

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS TENDÊNCIAS HIDROLÓGICAS DA SUB-BACIA DO RIO PARAÓPEBA**

*Ana Paula de Azevedo Faria<sup>1</sup>, Aline de Araújo Nunes<sup>2</sup>, Ana Letícia Pilz de Castro<sup>3</sup>, Anibal da Fonseca Santiago<sup>4</sup>, Múcio André dos Santos Alves Mendes<sup>5</sup>, Tamara Daiane de Souza<sup>6</sup> & Mila Correa Sampaio<sup>7</sup>*

**Abstract:** This study evaluates trends in historical precipitation and streamflow records in the Paraopeba River sub-basin (SF3), a tributary of the Upper São Francisco River, located in central Minas Gerais, Brazil, over the period from 1985 to 2023. Data on total annual precipitation from nine rainfall stations and minimum (Q7), mean, and maximum streamflow data from seven gauging stations were obtained from the Brazilian National Water and Sanitation Agency (ANA) via the HidroWeb platform. Trend analysis was conducted using the non-parametric Mann-Kendall test, implemented in R software. Land use and land cover changes were assessed using data from Collection 9 of the MapBiomas project, considering categories such as forest formations, pasture, agriculture, silviculture, mining, and urban areas. The results indicate no statistically significant trends in most precipitation series, whereas significant decreasing trends in minimum streamflow were identified at several stations. This divergence suggests that anthropogenic land use changes are a primary driver of hydrological alterations, especially the replacement of native vegetation with impervious surfaces, which reduce infiltration and baseflow. The findings underscore the necessity of integrating land use planning with water resources management to enhance hydrological resilience and sustainability in the basin.

**Resumo:** Este trabalho investiga as tendências em séries históricas de precipitação e vazão na sub-bacia do rio Paraopeba (SF3), situada no Alto São Francisco, em Minas Gerais, Brasil, no período de 1985 a 2023. Foram analisados dados de precipitação total anual de nove estações pluviométricas e vazões mínimas (Q7), médias e máximas de sete estações fluviométricas, obtidos da plataforma HidroWeb da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). As tendências foram avaliadas por meio do teste estatístico de *Mann-Kendall*, com suporte do *software* R e suas bibliotecas especializadas. As alterações no uso e cobertura da terra foram analisadas com base na Coleção 9 do projeto MapBiomas, contemplando categorias como formações florestais, pastagens, agricultura, silvicultura, mineração e áreas urbanas. Os resultados indicaram ausência de tendências estatisticamente significativas na maioria das séries de precipitação; entretanto, observaram-se redu-

<sup>1</sup> Engenheira Civil (UFESJ). Mestranda em Engenharia Ambiental (UFOP). CEP 35400-000 Ouro Preto-MG. Correio eletrônico: [ana.paff@aluno.ufop.edu.br](mailto:ana.paff@aluno.ufop.edu.br)

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> Agrícola e Ambiental, Profa. Dra. UFOP - Depto. Engenharia Urbana, CEP 35400-000 Ouro Preto-MG. Correio eletrônico: [aline.nunes@ufop.edu.br](mailto:aline.nunes@ufop.edu.br)

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Sanitarista e Ambiental, Profa. Dra. UFOP - Depto. Engenharia Civil, CEP 35400-000 Ouro Preto-MG. Correio eletrônico: [anacastro@ufop.edu.br](mailto:anacastro@ufop.edu.br)

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Ambiental, Prof. Dr. UFOP - Depto. Engenharia Civil, CEP 35400-000 Ouro Preto-MG. Correio eletrônico: [anibal@ufop.edu.br](mailto:anibal@ufop.edu.br)

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola e Ambiental, Prof. Dr. UFOP - Depto. Engenharia Civil, CEP 35400-000 Ouro Preto-MG. Correio eletrônico: [mucio.mendes@ufop.edu.br](mailto:mucio.mendes@ufop.edu.br)

<sup>6</sup> Eng<sup>a</sup> Agrícola e Ambiental, Profa. Dra. UFOP - Depto. Engenharia Urbana, CEP 35400-000 Ouro Preto-MG. Correio eletrônico: [tamara.souza@ufop.edu.br](mailto:tamara.souza@ufop.edu.br)

<sup>7</sup> Eng<sup>a</sup> Ambiental, Profa. Dra. Unifesspa – Faculdade de Engenharia Civil, CEP 68507-590 Marabá-PA. Correio eletrônico: [mila@unifesspa.edu.br](mailto:mila@unifesspa.edu.br)

-ções significativas nas vazões mínimas em diversas estações. Tal discrepância evidencia a influência de processos antrópicos na modificação do regime hidrológico da bacia, sobretudo devido à substituição da vegetação nativa por usos com maior grau de impermeabilização do solo. Conclui-se que a integração entre o planejamento do uso do solo e a gestão de recursos hídricos é imperativa para a manutenção da sustentabilidade hídrica regional.

**Palavras-Chave** – Tendência hidrológica; *Mann-Kendall*; Uso e ocupação do solo; Bacia do Paraopeba; MapBiomias.

## INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas desempenham papel essencial no equilíbrio dos sistemas ecológicos e no abastecimento hídrico de populações urbanas, agrícolas e industriais. No entanto, nas últimas décadas, essas unidades territoriais têm sido significativamente impactadas por transformações antrópicas no uso e ocupação do solo, aliadas aos efeitos crescentes das mudanças climáticas. A substituição de vegetação nativa por áreas de silvicultura, lavouras, mineração e zonas urbanizadas altera o balanço hidrológico, intensificando o escoamento superficial, reduzindo a infiltração e comprometendo as vazões de base (FARIAS *et al.*, 2021; BEDOYA; RAMÍREZ, 2023).

Nesse contexto, a análise estatística de séries temporais hidrológicas, como precipitação e vazão, torna-se uma ferramenta essencial para diagnosticar padrões de mudança ao longo do tempo. Métodos não paramétricos, como o teste de *Mann-Kendall*, são amplamente utilizados por sua robustez frente a dados com distribuição não normal ou com lacunas (SUDARSAN; LASITHA, 2023). A aplicação desses testes possibilita detectar tendências significativas de aumento ou diminuição em variáveis ambientais, fornecendo subsídios técnicos para o planejamento sustentável dos recursos hídricos.

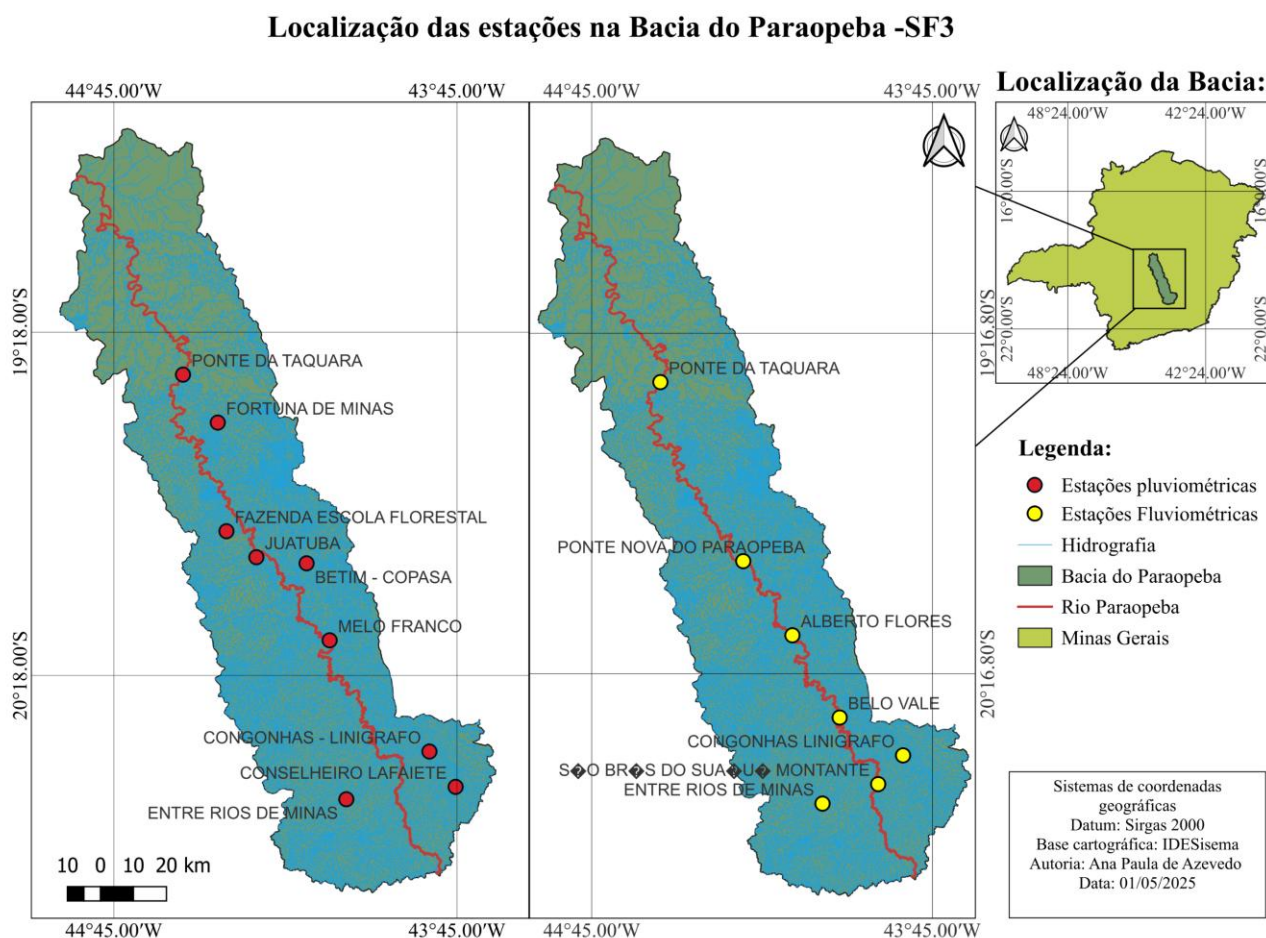
A precipitação, principal componente de entrada no ciclo hidrológico, apresenta forte variabilidade temporal e espacial, sendo influenciada por diversos fatores climáticos e geográficos. Conforme discutido por Bertoni e Tucci (2001), a compreensão das características estatísticas das chuvas — como frequência, intensidade, duração e variabilidade interanual — é fundamental para a modelagem hidrológica, o dimensionamento de estruturas de drenagem e a gestão de eventos extremos. Tais eventos, como precipitações intensas concentradas em curtos intervalos, vêm se tornando cada vez mais frequentes nas últimas décadas, especialmente em regiões urbanizadas. Segundo Nunes (2018), a Região Metropolitana de Belo Horizonte, que tem parte presente na Bacia Paraopeba, já apresenta indícios de aumento na frequência e intensidade desses eventos extremos, o que amplia os riscos de inundações e pressiona a infraestrutura urbana, evidenciando a necessidade de estudos regionais sobre tendências pluviométricas e sua adaptabilidade frente às mudanças climáticas.

A sub-bacia do Rio Paraopeba, inserida na bacia do Alto São Francisco, representa uma região estratégica do ponto de vista hidrológico e socioeconômico. Com forte presença de atividades minerárias, agrícolas e urbanas, a bacia tem vivenciado mudanças em sua cobertura e uso do solo nas últimas décadas. Neste estudo, buscou-se avaliar para a bacia em questão, as tendências nas séries de precipitação máxima diária e nas vazões mínimas, médias e máximas de 1985 a 2023, além de correlacionar esses resultados com as alterações espaciais do uso da terra obtidas a partir da Coleção 9 do projeto MapBiomias. A análise integrada permitiu identificar a interferência das transformações territoriais sobre o comportamento hidrológico local, contribuindo para o debate sobre gestão ambiental e planejamento territorial em regiões hidrográficas críticas.

## METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Bacia do Paraopeba (SF-3), inserida na região central do estado de Minas Gerais, composta por 48 municípios e com área aproximada de 12 mil km<sup>2</sup>. Foram utilizadas 9 estações pluviométricas e 7 estações fluviométricas (Figura 1), selecionadas com base na extensão da série histórica e na consistência dos dados (Tabela 1). As informações hidrológicas foram obtidas a partir do portal da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA – HidroWeb).

Figura 1: Localização da bacia de estudo



Os dados de precipitação correspondem aos valores totais anuais obtidos a partir das estações pluviométricas. As vazões mínimas, médias e máximas foram avaliadas a partir das séries mensais das estações fluviométricas disponíveis na bacia. O ano hidrológico de abril a março foi utilizado especificamente para as vazões mínimas (Q7), conforme a caracterização regional.

Para os dados correspondentes às estações pluviométricas pertencentes à Bacia Paraopeba – SF3, primeiramente foi realizada a consistência dos dados por meio do método da dupla massa ( $R^2$ ), conforme descrito por Bertoni e Tucci (2001), visando verificar a homogeneidade das séries históricas de precipitação total anual. O ano hidrológico adotado para a precipitação foi de outubro

a setembro, considerando o regime climático da região Sudeste do Brasil, que apresenta um período chuvoso entre outubro e março e seco entre abril e setembro.

Tabela 1: Dados das estações fluviométricas e pluviométricas utilizadas

Tipo	Código	Nome	Latitude	Longitude
Fluviométrica	40549998	São Brás do Suaçuí - Montante	-20.60388	-43.90861
Fluviométrica	40579995	Congonhas - Linígrafo	-20.51861	-43.83555
Fluviométrica	40680000	Entre Rios de Minas	-20.66000	-44.07200
Fluviométrica	40710000	Belo Vale	-20.40805	-44.02111
Fluviométrica	40740000	Alberto Flores	-20.15694	-44.16666
Fluviométrica	40800001	Ponte Nova do Paraopeba	-19.94888	-44.30527
Fluviométrica	40850000	Ponte da Taquara	-19.42305	-44.54777
Pluviométrica	1944007	Fazenda Escola Florestal	-19.87972	-44.42166
Pluviométrica	1944027	Juatuba	-19.94444	-44.34555
Pluviométrica	1944031	Ponte da Taquara	-19.42305	-44.54777
Pluviométrica	1944055	Betim-Copasa	-19.96388	-44.19888
Pluviométrica	1944059	Fortuna de Minas	-19.56194	-44.44555
Pluviométrica	2043005	Conselheiro Lafaiete	-20.66000	-43.78611
Pluviométrica	2043013	Congonhas	-20.49500	-43.85111
Pluviométrica	2044007	Entre Rios de Minas	-20.67000	-44.06500
Pluviométrica	2044008	Melo Franco	-20.00000	-44.00000

O período de análise compreendeu os anos de 1985 a 2023, para que coincidisse com o intervalo de avaliação das mudanças no uso e ocupação do solo da bacia disponíveis no portal do projeto MapBiomias (via IDESisema, em sua coleção 9). O produto da coleção de dados referente à cobertura e uso da terra é composto por 39 camadas temporais, sendo consideradas categorias como pastagem, formação florestal, áreas urbanizadas, mineração, lavouras e corpos hídricos. As informações estão organizadas no formato matricial (*raster*) e foram geradas a partir do recorte espacial do estado de Minas Gerais.

A análise estatística de tendência foi aplicada às precipitações totais anuais das 9 estações pluviométricas, utilizando o teste de *Mann-Kendall* ao nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ), para mostrar que há 95% de confiança de que os resultados obtidos não aconteceram por acaso. Se o p-valor for menor que 0,05, há tendência estatisticamente significativa. O teste foi implementado no *software* R, que é uma linguagem estatística, com suporte das bibliotecas *trend* e *Kendall*. Os dados foram previamente tratados para remoção de duplicidades, lacunas e para verificação de valores negativos ou extremos (*outliers*) para garantir a qualidade e integridade dos dados de precipitação. O teste foi aplicado para verificar a presença de tendências significativas nas séries temporais, classificando-as em crescente, decrescente ou sem tendência estatisticamente detectável. As interpretações consideraram além do valor de p-valor, o coeficiente de *Kendall* ( $\tau$ ) que mostra a direção e intensidade da tendência ( $\tau$  positivo = tendência crescente;  $\tau$  negativo = tendência decrescente).

Para as séries das 7 estações fluviométricas, compostas pelas vazões máximas, médias e mínimas mensais, foram aplicados os mesmos procedimentos, ajustando-se o ano hidrológico de abril a março para as vazões mínimas (Q7), conforme convenção hidrológica adotada para a região. O cálculo das tendências seguiu as mesmas metodologias, permitindo a identificação de alterações significativas no comportamento hidrológico da bacia ao longo dos anos.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística das séries históricas de precipitação e vazão na bacia dos afluentes do Alto São Francisco, no período de 1985 a 2023, permitiu identificar alterações hidrológicas relevantes. O teste de *Mann-Kendall* aplicado às séries fluviométricas evidenciou tendência estatisticamente significativa de redução das vazões mínimas (Q7), enquanto as séries de vazões médias e máximas apresentaram comportamento estacionário, sem tendência identificável (Tabela 2).

Tabela 2: Resultado do teste de Mann-Kendall para as estações fluviométricas

Código	Nome	$\tau$ Máxima	p-valor Máxima	$\tau$ Média	p-valor Média	$\tau$ Mínima	p-valor Mínima
40549998	São Brás do Suaçuí	0.08125	0.47524	-0.0597	0.60274	-0.45193	0.00033
40579995	Congonhas-Linígrafo	0.07073	0.54732	-0.0211	0.86497	-0.37713	0.00347
40680000	Entre Rios de Minas	0.05153	0.65429	-0.1471	0.1914	-0.52051	0.00002
40710000	Belo Vale	-0.0297	0.79945	-0.2028	0.0714	-0.55959	0
40740000	Alberto Flores	-0.1066	0.3454	-0.1716	0.1274	-0.4815	0.00002
40800001	Ponte Nova Paraopeba	-0.1053	0.35158	-0.1758	0.11856	-0.41187	0.00029
40850000	Ponte da Taquara	-0.1984	0.07737	-0.289	0.00997	-0.51996	0

Quanto aos dados de precipitação total anual, não foram observadas tendências significativas na maior parte das estações analisadas, à exceção da estação Betim-Copasa (1944055), que apresentou tendência negativa na precipitação total anual (Tabela 3).

Tabela 3: Resultado dos testes de dupla massa e de Mann-Kendall para as estações pluviométricas

Código:	Nome:	$\tau$ :	p-valor:	Resultado:
1944007	Fazenda Escola Florestal	-0.1026	0.3642	Sem tendência significativa
1944027	Juatuba	-0.2015	0.0819	Sem tendência significativa
1944031	Ponte da Taquara	-0.0985	0.3838	Sem tendência significativa
<b>1944055</b>	<b>Betim-Copasa</b>	<b>-0.3514</b>	<b>0.0023</b>	<b>Tendência decrescente</b>
1944059	Fortuna de Minas	-0.139	0.2172	Sem tendência significativa
2043005	Conselheiro Lafaiete	0.0148	0.9037	Sem tendência significativa
2043013	Congonhas	-0.112	0.3212	Sem tendência significativa
2044007	Entre Rios de Minas	-0.1417	0.2084	Sem tendência significativa
2044008	Melo Franco	-0.0877	0.4388	Sem tendência significativa

A ausência de tendências significativas nas séries pluviométricas indica que a redução das vazões mínimas pode estar associada a fatores antrópicos e não ao regime de precipitação. Essa hipótese é reforçada pelas transformações intensas no uso e ocupação do solo observadas no período analisado, com destaque para a expansão urbana e minerária, além da substituição de vegetação nativa por atividades agrícolas. Essas mudanças tendem a aumentar a impermeabilização do solo e a reduzir a infiltração, afetando diretamente os fluxos de base e a sustentabilidade das vazões mínimas (FARIAS et al, 2021).

A análise da evolução do uso e ocupação da terra na bacia do rio Paraopeba, no período de 1985 a 2023, revela que, embora as categorias "formação florestal" e "pastagem" permaneçam predominantes — correspondendo, em conjunto, a aproximadamente 77% da área da bacia —, destaca-se um expressivo aumento de 852% na área destinada à silvicultura. Esse crescimento pode ser atribuído à expansão da atividade voltada à produção de madeira, celulose, carvão vegetal e demais produtos florestais. Paralelamente, observa-se uma redução de cerca de 522 km<sup>2</sup> na cobertura por formação florestal, possivelmente em decorrência do desmatamento de vegetações nativas, conforme apresentado na Tabela 4.

Em 2023, observou-se um crescimento expressivo nas áreas urbanizadas (305%) e de mineração (314%) na bacia do rio Paraopeba, indicando uma tendência de intensificação dos processos de urbanização e expansão da atividade minerária no setor socioeconômico regional. Ressalta-se, ainda, o aumento acentuado da área destinada à agricultura, que apresentou um crescimento superior a 2.700% no período analisado.

Tabela 4: Alterações das formas de uso e ocupação do solo na Bacia

Tipo de Cobertura	Área em 1985 (km <sup>2</sup> )	Área em 2005 (km <sup>2</sup> )	Área em 2023 (km <sup>2</sup> )	Variação (%)
Formação Florestal	3166.60	2628.99	2644.43	-16.49
Formação Savânica	378.38	348.86	326.78	-13.64
Silvicultura	56.63	232.19	539.32	852.38
Campo Alagado	196.55	160.80	166.53	-15.27
Formação Campestre	585.64	552.36	519.77	-11.25
Pastagem	4931.79	5768.31	5054.45	2.49
Mosaico de Usos	2342.74	1733.09	1706.93	-27.14
Área Urbanizada	103.02	293.58	417.81	305.58
Outras Áreas não vegetadas	85.34	62.05	71.05	-16.74
Afloramento Rochoso	23.61	21.21	20.85	-11.69
Mineração	32.34	81.65	134.14	314.72
Rio, lago	107.88	91.59	110.34	2.28
Lavouras	11.05	49.00	318.53	2782.62
Café	14.42	7.48	5.06	-64.91

A análise específica das alterações no uso e ocupação do solo nas áreas de contribuição direta às estações fluviométricas da bacia do rio Paraopeba — ou seja, nas áreas a montante — permite compreender como as dinâmicas locais podem influenciar o regime de escoamento superficial registrado nessas estações.

Considerando separadamente cada área de drenagem associada às estações, verificou-se que a maior redução da cobertura por formação florestal ocorreu na área a montante da estação Ponte Taquara, com decréscimo de 21%. Em relação à formação savânica, característica do bioma Cerrado, observou-se uma redução de 34,38% na área da estação Ponte Nova do Paraopeba e um aumento de 33,33% na estação Alberto Flores — que também apresentou significativo crescimento na silvicultura.

A cobertura por formação campestre apresentou declínio em seis das sete áreas de estação, com a maior redução observada em Ponte Taquara (-38,80%). De modo semelhante, a cobertura

por pastagem diminuiu em todas as áreas, sendo mais acentuada na estação São Brás do Suaçuí (-76,81%).

As áreas urbanizadas apresentaram tendência de expansão em todas as estações, com destaque para Ponte Taquara, que registrou aumento de 1.686,58%. As áreas não vegetadas aumentaram significativamente em São Brás do Suaçuí (485%), enquanto a atividade minerária cresceu em toda a bacia, alcançando seu maior valor relativo na estação Ponte Taquara (1.210,92%). As áreas ocupadas por corpos hídricos (rios e lagos) apresentaram, em sua maioria, redução. Em contrapartida, a área destinada à agricultura (lavouras) aumentou expressivamente em todas as regiões avaliadas, com destaque para São Brás do Suaçuí.

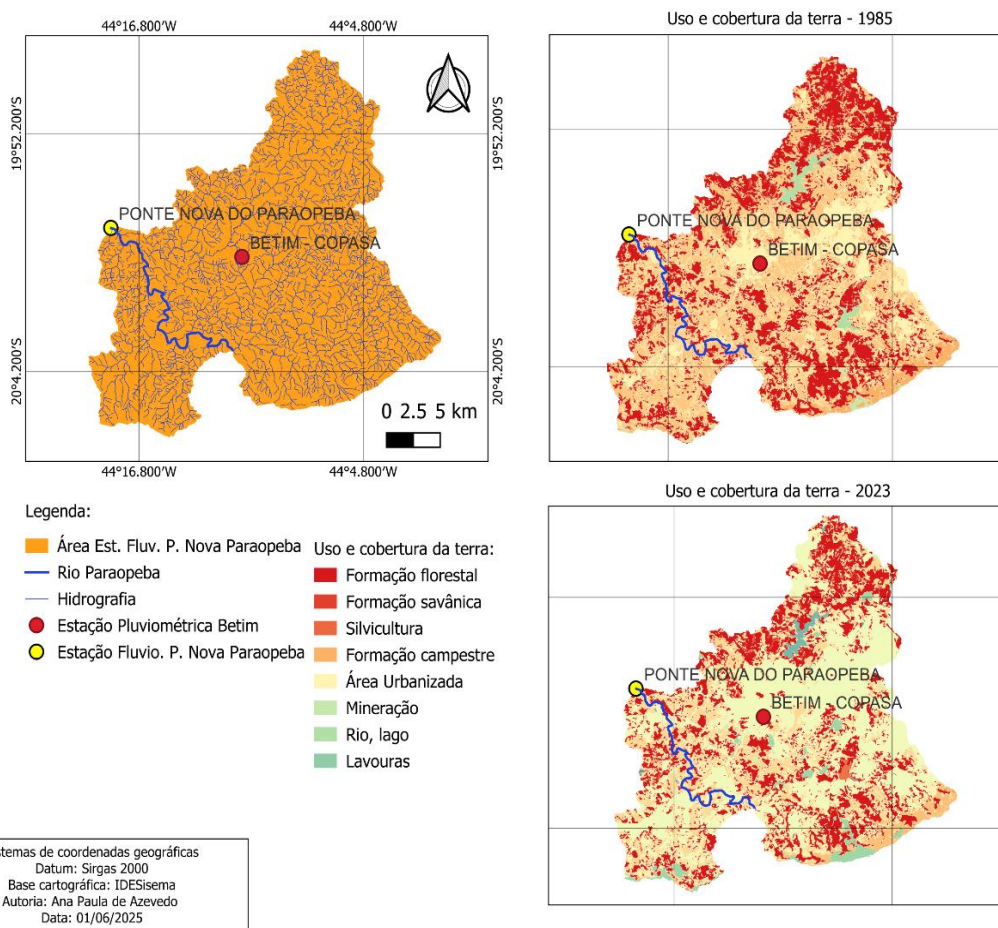
A área de contribuição a montante da estação fluviométrica Ponte Nova do Paraopeba, onde também está localizada a estação pluviométrica Betim-Copasa (código 1944055), possui uma extensão de 641,55 km<sup>2</sup>, representando cerca de 5% da área total da bacia do rio Paraopeba. Essa região abrange porções dos municípios de Contagem, Betim, Ibirité, Sarzedo, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Igarapé e Juatuba.

A análise do uso e cobertura do solo nessa área, no período de 1985 a 2023, evidencia mudanças significativas, conforme representado na Figura 2. Observa-se, principalmente, a expansão das áreas urbanizadas, sobretudo nos municípios de Contagem, Betim e Ibirité, paralelamente à redução das áreas de formação florestal.

Tais alterações no uso da terra refletem-se diretamente nos regimes hidrológicos da região. A aplicação do teste estatístico de Mann-Kendall indicou tendência de redução nas vazões mínimas e precipitação total anual ao longo do período analisado, resultado que pode ser associado à intensificação da urbanização e à consequente perda de cobertura vegetal, fatores que impactam negativamente a infiltração e o escoamento superficial na bacia.

Figura 2: Uso e cobertura do solo da área de influência da Estação Betim-Copasa (1985-2023)

### Uso e cobertura da área montante da estação Ponte Nova Paraopeba



## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise das séries temporais de precipitação e vazão na bacia dos afluentes do Alto São Francisco, com ênfase na sub-bacia do rio Paraopeba, evidenciou alterações hidrológicas significativas entre os anos de 1985 e 2023. As séries de vazões mínimas demonstraram tendência estatisticamente significativa de redução em diversas estações fluviométricas, enquanto as séries de precipitação apresentaram, em sua maioria, comportamento estacionário — com exceção de uma estação que indicou tendência negativa. Essa dissociação entre precipitação e escoamento reforça a hipótese de que os impactos hidrológicos observados não decorrem de variações climáticas locais, mas são majoritariamente associados a transformações antrópicas, notadamente relacionadas ao uso e cobertura do solo.

Entre os principais vetores de pressão sobre o sistema hidrológico, destaca-se a expansão da silvicultura, que apresentou um aumento superior a 850% na bacia como um todo, alcançando valores ainda mais expressivos em áreas específicas, como na estação de Alberto Flores. Embora a silvicultura possa gerar benefícios econômicos e contribuir para a recuperação de áreas degradadas, sua adoção extensiva — especialmente com espécies exóticas de rápido crescimento,



como Eucalyptus e Pinus — pode comprometer a disponibilidade hídrica. Esses impactos decorrem de elevadas taxas de evapotranspiração, maior demanda hídrica ao longo do ciclo de crescimento e modificações na estrutura do solo, que reduzem a infiltração e a recarga dos aquíferos.

Além da silvicultura, o crescimento das áreas urbanizadas (305%) e da atividade minerária (314%), acompanhado da substituição de vegetação nativa, intensificou a impermeabilização do solo, comprometendo a capacidade de infiltração e alterando o regime hidrológico regional. Esses resultados evidenciam a urgência de uma abordagem integrada entre a gestão territorial e o planejamento dos recursos hídricos, com ênfase no monitoramento das atividades de uso do solo e na compatibilização entre produção e conservação.

Diante desse cenário, recomenda-se a adoção de políticas públicas voltadas à promoção de práticas sustentáveis de manejo do solo, como o estímulo à silvicultura com espécies nativas, a restauração de matas ciliares e a proteção de áreas estratégicas para recarga hídrica. Tais medidas são fundamentais para assegurar a segurança hídrica da bacia do rio Paraopeba e fortalecer a resiliência dos ecossistemas frente às crescentes pressões antrópicas.

## **AGRADECIMENTOS:**

Agradecemos ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional pelo apoio institucional ao Projeto “Proposição de carteira de projetos de intervenção vislumbrando o aumento da recarga das vazões afluentes, ampliação da flexibilização operativa dos reservatórios e melhoria da navegabilidade nas bacias dos rios São Francisco, Parnaíba, Paranaíba e Grande”, cuja colaboração foi fundamental para o desenvolvimento das análises apresentadas neste estudo. Agradecemos também à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pela valiosa contribuição técnica, acadêmica e institucional ao longo de todas as etapas da pesquisa.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BEDOYA, M. A.; RAMÍREZ, B. H. The effects of climate and forest cover variability on the hydrological regulation of an eastern Andean Cusiana river sub-basin, *Ecohydrology & Hydrobiology*, Volume 23, Issue 4, 2023, Pages 569-587, ISSN 1642-3593, <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2023.06.012>.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. “Precipitação”. In: TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2ª ed., Porto Alegre: Editora da Universidade, 2001. p.177-241.

FARIAS, Emilly da; SILVA, J. B.; PIRES, L.; BRITO, J.; QUINELATO, R. (2021). Influência do uso e ocupação do solo na disponibilidade hídrica das bacias dos rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu, Bahia. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 14. 1175. 10.26848/rbgf.v14.2.p1175-1193.

HIRSCH, R.; SLACK, J.; SMITH, R. (1982). Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data. *Water Resources Research*. 18. 107-121. 10.1029/WR018i001p00107.

MELO NETO, J. O. Análise de Sensibilidade Escalar do Modelo Hidrológico SWAT. 2012. 149 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

NUNES, A. de A. TENDÊNCIAS EM EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE: DETECÇÃO, IMPACTOS E ADAPTABILIDADE. 2018. 19 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

SUDARSAN, G.; LASITHA, A. Rainfall Trend analysis using Mann-Kendall and Sen's slope test estimation - A case study. E3S Web of Conf. 405 04013 (2023). DOI: 10.1051/e3sconf/202340504013.