

## ALTERAÇÕES NO CANAL DOS FONTES, CÁCERES/MT: AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Vanilda Soares **PRUDENCIO**

Mestre pelo Programa de Pós Graduação em Geografia/UNEMAT

E-mail: vanilda.soares@unemat.br

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-0306-3312>

Celia Alves de **SOUZA**

Pesquisadora Bolsista do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional – PDCTR. Professora no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT)

E-mail: celialves@unemat.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9068-9328>

Leila Nalis Paiva da Silva **ANDRADE**

Professora do Curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT).

E-mail: leilaandrade@unemat.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0571-4833>

*Recebido  
Junho de 2023*

*Aceito  
Março de 2024*

*Publicado  
Abril de 2024*

---

**Resumo:** A área de estudo trata-se de uma bacia hidrográfica urbana totalmente alterada pelas atividades antrópicas para diversos fins. Neste sentido, a presente pesquisa teve como objetivo analisar o tipo de uso da terra, cobertura e as condições ambientais do Canal dos Fontes no município de Cáceres, Mato Grosso. Para geração do mapa, foi utilizado o *software ArcGis*. Na atividade de campo foi realizado o perfil longitudinal, sendo selecionadas 08 seções para aplicação dos protocolos (Protocolo de Avaliação Rápida e Tipologias de Canais Urbanos), usou-se um drone para sobrevoar a área para captura de imagens aéreas. Quanto ao uso e cobertura na bacia: 79,97% de pastagens, 19,09% de influência da área urbana e 0,94% de área preservada (Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial). A análise ambiental mostrou que o canal se encontra alterado e impactado, vinculado à urbanização que avançou nas margens

fluviais, além da utilização do canal para lançamento de dejetos e lixo domésticos. Com base nas informações, sugere implantação de planejamento para recuperação desse córrego urbano.

**Palavras-chave:** Influência antrópica; urbanização; protocolos.

### **CHANGES IN THE FONTES CHANNEL, CÁCERES/MT: ENVIRONMENTAL ASSESSMENT**

**Abstract:** The study area is an urban watershed completely altered by human activities for various purposes. In this sense, the present research aimed to analyze the type of land use, coverage, and environmental conditions of the Canal dos Fontes in the municipality of Cáceres, Mato Grosso. To generate the map, ArcGis software was used. The field activity was carried out the longitudinal profile, being selected 08 sections for the application of the protocols (Protocol of Rapid Assessment and Typologies of Urban Channels), used the Drone to fly over the area to capture images to take aerial photographs. As for the use and coverage in the basin: 79.97% of pastures, 19.09% of influence of the urban area and 0.94% of preserved area (Alluvial Evergreen Seasonal Forest). The environmental analysis showed that the channel is altered and impacted, linked to the urbanization that advances along the river banks, in addition to the use of the channel to release waste and household waste. Based on the information, it suggests the implementation of planning for the recovery of this urban stream.

**Keywords:** Anthropic influence; urbanization; protocols.

### **MODIFICACIONES EN EL CANAL DE LAS FONTES, CÁCERES/MT: EVALUACIÓN AMBIENTAL**

**Resumen:** El área de estudio es una cuenca urbana completamente alterada por las actividades humanas con diversos fines. En ese sentido, la presente investigación tuvo como objetivo analizar el tipo de uso del suelo, la cobertura y las condiciones ambientales del Canal dos Fontes en el municipio de Cáceres, Mato Grosso. Para generar el mapa se utilizó el software ArcGis. La actividad de campo se realizó el perfil longitudinal, siendo seleccionados 08 tramos para la aplicación de los protocolos (Protocolo de Evaluación Rápida y Tipologías de Canales Urbanos), se utilizó el Drone para sobrevolar la zona para capturar imágenes para tomar fotografías aéreas. En cuanto al uso y cobertura en la cuenca: 79.97% de pastos, 19.09% de influencia de la zona urbana y 0.94% de área preservada (Bosque Aluvial Siempreverde Estacional). El análisis ambiental arrojó que el cauce se encuentra alterado e impactado, vinculado a la urbanización que avanza por las márgenes del río, además del uso del cauce para la descarga de desechos y desechos domiciliarios. Con base en la información, sugiere la implementación de una planificación para la recuperación de este arroyo urbano.

**Palabras clave:** Influencia antrópica; urbanización; protocolos

### **INTRODUÇÃO**

O aumento do consumo dos recursos naturais tem comprometido a qualidade e quantidade da água dos canais fluviais. Dessa forma, a necessidade dos estudos e análises aprofundadas das potencialidades e fragilidades desses ambientes se faz importante para o planejamento do espaço geográfico em que esses ambientes se encontram (moraes *et al.*, 2010).

Segundo Schutzer (2012), é possível afirmar que o crescimento urbano é sempre um processo de agressão ao meio ambiente, um fator de impacto cada vez maior, à medida que

ocorre a expansão da cidade. Acarreta a impermeabilização do solo, o desmatamento, a poluição da água, do solo e do ar, mudança morfológica dos rios urbanos, favorecendo também o decréscimo da umidade do ar e do lençol freático.

Os córregos urbanos têm grande importância, pois podem abastecer a população de uma cidade, atendendo boa parte de suas necessidades básicas. Porém, observa-se com frequência que esses mananciais são contaminados com esgotos domésticos e industriais, funcionando como depósitos de lixo, sofrendo com o escoamento de pesticidas e impermeabilização das áreas circunvizinhas (Tucci, 2005).

Cruz (2013) enfatiza que, os córregos urbanos de Cáceres têm sido fortemente impactados devido às sucessivas mudanças no uso da terra das bacias hidrográficas urbanas e uso direto dos canais urbanos como dragagem para desobstrução da calha, construção de pontes, lançamento de esgotos, restos de construção e lixo domésticos, além das obras de engenharia de retificação e canalização, principalmente no baixo curso.

Oliveira-Junior *et al.* (2021), explicam que, os córregos urbanos são ambientes muito utilizados para a disposição de efluentes e amplamente conhecidos pela má qualidade, e a má utilização desses ambientes é principalmente decorrente da crescente urbanização e da falta de sensibilização populacional quanto à preservação ambiental.

De acordo com Oliveira-Junior *et al.* (2021), os córregos urbanos são ambientes bastante utilizados para lançamento de efluentes e amplamente conhecidos pela má qualidade ambiental. É possível observar que a má utilização destes córregos é principalmente decorrente da crescente urbanização e da falta de sensibilização populacional quanto à preservação ambiental.

Sobre estas modificações ocorridas, principalmente nos canais urbanos, diversos estudos são realizados a fim de identificar e discutir os elementos e suas alterações. Os canais urbanos de Cáceres possuem importantes estudos realizados, dentre eles estão: Barros e Souza (2012) avaliam o grau de degradação e impactos associados na bacia hidrográfica do córrego Sangradouro, Cruz (2013) apresenta o ordenamento territorial urbano e suas implicações nos canais de drenagem, Santana (2017, 2018) estuda as alterações e degradação do córrego Sangradouro e Raymundi (2017, 2018) mostra o processo de urbanização e interferência na morfologia do canal do Junco.

Outro estudo desenvolvido em canais fluviais é a aplicação de protocolos. No Brasil vários estudos foram realizados usando o Protocolo de Avaliação Rápida –(PARs) como ferramenta de avaliação das características do leito e condições ecológicas e da diversidade de habitats, como os trabalhos de Rodrigues *et al.* (2012), Bizzo *et al.* (2014), Rigotti, Pompêo e

Fonseca (2016), Raymundi (2017), Potini e Coelho (2019), Potini (2020), Araújo *et al.* (2020), Oliveira Júnior *et al.* (2021), Silva (2021) e Funaro *et al.* (2022).

Os PARs são procedimentos de baixo custo, cientificamente válidos e que geram resultados rápidos para as decisões de gestão e ainda produzem relatórios científicos facilmente traduzidos para a gestão e pelo público leigo (Barbour *et al.*, 1999).

Segundo a definição de Callisto *et al.* (2002) e Rodrigues *et al.* (2008), os PARs são documentos de referência que reúnem procedimentos metodológicos aplicáveis a avaliação rápida, qualitativa e semi-qualitativa, de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes físicos, que condicionam e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais.

Ao apresentar a metodologia, Callisto *et al.* (2002), apontam que é um procedimento prático, que possibilita identificar os diversos parâmetros que influenciam na qualidade dos cursos d'água como um todo, levando em consideração as atividades antrópicas, bem como as alterações decorrentes dela em todo o meio ambiente constituindo-se uma importante ferramenta nos programas de avaliação ambiental.

Rodrigues *et al.* (2008), discutem que, os problemas nos dados de qualidades da água disponíveis e as deficiências das redes de monitoramento têm levado muitos pesquisadores a reavaliarem os procedimentos comumente utilizados e a pensarem nos estabelecimentos de métodos úteis, eficazes e confiáveis que, em conjunto com os métodos existente, potencializem os dados referentes ao real estado dos cursos d'água sob avaliação, com ajuda das comunidades locais.

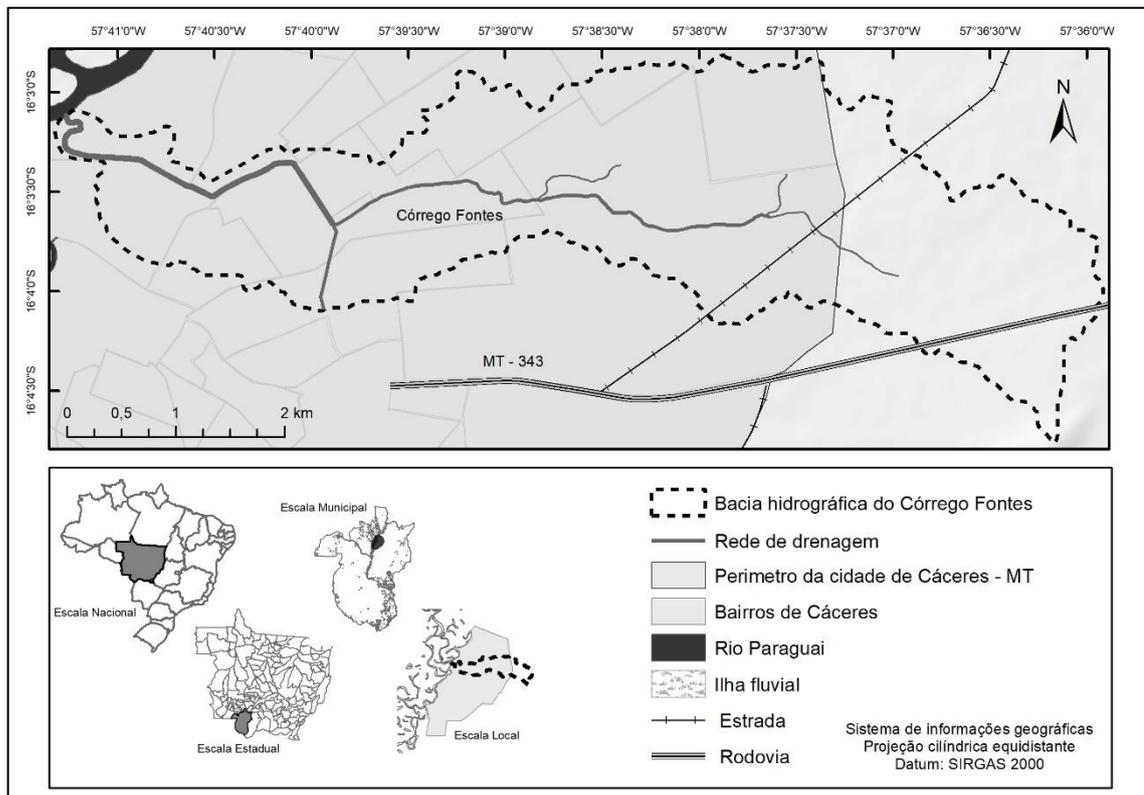
A pesquisa teve objetivo analisar o tipo de uso da terra, a cobertura e as condições ambientais do canal dos Fontesno município de Cáceres, Mato Grosso.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

A área de estudo corresponde ao canal dos Fontes, deságua na margem esquerda do rio Paraguai, situado no perímetro urbano no Município de Cáceres – Sudoeste do Estado de Mato Grosso. Encontra-se entre as coordenadas geográficas 16° 03' 00" e 16° 04' 30" - Latitude Sul e 57° 36' 0" e 57° 41' 30" Longitude Oeste (Figura 1).

Figura 1- Localização da área de estudo, no município de Cáceres e no estado de Mato Grosso



## Procedimentos metodológicos

### Uso e cobertura da bacia hidrográfica

Foi realizado levantamento bibliográfico, construindo uma base teórico-conceitual para dar suporte na pesquisa, através de consultas em artigos, livros, dissertações e teses, bem como análises das legislações ambientais vigentes, relatórios técnicos e o plano diretor de Cáceres.

O mapa de uso e cobertura da terra foi confeccionado usando o software ArcGis, utilizando a base de dados vetorial atualizada, escala de 1:250.000, do MapBiomias, disponível do portal de *downloads* do IBGE, disponível no site (Geociências). A confecção do mapa ocorreu a partir do recorte dos vetores sobre a máscara da área de estudo e, posteriormente, atribuída cores conforme os manuais técnicos do IBGE para cada categoria de classe e finalizados com a confecção do layout.

A metodologia do MapBiomias é publicada e atualizada na forma de *Algorithm Theoretical Basis Document* (ATBD). O mapeamento é realizado usando o algoritmo de aprendizado de máquina Random Forest, aplicado em coleções de imagens dos satélites Landsat

através da plataforma de processamento em nuvem *Google Earth Engine*. Posteriormente, os dados passam por uma série de filtros espaciais e temporais e são integrados em um mapa único para cada ano, mediante aplicação de regras de prevalência específicas para cada bioma ou região. Na seguinte sequência: Mosaicos MapBiomas; classificação, filtros espaciais e temporais; integração; cálculos das transições; filtro espaciais das transições e cálculo de estatísticas de área (Mapbiomas, 2019)

### **Protocolo de Avaliação Rápida no canal dos Fontes**

O protocolo foi aplicado em oito seções transversais ao longo do perfil longitudinal, considerando os diferentes tipos de uso e cobertura (pecuária, urbanização e áreas preservadas) e as mudanças diretas no canal. Posterior as informações foram tabuladas em gabinete.

Para avaliar as características da bacia hidrográfica e níveis de impactos ambientais, bem como as condições do habitat e níveis de conservação das condições naturais nessa área de estudo, foi adotada metodologia aplicada por Callisto *et al.* (2002) e Rodrigues *et al.* (2012). Por meio da aplicação do protocolo, seus valores são capazes de ser adaptados em conformidade com as imposições a serem medidas na superfície estudada. Portanto, o protocolo pode ser executado em conformidade com a diversidade de habitats, sobretudo a partir da caracterização de prioridades e do entendimento das principais formas de uso e ocupação do solo nas imediações dos canais hídricos do córrego.

A aplicação do protocolo adaptado por Callisto *et al.* (2002), consistiu na identificação da área e os respectivos pontos a serem aplicados o protocolo. Foram inseridas informações para controle e acompanhamento na ficha como: localização da área, data e hora da coleta, características do tempo, tipo de ambiente aplicou o protocolo, largura e profundidade do canal e a temperatura da água. Inicialmente aplicou-se 10 parâmetros de análise, sendo eles: tipo de ocupação das margens; erosão próximas e/ou nas margens do rio e o assoreamento do leito; alterações antrópicas; cobertura vegetal; odor da água; oleosidade da água; transparência da água; odor, oleosidade e tipos de sedimentos de fundo, atribuído pontuação para cada parâmetro/situação identificada (Quadro 1).

Quadro 1 - Protocolo para avaliação de condições ecológicas e da diversidade de habitats

Localização		Seção	
Data de Coleta:		Hora da Coleta:	
Tempo (Situação do Dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Categoria de Ambiente: Córrego ( ) Rio ( )			
Largura			
Profundidade			
Temperatura da Água			
PARÂMETROS		PONTUAÇÃO (atribuída a situação do canal)	
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Categoria de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade).	Vegetação natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comércio Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem Industrial/ urbana (fábricas, siderurgias canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderado	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Categorias de fundo	Pedras/ Cascalho	Lama/areia	Cimento/ canalizado

Fonte: Callisto *et al.* (2002). Adaptado por Santana (2017).

Para diagnosticar as Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats, foi aplicado o protocolo de Callisto *et al.* (2002), adaptado por Santana (2017), que avalia parâmetros em categorias descritas e pontuadas. O valor final é obtido a partir da somatória dos valores atribuídos a cada parâmetro. Assim, a pontuação final reflete condições ecológicas dos trechos da bacia (Quadro1), conforme apresentado abaixo:

- 0 a 40 representam trechos **impactados**;
- 41 a 60 representam trechos **alterados**;
- Acima de 61 representam trechos **naturais**.

Para avaliar as condições ambientais da bacia, usou os critérios definidos por Rodrigues *et al.* (2012). Foram avaliados cinco parâmetros (deposição de sedimentos, alterações no canal, estabilidade das margens, proteção das margens pela vegetação e estado de conservação da vegetação do entorno), atribuindo um valor correspondente a cada situação verificada: péssima (pontuação de 0 a 1), regular (de 1,1 a 2), boa (de 2,1 a 3) e ótima (de 3,1 a 4). (Quadro 2).

Quadro 2 - Adaptação do Protocolo de Avaliação Rápida

ÓTIMA	BOA	REGULAR	PÉSSIMA
<b>Parâmetro 1: “Deposição de sedimentos”</b>			
Ausência ou pequeno alargamento de ilhas ou barra pontal.	Alguns acréscimos recentes na formação de barras, predomínio de cascalho, areia ou sedimentos fino.	Deposição moderada de cascalhos novos, areia ou sedimentos fino em barras recentes e antigas. Sobretudo, de origem antrópica.	Elevada deposição de material fino ou cascalho e aumento no desenvolvimento de barras devido, principalmente, às atividades antrópicas.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Parâmetro 2: “Alterações no canal”</b>			
Ausência de canalização e dragagem ou qualquer outra forma de interferência que possa afetar o curso d’água. Nesse caso, o curso d’água segue com padrão natural.	Presença de pequenas canalizações, em geral em área para apoio de pontes ou evidências de canalizações antigas e de dragagem, mas com ausência de canalização recentes. Não há evidências de que o leito tenha sido explorados por atividades antrópicas.	Presença de diques, terraplanagens, aterros, barragens ou estruturas de escoramentos em ambas as margens. Há evidências antigas de que o leito já foi explorado pela atividade garimpeira ou ainda por drenagem para retirada de areia/cascalho.	Margens revestidas com gabiões ou cimento e o curso d’água encontra-se canalizado ou pode ser observado forte evidências de revolvimento das margens para exploração recente pelas atividades garimpeiras.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Parâmetro 3: “Estabilidade das Margens”</b>			
Margens estáveis, ausência ou mínima evidência de erosão ou falhas nas margens; pouco potencial para problemas futuro.	Margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas.	Margens moderadamente instáveis. As margens apresentam-se erodidas e o potencial de erosão é alto durante as cheias.	Margens instáveis e muitas áreas erodidas. A erosão é frequente ao longo da seção reta e nas curvas.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Parâmetro 4: “Proteção das margens pela vegetação”</b>			
Mais de 90% da superfície das margens e imediata zona ripária é coberta por vegetação nativa. A maioria das plantas pode crescer naturalmente.	De 70% a 90% da superfície marginal é coberta por vegetação nativa; não sendo observadas grandes discontinuidades.	De 50% a 70% da superfície das margens está coberta pela vegetação, havendo uma mistura de locais onde o solo está coberto e locais onde não há presença de vegetação nativa.	Menos de 50% da superfície das margens está coberta por vegetação nativa. É evidente a descontinuidade da vegetação do entorno sendo praticamente inexistente.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Parâmetro 5: “Estado de conservação da vegetação do entorno”</b>			

A vegetação do entorno é composta por espécies nativas em bom estado de conservação e não apresenta sinais de degradação causadas por atividades humanas, como pastagens ou áreas de cultivo.	A vegetação é composta não só por espécies nativas, mas também por exóticas, contudo está bem preservada. Mínimas evidências por impactos causadas por atividades humanas.	A vegetação presente é contida por espécies exóticas e há pouca vegetação nativa. É possível perceber impactos de atividades humanas sobre a vegetação do entorno.	A vegetação nativa do entorno é praticamente inexistente e as atividades humanas, tais como pastagens e áreas de cultivos são intensas. Além disso, o solo pode estar exposto às intempéries naturais.
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Fonte: Rodrigues *et al.* (2012).

## Tipologias de canais urbanos

Na obtenção das tipologias do canal utilizou-se a metodologia de Carvalho (2010) e a matriz foi dividida em três níveis: 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. Nos quadros 1 e 2 são apresentados os valores de referência, que foram utilizados para análise de cada nível.

Na análise das características morfológicas do canal, considera inicialmente a existência de alterações diretas sobre ele, classificando os canais em trechos não alterados e alterados. Em seguida, para os canais alterados, foram classificados os tipos de alterações que os trechos sofreram. Os canais abertos e fechados foram divididos em canais retificados e canalizados. Desta forma, constitui o nível 1 da matriz de tipologia (Quadro 3), que foram levados à matriz de tipologias em valor mais baixo os canais que não apresentam alteração (NA – 100). Os canais que sofreram diminuição no seu grau de sinuosidade, mas são abertos e não canalizados, receberam a designação acronímica AL – 200. Por fim, os canais fechados e que tenham sido canalizados, foram considerados muito alterados, e, atribuídos os maiores valores de referência para a matriz de tipologias (MA – 300) (Carvalho *et al.*, 2010).

Quadro 3 - Demonstrativo do nível 1 - Características Morfológicas do Canal.

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).

Para avaliar o uso do solo nas margens onde se delimitam as áreas protegidas pela legislação federal, os tipos de usos foram classificados em: vegetação preservada; vegetação

residual; produção agrícola; urbanização fraca; urbanização média e urbanização intensa, utilizando as notas para referenciar a avaliações dos níveis (Quadro 4).

Quadro 4 - Demonstrativo do nível 2 – Uso dos solos nas Margens

Trecho Canal	Uso do solo nas Margens	Referência
Canal	Vegetação Preservada	BAIXO (10)
	Vegetação Residual	BAIXO (10)
	Urbanização Fraca	MÉDIO (20)
	Urbanização Média	ALTO (30)
	Urbanização Intensa	ALTO (30)

Fonte: Carvalho *et al.* (2010).

A partir da análise do uso do solo, o nível 3, conforme metodologia do autor, possibilita avaliar o grau de impacto gerado e a urgência da presença de instrumentos normativos e ações do poder público que tratam desses corpos d'água, e desta forma, adotou-se os mesmos critérios de avaliação atribuídos no nível 2, para verificação do uso dos solos nos interflúvios, conforme Quadro 5.

Quadro 5 - Demonstrativo do nível 3 - Uso do solo nos Interflúvios

Trecho Canal	Uso do solo nos Interflúvios	Referência
Canal	Vegetação Preservada	BAIXO (10)
	Vegetação Residual	BAIXO (10)
	Urbanização Fraca	MÉDIO (20)
	Urbanização Média	ALTO (30)
	Urbanização Intensa	ALTO (30)

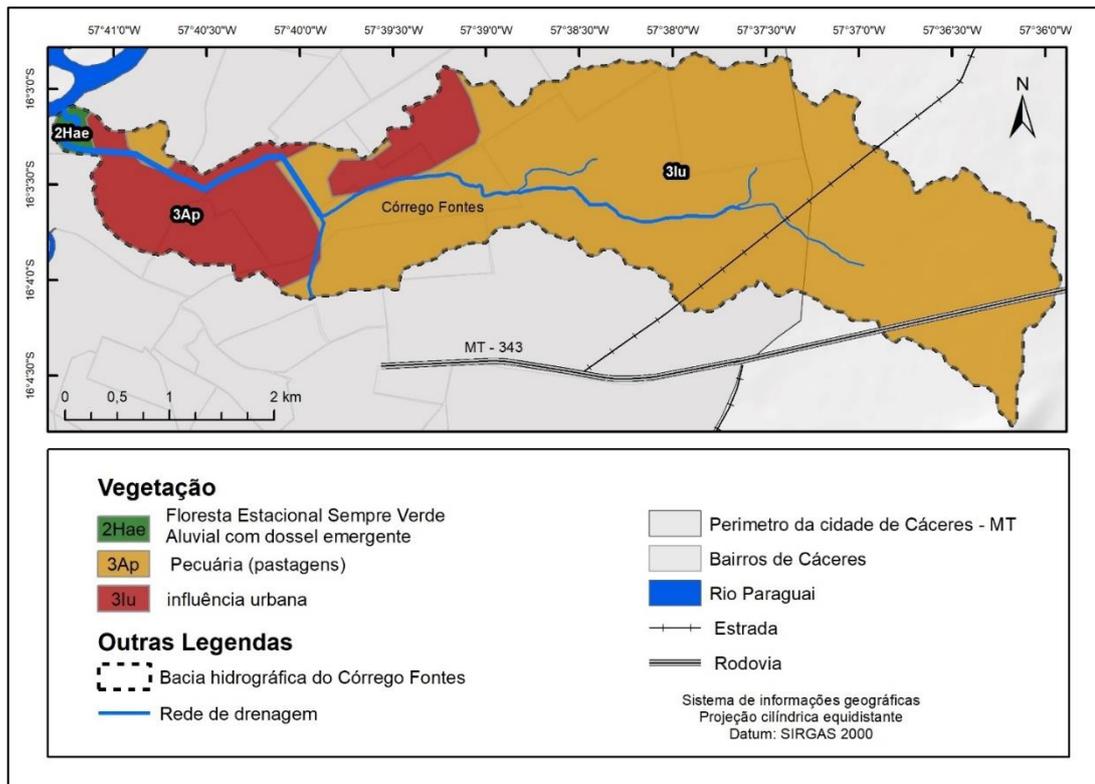
Fonte: Carvalho *et al.* (2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Canal dos Fontes

As formas de uso da bacia hidrográfica do canal sofrem influência do processo de ocupação na cidade de Cáceres. A mata ciliar foi quase toda retirada em função da urbanização e da atividade pecuária. Parte do médio curso e baixo curso encontra-se retificados. As áreas de pastagens predominam com 11,94 km<sup>2</sup> (79,77%), a área urbana corresponde 2,85 km<sup>2</sup> (19,09%) e a área preservada (Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel emergente) com 0,14 km<sup>2</sup> (1,14%) encontra-se no baixo curso, correspondendo a mata ciliar do rio Paraguai (Figura 2).

Figura 2 – Mapa do uso e cobertura da terra na Sub-Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes.



Elaborados pelos autores (2021).

A pastagem destinada às atividades de pecuária, com criações de bovinos e equinos e correspondem as chácaras e sítios. De acordo com informações do IBGE (2013), as áreas de pastagens se configuram em áreas destinadas ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens. Nessas áreas o solo é coberto por gramíneas e/ou leguminosas e árvores esparsas.

No alto curso da bacia hidrográfica do canal dos Fontes, verifica-se a presença de animais bovinos e equinos às margens do canal, propiciando a degradação dessas margens. O pisoteio dos animais influencia diretamente no processo de erosão das margens, haja vista que utilizam a área com frequência, inclusive dentro do canal, que por ser área de fácil acesso, utilizam para dessedentação (Figura 3).

Observou-se a presença de bancos de sedimentos no leito ao longo do perfil longitudinal. Os acúmulos de sedimentos estão relacionados ao desmatamento, os diferentes usos da terra e os pontos de estrangulamento na calha, que interferem no escoamento do fluxo e transporte do material de fundo. Autores como Bayer e Carvalho (2008), enfatizam que o uso e/ou manejo inadequado do solo e o desmatamento da mata ciliar, principalmente para implementação de atividades como pastagens, contribuem para intensificar os processos erosivos, pois, na medida em que há menor proteção do solo, cresce significativamente a

produção de sedimentos, sendo carreados para o interior do canal, aumentando o teor de carga suspensa.

Figura 3 - Registro de aéreo das áreas de pastagens Alto curso da Bacia Hidrográfica do Canal dos Fontes



Foto: Autores (2021).

O médio curso da bacia corresponde ao setor urbanizado na cidade de Cáceres, a vegetação ciliar foi quase totalmente retirada, mostrando a efetivação do uso de forma irregular das faixas marginais e/ou área de várzea ou leito maior, algumas residências encontram-se no leito maior e na planície de inundação do córrego (Figura 4). O canal apresenta retificado, com alguns segmentos canalizados, além da presença de algumas pontes (pontos de estrangulamentos). Observa-se ao longo do perfil longitudinal o lançamento de dejetos (esgotos), restos de construções e lixos domésticos diretamente no canal. Foi registrado a ocorrência de bancos de sedimentos.

Figura 4 – Fotografia de Áreas urbanizadas na Bacia Hidrográfica do canal dos Fontes



Foto: Autores (2021).

O baixo curso da bacia hidrográfica encontra-se preservado, coincide com a mata ciliar do rio Paraguai (Floresta Estacional Sempre-Verde Aluvial com dossel emergente), ocupando aproximadamente 0,14 km<sup>2</sup> (Figura 5). Para o IBGE (2012) a Floresta Estacional Sempre-Verde encontra-se em extensa área, ocorrem em sedimentos cretáceos e terciário-quaternários.

Figura 5 - Registro aéreo fotográfico da foz da bacia hidrográfica do canal dos Fontes, apresentando a presença de urbanização, áreas ainda florestadas



Foto: Autores (2021).

### Seções transversais monitoradas

A sub-bacia dos Fontes possui o padrão de canal irregular, devido as mudanças morfológicas relacionadas às obras de engenharia realizadas na calha (retificação, desvio da calha, dragagem, limpeza do leito do canal por maquinários e construção de pontes). Outras mudanças foram observadas: lançamento de efluentes domésticos, restos de construção, depósito de lixo e assoreamento, diminui a profundidade e aumenta a largura da calha.

A primeira seção encontra-se próximo à Rodovia 343 MT, com características de nascente difusa, a vegetação ciliar foi retirada, a pastagem avança até o leito. Foi registrado a presença de residências próximo ao leito e canalização artificial, com uso de manilhas para drenar o fluxo, observou ainda ocorrência de barra de sedimentos. A segunda seção encontra-se em um canal secundário artificial, construído por moradores para facilitar o escoamento da água no período chuvoso. Na terceira seção a mata ciliar foi retirada, observou a presença de macrófitas no canal, pontes com manilhas e no entorno registrou a presença de residências, ruas e olaria (Figura 6).

Figura 6 – Seções monitoradas avaliadas ao longo perfil longitudinal do canal dos Fontes



Foto: Autores (2021).

A quarta seção situa-se entre duas pontes no canal dos Fontes, o leito apresenta retilíneo, resultado de obra de engenharia, que contribuem para aumentar a velocidade do fluxo. Na margem direita a mata ciliar foi retirada, há presença de pavimentação e implantação de loteamento residencial, com diversas casas construídas e em construção. Na margem esquerda observou árvores esparsas, com casas próximas a margem e rua sem pavimentação.

A quinta seção localiza-se próximo da ponte da rua do Retiro no bairro Vila Irene, com intensa urbanização ao entorno do canal, a atividade de campo permitiu observar no leito, a presença de galerias fluvial, canos que façam dejetos diretamente no canal, restos de materiais de construção e lixo domésticos. As casas foram construídas próximas às margens, com riscos de desmoronamento, existe uma contenção nas margens feitas com pneus e com cacos de telhas, para evitar a erosão.

A sexta seção encontra-se próximo a ponte na Avenida Pedro Alexandrino no bairro Vila Irene, possui uma estreita área de mata ciliar, com a presença de algumas casas próximas às margens, com ligação de esgoto sem tratamento no canal. A sétima possui algumas vegetações introduzidas, como as frutíferas e ornamentais. Com presença de ruas, olarias e residências próximas do leito e manilhas para escoamento de água pluvial. A oitava seção encontra-se a montante da ponte rua das Maravilhas, no Bairro Cavallhada I, existe uma estreita faixa de mata ciliar na margem direita e na margem esquerda uma rua. Observou a presença de manilhamento.

### **Avaliação da Degradação Ambiental com uso do Protocolo de Avaliação Rápida**

A aplicação do Protocolo de Avaliação permitiu mostrar condições ecológicas e diversidade de habitats e evidenciaras características da drenagem e dos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas.

As Seções I, II, III e VII apresentaram as melhores condições de preservação, das condições ecológicas e das diversidades de habitats, obtiveram-se pontuações que variaram entre 42 a 48, sendo classificadas como Alteradas. As seções IV, V, VI e VIII foram avaliadas como Impactadas, com pontuação variando entre 34 a 38 pontos. Esses valores estão associados interferências antrópicas, devido a presença de lixos e esgotos domésticos, além de depósitos de entulhos, materiais domésticos e ocupações irregulares nas margens. As seções monitoradas não obtiveram uma avaliação satisfatória, no caso Natural (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado da aplicação do Protocolo de Avaliação das Condições Ecológicas e da Diversidade de Hábitats, aplicado de acordo com metodologia de Callisto *et al.* (2002).

Parâmetros	Seção							
	01	02	03	04	05	06	07	08
1	4	4	2	2	2	2	2	2
2	4	4	4	4	4	2	4	2
3	4	2	4	2	2	4	4	2
4	8	4	4	4	2	4	8	4
5	4	8	4	4	4	4	4	4
6	4	8	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4	4	4
9	4	8	8	4	4	4	8	8
10	4	2	4	4	4	4	4	4
<b>Pontuação</b>	<b>44</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>46</b>	<b>38</b>
<b>Avaliação</b>	Alterados	Alterados	Alterados	Impactados	Impactados	Impactados	Alterados	Impactados

Organizado pelos autores (2021).

Zamboni (2019), ao aplicar o Protocolo de Avaliação Rápida em 18 pontos no rio Piumhi, Minas Gerais, constatou que 12 deles (66%) apresentam alguma interferência no curso d'água (dos quais cinco, são impactados e outros sete alterados). Desses 12 pontos, 10 deles (83%) estão na área urbana. Em oposição, somente seis pontos foram identificados visualmente como naturais, sendo que cinco (83%) encontram-se fora da área urbana.

As pontuações obtidas nas seções foram influenciadas pelos quesitos avaliados: a retirada vegetação nativa e exposição do solo; tipos de ocupação das margens, com construção de residências e prédios comerciais; a ocorrência de erosões moderadas nas margens e no leito; as características sedimentares, com traço de lama/areia, com forte odor e esgoto (ovo podre), nos sedimentos de fundo e na água do leito e; oleosidade da água e no material de fundo. Notou-se que a degradação ambiental no canal está diretamente relacionada com a crescente urbanização, sem planejamento ambiental.

Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), ao usarem o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios, evidenciaram que as baixas pontuações atribuídas aos canais fluviais, refletem a intensa ocupação das margens do rio com áreas de pastagens, criação de gado e cultivo, bem como ao odor de esgoto doméstico oriundo da residência localizada próxima ao trecho do canal.

As seções consideradas Alteradas demonstram indícios de interferências antrópicas que precisam ser monitoradas para que possam ser corrigidas e/ou minimizadas, evitando o processo de degradação. Os trechos que apresentaram Impactados fazem-se necessário em caráter emergencial, o desenvolvimento de atividades que possam monitorar e procurar reverter tal degradação, ocasionada principalmente pelo avanço da urbanização sobre as margens.

Quanto às características da drenagem e dos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. A deposição de sedimentos nas seções pontuou entre 1 (Péssima) e 2 (Regular). A situação Péssima mostra grau elevado de deposição de materiais finos, grossos e cascalho. E surgimento de barras sedimentos, devido às atividades antrópicas. A avaliação Regular apresenta deposição moderada de cascalhos, areia ou sedimentos fino em barras recentes e antigas, sobretudo, de origem antrópica (Tabela 2).

Tabela 2 - Condições ambientais da bacia através da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida

Parâmetros	S - I	S - II	S - III	S - IV	S - V	S - VI	S - VII	S - VIII
Deposição de sedimentos	2	2	1	1	2	1	2	2
Alterações no canal	3	3	3	3	2	3	3	2
Estabilidade das margens	3	3	2	3	2	2	2	2
Proteção das margens pela vegetação	1	1	2	1	1	2	2	2
Estado de conservação da vegetação do entorno	2	2	2	2	2	2	2	2

**Legenda:** 1 = Péssima 2 = Regular 3 = Boa 4 = Ótima

Organizado pelos autores (2021).

Para Funaro (2022) as condições ambientais dos canais urbanos estão vinculadas às alterações de origem doméstica (esgoto, lixo), que mudam as características da água, tornando-a turva, com mau cheiro, lama e areia no fundo.

Ao avaliar as alterações no canal, houve predominância da pontuação 3 (Boa), com presença de pequenas canalizações antigas e dragagem no leito. Não há proeminências de que o leito tenha sido explorados por atividades antrópicas. As seções V e VIII pontuaram 2 (Regular), remetendo a presença de diques, terraplanagens, aterros. Há evidências antigas de que o leito foi explorado para retirada de argila/areia/cascalho (Tabela 2).

O parâmetro estabilidade das margens foi pontuado como 2 (Regular) e 3 (Boa). Na pontuação regular evidência que as margens são moderadamente instáveis, apresentando-se erodidas e o potencial de erosão é alto, durante as cheias. Na pontuação Boa apresenta as margens moderadamente estáveis, com presença de áreas com erosões cicatrizadas

No Parâmetro que evidência a proteção das margens pela vegetação, a pontuação ficou entre 1 e 2. As condições Irregular na avaliação as margens possui de 50% a 70% da superfície coberta pela vegetação ciliar. A situação péssima foi evidencia nas seções I, II, IV e V. Nessas

seções menos de 50% da superfície das margens estão cobertas por vegetação nativa. É evidente a descontinuidade da vegetação da entorno sendo praticamente inexistente.

O último parâmetro que trata-se do estado de conservação da vegetação do entorno, foi atribuído para todas as seções a pontuação 2 (regular), mostrando que a vegetação presente é constituída por espécies exóticas ou frutíferas e há pouca vegetação nativa. É possível perceber impactos de atividades humanas sobre a vegetação do entorno.

### **Características e Tipologia do Canal Urbano no Canal dos Fontes**

O estudo permitiu diagnosticar as várias tipologias nas seções transversais ao longo do perfil longitudinal, como: canal sem alterações e com baixo impacto pelo uso do solo; canal alterado e com baixo impacto pelo uso do solo; canal alterado e com impacto pelo uso do solo; e canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso (Tabela 03).

O estudo realizado por Costa e Guedes (2020) no urbano na cidade de São Rafael, no Rio Grande do Norte foi perceptível uso inadequado no entorno de canais fluviais, relacionados aos aspectos físicos (morfologia, vegetação e uso e ocupação).

O estudo realizado por Costa e Guedes (2020) no urbano na cidade de São Rafael, no Rio Grande do Norte foi perceptível usos inadequados no entorno de canais fluviais relacionados. Foram identificadas diferentes tipologias, associadas aos usos inadequados no perfil longitudinal dos canais, destacando-se obras que são intervenções diretas, como canalização, retificação, arruamentos e barramentos.

Nas seções 1, 5, 7 e 8 o canal encontrava muito alterado e com significativo impacto devido o uso. Na Seção 2 o canal apresentou alterado com baixo impacto pelo uso do solo. Nas seções 3 e 4 o canal mostrou alterado e com significativo impacto pelo uso (Tabela 3).

Na seção 1 verificou-se a presença de manilhamento para escoamento da água. O canal apresenta retificado e canalizado, com evidências de alterações. No entorno verificou alguns terrenos com aterros e solos expostos, com urbanização média. Na seção 2 é perceptível a abertura de um canal secundário para escoamento das águas no período de cheias. Apresenta característica morfológica de canal alterado aberto, com baixo impacto, as margens e interflúvio possui cobertura vegetal residual.

Tabela 3 – Tipologias ao longo do perfil longitudinal do canal dos Fontes.

Seção	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Combinações	Tipologia
1	300 (MA)	ALTO (30)	MÉDIO (2)	332	I - Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
2	AL (200)	BAIXO (10)	BAIXO (1)	211	D – Canal alterado com baixo impacto pelo uso do solo
3	AL (200)	ALTO (30)	ALTO (3)	233	F – Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
4	AL (200)	ALTO (30)	ALTO (3)	233	F – Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
5	300 (MA)	ALTO (30)	ALTO (3)	333	I - Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
6	300 (MA)	ALTO (30)	ALTO (3)	333	I - Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso
7	AL (200)	ALTO (30)	ALTO (3)	233	F – Canal alterado e com significativo impacto pelo uso
8	AL (200)	ALTO (30)	ALTO (3)	333	I - Canal muito alterado e com significativo impacto pelo uso

Organizado pelos autores (2021).

As seções 3, 4 e 7, encontram-se em áreas urbanizadas, com presença de pontes, ruas e várias residências. Essas seções apresentam o canal aberto retificado, com influência da urbanização, cujas adaptações na calha foram realizadas de acordo com a necessidade de drenagens em períodos chuvosos. O uso do solo nos interflúvios apresenta um nível baixo, com ocorrência vegetação residual.

Nas seções 05, 06 e 08, são mais perceptíveis as atividades antrópicas, com ocupações irregulares e acúmulo de materiais provenientes de ferro velho nas margens, lançamento de dejetos e presença de entulhos no leito. Apresenta morfologia de canal muito alterada. Sendo classificado como, canal aberto, alterado, retificado e canalizado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu diagnosticar mudanças diretas e indiretas no Canal dos Fontes. As alterações ocorridas indiretamente estão relacionadas da supressão da vegetação, a atividade pecuária, o crescimento urbano em áreas de preservação (leito maior, planície de inundação e mata ciliar). As intervenções diretas são as mudanças morfológicas no leito, com: retificação, desvio da calha, dragagem, manilhamento de trechos e construção de pontes.

A aplicação dos protocolos permitiu diagnosticar impactos ambientais nas seções transversais ao longo do perfil longitudinal como: lançamento de efluentes domésticos sem tratamento; assoreamento; remoção de areia e argila para ser usado nas olarias; descarte

entulhos de construções e eletrodomésticos no leito; erosão nas margens; forte odor nos sedimentos e; oleosidade da água e no material de fundo.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. M. G. *et al.* Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de um igarapé por meio de protocolo de avaliação rápida – Rio Branco, AC. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 28-38, dez. 2020.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wade able rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2. ed. Washington: EPA, p. 339, 1999.

BARROS L. R.; SOUZA, C. A. Avaliação do grau de degradação e impactos associados na bacia hidrográfica do Córrego Sangradouro, Cáceres - Mt. **Revista eletrônica da associação dos geógrafos brasileiros**, Três Lagoas, v. 9, n. 16, p. 71-91, jun./nov. 2012.

BAYER, M.; CARVALHO, T.M. Processos morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia. **Revista de estudos ambientais**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 24-31, jul./dez. 2008.

BIZZO, M.; MENEZES, J. M.; ANDRADE, S. F. Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR). **CADEGEO**, v. 5/6, n.1, p. 5-13, maio. 2014.

CALLISTO *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta limnológica brasiliensia**. v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CARVALHO, L. E. P.; BITOUN, B.; CORRÊA, A. C. B. Canais fluviais urbanos: proposta de tipologia para a região metropolitana do Recife (RMR). **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 3, p. 66-80, fev. 2010.

COSTA, G. S.; GUEDES, J. A. Análise tipológica de canais fluviais urbanos na cidade de São Rafael (Rio Grande do Norte). **Geofronter**, Mato Grosso do Sul, v. 6, n. 1, p. 1-24, maio. 2020.

CRUZ, J. S. **Ordenamento territorial urbano e suas implicações nos canais de drenagem em Cáceres – Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado do Mato Grosso, 2013.

EBISEMIJU. F.S. The Response of Headwater Stream Channels to Urbanization in the Humid Tropics, **Ciências Ambientais**, [S. l.], v. 3, p. 237-253, 1989, 1989.

FUNARO, J. S.; Souza C. A.; LEANDRO, G. R.S; Galbiati, C.; SANTOS M. Médio curso da bacia hidrográfica do córrego Piraputanga, no município de Cáceres – Mato Grosso: uso da terra e alterações ambientais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 6, p. 2831-2852, set. 2022.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente e água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mudanças na cobertura e uso da terra 2000-2010-2012**. Rio de Janeiro, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapa de Biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000. Available online: <https://www.ibge.gov.br/apps/biomas/>. 2019.

MAPBIOMAS. **O Projeto** [S. l.], 2019. <https://mapbiomas.org/o-projeto>.

MORAES, I. C.; CORREA, E. A.; CONCEIÇÃO, F. T. Análise da fragilidade ambiental utilizando técnicas em SIG: estudo de caso da bacia hidrográfica do Córrego do Desemboque, Pirassununga – SP – Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 3., 2010, Recife. **Anais** [...]. Recife: União da Geomorfologia Brasileira, 2010.

OLIVEIRA JUNIOR, E. S. *et al.* Aplicação de protocolos de avaliação rápida como ferramenta robusta na qualificação ambiental em dois córregos urbanos que desaguam no Rio Paraguai. **RA'EGA**, Curitiba, v.8, n. 2, p. 199-220, 2021.

PONTINI, V. V.; COELHO, A. L. N. Emprego de protocolo de avaliação rápida no diagnóstico ambiental de sistemas fluviais: estudo de caso em áreas urbanas de Iconha e Piúma (ES). **Geotextos**, v. 15, n. 2, p. 175-196, dez. 2019.

PONTINI, V. V. **Degradação de ambientes fluviais por ação antropogênica: novos cená(rios) na bacia de drenagem do Rio Novo (ES)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020.

RAYMUNDI, V. M. O.; **Processo De Urbanização: Interferência do uso e ocupação na morfologia do canal do Junco Cáceres/MT**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas. Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2017.

RAYMUNDI, V. M. O.; SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Tipologias do canal na bacia hidrográfica do córrego junco: estudo resultante do uso e ocupação. **Revista equador**, Teresina, v. 7, n. 1, p. 242-258, 2018.

RIGOTTI, J. A.; POMPÊO, C. A.; FONSECA, A. L. D'. O. Aplicação e análise comparativa de três protocolos de avaliação rápida para caracterização da paisagem fluvial. **Revista ambiente e água**, [S. l.], Taubaté, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2016.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de Avaliação Rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Rev. Brasileira de Recursos Hídricos**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; COSTA, A. T.; JUNIOR, H. A. N. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. **Revista Ambiente e Água**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 231-244, 2012.

SANTANA, M. F.; **Alterações Nos Canais Urbanos E Sua Degradação Ambiental - Bacia Hidrográfica Do Córrego Sangradouro - Cáceres, Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Naturais e Tecnológicas. Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2017.

SANTANA, M. F.; SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Processo de urbanização da bacia do Sangradouro Cáceres, Mato Grosso. **Revista Equador**, Teresina, v. 5, n. 4 (Edição Especial 03), p.164-186, 2018.

SILVA, F. D. **Aplicação do protocolo de avaliação rápida e estudo ecotoxicológico da bacia do igarapé Nazaré em Ji-Paraná/RO.** 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos). Universidade Federal de Rondônia, Ji Paraná, 2021.

SCHUTZER, J. G. **Cidade e Meio Ambiente:** a Apropriação do Relevo no Desenho Ambiental. 1. ed. São Paulo: Edusp, 2012.

TUCCI, C. E. M. **Gestão das inundações urbanas.** Porto Alegre. Curso de Gestão das inundações urbanas, 197p, 2005.

ZAMBONI M. (2019) **Aplicação do protocolo de avaliação rápida de rios como subsídio para análise da influência da urbanização no Lajeado Passo dos Índios.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia), Universidade Federal de Fronteira do Sul. Chapecó, 2019.