forma, essas análises podem subsidiar uma tomada de decisão mais qualificada para o planejamento de ações estruturais e estruturantes voltadas ao desenvolvimento sustentável da região e à formulação de políticas públicas relacionadas aos múltiplos usos da água observados na bacia.

METODOLOGIA

A base de dados para a análise populacional proposta nesse trabalho consiste na malha de municípios brasileiros, de setores censitários e as tabelas agregadas por setores censitários do Censo Demográfico de 2022, disponibilizadas pelo IBGE, e na delimitação oficial da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. A malha de setores censitários mais recentes disponibilizadas pelo IBGE é a produzida na ocasião do Censo 2022. A malha de municípios mais atual disponibilizada pelo IBGE é de 2024, mas para esse estudo utilizou-se a de 2022 para corresponder com a malha de setores censitários. Ambas as malhas estão ilustradas na Figura 2 abaixo.

Figura 2 – Malha municipal e malha de setores censitários mais recente, disponibilizadas pelo IBGE. (A) Malha Municipal Digital – 2022. (B) Malha de Setores Censitários – 2022.



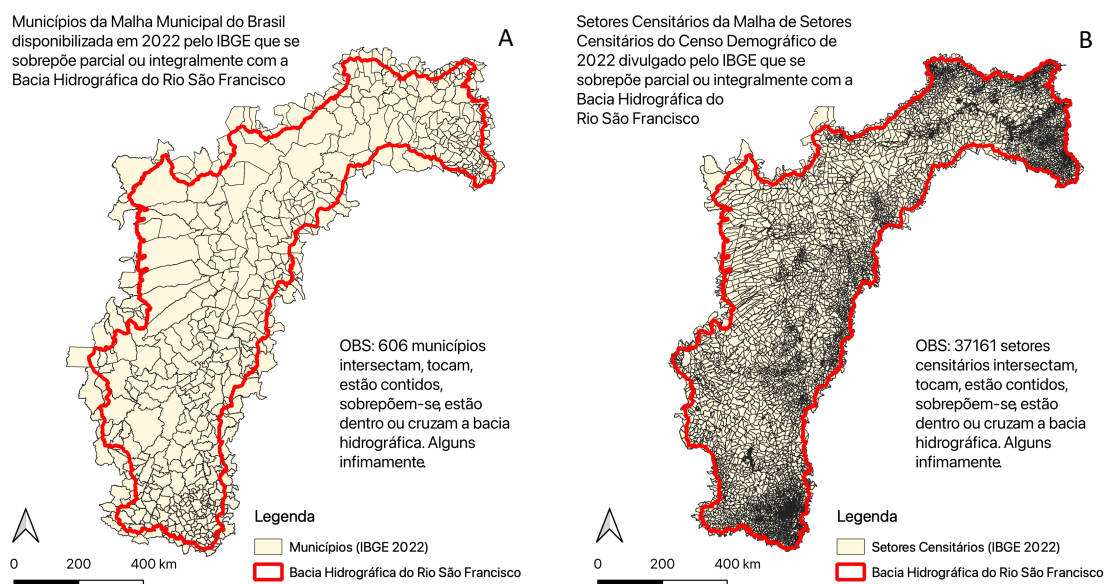
Para a delimitação da bacia hidrográfica utilizou-se a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas – Versão 6 (BHO6), disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Este é um conjunto de dados geoespaciais que representa, com alta precisão, a rede hidrográfica do território brasileiro e parte da América do Sul. A BHO6 é resultado de uma evolução contínua desde 2004, incorporando tecnologias modernas, colaboração com os estados e dados cartográficos de maior escala. Cada trecho de drenagem da BHO6 está associado a uma área de contribuição hidrográfica vetorial (poligonal). Para obtenção da delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco considerou-se a BHO6 Nível Otto 2 (ANA, 2024). A Figura 3 ilustra a BHO6 Nível Otto 2 com destaque para a área de contribuição referente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Figura 3 – Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas Versão 6 (BHO6) da ANA com destaque para a área de contribuição referente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco



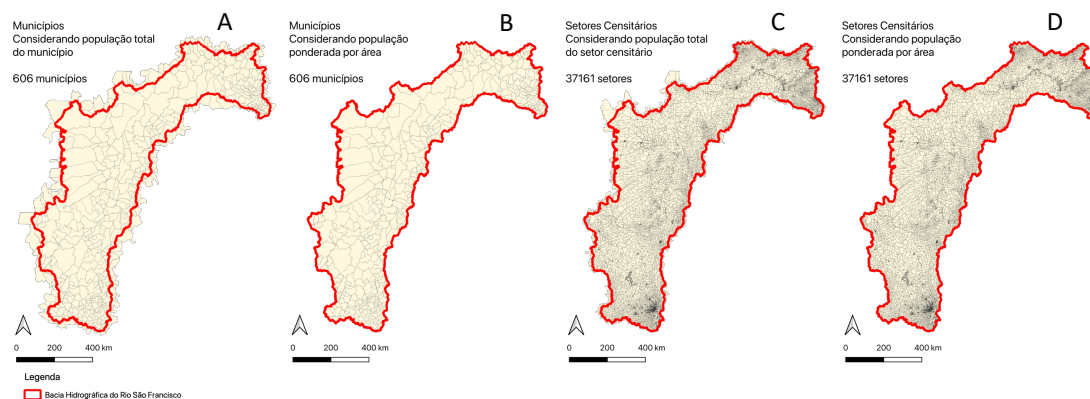
Com a base de dados compilada, procedeu-se com a seleção dos setores censitários sobrepostos à bacia. Também se selecionou os municípios sobrepostos para proceder com uma análise comparativa. Foram contabilizados 606 municípios e 37.161 setores censitários. Cabe ressaltar que alguns polígonos possuem uma área ínfima inserida na bacia, mas para fins de consistência metodológica, foram considerados na análise. A Figura 4 ilustra essa seleção.

Figura 4 – Seleção dos municípios e setores censitários que se sobrepõem parcial ou integralmente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. (A) Municípios sobreposto à BHSF. (B) Setores Censitários sobrepostos à BHSF.



Dando continuidade, o cálculo da população considerou os municípios e os setores totalmente e parcialmente incluídos. Foram quatro abordagens para a estimativa populacional. Duas consideraram os municípios inseridos na bacia como unidade espacial de análise, sendo que para uma destas foi considerada a totalidade da população dos municípios e para a outra foi realizada ponderação considerando apenas a área dentro da bacia para os municípios parcialmente inseridos. As outras duas consideraram os setores censitários como unidade espacial de análise, sendo que para uma destas foi considerada a totalidade da população destes setores censitários e para a outra foi levada em consideração a proporcionalidade da área dentro da bacia para os setores parcialmente inseridos. Essas análises estão ilustradas na Figura 5.

Figura 5 – Os quatro procedimentos metodológicos utilizados para se estimar a população na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco de forma ilustrada. (A) Abordagem por municípios, sem ponderação por área. (B) Abordagem por municípios com ponderação por área. (C) Abordagem por setores censitários, sem ponderação por área. (D) Abordagem por setores censitários, com ponderação por área.



As análises espaciais foram realizadas no software QGIS, versão 3.28.1 'Firenze', um Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre, de código-fonte aberto e multiplataforma, que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados. A ferramenta foi fundamental para entender como se dá a interseção entre os municípios e os setores censitários com o limite da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, viabilizando o recorte espacial necessário para as estimativas populacionais realizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram aplicadas quatro abordagens distintas para a estimativa da população na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF), com base em dados do Censo Demográfico 2022. Essas metodologias variam de acordo com a unidade territorial adotada (municípios ou setores censitários) e com o tratamento espacial da sobreposição parcial com os limites da bacia.

A primeira abordagem, mais agregada, considerou a população total dos 606 municípios que se sobrepõem integral ou parcialmente à BHSF, sem qualquer ponderação. O resultado foi uma estimativa populacional de 21.007.635 habitantes, que representa uma superestimação, uma vez que inclui a população por completo dos municípios com apenas frações mínimas inseridas na bacia.

A segunda abordagem manteve os municípios como unidade de análise, mas aplicou-se uma ponderação por área nos casos de municípios parcialmente inseridos na bacia. Para os municípios integralmente contidos, utilizou-se a população total; para os parcialmente inseridos, a estimativa foi proporcional à área do território municipal efetivamente contida na bacia. Essa abordagem resultou em 15.758.357 habitantes.

A terceira abordagem adotou os setores censitários como unidade espacial e considerou a população total de todos os 37.161 setores que incidem parcial ou totalmente sobre a BHSF, sem ponderação. Esse método gerou uma estimativa de 15.379.380 habitantes.

Por fim, a quarta e mais refinada abordagem considerou os setores censitários, mas com ponderação por área nos casos em que os setores são apenas parcialmente inseridos na bacia. Para os setores totalmente inseridos, considerou-se a população total; para os parcialmente inseridos, aplicou-se uma ponderação proporcional à área efetivamente contida na bacia. Esta metodologia resultou na estimativa populacional mais precisa: 15.152.712 habitantes.

A Tabela 1 resume os resultados para as quatro abordagens utilizadas.

Tabela 1 – Comparativo entre as quatro abordagens adotadas para estimativa populacional

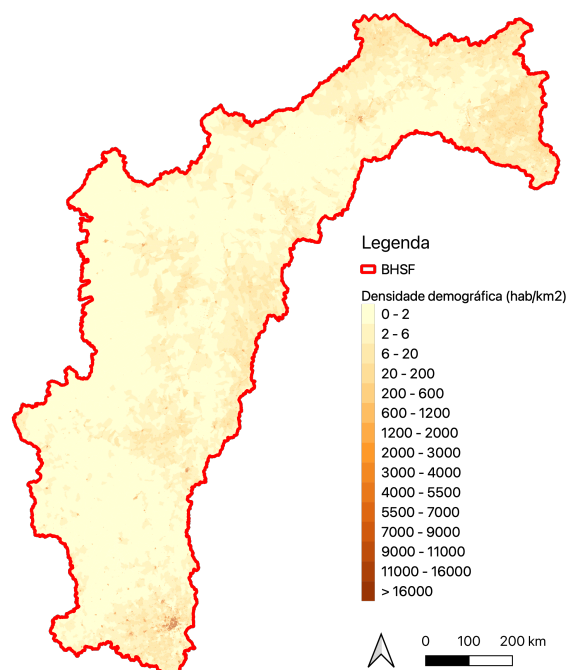
Abordagem	Unidade de análise	Ponderação espacial	População estimada	Diferença (%) em relação ao setor censitário ponderado
Municípios – Total	Município	Não	21.007.635	38,6%
Municípios – Com ponderação por área	Município	Sim	15.758.357	4,0%
Setores censitários – Total	Setor censitário	Não	15.379.380	1,5%
Setores censitários – Com ponderação por área	Setor censitário	Sim	15.152.712	0% (referência)

A diferença de quase 6 milhões de habitantes (38,6%) entre as abordagens mais e menos precisas demonstra o impacto significativo do recorte espacial e da granularidade dos dados sobre os resultados. Utilizar dados agregados por município, sem correção, pode induzir a erros relevantes em análises que subsidiam a gestão de recursos hídricos.

A abordagem com setores censitários e ponderação por área representa a estimativa mais aderente ao território efetivamente drenado pela bacia. Ela permite quantificar com maior precisão a população inserida na bacia, favorecendo, por exemplo, diagnósticos mais consistentes sobre demanda hídrica, pressão antrópica sobre os corpos d'água e planejamento de infraestrutura.

Com base nesta abordagem foi realizada uma análise de densidade demográfica (hab/km²). A partir do cruzamento entre a área efetivamente inserida de cada setor censitário na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e de posse da sua respectiva população, foi calculada a densidade populacional para cada setor. Esta etapa permitiu não apenas quantificar, mas espacializar a distribuição e a dinâmica da ocupação humana na bacia, evidenciando áreas com maior concentração populacional. A Figura 6 apresenta o mapeamento da densidade demográfica da BHSF, com base na malha vetorial de setores censitários e nos dados populacionais do Censo Demográfico de 2022.

Figura 6 – Densidade demográfica (hab/km²) na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, calculada com dados dos setores censitários



Cabe ressaltar que as diferenças observadas entre os resultados deste estudo e os dados apresentados no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Decênio 2016–2025 (PRH-SF 2016–2025), especificamente em relação aos municípios inseridos na bacia e as estimativas populacionais, se explicam, principalmente, por três fatores metodológicos: a delimitação espacial da bacia hidrográfica utilizada, as bases de dados populacionais mais atualizadas adotadas e o critério de inclusão de municípios com sobreposição parcial à bacia.

Enquanto o PRH-SF 2016–2025 adotou uma delimitação da bacia baseada em versão anterior da base hidrográfica nacional, este estudo utiliza a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas – Versão 6 (BHO6), lançada pela ANA em 2024. A BHO6 representa um avanço significativo no mapeamento hidrográfico do país no que tange a escala dos dados, sendo atualmente a base mais recomendada para análises com melhor escala de mapeamento disponível (ANA, 2024). Os dados vetoriais em escalas mais detalhadas e estrutura geoespacial mais precisa, altera sutilmente os limites reconhecidos da bacia em relação a versões anteriores.

Destaca-se ainda que, para este estudo, foram considerados todos os municípios com qualquer grau de sobreposição territorial ao limite hidrográfico adotado, inclusive aqueles com áreas mínimas inseridas na bacia, o que resultou em um total de 606 municípios (328 integralmente inseridos e 278 parcialmente inseridos) identificados através do recorte realizado. O Apêndice A traz a lista destes 606 municípios, com as respectivas áreas totais e inseridas na BHSF. Esse quantitativo é substancialmente diferente dos 505 municípios considerados no PRH-SF 2016-2025 incluindo, inclusive, municípios localizados em estados não citados no PRH-SF 2016-2025, como Piauí, Tocantins, Ceará e Paraíba, cujas áreas de contribuição para a bacia são ínfimas, mas espacialmente detectáveis na escala da BHO6.

Além disso, as estimativas populacionais aqui apresentadas têm como base o Censo Demográfico 2022, a mais recente e precisa fonte de dados populacionais do país, enquanto o PRH-SF 2016-2025 utilizou dados censitários anteriores. Essas atualizações metodológicas e geoespaciais justificam as diferenças observadas nos totais populacionais, número de municípios e área total da bacia, reafirmando a importância da adoção de bases atualizadas e com maior resolutividade para análises voltadas ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a importância da escolha da unidade espacial e da metodologia de recorte geográfico na estimativa populacional de bacias hidrográficas. Foram comparadas quatro abordagens distintas para a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, utilizando dados do Censo Demográfico de 2022: duas com base em municípios e duas com base em setores censitários, com e sem ponderação por área.

Os resultados evidenciam que a utilização de setores censitários com ponderação espacial oferece maior precisão na estimativa da população efetivamente na bacia, evitando distorções associadas à análise por municípios inteiros. A estimativa populacional mais refinada, de 15.152.712 habitantes, serve como base confiável para o planejamento e a gestão dos múltiplos usos da água no território da BHSF.

A combinação de ferramentas como o QGIS (versão 3.28.1-Firenze) e bases georreferenciadas e tabulares do IBGE (em especial os últimos dados disponibilizados através do Censo Demográfico de 2022), apresenta-se como um caminho eficiente, reproduzível e escalável para futuras atualizações da estimativa populacional em bacias hidrográficas.

Como continuidade, propõe-se o desenvolvimento completo de um script automatizado em linguagem R, capaz de executar todo o fluxo de tratamento espacial, recorte das malhas municipais e de setores censitários, e cálculo populacional com base na sobreposição vetorial. Além disso, sugere-se a incorporação de variáveis socioeconômicas e ambientais, ampliando o potencial analítico para subsidiar políticas públicas integradas em recursos hídricos, saneamento e ordenamento territorial.

Como desdobramento futuro, também se destaca a possibilidade de aprofundar a análise populacional a partir da distribuição da população nas diferentes sub-bacias que compõem a BHSF. Para isso, pode-se utilizar os níveis mais detalhados da Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas – BHO6, como os Níveis Otto 4 e 5, que permitem a segmentação da bacia em unidades hidrográficas menores e hierarquicamente estruturadas. Também se propõe análise análoga para as quatro regiões fisiográficas em que a BHSF se divide. Essas abordagens proporcionariam uma visão mais refinada da pressão antrópica sobre os recursos hídricos, subsidiando estratégias de gestão regionalizadas e mais ajustadas às realidades locais.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. (2013). *Regiões Político-Administrativa*. Brasília – DF. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/046a1be6-7c41-427d-8d41-32e47345df80>
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. (2024). *Nota Técnica nº 5/2024 – SHE/CCOGI: Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas – BHO versão 6*. Brasília – DF. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/f3cd2e53-e8b5-4e0f-8154-9ae739ef74cb>. Acesso em: 10 de abril de 2025
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – CBHSF. (2016). *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Resumo Executivo RF3*. Maceió – AL, 300 p. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/>. Acesso em: 01 de abril de 2025
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2019). *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000*. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro – RJ. 168 p. - (Relatórios metodológicos, ISSN 0101-2843 ; v. 45). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101676>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2022). *Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra*. Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2022). *Lista de municípios do Semiárido Brasileiro*. Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=acesso-ao-produto>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2024). *Censo Brasileiro de 2022*. Rio de Janeiro – RJ.
- INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO – INSA (2024). *Delimitação do Semiárido Brasileiro*. INSA/Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Brasília – DF. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/centrais-de-conteudo/mapas/mapas-em-pdf/delimitacao-do-semiarido-brasileiro-2024.pdf/view>
- PIRES, A. P. N. (2019). *Estrutura e objetivos da transposição do rio São Francisco: versões de uma mesma história*. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 23, n. 1, p. 182-197, abr. 2019. ISSN 2179-0892. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2019.122366>
- ROCHA, L. H. S.; SILVA, D. F.; KAYANO, M. T.; BONFIM, O. E. T. (2022). *Homogeneidade, eventos extremos e suas causas climáticas na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 37, n. 4, p. 601–616. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-77863710122>
- SOUZA, R. C. A.; RAMOS, A. R. N. (2010). *Rio São Francisco: cultura, identidade e desenvolvimento*. BARDE – Revista de Desenvolvimento Econômico, ed. esp., ano XII, dez. 2010. Salvador – BA

Apêndice A – Municípios que se sobrepõem integral ou parcialmente à BHSF

No	Município	UF	Área total município (km²)	Área do município inserida na BHSF (km²)	% Área do município inserida na BHSF	Inserção do município na BHSF
1	Agua Branca	AL	408,23	408,23	100,0000%	Integral
2	Batalha	AL	315,87	315,87	100,0000%	Integral
3	Belém Monte	AL	334,14	334,14	100,0000%	Integral
4	Cacimbas	AL	281,69	281,69	100,0000%	Integral
5	Campo Alegre	AL	170,14	170,14	100,0000%	Integral
6	Canapi	AL	602,78	602,78	100,0000%	Integral
7	Carvelos	AL	111,70	111,70	100,0000%	Integral
8	Delmiro Gouveia	AL	628,55	628,55	100,0000%	Integral
9	Dois Rios	AL	141,62	141,62	100,0000%	Integral
10	Feira Grande	AL	175,91	175,91	100,0000%	Integral
11	Guia do Porciano	AL	513,45	513,45	100,0000%	Integral
12	Igraja Nova	AL	426,54	426,54	100,0000%	Integral
13	Inhapé	AL	372,02	372,02	100,0000%	Integral
14	Jacaré dos Homens	AL	148,99	148,99	100,0000%	Integral
15	Jaramatã	AL	105,42	105,42	100,0000%	Integral
16	Lagoa da Canoa	AL	83,62	83,62	100,0000%	Integral
17	Major Idelfonso	AL	442,74	442,74	100,0000%	Integral
18	Maravilha	AL	312,37	312,37	100,0000%	Integral
19	Matá Grande	AL	914,72	914,72	100,0000%	Integral
20	Minador do Negro	AL	167,46	167,46	100,0000%	Integral
21	Mogi das Flores	AL	86,60	86,60	100,0000%	Integral
22	Olho d'Água das Flores	AL	188,22	188,22	100,0000%	Integral
23	Olho d'Água do Casado	AL	327,68	327,68	100,0000%	Integral
24	Olho d'Água Grande	AL	117,01	117,01	100,0000%	Integral
25	Olimpina	AL	175,29	175,29	100,0000%	Integral
26	Ourá Branco	AL	195,56	195,56	100,0000%	Integral
27	Palmeira	AL	38,19	38,19	100,0000%	Integral
28	Pão de Açúcar	AL	254,72	254,72	100,0000%	Integral
29	Pazderra	AL	688,45	688,45	100,0000%	Integral
30	Penedo	AL	404,00	404,00	100,0000%	Integral
31	Piranhatã	AL	284,26	284,26	100,0000%	Integral
32	Povo das Trincheiras	AL	235,85	235,85	100,0000%	Integral
33	Porto Real do Colégio	AL	436,16	436,16	100,0000%	Integral
34	Santa Rita da Ipanema	AL	139,04	139,04	100,0000%	Integral
35	São Brás	AL	490,48	490,48	100,0000%	Integral
36	São José da Tapera	AL	314,92	314,92	100,0000%	Integral
37	São Sebastião	AL	338,57	338,57	100,0000%	Integral
38	Senador Ruy Palmeira	AL	681,28	681,28	100,0000%	Integral
39	Trapiá	AL	206,77	206,77	100,0000%	Integral
40	Estrela de Alagoas	AL	278,68	278,68	100,0000%	Integral
41	Crabral	AL	243,69	243,69	100,0000%	Integral
42	Playground	AL	345,60	345,60	100,0000%	Integral
43	Arapipeira	AL	110,06	110,06	100,0000%	Integral
44	Felix Deserto	AL	209,22	209,22	100,0000%	Integral
45	Teodoro Vilela	AL	321,72	321,72	100,0000%	Integral
46	Itapi	AL	334,35	334,35	100,0000%	Integral
47	Coruripe	AL	897,80	897,80	100,0000%	Integral
48	Limoeiro de Anadia	AL	805,21	805,21	100,0000%	Integral
49	Palmeira dos Índios	AL	450,89	450,89	100,0000%	Integral
51	Abare	BA	360,92	360,92	100,0000%	Integral
52	América Dourada	BA	82,37	82,37	100,0000%	Integral
53	Angical	BA	153,05	153,05	100,0000%	Integral
54	Banjoão	BA	330,73	330,73	100,0000%	Integral
55	Barra	BA	1142,14	1142,14	100,0000%	Integral
56	Barro do Mendes	BA	145,36	145,36	100,0000%	Integral
57	Barro Preto	BA	413,51	413,51	100,0000%	Integral
58	Boquira	BA	145,23	145,23	100,0000%	Integral
59	Botuporã	BA	627,61	627,61	100,0000%	Integral
60	Brigidoia	BA	224,71	224,71	100,0000%	Integral
61	Brotas de Macaúba	BA	252,82	252,82	100,0000%	Integral
62	Cafarnaum	BA	643,66	643,66	100,0000%	Integral
63	Canapolis	BA	460,39	460,39	100,0000%	Integral
64	Canarana	BA	579,71	579,71	100,0000%	Integral
65	Candiba	BA	433,64	433,64	100,0000%	Integral
66	Carinhanha	BA	252,90	252,90	100,0000%	Integral
67	Castilândia	BA	703,20	703,20	100,0000%	Integral
68	Caturama	BA	716,26	716,26	100,0000%	Integral
69	Central	BA	566,97	566,97	100,0000%	Integral
70	Coribe	BA	266,82	266,82	100,0000%	Integral
71	Coripe	BA	428,17	428,17	100,0000%	Integral
72	Cristópolis	BA	105,84	105,84	100,0000%	Integral
73	Curupá	BA	592,661	592,661	100,0000%	Integral
74	Feira da Mata	BA	1115,19	1115,19	100,0000%	Integral
75	Genito do Ouro	BA	387,794	387,794	100,0000%	Integral
76	Glória	BA	156,61	156,61	100,0000%	Integral
77	Guaranésia	BA	172,37	172,37	100,0000%	Integral
78	Ipatinga	BA	138,01	138,01	100,0000%	Integral
79	Ipatinga	BA	954,37	954,37	100,0000%	Integral
80	Itabá	BA	573,03	573,03	100,0000%	Integral
81	Itaberá	BA	174,11	174,11	100,0000%	Integral
82	Itaerá	BA	856,59	856,59	100,0000%	Integral
83	Itapipira	BA	105,76	105,76	100,0000%	Integral
84	Itaú	BA	315,17	315,17	100,0000%	Integral
85	Itaguara da Bahia	BA	4310,24	4310,24	100,0000%	Integral
86	Itaju	BA	1525,14	1525,14	100,0000%	Integral
87	João Dourado	BA	913,36	913,36	100,0000%	Integral
88	Juazeiro	BA	673,23	673,23	100,0000%	Integral
89	Juazeiro	BA	135,17	135,17	100,0000%	Integral
90	Lapão	BA	642,88	642,88	100,0000%	Integral
91	Macacinas	BA	249,10	249,10	100,0000%	Integral
92	Machado	BA	257,19	257,19	100,0000%	Integral
93	Matina	BA	773,28	773,28	100,0000%	Integral
94	Maripá	BA	209,87	209,87	100,0000%	Integral
95	Matucana	BA	380,11	380,11	100,0000%	Integral
96	Matucana	BA	331,42	331,42	100,0000%	Integral
97	Ouroilândia	BA	154,49	154,49	100,0000%	Integral
98	Palmas de Monte Alto	BA	250,03	250,03	100,0000%	Integral
99	Paratinga	BA	262,50	262,50	100,0000%	Integral
100	Paulo Afonso	BA	154,49	154,49	100,0000%	Integral
101	Presidente Dutra	BA	232,06	232,06	100,0000%	Integral
102	Rio do Salto	BA	318,91	318,91	100,0000%	Integral
103	Rio do Salto	BA	2207,15	2207,15	100,0000%	Integral
104	Santa Maria da Vitória	BA	198,91	198,91	100,0000%	Integral
105	Santana	BA	190,35	190,35	100,0000%	Integral
106	São Félix do Carvão	BA	173,67	173,67	100,0000%	Integral
107	São Gabriel	BA	114,65	114,65	100,0000%	Integral
108	Sebastião Laranjeiras	BA	198,43	198,43	100,0000%	Integral
109	Serra do Ramalho	BA	234,69	234,69	100,0000%	Integral
110	Sento São	BA	1198,17	1198,17	100,0000%	Integral
111	Sento São	BA	1592,24	1592,24	100,0000%	Integral
112	Silve do Monte	BA	167,80	167,80	100,0000%	Integral
113	Sobradinho	BA	135,97	135,97	100,0000%	Integral
114	Tabocas do Brejo Velho	BA	547,19	547,19	100,0000%	Integral
115	Ubaí	BA	143,30	143,30	100,0000%	Integral
116	Urbanópolis	BA	177,63	177,63	100,0000%	Integral
117	Wanderlândia	BA	260,58	260,58	100,0000%	Integral
118	Xique-Xique	BA	507,66	507,66	100,0000%	Integral
119	Cocos	BA	104,657	104,657	100,0000%	Integral
120	Rio do Salto	BA	597,69	597,69	100,0000%	Integral
121	Nova Horizonte	BA	627,50	627,50	100,0000%	Integral
122	Rio do Rio	BA	656,12	656,12	100,0000%	Integral
123	Choró	BA	300,52	300,52	100,0000%	Integral
124	Tanque Novo	BA	725,52	725,52	100,0000%	Integral
125	Casa Nova	BA	964,70	964,48	99,9997%	Parcial
126	Butimatã	BA	404,74	404,48	99,9966%	Parcial
127	Ubaí	BA	92,40	92,40	100,0000%	Integral
128	Monóide	BA	312,59	312,68	99,9970%	Parcial
129	Santa Rita de Cássia	BA	603,48	603,47	99,9970%	Parcial
130	Várzea Nova	BA	122,59	122,61	99,9976%	Parcial
131	Jaborandi	BA	995,11	995,10	99,9999%	Parcial
132	Correntina	BA	1150,32	1148,65	99,9029%	Parcial
133	Remanso	BA	453,10	454,34	99,9979%	Parcial
134	Pão de Açúcar	BA	11597,91	11597,91	100,0000%	Integral
135	Santa Brígida	BA	934,46	931,18	99,6488%	Parcial
136	Campos de Lourdes	BA	294,58	289,43	99,4211%	Parcial
137	Macururé	BA	251,57	252,23	99,1127%	Parcial
138	São Desidério	BA	1535,71	1490,78	96,7209%	Parcial
139	Itaboraí	BA	184,00	180,29	98,2544%	Parcial
140	Formosa do Rio Preto	BA	1364,33	1351,10	99,0131%	Parcial
141	Padi	BA	634,47	634,47	100,0000%	Integral
142	Elói Cardoso	BA	735,25	693,29	94,2938%	Parcial
143	Barreiras	BA	800,18	756,01	94,5289%	Parcial
144	Luz Emarito Magalhães	BA	408,69	377,22	92,2526%	Parcial
145	Barão Alto	BA	415,51	371,08	89,5529%	Parcial
146	Campo Formoso	BA	7161,83	6330,88	88,3919%	Parcial
147	Igararangi	BA	2466,01	2132,32	86,4884%	Parcial
148	Mirangaba	BA	1751,78	1176,20	72,8153%	Parcial
149	Caetité	BA	1545,24	1450,29	94,6633%	Parcial
150	Paramirim	BA	1087,06	582,80	53,6127%	Parcial
151	Morro do Chapéu	BA	5744,97	2941,04	51,1998%	Parcial
152	Souza Soares	BA	1025,54	506,41	49,3660%	Parcial
153	Seabra	BA	2402,17	91,27	3,83726%	Parcial
154	Iacolina	BA	2192,90	820,07	37,3935%	Parcial
155	Bonito	BA	751,28	252,61	33,7406%	Parcial
156	Mulungu	BA	1825,86	620,81	34,0011%	Parcial
157	Matias do Morro	BA	646,12	143,29	22,1594%	Parcial
158	Jeremoabo	BA	4259,49	15,17	0,3564%	Parcial
159	Pedro Alexandre	BA	885,17	112,48	12,6439%	Parcial
160	Iracaraí	BA	1332,42	110,90	8,3692%	Parcial
161	Miguel Calmon	BA	1599,67	137,03	8,5658%	Parcial
162	Ubaí	BA	3050,15	218,85	7,1739%	Parcial
163	Viçosa do Contas	BA	111,25	90,49	81,339%	Parcial
164	Bonito	BA	89,86	34,32	38,2633%	Parcial
165	Canavieiras	BA	3565,38	48,99	1,3746%	Parcial
166	Abare	BA	538,68	5,30	0,9837%	Parcial
167	Andaraí	BA	1362,39	11,47	0,8420%	Parcial
168	União de Almeida	BA	856,53	2,01	0,2350%	Parcial
169	Licínio de Sousa Senhora	BA	1952,51	0,03	0,0017%	Parcial
170	Alexandre	CE	1097,34	147,11	13,4061%	Parcial
171	Santana do Cariri	CE	855,17	41,12	4,8061%	Parcial
172	Prazeres	CE	150,54	5,48	3,7221%	Parcial
173	Salgueiro	CE	806,15	8,25	1,0227%	Parcial
174	Benito Santo	CE	654,66	5,25	0,8039%	Parcial
175	Jardim	CE	544,98	4,02	0,7379%	Parcial
176	Itapicuma	CE	368,19	1,42	0,3851%	Parcial
177	Barbalha	CE	608,16	1,01	0,1664%	Parcial
178	Crato	CE	1138,15	0,14	0,0124%	Parcial
179	Murici	CE	670,01	0,00	0,0000%	Parcial
180	Campanário	GO	1760,78	100,0000%	Integral	
181	Caldas Novas	GO	1126,44	1126,44	100,0000%	Integral
182	Formosa	GO	289,49	164,76	57,2541%	Parcial
183	Cristalina	GO	615			

