



ANÁLISE INICIAL DA DINÂMICA SEDIMENTAR E DA QUALIDADE DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PARANÁ

Leticia Cristine Ferreira¹, Stéphanie Abisag Sáez Meyer Piazza², Helio Henrique Soares Franco³, Edison Schmidt Junior⁴, Rafael Egéa Sanches⁵, Aline Lopes⁶

¹Acadêmica do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI- UniCesumar/Fundação Araucária. leticiaferreira1@gmail.com

²Pós-Doutoranda, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. s.meyer.piazza@gmail.com

³Pós-Doutorando, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. hhsfranco@hotmail.com

⁴Doutor, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. edison.schmidt@unicesumar.edu.br

⁵Doutor, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. rafael.sanches@unicesumar.edu.br

⁶Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. aline.llopes@unicesumar.edu.br

RESUMO

A intensificação das atividades humanas tem provocado crescente degradação da qualidade da água em bacias hidrográficas, sobretudo nas regiões com elevado desmatamento e com o uso agropecuário intensivo. A erosão do solo, é a principal responsável pela sedimentação excessiva, compromete a sustentabilidade dos corpos hídricos. Diante disso, a ecoeficiência se destaca como estratégia para equilibrar a produtividade e a conservação ambiental. Indicadores como sólidos suspensos totais e a turbidez são essenciais para compreender os efeitos do uso do solo sobre os processos hidrossedimentológicos e orientar a gestão integrada das bacias. Este estudo teve como objetivo avaliar preliminarmente a qualidade da água e a dinâmica de sedimentos nas bacias dos rios Ivaí, Tibagi, Pirapó e Piquiri, são todos rios paranaenses. A pesquisa utilizou os dados hidrológicos secundários do Sistema Nacional de Informações sobre os recursos hídricos, com foco no período entre 2019 e 2024. Formam selecionadas estações fluviométricas com diferentes características de uso e ocupação de solo, possibilitando a comparação entre essas quatro bacias. Os resultados mostraram que a bacia do rio Tibagi, com maior cobertura vegetal e presença de áreas protegidas, apresentou os menores valores médios de sólidos suspensos totais e turbidez, informando maior estabilidade ambiental. Em contrapartida, a bacia do rio Pirapó, registrou os maiores índices, relacionados ao uso intensivo do solo. As demais bacias apresentaram valores intermediários. Os dados reforçam a influência direta do uso do solo na qualidade da água e a urgência de políticas públicas voltadas à conservação ambiental e à gestão sustentável dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água; Recursos Hídricos; Sedimentação.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades humanas, como o desmatamento e o uso agropecuário intensivo, tem provocado impactos significativos sobre os recursos hídricos, especialmente nas bacias hidrográficas (Gay et al., 2025). Um dos principais efeitos observados é a degradação da qualidade da água, em razão do aumento da sedimentação decorrente da erosão do solo (Alencar et al., 2024). Esse processo representa um dos maiores desafios para a sustentabilidade dos corpos d'água. Nesse cenário, o conceito de ecoeficiência, conforme definido pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2000), surge como uma estratégia fundamental para integrar produtividade e conservação ambiental. A análise de indicadores de qualidade hídrica, como os sólidos suspensos totais (SST) e a turbidez, permite compreender os efeitos do uso do solo sobre os processos hidrossedimentológicos, contribuindo para o planejamento de políticas públicas voltadas à gestão integrada das bacias (Dias; Moster, 2022; Adjovu et al., 2023).

A compreensão da dinâmica hidrossedimentológica em bacias hidrográficas é fundamental para o manejo sustentável dos recursos hídricos (Aldrees et al., 2022). Os



sedimentos transportados pelos cursos de água resultam, em grande parte, de processos erosivos que ocorrem nas áreas de drenagem, sendo intensificados pela supressão da vegetação nativa, pela compactação do solo e pelo manejo inadequado de áreas agrícolas (Harbor, 1999). Esses sedimentos não apenas reduzem a qualidade da água, mas também impactam diretamente ecossistemas aquáticos, a vida útil de reservatórios e a eficiência de sistemas de captação e tratamento (Peluso et al., 2023). A avaliação desses processos demanda indicadores robustos e de fácil monitoramento, como os sólidos suspensos totais e a turbidez, que se correlacionam com a quantidade e a composição dos sedimentos transportados (Adjovu et al., 2023).

No contexto do estado do Paraná, a heterogeneidade geográfica e climática das bacias hidrográficas influencia significativamente os processos erosivos e a qualidade da água. Regiões de relevo mais acidentado e solos arenosos, por exemplo, apresentam maior vulnerabilidade à erosão quando associadas a práticas agrícolas convencionais (Durões et al., 2016; Metcalfe et al., 2020; Nogueira et al., 2021). Por outro lado, áreas com topografia suave, solos mais argilosos e presença de cobertura vegetal contínua tendem a apresentar menor perda de solo e menores cargas de sedimentos em suspensão (Oliveira et al., 2020). Essa variabilidade torna indispensável a análise comparativa entre diferentes bacias, permitindo compreender como o uso e a ocupação do solo modulam a dinâmica sedimentar (Coutinho et al., 2009; Abou Rafee et al., 2022).

A adoção de práticas conservacionistas, como o plantio direto, os terraços em nível, a manutenção e restauração de matas ciliares, e a rotação de culturas, tem se mostrado eficaz na redução da erosão e no controle da sedimentação (Marques & Cardoso, 2012). No entanto, a eficácia dessas práticas depende da conscientização e do engajamento de produtores rurais, bem como do suporte técnico e financeiro oferecido por órgãos públicos e instituições de pesquisa (National Research Council, Division on Earth, & Committee on Twenty-First Century Systems Agriculture, 2010; Prajapati et al., 2025). O conceito de ecoeficiência, nesse contexto, propõe maximizar a produção agropecuária ao mesmo tempo em que se minimizam os impactos ambientais, criando um ciclo produtivo mais resiliente e sustentável (WBCSD, 2000).

Além dos aspectos ambientais, a qualidade da água e a estabilidade hidrossedimentológica têm implicações econômicas diretas (Barros et al., 2014; Freitas et al., 2023; Li et al., 2024). O assoreamento de rios e reservatórios aumenta os custos de dragagem, manutenção e tratamento da água, impactando o abastecimento urbano e industrial (Brown, 1994; Taylor; Owens, 2009). A redução da transparência da água também afeta o turismo e as atividades recreativas, comprometendo a economia local (Buckley, 2020; Ariho et al., 2025). Dessa forma, compreender as diferenças entre bacias com distintos usos do solo, como o caso das bacias do Ivaí, Tibagi, Pirapó e Piquiri, oferece subsídios técnicos para priorizar ações de manejo e investimento, promovendo uma gestão integrada que atenda simultaneamente às demandas ambientais, econômicas e sociais.

Diante da necessidade de preservar a qualidade dos recursos hídricos e garantir sua sustentabilidade, este estudo teve como objetivo realizar uma avaliação preliminar da qualidade da água e da dinâmica de sedimentos em quatro bacias hidrográficas do estado do Paraná: Ivaí, Tibagi, Pirapó e Piquiri. Com base em dados secundários disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (ANA/SNIRH), buscou-se identificar padrões de variação de SST, turbidez e vazão entre as bacias, analisando suas implicações sob a perspectiva da ecoeficiência. Parte-se da hipótese de que a cobertura vegetal e o grau de conservação das áreas de entorno exercem influência direta sobre os índices de sedimentação e a estabilidade hidrossedimentológica dos rios.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem quantitativa e exploratória, com o propósito de analisar a qualidade da água e a dinâmica dos sedimentos em quatro bacias hidrográficas situadas no estado do Paraná. Para isso, foram utilizadas séries históricas de dados hidrológicos disponibilizados por plataformas públicas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e do Instituto Água e Terra (IAT), compreendendo o período entre 2019 e 2024.

As estações fluviométricas selecionadas estão localizadas em pontos estratégicos das bacias dos rios Ivaí (Quinta do Sol – código 64673000), Pirapó (Vila Silva Jardim, Paracity – código 64550000), Tibagi (Ponta Grossa, montante – código 64430200) e Piquiri (Porto Carriel, Laranjal – código 64767000). A escolha dessas estações baseou-se na disponibilidade de dados mensais consistentes referentes aos parâmetros de sólidos suspensos totais (SST), turbidez e vazão, ao longo de pelo menos cinco anos consecutivos.

Os critérios utilizados para a seleção incluíram: (i) série temporal mínima de cinco anos de dados hidrológicos mensais; (ii) inserção das estações em áreas com diferentes tipos de uso e ocupação do solo — englobando zonas urbanas, áreas agrícolas e regiões de preservação ambiental; e (iii) distribuição geográfica que permitisse estabelecer comparações entre as bacias estudadas.

Os dados coletados foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise estatística descritiva, utilizando-se o cálculo da média aritmética e do desvio padrão. Complementarmente, foram incorporadas informações qualitativas sobre o uso e a cobertura do solo, baseadas em estudos científicos e relatórios técnicos, tais como os de Merten & Minella (2013) e Oliveira et al. (2020).

A etapa interpretativa da análise teve como objetivo identificar possíveis correlações entre o grau de antropização das bacias e os indicadores de qualidade da água, adotando como referência o conceito de ecoeficiência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da pesquisa evidenciaram variações significativas nos padrões de sedimentação entre as bacias hidrográficas analisadas, demonstrando a influência direta do uso e da cobertura do solo sobre os indicadores de qualidade da água. A Tabela 1 apresenta as médias dos parâmetros sólidos suspensos totais (SST), turbidez e vazão, referentes ao período de 2019 a 2024, indicando um gradiente de qualidade hídrica vinculado ao nível de conservação ambiental de cada bacia.

A bacia do Rio Pirapó apresentou os maiores valores médios de SST (144,50 mg/L) e turbidez (99,90 NTU), o que revela elevada instabilidade hidrossedimentológica. Este panorama está associado ao uso intensivo do solo, caracterizado por áreas urbanas e agrícolas com manejo inadequado. A deficiência de cobertura vegetal, notadamente da mata ciliar, contribui para o transporte de sedimentos durante eventos pluviométricos intensos, o que intensifica a variabilidade dos parâmetros analisados (IAT, 2016).

Em contraste, a bacia do Rio Tibagi apresentou os menores valores médios de SST (13,73 mg/L) e turbidez (12,51 NTU), refletindo maior estabilidade ambiental. A predominância de cobertura florestal e a existência de Unidades de Conservação, como a Mata dos Godoy, são fatores que reduzem a suscetibilidade da área à erosão e à sedimentação (Paraná, 2019).

Na bacia do Rio Ivaí, os valores médios de SST (47,26 mg/L) e turbidez (18,28 NTU) foram intermediários, com tendência de elevação durante os períodos chuvosos. A urbanização dispersa e a ampliação das atividades agrícolas, aliadas à limitada cobertura



vegetal, favorecem a instabilidade hidrossedimentológica observada na região (Paraná, 2019).

Quanto à bacia do Rio Piquiri, apesar da vazão média ter sido a mais elevada entre as áreas analisadas (98,35 m³/s), os índices de turbidez permaneceram consideravelmente altos (44,29 NTU). Tal cenário indica que o volume de água não tem impedido o transporte de sedimentos, especialmente em regiões com vegetação reduzida e fragmentada, resultado da expansão agrícola e da silvicultura (IAT, 2022).

Tabela 1: Média de SST turbidez e vazão nas bacias do Ivaí, Tibagi, Pirapó e Piquiri (2019–2024)

Bacia	SST (mg/L)	Turbidez (NTU)	Vazão (m ³ /s)
Rio Ivaí	47,26±17,35	18,28±23,72	17,57±8,86
Rio Tibagi	13,73± 11,12	12,51±11,47	2,90±1,65
Rio Pirapó	144,50±44,54	99,9±183,99	52,96±26,14
Rio Piquiri	16,98±29,02	44,29±83,31	98,35±167,26

Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 2 reúne uma classificação qualitativa das bacias hidrográficas considerando o uso do solo, o grau de conservação ambiental e a estabilidade hidrossedimentológica. Observa-se que áreas mais preservadas, como a bacia do Tibagi, apresentam melhor desempenho ambiental, enquanto regiões com uso intensivo do solo, como a bacia do Pirapó, evidenciam maior degradação.

Esses resultados estão alinhados com estudos científicos (Merten & Minella, 2013; Peluso et al., 2023), os quais associam a intensificação do uso do solo à queda na qualidade da água e ao aumento da instabilidade hidrossedimentológica. O acúmulo de sedimentos compromete os recursos hídricos, impacta a fauna aquática e reduz a eficiência de sistemas de abastecimento e tratamento.

Diante disso, recomenda-se a aplicação de práticas sustentáveis de manejo do solo, como a recuperação de áreas ciliares, técnicas conservacionistas e o reforço na fiscalização ambiental, com foco na promoção da ecoeficiência e na proteção dos serviços ecossistêmicos.

Tabela 2: Classificação do uso e cobertura do solo com base nos dados das estações fluviométricas (2019–2024)

Bacia	Uso e Ocupação Predominante	Conservação Ambiental	Classificação Hidrossedimentológica
Rio Ivaí	Agropecuária intensiva, urbana	Média a baixa	Moderada sedimentação e variabilidade
Rio Tibagi	Áreas florestadas e UCs	Alta	Baixa sedimentação e estabilidade
Rio Pirapó	Urbana e agrícola intensiva	Baixa	Alta sedimentação e instabilidade



Bacia	Uso e Ocupação Predominante	Conservação Ambiental	Classificação Hidrossedimentológica
Rio Piquiri	Mosaico agrícola e florestal	Média	Sedimentação moderada

Fonte: Dados da pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram uma relação direta entre o uso do solo e os processos hidrossedimentológicos nas bacias estudadas. Áreas com maior cobertura vegetal, como a bacia do Rio Tibagi, apresentaram menor turbidez e concentração de sólidos suspensos, refletindo maior estabilidade ambiental. Em contraste, a bacia do Rio Pirapó, caracterizada por uso intensivo do solo, revelou indicadores elevados de degradação hídrica.

A ausência de práticas conservacionistas e a supressão da vegetação ciliar contribuem para o assoreamento e comprometem os serviços ecossistêmicos, especialmente em períodos chuvosos. Assim, torna-se urgente implementar políticas públicas voltadas à conservação das bacias, como a recuperação de áreas de preservação, incentivo à agricultura sustentável, aprimoramento do manejo e fortalecimento da educação ambiental.

Para assegurar a segurança hídrica, é essencial integrar o planejamento territorial à gestão dos recursos hídricos, garantindo a qualidade da água para as atuais e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ABOU RAFEE, S. A., UVO, C. B., MARTINS, J. A., MACHADO, C. B., & FREITAS, E. D. Land Use and Cover Changes versus climate shift: Who is the main player in river discharge? A case study in the Upper Paraná River Basin. **Journal of Environmental Management**, v. 309, p. 114651, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114651>

ADJOVU, G. E., STEPHEN, H., JAMES, D., & AHMAD, S. Measurement of total dissolved solids and total suspended solids in water systems: A review of the issues, conventional, and remote sensing techniques. **Remote Sensing**, v. 15, n. 14, p. 3534, 2023. <https://doi.org/10.3390/rs15143534>

ALDREES, A., TAHA, A. T. B., & MOHAMED, A. M. Prediction of sustainable management of sediment in rivers and reservoirs. **Chemosphere**, v. 309, p. 136369, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136369>

ALENCAR, F. M. D. C. A., DE MELO, C. L., & AGUILAR, D. S. T. IMPACTO DAS ATIVIDADES HUMANAS NA BACIA AMAZÔNICA. *UÁQUIRI-Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre*, v. 6, n. 2, 2024. <https://doi.org/10.29327/2151710.6.2-4>

ARIHO, A., AJA, L., MUHAMMAD, T., & MUHAMMAD, L. Water pollution: causes, impacts and current efforts to address the issues of water pollution along river Meizimera-kihihi, Kanugu District, Uganda. **F1000Research**, v. 13, p. 1298, 2025.



- BARROS, C. A. P., MINELLA, J. P. G., DALBIANCO, L., & RAMON, R. Description of hydrological and erosion processes determined by applying the LISEM model in a rural catchment in southern Brazil. **Journal of Soils and Sediments**, v. 14, n. 7, p. 1298-1310, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11368-014-0903-7>
- BROWN, C. B. **The control of reservoir silting**. US Department of Agriculture., 1944.
- BUCKLEY, R. Tourism in the most fragile environments. **Tourism Recreation Research**, v. 25, n. 1, p. 31-40, 2000.
- COUTINHO, H. L., NOELLEMAYER, E., JOBBAGY, E., JONATHAN, M., & PARUELO, J. Impacts of land use change on ecosystems and society in the Rio de La Plata Basin. **Applying Ecological Knowledge to Landuse Decisions**, v. 56, p. 65, 2009
- DIAS, M. M. M., & MOSTER, C. Análise de Sólidos Suspensos Totais em duas microbacias como indicador de serviços ecossistêmicos hidrológicos de florestas. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 16, n. 2, p. 78-101, 2022. <https://doi.org/10.19180/2177-4560.v16n22022p78-101>
- DURÃES, M. F., COELHO FILHO, J. A. P., & OLIVEIRA, V. A. D. Water erosion vulnerability and sediment delivery rate in upper Iguazu river basin–Paraná. **RBRH**, v. 21, n. 4, p. 728-741, 2016. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.011616029>
- FREITAS, F. L. D., PEREIRA, M. D. S., FERNANDES, C. V. S., FAN, F. M., COSTA, R. B. D., & MAGALHÃES FILHO, F. J. C. Quali-quantitative evidence on water quality by a governance process with payment for environmental services in a water supply watershed. **RBRH**, v. 28, p. e40, 2023. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.282320230007>
- HARBOR, J. (1999). Engineering geomorphology at the cutting edge of land disturbance: erosion and sediment control on construction sites. **Geomorphology**, v. 31, n. 1-4, p. 247-263, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(99\)00107-5](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(99)00107-5)
- INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Atividades adicionais de inspeção da bacia do Rio Piquiri**. 2022. Disponível em: <<https://iniciativaverde.org.br/storage/posts/archive/file/2014-02-19-bacia-do-rio-piquiri.pdf>>. Acesso em 07 jul. 2025.
- INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Elaboração do plano das bacias: Pirapó e Paranapanema 3 e 4: unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos Piraponema: produto 09: relatório técnico final – Tomo II – volume**. 2016. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-05/1261-iap-32-gl-rt-0009-r0-tomo_ii-vol_i.pdf>. Acesso em 07 jul. 2025.
- INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). Sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Sistema-de-Informacoes-Hidrologicas>. MARQUES, J.; CARDOSO, R. Gerenciamento de recursos hídricos. **Anais do III Congresso Internacional de Hidrossedimentologia**, p. 10–16, 2012.
- GAY, E. T., MARTIN, K. L., & CALDWELL, P. V. Projected land use changes will cause water quality degradation at drinking water intakes across a regional watershed. **PLOS Water**, v. 4, n. 4, p. e0000313, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2024.11.001>



LI, W., ZHANG, W., & WANG, M. Impact of Industrial Water Usage on Aquatic Biodiversity in the Yangtze River Delta and Its Economic Valuation. **Law and Economy**, v. 3, n. 4, p. 39-48, 2024.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. Erosão, transporte e deposição de sedimentos em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1238–1254, 2013.

METCALFE, C. D., COLLINS, P., MENONE, M. L., & TUNDISI, J. G. (Eds.). **The Paraná River Basin: Managing water resources to sustain ecosystem services**. Routledge, 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL; DIVISION ON EARTH; COMMITTEE ON TWENTY-FIRST CENTURY SYSTEMS AGRICULTURE. **Toward sustainable agricultural systems in the 21st century**. National Academies Press, 2010.

NOGUEIRA, M. G., PERBICHE-NEVES, G., DE OLIVEIRA NALIATO, D., CASANOVA, S. M. C., DEBASTIANI-JUNIOR, J. R., & ESPÍNDOLA, E. G. Limnology and water quality in La Plata basin (South America)—Spatial patterns and major stressors. **Ecological Indicators**, v. 120, p. 106968, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106968>

OLIVEIRA, T. P.; GOMES, M. A. F.; SILVA, C. L. Avaliação de parâmetros de qualidade de água em bacias com diferentes usos do solo. **Revista Ambiente & Água**, v. 15, n. 6, p. 1–13, 2020.

PARANÁ. **Plano da Metrópole Paraná Norte – plano de desenvolvimento regional sustentável do eixo das metrópoles de Londrina, Apucarana e Maringá**: produto 06 – relatório de contextualização final: volume 2 – meio ambiente – revisão 2. 2019.

PELUSO, M. L. et al. Is there a relationship between the quality of surface watercourses associated with rural landscapes and the level and type of anthropization in the zone of influence? **Ecología Austral**, v. 33, n. 3, 2023.

PRAJAPATI, C. S., PRIYA, N. K., BISHNOI, S., VISHWAKARMA, S. K., BUVANESWARI, K., SHASTRI, S., ... & JADHAV, A. The role of participatory approaches in modern agricultural extension: bridging knowledge gaps for sustainable farming practices. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 47, n. 2, p. 204-222, 2025. <https://doi.org/10.9734/jeai/2025/v47i23281>

TAYLOR, K. G., & OWENS, P. N. Sediments in urban river basins: a review of sediment–contaminant dynamics in an environmental system conditioned by human activities. **Journal of Soils and Sediments**, v. 9, n. 4, p. 281-303, 2009. <https://doi.org/10.1007/s11368-009-0103-z>

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). **Eco-efficiency: creating more value with less impact**. Genebra: WBCSD, 2000. Disponível em: <<http://revistaeletronica.sp.senai.br/index.php/seer/article/viewFile/117/77>>. Acesso em 07 jul. 2025.