



REVISTA ESPAÇO DE DIÁLOGO E DESCONEXÃO

Link: <https://periodicos.fclar.unesp.br/redd>

DOI: [10.32760/1984-1736/REDD/2025.v17i2.20343](https://doi.org/10.32760/1984-1736/REDD/2025.v17i2.20343)

Recebido em: 12/06/2025

Aceito para publicação em: 27/11/2025

Claudio Machado Junior

Universidade Federal de São Carlos – Campus
Sorocaba

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7762-5015>

Emerson Martins Arruda

Universidade Federal de São Carlos – Campus
Sorocaba

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3695-3850>

Análise macroscópica e classificação ambiental das nascentes do rio Tatuí e do córrego do Matadouro Velho

Resumo:

A iniciativa pela análise e classificação de nascentes de rios urbanizados deve-se não apenas pela falta deste tipo de publicação, mas também pela necessidade do correto gerenciamento dos rios pelos agentes governamentais e pela população. Desta forma, utilizando-se da análise sistêmica dos componentes do rio e da cidade que o cerca é possível traçarmos uma análise e classificação do mesmo de acordo com algumas variáveis, as quais serão mencionadas nesta publicação. As metodologias selecionadas para a análise e classificação se baseiam na proposta de Gomes et al. (2005) que utiliza a Classificação do Grau de Impactos de Nascentes (2004) e no Guia de Avaliação da Qualidade das Águas (2004), integrando a metodologia proposta por Carvalho et al. (2010) que visa a aplicação de tipologias em canais fluviais urbanos. Como resultado das aplicações, buscou-se a análise macroscópica e a classificação ambiental de 04 cabeceiras de drenagem do Rio Tatuí a fim de serem divulgadas e apresentadas à população e à gestão pública como forma de auxílio no planejamento urbano e dos rios integrados à cidade. Os resultados demonstraram dados alarmantes quanto à qualidade hídrica do rio e ressaltam a necessidade do gerenciamento e monitoramento dos cursos hídricos.

Palavras-chave: Qualidade hídrica; Classificação de Nascentes; Análise Ambiental.

Macroscopic analysis and environmental classification of the springs of the Tatuí River and the Old Slaughterhouse Stream.

Abstract

The initiative to search for an analysis and classification of headwaters of urbanized rivers is due not only to the lack of this type of publication, but also to the need for correct river management by government agents and the population. In this way, using a systemic analysis of the components of the river and the city that surrounds it, it is possible to draw up an analysis and



classification of the river according to certain variables, which will be mentioned in this publication. The methodologies selected for the analysis and classification are based on the proposal by Gomes et al. (2005), which uses the Classification of the Degree of Impact of Springs (2004) and the Guide to Water Quality Assessment (2004), integrating the methodology proposed by Carvalho et al. (2010), which aims to apply typologies to urban river channels. As a result of the applications, a macroscopic analysis and environmental classification of 04 headwaters Tatuí River were sought in order to be disseminated and presented to the population and public management as an aid to urban planning and the rivers integrated into the city. The results showed alarming data on the river's water quality and highlight the need for watercourse management and monitoring.

Keywords: Water quality; Springs classification; Environmental analysis.

Análisis macroscópico y clasificación ambiental de los manantiales del Río Tatuí y Córrego do Matadouro Velho.

Resumen

Resumen: La iniciativa de analizar y clasificar los manantiales de los ríos urbanizados se debe no sólo a la falta de este tipo de publicaciones, sino también a la necesidad de una correcta gestión de los ríos por parte de los agentes gubernamentales y de la población. De esta forma, a partir de un análisis sistémico de los componentes del río y de la ciudad que lo rodea, es posible analizarlo y clasificarlo en función de determinadas variables, que serán mencionadas en esta publicación. Las metodologías seleccionadas para el análisis y clasificación se basan en la propuesta de Gomes et al. (2005), que utiliza la Clasificación del Grado de Impacto de los Manantiales (2004) y la Guía de Evaluación de la Calidad del Agua (2004), integrando la metodología propuesta por Carvalho et al. (2010), que tiene como objetivo aplicar tipologías a los cauces fluviales urbanos. Como resultado de las aplicaciones, se buscó un análisis macroscópico y una clasificación ambiental de 4 cabeceras de drenaje del río Tatuí, con el fin de ser difundido y presentado a la población y a la gestión pública como ayuda a la planificación urbana y de los ríos integrados en la ciudad. Los resultados mostraron datos alarmantes sobre la calidad del agua del río y enfatizan la necesidad de gestión y monitoreo de los cursos de agua.

Palabras clave: Calidad del agua; Clasificación de manantiales; Análisis ambiental.

Introdução

Na história da humanidade, as sociedades se organizaram e se instalaram em lugares que fossem favoráveis à sua existência, sempre buscando condições físicas e naturais que beneficiavam a sua moradia e forma de vida. Desta forma, buscavam primeiramente a proximidade aos corpos d'água pela necessidade da utilização e também ao tipo de relevo que fosse vantajoso à sua estadia, neste caso, as bacias hidrográficas. Desde então, os rios apresentaram papéis importantes no estabelecimento, sobrevivência e desenvolvimento das civilizações, e como resposta disso, com o crescimento desordenado de cidades inteiras construídas ao longo de cursos fluviais, estes são prejudicados pelas ações antrópicas sem considerar as consequências ambientais e sociais que podem ser causadas. Estas ocupações e suas consequências no ambiente “[...] têm sido frequente motivo de preocupação na sociedade, o que tem levado ao aumento de pesquisas para qualificar e quantificar os impactos da ocupação territorial.” (Gonçalves et al., p. 797, 2011).





O município de Tatuí, a exemplo de outros municípios na região metropolitana de Sorocaba (SP), tem apresentado desde a sua formação no século XIX um processo de crescimento e urbanização desordenado, o que levou a remoção da vegetação de diversas áreas para as construções urbanas, áreas agrícolas e industriais, e nem sempre considerando os cursos fluviais como importantes elementos da paisagem e essencial ao equilíbrio dos sistemas ambientais. Além disto, o próprio Rio Tatuí é utilizado para o abastecimento de residências e indústrias, com destaque para esta última que o utilizava para o despejo de resíduos industriais, visto que se tratavam de indústrias têxteis. As primeiras vilas se formaram ao longo do curso do rio principal e logo a vegetação de pontos cruciais foram sendo removidos para dar espaço à impermeabilização do solo, o que tem provocado eventos extremos recorrentes de enchentes e inundações ao longo de seu curso.

A urbanização desenfreada e a ocupação inadequada das margens dos rios têm consequências significativas para o meio ambiente e para a qualidade de vida das comunidades. No caso do Rio Tatuí, a pressão da consolidação urbana e industrial resultou em mudanças drásticas na paisagem fluvial que comprometem a estabilidade do sistema fluvial.

Desta forma, não só é essencial realizar análises acerca da qualidade hídrica, mas também sobre o estado dos elementos que compõem o sistema em que participam os cursos fluviais – a própria bacia hidrográfica, que deve ser utilizada enquanto unidade espacial de análise. Portanto, a análise da qualidade da água não deve se limitar apenas aos parâmetros físico-química, mas também considerar os impactos das atividades humanas em todo o território da bacia hidrográfica.

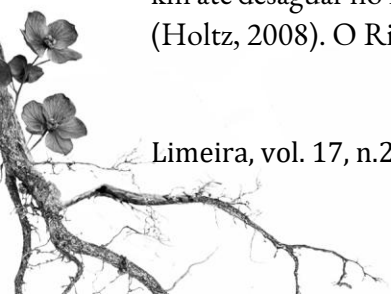
Assim, como principal objeto de estudo nesta pesquisa, as nascentes são fundamentais no levantamento dos dados acerca da qualidade hídrica e ambiental da bacia hidrográfica pois, como fonte de água potável, formam os rios, logo, se o seu local de origem está preservado adequadamente, a qualidade da bacia hidrográfica será mantida se houver o monitoramento de todo o curso fluvial.

Sendo assim, ao considerarmos a bacia hidrográfica como unidade de análise, podemos avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus impactos no equilíbrio hidrológico. Isso contribui significativamente para os estudos ambientais pois integra os elementos da paisagem e suas inter-relações de maneira sistêmica, levando ao esclarecimento de diversas questões geomorfológicas, ecológicas, geográficas e ambientais (Botelho & Silva, 2004). Como justificativa para esta escolha, foram utilizadas as fundamentações de autores reconhecidos na grande área da geografia, como Christofolletti (1974), Botelho & Silva (2004), Zanella et al. (2013), Stevaux & Latrubesse (2017).

O objetivo principal deste trabalho consiste na realização da análise macroscópica e na classificação ambiental das cabeceiras de drenagem e de trechos do curso fluvial do Rio Tatuí e do Córrego do Matadouro Velho. Busca-se, especificamente, comparar áreas submetidas a diferentes pressões de uso da terra identificando o nível de degradação dos elementos da paisagem. Tal diagnóstico visa fornecer subsídios técnicos para o planejamento urbano e para a gestão de recursos hídricos, evidenciando a urgência de medidas mitigadoras frente à expansão da malha urbana sobre áreas ecologicamente sensíveis.

Área de Estudo

A área selecionada para o estudo foi a bacia hidrográfica do Rio Tatuí, inserida nos municípios de Tatuí – SP, Itapetininga – SP e Guareí - SP, classificada como Sub Bacia do Baixo Sorocaba e inserida na UGRHI 10. A nascente do rio está localizada no município de Itapetininga – SP e ele percorre cerca de 33 km até desaguar no Rio Sorocaba. Sua vazão é de 3,65 m³/s na estação seca e 11,32 m³/s na estação chuvosa (Holtz, 2008). O Rio Tatuí fornece água para a população, que é distribuída pela SABESP na área urbana





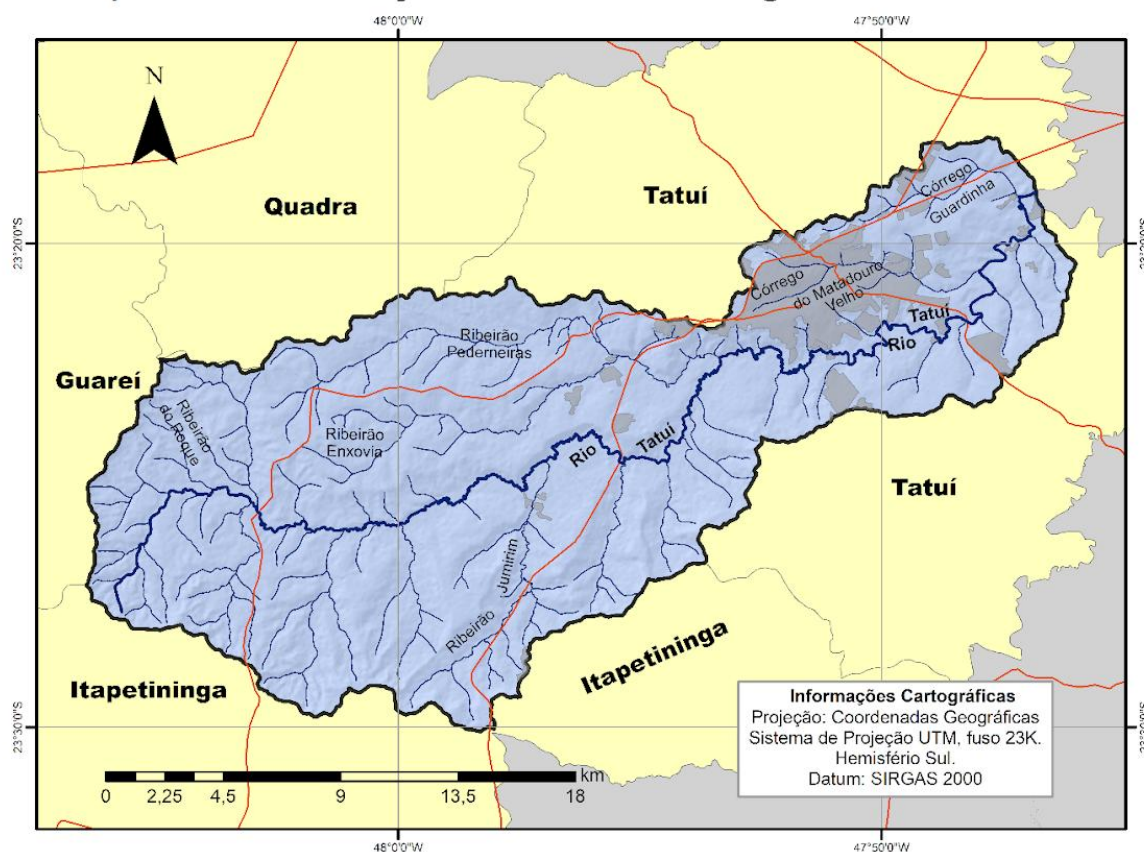
e em alguns bairros rurais com maior densidade demográfica, exceto nas moradias onde há poços artesanais próprios.

A bacia foi intensamente ocupada no século XX e modificada ao longo dos anos para dar lugar à urbanização dos municípios, contribuindo significativamente para sua degradação. Diversos trechos do rio principal já foram modificados através de obras do governo municipal como tentativa de conter os frequentes eventos de enchentes e inundações, já que um dos seus tributários está inserido em um vale em V intensamente impermeabilizado e sem matas ciliares na maior parte de seu curso. Além disso, presencialmente é observar em alguns trechos o lançamento de esgoto doméstico e industrial, modificando as características físicas e químicas da água (Stefani & Smith, 2014).



Figura 1 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Tatuí

Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Tatuí

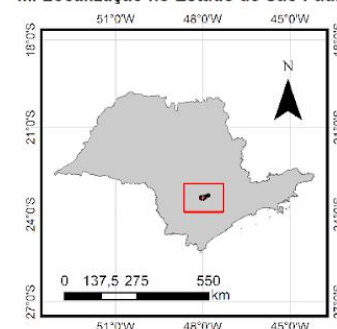


Legenda

I. Convenções Cartográficas

- Bacia do Rio Tatuí
- Áreas Urbanizadas
- Municípios da Bacia
- Municípios do Estado de São Paulo
- Rio Tatuí
- Hidrografia da Bacia do Rio Tatuí
- Rodovias Estaduais

III. Localização no Estado de São Paulo



Legenda

- Bacia do Rio Tatuí
- Estado de São Paulo

Base de Dados

Limites Municipais e Estadual: IBGE (2022)
 Área Urbana: IBGE (2018)
 Rodovias: Departamento Nacional de Infra-Estrutura e Transportes (2016)
 Bacia Hidrográfica do Rio Tatuí: Carta Topográfica na escala 1:10 000 (IGC-SP: 1970)
 Hidrografia: Agência Nacional de Águas (2017)

Fonte: MACHADO JUNIOR, C. 2024



O Córrego do Matadouro Velho é o principal curso fluvial em meio à malha urbana, e que sofre grandes efeitos da impermeabilização do solo, do despejo de esgoto doméstico e industrial e da retirada da vegetação, e tem apresentado frequentes eventos de enchentes e inundações em suas margens intensamente ocupadas, o que levou o governo municipal a realizar diversos projetos de canalização e aprofundamento do leito do rio.

Quanto à geologia da bacia, apresenta litologia bem diversificada, composta por unidades geológicas da formação Irati, formação Itararé, formação Tatuí e formação Teresina. As formações Teresina e Irati pertencem ao Grupo Passa Dois; A formação Tatuí pertence ao Grupo Guatá e a formação Itararé pertence ao Grupo Itararé. As informações acerca de sua composição e ambiente de formação estão dispostas na tabela abaixo.

Tabela 1. Especificação das unidades geológicas presentes na área de estudo

Grupo	Formação	Composição	Ambiente de formação
Passa Dois	Teresina	Argilito, siltito, arenito muito fino e fino de coloração cinza escuro a esverdeado, de geometria tabular ou lenticular alongada, lentes de concreções de calcário.	Ambiente marinho com influência de tempestades a transicional (marés)
Passa Dois	Irati	Folhelhos, siltitos, argilitos cinza escuro, calcário, marga e folhelho betuminoso.	Ambiente marinho, com decantação em profundidades abaixo do nível de ação das ondas, períodos de estratificação da coluna de água ou com influência de tempestades.
Guatá	Tatuí	Siltito e siltito arenoso de cor cinza, arenito fino quartzoso, arenito cinza-esverdeado médio a grosso e imaturo, calcário e silexito, ocasionais fragmentos e níveis de carvão, nódulos de pirita.	Ambiente marinho raso.
Itararé	Itararé	Arenito, tilito, siltito, folhelho, ritmito, conglomerado e raras camadas de carvão.	Ambiente glacio-marinho.

Elaborado com base em França e Potter (1988); Aboarrage e Lopes (1986), Schneider et al. (1974), Perrota *et al.* (2006).

Os pontos selecionados para a análise foram duas cabeceiras de drenagem do Rio Tatuí e duas cabeceiras de drenagem do Córrego Matadouro Velho, tributário do Rio Tatuí, em características de diferentes de uso da terra, tanto – urbano quanto rural, e em níveis de ocupação, possibilitando a obtenção dos resultados que aqui estão apresentados, e que estão identificados na figura 2.

A justificativa para a escolha dos pontos se deu em razão de se localizarem na baixa bacia próximo à sua confluência e por estarem em áreas relativamente próximas à malha urbana do município de Tatuí,



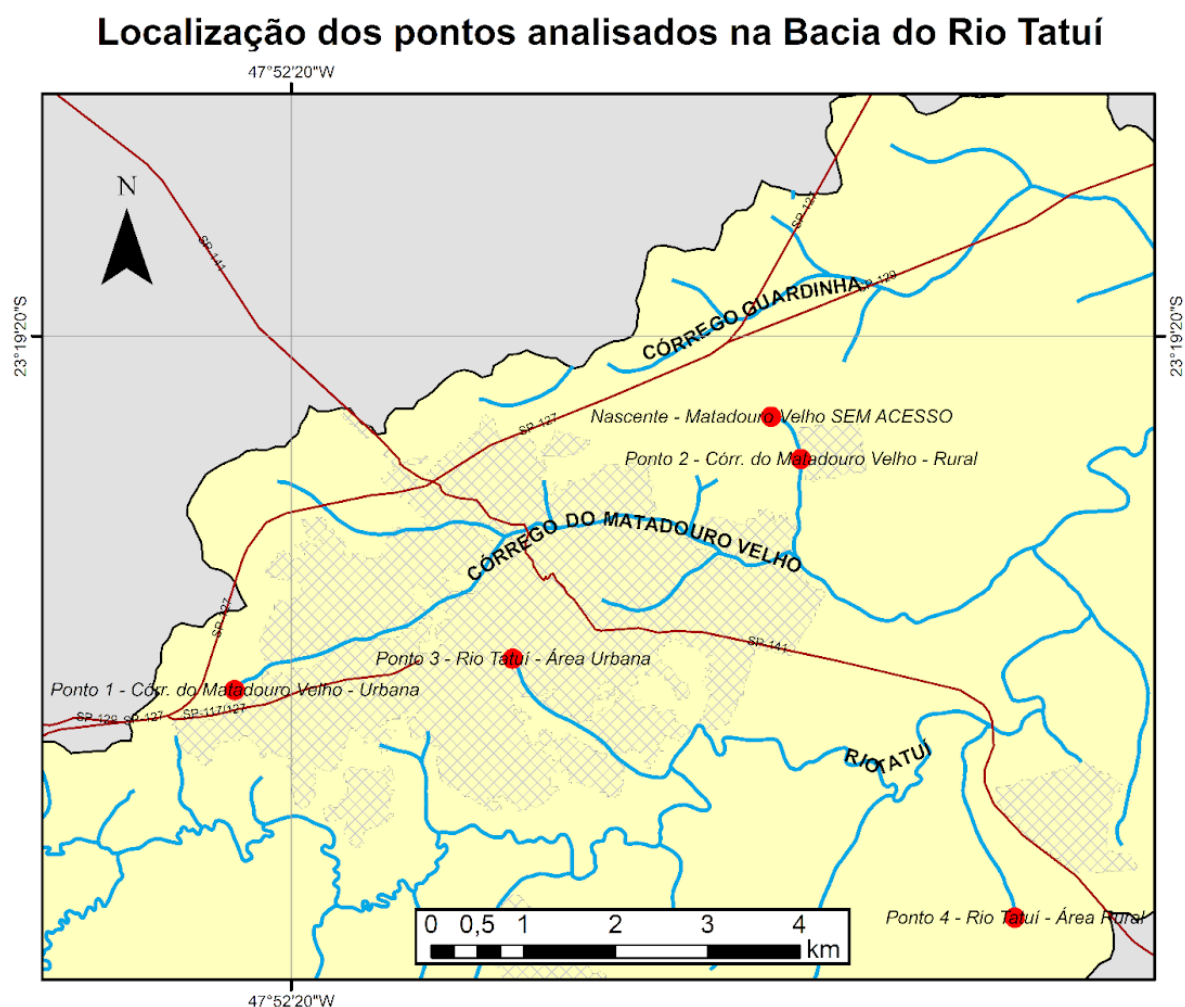


onde o acesso ao local é facilitado. A escolha também se deu em razão da viabilidade da comparação entre dois pontos antagônicos – urbanos e rurais – do mesmo canal fluvial, onde será possível analisar a diferença entre os efeitos dos usos que predominam na área.

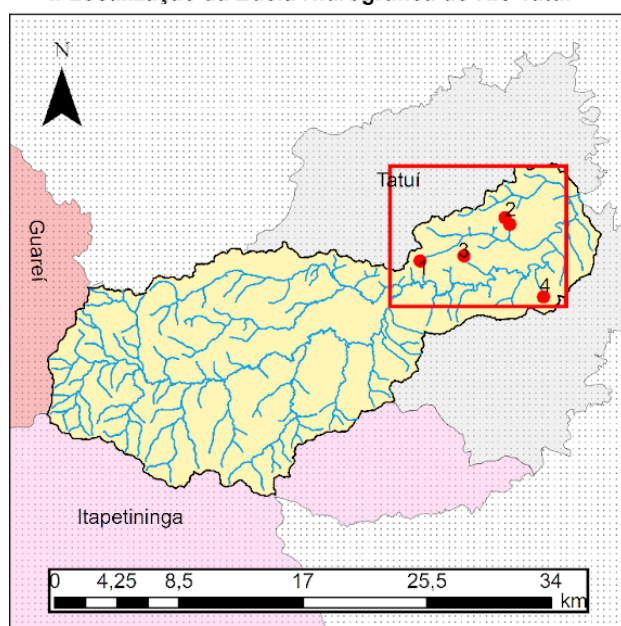
Foram selecionados 4 pontos na bacia hidrográfica do Rio Tatuí, sendo numerados em ordem numérica de 1 a 4. O ponto 1 se refere à área da nascente do Córrego do Matadouro Velho na área urbana e o ponto 2 à área da nascente do mesmo córrego na área rural. O ponto 3 se refere à área da nascente do Rio Tatuí na área urbana e o ponto 4 à área da nascente do Rio Tatuí na área Rural, conforme a figura abaixo.



Figura 2 – Localização dos pontos analisados na Bacia do Rui Tatuí



I. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Tatuí



Legenda



Informações Cartográficas

Projeção: Coordenadas Geográficas
Datum: SIRGAS 2000

Base de Dados

Limites Municipais e Estadual: IBGE (2022)
Área Urbana: IBGE (2009)
Rodovias: Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (2016)
Hidrografia: Agência Nacional de Águas (2017)

Fonte: MACHADO JUNIOR, C. 2024.



Materiais e Métodos

As metodologias aqui utilizadas se pautaram na proposta de Gomes et al. (2005) que se baseia na Classificação do Grau de Impactos de Nascentes (2004) e no Guia da Avaliação da Qualidade das Águas (2004) integrada à metodologia proposta por Carvalho et al. (2010) que busca atribuir tipologias à canais fluviais urbanos de acordo com uma análise ambiental sistêmica.

Como base para a utilização das metodologias selecionadas, também foi realizada a revisão bibliográfica sobre os temas de interesse da pesquisa. Para os fundamentos acerca da abordagem teórica, a análise sistêmica, foram utilizadas as obras de Bertrand (1972), Sotchava (1977), Christofolletti (1979) e Souza (2000).

A metodologia de Gomes et al. (2005) é dividida da seguinte forma:

Figura 3 - Metodologia

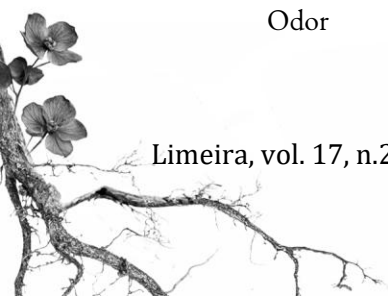


Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2005)

- Seleção dos pontos de análise: foi utilizado um raio de 50 metros de observação conforme a Lei 4771/1965 que estabelece a obrigação da preservação das cabeceiras.
- Trabalho de campo: foi realizada a visita aos pontos selecionados para coletar dados acerca da qualidade hídrica e da preservação do local, necessários para a obtenção dos resultados da pesquisa analisando os parâmetros demonstrados na Tabela 2, 4, 5 e 6.
- Quantificação das variáveis: foram utilizados os parâmetros contidos na tabela 2.

Tabela 2 – Quantificação das variáveis analisadas

Variáveis	Classif. 1	Classif. 2	Classif. 3
Cor da água	1. Escura	0. Clara	0. Transparente
Odor	1. Forte	0. Fraco	0. Sem





Lixo ao redor	1. Muito	0. Pouco	0. Sem
Materiais flutuantes	1. Muito	0. Pouco	0. Sem
Espumas	1. Muita	0. Pouca	0. Sem
Óleos	1. Muito	0. Pouca	0. Sem
Esgotos	1. Doméstico	0. Fluxo Superficial	0. Sem
Vegetação (degradação)	1. Alta	0. Baixa	0. Preservada
Uso por animais (exóticos)	1. Presença	0. Apenas Marcas	0. Não detectado
Uso por humanos	1. Presença	0. Apenas Marcas	0. Não detectado
Proteção do local cercado	1. Sem	0. Com proteção – com acesso	0. Com proteção – sem acesso
Proximidade com a área urbana (metros)	1. Menos de 50	0. Entre 50 a 100	0. Mais de 100
Tipo de área de inserção	1. Ausente (sem informação)	0. Propriedade Privada	0. Parques ou áreas protegidas

Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2005), França Junior & Dalla Villa (2013).

- Classificação quanto ao grau de preservação: foram utilizados os parâmetros contidos na tabela 3 com base na análise dos resultados da quantificação das variáveis analisadas para obtermos uma classificação do grau de preservação.

Tabela 3 – Classificação quanto ao grau de preservação

Classe	Grau de Preservação	Pontuação Final*
A	Ótima	Entre 37 a 39 pontos
B	Boa	Entre 34 a 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 a 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 a 30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

(*) Resultado da somatória do resultado da análise da tabela 2. Adaptado de Gomes et al. (2005), França Junior & Dalla Villa (2013).





Durante o trabalho de campo, foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- 01 balde pequeno com alça móvel
- 01 corda com 03 metros
- 01 tubo plástico de ensaio
- Tabelas e caneta para preenchimento das variáveis analisadas

A metodologia de Carvalho et al. (2010) utilizada para a classificação dos corpos hídricos urbanos considerando o seu uso, é baseada em uma matriz dividida em quatro níveis. Esses níveis são: a) características morfológicas do trecho do canal; b) uso do solo nas margens do trecho do canal; c) situação de uso do solo no interflúvio; e d) unidade geomorfológica do trecho do canal. O processo começa com a identificação e o tipo de ação direta no canal, seguido pela análise do tipo de ocupação das margens, respeitando os limites estabelecidos pela legislação federal. A análise da situação de uso dos interflúvios é realizada para diferenciar os tipos de trechos de canais fluviais urbanos.

Esta metodologia visa contribuir para uma visão integrada da cidade, levando em consideração diversos aspectos da paisagem, incluindo os fisiográficos, para que os rios sejam incluídos cada vez mais no planejamento urbano e ambiental, já que constituem fluxos de extrema relevância pois geram implicações profundas para a qualidade de vida nas cidades e a sustentabilidade ambiental.

De acordo com os autores, para cada nível da matriz, foram definidos atributos específicos. No caso das características morfológicas (Nível 1), os canais são inicialmente classificados como não alterados ou alterados. Para os canais alterados, são identificados os tipos de alterações sofridas, como retificação ou canalização. A combinação dos valores de referência desses níveis resulta em uma classificação detalhada dos trechos dos canais, com valores atribuídos conforme o grau de alteração e impacto (Carvalho et al., 2013), dispostos na Tabela 4.

Considerando as características do canal, os canais sem alterações recebem os valores mais baixos na matriz de tipologias (NA – 100). Canais que ficaram menos sinuosos, mas continuam abertos e não canalizados, terão a designação AL – 200. Por fim, os canais fechados e já canalizados são considerados muito alterados e receberão os valores mais altos na matriz de tipologias (MA – 300) (Carvalho et al., 2010).

Tabela 4. Nível 1 – Características Morfológicas do Canal e Valores Referência utilizados na Matriz de Tipologias

Trecho Canal	Características Morfológicas do Canal			Referência
Canal	Não Alterado			NA (100)
	Alterado	Aberto	Retificado	AL (200)
			Retificado e Canalizado	MA (300)
		Fechado		MA (300)

Fonte: Carvalho et al. (2010)

Partindo ao segundo nível, as extensões das faixas marginais dos cursos d'água foram estabelecidas conforme as áreas protegidas pela legislação federal, categorizando os usos em: vegetação preservada, vegetação residual, agricultura, urbanização leve, urbanização moderada e urbanização intensa. Além disso, foram introduzidos fatores modificadores relacionados ao padrão dos imóveis, classificados como alto,





médio e baixo padrão. A tabela 5 indica as possibilidades de classificação do nível 2 e os valores de referência utilizados (Carvalho et al., 2010).

Tabela 5. Nível 2 – Uso do solo nas margens e valores referência utilizados na matriz de tipologias

Trecho Canal	Uso do solo nos Interflúvios	Referência
Canal	Vegetação preservada	BAIXO (1)
	Vegetação residual	BAIXO (1)
	Urbanização fraca	MÉDIO (2)
	Urbanização média	ALTO (3)
	Urbanização intensa	ALTO (3)

Fonte: Carvalho et al. (2010)

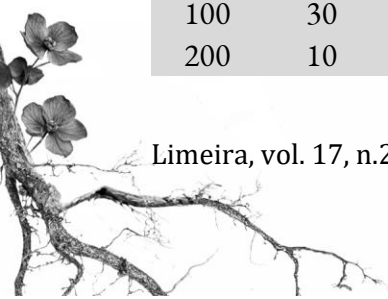
De acordo com os autores citados, o conhecimento geomorfológico é necessário para demonstrar a diversidade fisiográfica que existe no canal analisado e em canais distintos, os quais poderão receber o mesmo tratamento. Logo, no quarto nível, busca-se estabelecer uma classificação que utilize os critérios de compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica urbana, identificando a unidade geomorfológica em que se encontra o trecho do rio escolhido para a análise.

Sendo assim, “o conhecimento geomorfológico deve contribuir na consideração desta diferenciação como questionamento da eficácia da homogeneidade de técnicas e de aspectos normativos do planejamento urbano sobre rios [...]” (Carvalho et al., 2010, p. 75)

Integrando os resultados obtidos pelas tabelas anteriores, podemos associar os valores de referência de cada um dos níveis e combinar os algarismos resultando em até 27 combinações diferentes agrupadas em nove tipologias (Carvalho et al., 2010) as quais estão dispostas na Tabela 7.

Tabela 7. Matriz de Tipologias

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Combinaçã o	Tipologia
100	10	1	111	A -Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo
100	10	2	112	A-Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo
100	10	3	113	B-Canal sem alterações e com impacto pelo uso do solo
100	20	1	121	A – Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo
100	20	2	122	B-Canal sem alterações e com impacto pelo uso do solo
100	20	3	123	B-Canal sem alterações e com impacto pelo uso do solo
100	30	1	131	C-Canal sem alterações e com significativo impacto pelo uso
100	30	2	132	C-Canal sem alterações e com significativo impacto pelo uso
100	30	3	133	C-Canal sem alterações e com significativo impacto pelo uso
200	10	1	211	D-Canal alterado e com baixo impacto pelo uso do solo





200	10	2	212	D-Canal alterado e com baixo impacto pelo uso do solo
200	10	3	213	E-Canal alterado e com impacto pelo uso do solo
200	20	1	221	D-Canal alterado e com baixo impacto pelo uso do solo
200	20	2	222	E-Canal alterado e com impacto pelo uso do solo
200	20	3	223	E-Canal alterado e com impacto pelo uso do solo
200	30	1	231	F- Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
200	30	2	232	F- Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
200	30	30	233	F- Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
300	10	1	311	G- Canal muito alterado e com baixo impacto pelo uso
300	10	2	312	G- Canal muito alterado e com baixo impacto pelo uso
300	10	3	313	H- Canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo
300	20	1	321	G- Canal muito alterado e com baixo impacto pelo uso
300	20	2	322	H- Canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo
300	20	3	323	H- Canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo
300	30	1	331	I- Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
300	30	2	332	I- Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
300	30	3	333	I- Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso

Fonte: Carvalho et al. (2010)

A partir da obtenção e classificação do canal fluvial de acordo com esta metodologia, é possível integrá-la à metodologia de Gomes et al. (2005), obtendo assim um resultado mais abrangente sobre o sistema fluvial, atendendo às necessidades de um planejamento urbano que dialogue com as complexidades das políticas socioambientais. Utilizando-se das metodologias supracitadas, foram realizadas as etapas de gabinete e de campo para coletar as informações necessárias.

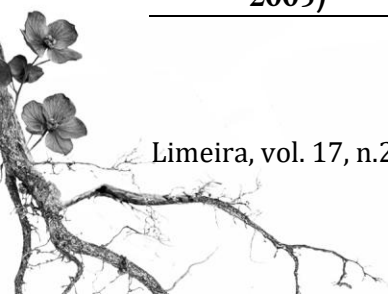
Resultados e Discussões

As metodologias de Gomes et al. (2005) e Carvalho et al. (2010) foram integradas e como forma de melhor visualizá-las, uma tabela com os principais resultados foi elaborada. As características específicas de cada ponto analisado foram anotadas em relatório de campo e utilizadas para a elaboração dos resultados finais, os quais servirão de base para a elaboração de futuras pesquisas e modelos de planos de gestão dos cursos fluviais. Foram analisadas as variáveis descritas nas tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7, explicitadas anteriormente neste artigo.

Desta forma, como resultado obteve-se os seguintes parâmetros:

Tabela 8. Resultados obtidos de acordo com as metodologias de Gomes et al. (2005) e Carvalho et al. (2010)

Quantificação das variáveis analisadas (Gomes et al., 2005)	Resultados	Aplicação da matriz de tipologias de Carvalho et al. (2010)	Resultado da combinação	Tipologia aplicada
---	------------	---	-------------------------------	-----------------------





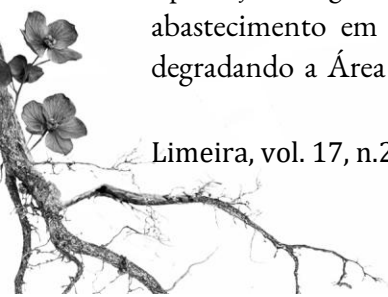
Ponto 1: 27	Classe E – Grau de preservação péssimo	Canal <u>alterado, aberto, retificado e canalizado; margens com vegetação residual e interflúvio com urbanização média</u>	<u>313</u>	H – Canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo
Ponto 2: 26	Classe E – Grau de preservação péssimo	Canal <u>alterado, aberto, retificado e canalizado; margens com vegetação residual e interflúvios com urbanização média</u>	<u>313</u>	H – Canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo
Ponto 3: 22	Classe E – Grau de preservação péssimo	Canal <u>alterado, aberto, retificado e canalizado; margens e interflúvios com urbanização intensa.</u>	<u>333</u>	I – Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso do solo
Ponto 4: 34	Classe B – Grau de preservação bom	Canal <u>não alterado, com vegetação residual nas margens e interflúvios.</u>	<u>111</u>	A – Canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2010).

A análise dos resultados a partir das metodologias aplicadas revela uma relação direta entre o adensamento urbano e a degradação dos corpos hídricos, evidenciando conflitos significativos com a legislação ambiental vigente, especificamente o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) no que tange às Áreas de Preservação Permanente (APPs). Nota-se uma diversidade de contextos nos pontos selecionados que reflete diretamente o conflito entre a expansão das atividades antrópicas e o descumprimento à legislação ambiental, então, a descrição minuciosa desses pontos permite esclarecer a classificação final dos cursos fluviais e sua relação com o uso da terra.

Nos pontos 1 e 2, pertencentes ao Córrego do Matadouro Velho, a dinâmica ambiental observada demonstra a pressão da urbanização sobre os recursos hídricos, observando-se a presença de margens com vegetação residual e um grau de urbanização média nos interflúvios, resultando na definição da tipologia de canal muito alterado e com impacto pelo uso do solo. A morfologia classificada como canal alterado, aberto, retificado e canalizado evidencia a perda da naturalidade do leito para acomodar o fluxo urbano.

A cabeceira de drenagem no ponto 1 apresentou água de coloração transparente, sem odor, e, embora tenha pouco lixo ao redor e materiais flutuantes, a análise do entorno revela problemas estruturais. Foram identificados fluxos superficiais de substância que pode estar relacionada a esgoto de origem não identificada, o que sugere deficiência no saneamento básico local ou ligações irregulares, comuns em áreas de transição urbano-rural. A degradação da vegetação classificou-se como de nível baixo, contudo, a presença apenas residual de mata ciliar fere o disposto no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que exige a proteção integral num raio de 50 metros para nascentes. O uso por animais exóticos e a coleta de água para abastecimento em pastagens confirmam o uso da terra para fins agropecuários em zona imprópria, degradando a Área de Preservação Permanente (APP). O grau de preservação é péssimo, agravado pela





proximidade com a área urbana (menos de 50 metros) e inserção em propriedades privadas que dificultam a fiscalização e manejo.





Figura 4. Mosaico de imagens do Ponto 1 - Latitude: Latitude: 23°21'23.41"S. Longitude: 47°52'39.73"O



Fonte: MACHADO JUNIOR, C. 2024.

No ponto 2, a análise não recaiu sobre a nascente exata, mas em um trecho do curso próximo, devido à dificuldade de acesso em função da área estar em propriedade privada — um entrave recorrente na gestão de bacias hidrográficas que pode interromper a continuidade do monitoramento ambiental, inclusive dificultando a frequência de agentes públicos. O ponto de coleta, situado a 800 metros da cabeceira, sofre interferências moderadas. A água apresentou coloração clara e sem odor, com depósito de resíduos sólidos urbanos em pequena quantidade. A presença de pequenas manchas de óleo, mesmo sem despejo direto de esgoto, indica o escoamento superficial de contaminantes provenientes das áreas impermeabilizadas adjacentes.

Embora grande parte da cabeceira apresente boa conservação do fragmento florestal, a vegetação ao redor do ponto 2, um reservatório, classificou-se como muito degradada. A confirmação de uso para pesca e a presença de animais exóticos denotam a falta de cercamento e proteção efetiva da faixa marginal. Este trecho ilustra a pressão da expansão imobiliária: localiza-se a menos de 50 metros da área urbana, vizinho a um bairro de chácaras e um condomínio recente. Essa configuração de uso da terra acelera a degradação,





pois aumenta a impermeabilização e o fluxo de pessoas sem a contrapartida de infraestrutura de proteção ambiental, resultando em um grau de preservação péssimo.

Figura 5. Mosaico de imagens do Ponto 2. Latitude: 23°20'6.20"S. Longitude: 47°49'19.77"O



Fonte: MACHADO JUNIOR, C. 2024.

No ponto 3, a cabeceira de drenagem do Rio Tatuí na área urbana foi a que apresentou maiores alterações devido à intensa urbanização. O trajeto até ao curso fluvial próximo à nascente foi de fácil acesso, pois ele se localiza em área pública sem cercas.





Figura 6. Mosaico de imagens do Ponto 3. Latitude: 23°21'19.20"S. Longitude: 47°51'0.23"O



Fonte: MACHADO JUNIOR, C. 2024

A água coletada neste ponto apresentou coloração clara (figura 5), mas com odor fraco e a presença alarmante de muita espuma e óleos, indicadores clássicos de poluição por tensoativos e despejos orgânicos. A confirmação de esgotos domésticos e o acúmulo de resíduos sólidos urbanos evidenciam que o córrego atua, neste trecho, como vetor de afastamento de efluentes, perdendo suas funções ecológicas.

A área situa-se a menos de 50 metros da malha urbana, em um tipo de “parque” entre construções, onde a morfologia do canal foi totalmente descaracterizada: alterado, retificado e canalizado. O uso intenso das margens e do interflúvio pela urbanização impermeabilizou o solo, impedindo a recarga do lençol freático e aumentando o risco de inundações a jusante. A classificação de grau de preservação péssimo reflete a total supressão da APP e a violação da função social e ambiental da propriedade urbana.

Adicionalmente, a configuração deste trecho como uma área vegetada remanescente em meio à malha urbana não deve ser interpretada como sinônimo de preservação efetiva, não cumprindo seu serviço ecossistêmico. A vegetação existente, embora presente, encontra-se degradada e isolada, incapaz de exercer função de filtro ecológico típica de uma mata ciliar estruturada. Essa fragilidade permite que o escoamento superficial urbano, carregando sedimentos e contaminantes difusos das vias pavimentadas adjacentes, atinja diretamente do canal fluvial sem a devida retenção, agravando a concentração de poluentes observada, evidenciando que a simples existência de espaços verdes fragmentados entre as edificações, sem o manejo adequado e a conexão com corredores ecológicos, é insuficiente para garantir a qualidade ambiental preconizada pela legislação ambiental.

Em contrapartida, a cabeceira de drenagem do Rio Tatuí na área rural (ponto 4) apresenta-se como a mais preservada, servindo de parâmetro de controle para este estudo. Embora inserida em uma matriz agrícola de cultivo de cana-de-açúcar e pastagem formada por braquiária, fatores locais mitigaram os impactos: houve um represamento natural no início do curso e a manutenção de vegetação na mata ciliar.

Em estudo desenvolvido por Fontoura (2023), em áreas do bioma mata atlântica, o autor menciona que dentre as variáveis estudadas em sua pesquisa, a cobertura vegetal foi o parâmetro que mais influenciou o resultado do Índice de Qualidade de Água (IQA), dependendo do Índice de Vegetação utilizado, o que ressalta a importância da preservação da vegetação ao longo da bacia hidrográfica.

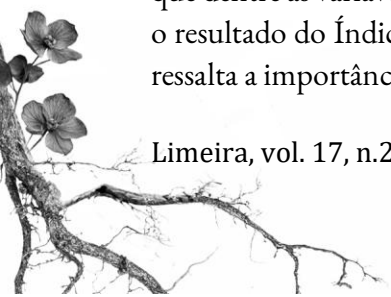


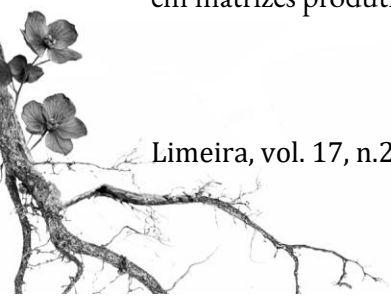


Figura 7. Mosaico de imagens do Ponto 4. Latitude: 23°22'54.16"S. Longitude: 47°48'8.87"O



Fonte: MACHADO JUNIOR, C. 2024

A análise visual dos parâmetros macroscópicos da água neste ponto corroborou a percepção sobre a integridade do ambiente: coloração transparente e ausência de odores, materiais flutuantes ou indícios de despejos de efluentes. A vegetação ripária, classificada como pouco degradada, desempenha aqui seu papel fundamental como barreira física e filtro ecológico, fazendo com que o corpo hídrico não receba tantos sedimentos provenientes das plantações adjacentes. O isolamento proporcionado pelo cercamento e a distância superior a 100 metros da mancha urbana garantiram a manutenção da morfologia natural do canal (não alterado) e um grau de preservação “Bom”. Esse cenário valida a eficácia das Áreas de Preservação Permanente (APPs) previstas no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), pois quando respeitadas, mesmo em matrizes produtivas intensas, elas asseguram a qualidade hídrica e a estabilidade ambiental do sistema.





Neste sentido, considera-se ser essencial aos municípios de menor porte médio como Tatuí, centrarem esforços na construção de uma política pública integrada propondo projetos que contemplem uma visão mais sistêmica da vida urbana com os rios da cidade.

“Renaturalizar e reincluir os rios às paisagens urbanas é vital para recuperação de uma relação harmônica entre natureza e sociedade, é preciso resgatar a memória afetiva e promover uma conscientização coletiva dessas comunidades de entorno em relação aos seus aspectos históricos e benefícios dos rios para a saúde e qualidade de vida” (Gouveia & Santos, 2021, pág 14.)

Diversas propostas de medidas estruturais e não estruturais de ações que promovam a visão de uma gestão norteada pela sustentabilidade vem sendo abordadas em diferentes meios técnico-científicos e podem ser adaptadas para o contexto geográfico daquela área, estimulando o diálogo entre poder público e comunidade na conscientização da importância do zoneamento ambiental e da necessidade de preservação dos recursos hídricos.

Considerações Finais

Os resultados apresentados demonstram que a situação das cabeceiras de drenagem do Córrego do Matadouro Velho e do Rio Tatuí é alarmante e exige preocupação imediata, sobretudo nos trechos inseridos ou próximos à malha urbana. A análise macroscópica indicou que, embora a água ainda apresente transparência em alguns pontos, o sistema caminha para um maior nível de impacto ambiental devido à pressão do uso inadequado da terra e à falta de proteção das nascentes.

A ausência de vegetação ciliar preservada em diversos trechos configura uma infração direta ao código florestal brasileiro (BRASIL, 2012), visto que as Áreas de Preservação Permanente (APPs) estão sendo suprimidas ou ocupadas irregularmente. Observou-se a necessidade urgente da instalação de placas de sinalização indicando a presença de nascentes, trabalhos de educação ambiental, bem como o cercamento efetivo para impedir o acesso e o despejo de resíduos, ações que devem partir dos gestores municipais e do poder público.

Quanto às estatísticas, temos um cenário onde 75% dos pontos analisados possuem grau de preservação péssimo e sofrem com o impacto do uso do solo. Apenas 25% das amostras, o ponto rural, manteve o canal não alterado, o que comprova que o modelo de urbanização atual atua como vetor de degradação, enquanto o uso rural, quando respeita o distanciamento legal, permitiu a manutenção da qualidade hídrica.

Conclui-se, desta forma, que as cabeceiras de drenagem analisadas se encontram em níveis preocupantes de degradação, sendo necessária a elaboração de planos de manejo, zoneamento e fiscalização rigorosa para a recuperação da vegetação e proteção das áreas, evitando que o quadro se agrave. Futuras pesquisas com análises físico-químicas devem ser realizadas para detalhar o passivo ambiental, mas a intervenção para a proteção destas áreas deve ser imediata em função dos dados organizados já obtidos.

Referências

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço Metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. São Paulo, n. 13, p. 1-27, 1972

BRASIL, LEI Nº 12.651. Código Florestal Brasileiro. Diário oficial da União. DE 25 DE MAIO DE 2012. Brasília-DF





- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 6ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 282p.
- CHRISTOFOLLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1979
- FONTOURA, Glauber Oliveira da. **Influência da cobertura vegetal na estimativa do índice de qualidade da água em bacias hidrográficas da mata atlântica no sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado UFSC, 2023.
- GOMES, P. M; MELO, C; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 17 (32):103-120, jun. 2005.
- GONÇALVES, G. G. G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A. C. T.; ARAI, F. K. Determinação da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas. **FLORESTA**, Curitiba, Paraná, v. 41, n. 4, p. 797-808, out/dez. 2011.
- GONÇALVES, L. E. P.; BITOUN, J; CORRÊA, A. C. de B. Canais fluviais urbanos: Proposta de tipologias para a região metropolitana do Recife (RMR). **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, set. 2010.
- GOUVEA, Lucio Paulo de Souza; SANTOS, Eidy de Oliveira. Vulnerabilidades e impactos socioambientais da urbanização no Rio Cabuçu-Piraquê, Zona Oeste -RJ. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 225–242, 2021. DOI: 10.12957/cdf.2021.62835.
- SOUZA, M. J. N. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará: bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.
- SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em Questão**, São Paulo Caderno 16, p. 1-52, 1977
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017
- TUCCI, C. E. M. Parâmetros do Hidrograma Unitário para bacias urbanas brasileiras. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre – RS, 2003. Vol 8 nº 2 pags. 195-199.
- ZANELLA, Maria Elisa et al. **Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó**, Fortaleza-CE. *Soc. nat.*, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 317-332, ago. 2013

