



IV – 069 - ANÁLISE MACROSCÓPICA DA QUALIDADE AMBIENTAL DE DOIS CÓRREGOS NA CIDADE DE LONDRINA (PR) POR MEIO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA RIOS URBANOS (PARU)

Stephanie Luana Urata⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná. Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Apucarana-Londrina/Paraná.

Maria Eduarda Aranega Pesenti⁽²⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná. Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Apucarana-Londrina/Paraná.

Paula Yuri Taniwaki⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná.

Vitor Antônio Campos⁽⁴⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná.

Kátia Valéria Marques Cardoso Prates⁽⁵⁾

Bióloga pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP. Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP. Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Londrina/Paraná.

Endereço⁽¹⁾: Avenida dos Pioneiros, 3131 – Jardim Morumbi – Londrina – PR – CEP: 86036-370 – Brasil – Tel: (43) 3315-6100 – e-mail: stephanieurata@alunos.utfpr.edu.br

RESUMO

A urbanização está ligada diretamente a alteração da qualidade da água em áreas urbanas, sendo o monitoramento dos recursos hídricos uma ferramenta importante na gestão ambiental para minimizar os impactos deste processo, podendo abranger além dos parâmetros de qualidade da água, as condições de sua estrutura e seu funcionamento, determinando assim, a real condição de preservação. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade ambiental de dois córregos urbanos, Água Fresca e Capivara, ambos pertencentes a bacia hidrográfica do ribeirão Cambé na zona urbana do município de Londrina, no norte do Paraná, por meio de uma análise macroscópica do nível de perturbação classificada de acordo com critérios de um Protocolo de Avaliação Rápida para Rios Urbanos – PARu em cinco pontos amostrais no córrego Água Fresca e quatro pontos no córrego Capivara. Com a aplicação do PARu, verificou-se que os córregos Água Fresca e Capivara, de maneira geral, apresentam condição alterada (boa), sendo impactados principalmente por alterações no canal fluvial, descarte de resíduos sólidos, despejo ilegal de esgoto doméstico e ocupação das margens do corpo hídrico. Comparativamente, o córrego Capivara possui um grau de conservação superior ao córrego Água Fresca. Isso se evidencia por sua mata ciliar mais preservada, menor interferência por obras de engenharia ao longo do curso d'água e ocupação da área residencial. Neste estudo, não houve evidências de influência da precipitação nos parâmetros analisado. Além disso, a aplicação do PARu revelou-se de fácil manuseio e interpretação, resumindo as principais influências das ações humanas sobre os corpos d'água.

PALAVRAS-CHAVE: Corpos D'Água Urbanos; Impacto Ambiental; Nível de Perturbação.



INTRODUÇÃO

As matrizes ambientais são componentes do meio ambiente que podem ser analisadas e monitoradas para avaliar a qualidade ambiental, estando, deste modo, suscetíveis aos impactos ocasionados pela ação antropogênica. No contexto urbano, o desenvolvimento das cidades gera modificações físicas na infraestrutura do meio, e consequentemente, provoca mudanças no funcionamento e na qualidade das matrizes, sejam eles por fontes difusas ou pontuais (Tucci, 2008).

É neste sentido que a gestão ambiental se torna necessária, a fim de manter um ecossistema equilibrado. O monitoramento é uma ferramenta importante na gestão das matrizes, visando avaliar a qualidade ambiental da área em estudo. Em recursos hídricos, tal monitoramento deve abranger, preferencialmente, além dos parâmetros de qualidade da água, as condições de sua estrutura e seu funcionamento, para que assim, seja possível realizar uma análise mais abrangente quanto a sua real condição de preservação.

Uma das metodologias existentes para avaliar a estrutura física de um ecossistema aquático é o Protocolo de Avaliação Rápida - PAR, proposto inicialmente pela *Environmental Protection Agency* – EPA em 1987, nos Estados Unidos (Barbour et al., 1999). No cenário brasileiro, as primeiras publicações com o uso desta ferramenta foram realizadas por Callisto et al. no início dos anos 2000, onde os autores aplicaram o PAR em atividades de ensino e pesquisa em bacias hidrográficas, servindo como um estudo do nível de perturbação em trechos de bacias hidrográficas (Callisto et al., 2022).

O PAR proposto por Callisto et al. é composto por vinte e dois critérios de avaliação, no qual os dez primeiros parâmetros avaliam as características de trechos de drenagem e níveis de impactos ambientais causados por atividades antrópicas, com maior enfoque na qualidade da água e do substrato, e os doze parâmetros restantes avaliam o nível de conservação do habitat, com destaque às características do fluxo d'água e ao tipo de substrato (Callisto et al., 2002; Vargas; Júnior, 2012).

Com a finalidade de tornar mais prático a aplicação do PAR, Campos (2020) propôs um Protocolo de Avaliação Rápida para Rios Urbanos - PARu, com dez critérios de avaliação mais sucintos e objetivos para corpos hídricos em zona urbana, observando as transformações em sua margem, condições do seu fundo, indícios de despejo ilegal de esgotos e efluentes, presença de resíduos sólidos e animais, com o diferencial da análise das margens direita e esquerda separadamente, afim de possuir um resultado mais representativo da condição do corpo d'água.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade ambiental de dois córregos urbanos, Água Fresca e Capivara, ambos pertencentes a microbacia do ribeirão Cambé na zona urbana do município de Londrina, no norte do Paraná, por meio de análise macroscópica do grau de conservação classificada de acordo com critérios do PARu.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os córregos Água Fresca e Capivara são tributários do ribeirão Cambé, pertencentes à bacia hidrográfica de mesmo nome, localizados na zona urbana central de Londrina - PR.

Na década de 1970, estes córregos foram canalizados em alguns trechos ao longo de sua extensão, principalmente nos cruzamentos de vias urbanas, tiveram suas nascentes soterradas e foram reservados como uma área de preservação permanente - APP, onde o Córrego Água Fresca é considerado um dos afluentes mais importantes de Londrina, por ter sido primeiro manancial de abastecimento do município de Londrina (Barros, 2008).

Para a aplicação do PARu, os córregos foram delimitados por sua microbacia de influência nos corpos d'água e selecionados cinco pontos no córrego Água Fresca e quatro pontos no córrego Capivara, considerando a viabilidade de acesso ao corpo hídrico (Figura 1).

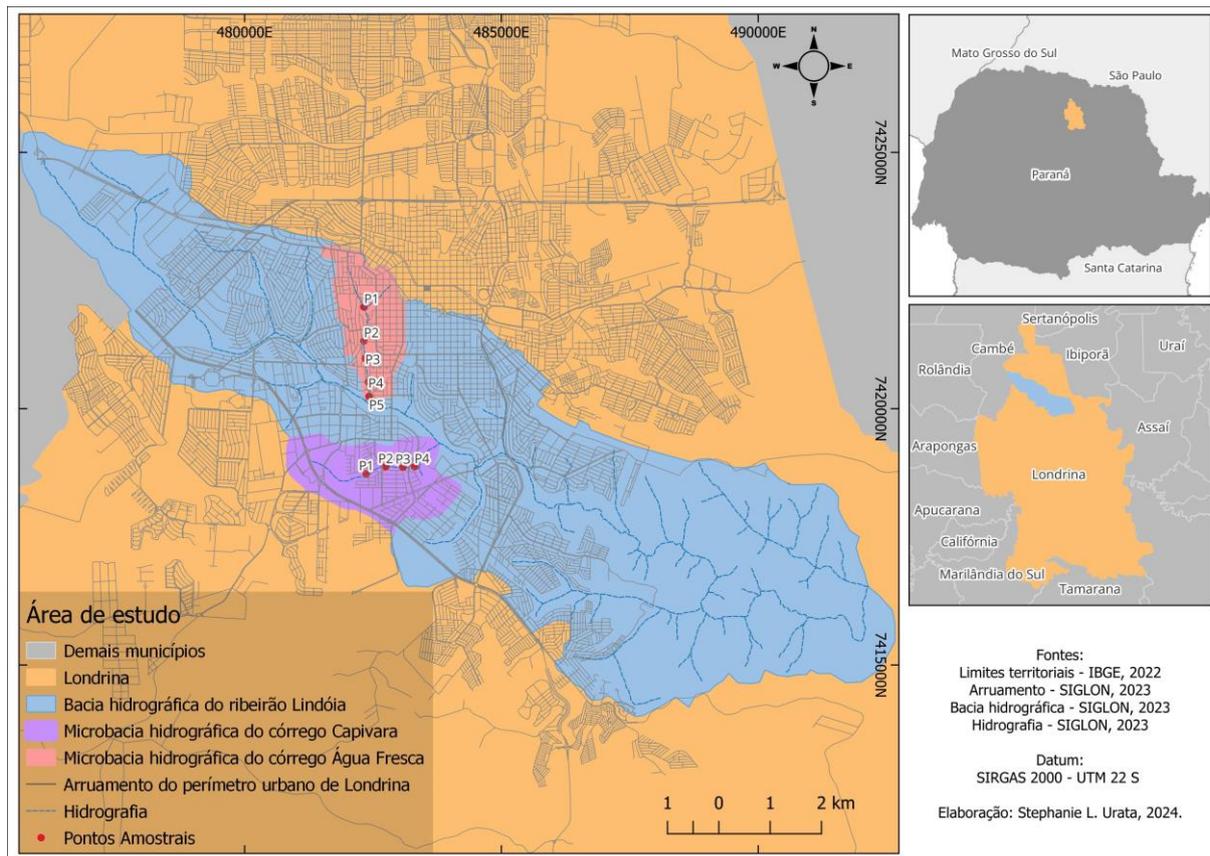


Figura 1: Localização geográfica e pontos amostrais das microbacias do córrego Água Fresca e Capivara na bacia hidrográfica do ribeirão Cambé, em Londrina/PR

No córrego Água Fresca o primeiro ponto está localizado próximo à Estação de Tratamento de Água - ETA da Companhia de Saneamento do Paraná- SANEPAR, ETA Cafezal. O segundo e terceiro ponto estão próximos aos campi do Centro Universitário Filadélfia (UniFil). O quarto ponto está próximo ao Cemitério Municipal João XXII. O quinto é a foz que desagua no Lago Igapó II.

No córrego Capivara os três primeiros pontos são intermediários na extensão do córrego, cercados predominantemente por condomínios residenciais, sendo o terceiro ponto no Bosque Maria Rita de Oliveira. O quarto ponto é a foz que desagua no Lago Igapó I.

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA RIOS URBANOS - PARu

O PARu proposto por Campos (2020) é detalhado no Quadro 1.

Quadro 1 – Protocolo de Avaliação Rápida para Rios Urbanos (PARu)

Critérios	Condição do rio (parâmetros)			
	Ótima (9-10 pontos)	Boa (6-8 pontos)	Regular (3-5 pontos)	Ruim (0-2 pontos)
Estabilidade das margens	Margem estável, sem evidência de erosão	Margem moderadamente estável, com pequena evidência de erosão somente nas curvas ou com erosão em menos de ¼ do trecho observado	Margem moderadamente estável, com deslizamentos nas curvas ou erosão em menos da metade do trecho observado	Margem instável, com evidência de erosão em mais da metade de sua extensão; Margens canalizada ou retificadas sem vegetação reestabelecida
Presença e estado de conservação da mata ciliar	A vegetação ocupa quase toda a margem e é composta predominantemente por espécies arbustivas e arbóreas, sem sinais de degradação causados por atividades humanas	A vegetação ocupa mais de ¾ da margem e as espécies arbóreas e arbustivas são predominantes em relação às herbáceas	A vegetação ocupa mais da metade da margem e a vegetação herbácea é abundante	A vegetação é praticamente inexistente. O solo está exposto às intempéries naturais ou está impermeabilizado ou ocupado por edificações
Ocupação das margens do rio	A mata ciliar compreende toda (ou quase toda) a margem do rio e é composta principalmente por espécies arbóreas e arbustivas	Mais da metade da margem é composta por mata ciliar, independentemente do tipo de vegetação	Mais da metade da margem tem solo exposto ou é ocupada por estruturas urbanas, como residências, comércios, indústrias, sistema viário etc.	A margem é ocupada prioritariamente por estruturas urbanas, como residências, comércios, indústrias, sistema viário etc.
Resíduos sólidos	Não se observam resíduos sólidos no fundo nem nas margens do rio	Existem resíduos sólidos em pouca quantidade nas margens que aparentemente ainda não alcançaram o canal fluvial. São em geral recentes e estão próximos às pontes e ruas	Existem resíduos sólidos em pequena quantidade no fundo do rio ou nas margens. Podem estar concentrados em pequenas porções ou dispersos	Existe uma grande quantidade de resíduos sólidos no fundo e/ou nas margens do rio
Esgoto doméstico e efluente industrial	Não se observam canalizações, nem odor ou presença de espuma, mancha escura ou óleo na água ou sedimento	Existem uma das seguintes evidências: 1) Canalizações nas margens; 2) Espuma na água ou sedimento; 3) Odor característico de esgoto doméstico ou outro odor forte na água	Existem duas das seguintes evidências: 1) Canalizações nas margens; 2) Espuma na água ou sedimento; 3) Odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) Mancha escura ou óleo na água ou sedimento	Existem três ou mais das seguintes evidências: 1) Canalizações nas margens; 2) Espuma na água ou sedimento; 3) Odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) Mancha escura ou óleo na água ou sedimento
Alterações antrópicas no canal fluvial	Ausência de alterações antrópicas no canal fluvial, como dragagens, pontes, diques e estabilização artificial das margens	Pouca modificação presente, em geral em área de apoio de pequenas pontes ou evidência de canalizações antigas, mas com ausência de canalizações recentes	Presença de pontes com grande estrutura de sustentação, estruturas que dificultem o fluxo de água no rio (diques, tubos etc.) ou de escoramento nas margens e evidências de dragagem	O rio encontra-se retificado e canalizado, com as margens totalmente (ou quase totalmente) cimentadas
Deposição de sedimentos	Ausência de bancos de areia (feições deposicionais que podem aparecer na forma de ilhas ou de barras que se desenvolvem ao longo das margens). As águas correm normalmente	Há pequenas bancos de areia recentes ou pequenos alargamentos existentes que não afetam as condições de escoamento da água	Os bancos de areia são extensos e podem interferir no escoamento da água no rio. A Deposição de novos sedimentos mostra que os bancos estão se desenvolvendo	Há muito sedimento depositado no rio, indicando alto nível de assoreamento. Os bancos de areia se estendem ao longo das margens e do rio e atrapalham o escoamento da água
Substratos e/ou habitat disponíveis	Existem vários tipos e tamanhos de substratos e habitats estáveis para a biota aquática, tais como galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas	Existem muitos galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, mas estão totalmente disponíveis	Existem pouco galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, e não estão totalmente disponíveis	Ausência de substratos e habitats estáveis disponíveis. Não existem galhos ou troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, ou estão soterrados
Soterramento	Não se observa acúmulo de lama ou areia no fundo do rio	Pouca quantidade de lama e areia cobrem o fundo do rio, sendo possível ver bastante substratos e habitats disponíveis	Boa parte do fundo do rio está coberto por lama ou areia, mas ainda é possível ver substratos e habitats disponíveis	O fundo do rio apresenta muita lama ou areia, cobrindo os substratos e habitats disponíveis
Animais	Observam-se com facilidade peixes, insetos aquáticos e/ou anfíbios (sapos, rãs ou pererecas)	Observam-se poucos peixes, insetos aquáticos, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou mamíferos silvestres (como a capivara) no rio ou nas margens	Observam-se apenas aves no rio ou nas margens	Não é visível nenhum animal aquático ou silvestre no rio ou margens

Os critérios de estabilidade das margens, deposição de sedimentos, presença de substratos e/ou habitats estão relacionados com a poluição difusa, possuindo também uma relação direta com a conservação da mata ciliar e uso e ocupação do solo na montante do corpo d'água; já a presença de resíduos sólidos e esgoto doméstico e/ou efluente industrial representa a poluição pontual (Campos, 2020).

A condição geral do córrego foi obtida a partir da somatória da média das pontuações da margem direita e esquerda nos pontos de amostragem, conforme Quadro 2.



Quadro 2 – Pontuação para determinação da condição geral do rio a partir do Protocolo de Avaliação Rápida para Rios Urbanos (PARu)

Pontuação	Condição geral do rio
81-100	Ótima (recuperado)
51-80	Boa (alterado)
21-50	Regular (impactado)
0-20	Ruim (muito impactado)

O PARu foi aplicado no dia 28 de março de 2022 no córrego Água Fresca e em 24 de março de 2023 no córrego Capivara, levando em consideração eventos chuvosos anteriores às campanhas, com os dados disponibilizados no Sistema de Informações Hidrológicas – SIH (Paraná, 2023).

Para a representação dos resultados, foi elaborado um mapa temático no software QGis 3.28.5 pela interpolação IDW (*Inverse Distance Weighted*, em tradução livre, Inverso da Distância à Potência), estimando a distribuição do grau de preservação na área da microbacia dos córregos em estudo.

RESULTADOS

Houve eventos chuvosos dois dias antes da aplicação do PARu no córrego Água Fresca, acumulando 61,2 mm; já no córrego Capivara não choveu sete dias antes da campanha (Paraná, 2023).

Na Figura 2 visualiza-se o grau de conservação das microbacias dos córregos Água Fresca e Capivara.

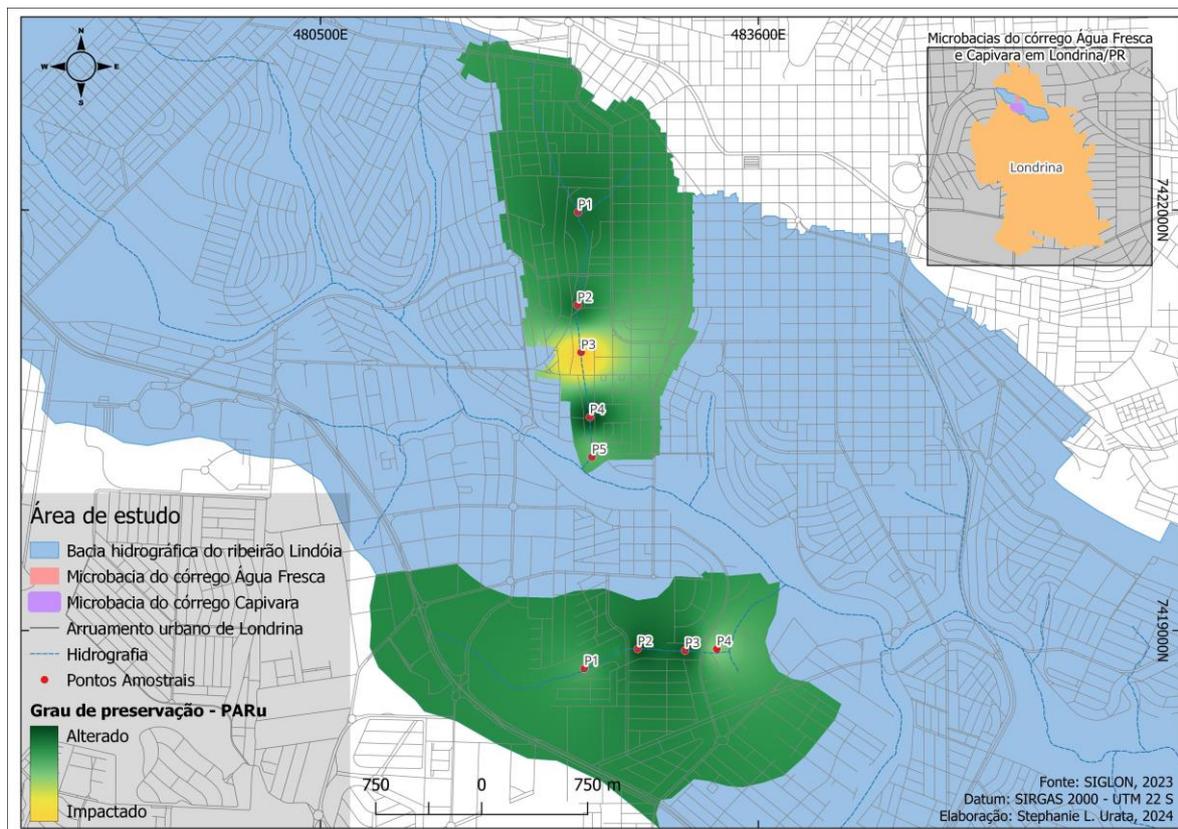


Figura 2: Grau de preservação das microbacias do córrego Água Fresca e Capivara obtido pelo Protocolo de Avaliação Rápida para Rios Urbanos - PARu

O córrego Água Fresca apresentou condição alterada (boa), exceto no ponto 3, classificado como impactado (regular/45 pontos), destacando-se que este ponto era o único em que o corpo d'água estava totalmente canalizado. O córrego Capivara possui condições alteradas (boa) em todos os pontos, com menor pontuação no ponto 4 (61 pontos), situado na foz que deságua no Lago Igapó I.

Na Figura 3 tem-se os principais critérios de análise do grau de preservação dos córregos Água Fresca e Capivara.



Figura 3: Alguns dos principais critérios de análise do Protocolo de Avaliação Rápida para Rios Urbanos - PARu

Em relação à estabilidade das margens (critério 1), os córregos exibiram margens moderadamente estáveis com sinais de erosão fluvial, caracterizada pela remoção de material do fundo e das margens do canal pelo fluxo da água, e erosão pluvial, ocasionada pela ação da chuva. Somente o ponto 3 no córrego Água Fresca possuía margens canalizadas. A canalização das margens dos corpos d'água, principalmente em zonas urbanas, é uma alternativa de solução para áreas que sofrem com enchentes, solapamento das margens e erosão, porém, este método ocasiona impermeabilização do solo, alteração no fluxo da água e na sua vazão, podendo ocasionar o assoreamento destas matrizes aquáticas.

No segundo critério, em relação à mata ciliar, os pontos amostrais possuíram condições de preservação regular a boa, sendo o córrego Capivara destacado por sua mata bem preservada e menos degradada. A mata ciliar desempenha um papel crucial na preservação dos corpos hídricos, principalmente das margens, reduzindo o arraste de partículas e, consequentemente, diminuindo a erosão e o assoreamento do curso d'água.



Em relação à ocupação das margens (critério 3), apenas os pontos 2 e 4 do córrego Água Fresca e Capivara, respectivamente, eram próximos de uma propriedade privada. A propriedade privada no córrego Água Fresca situa-se em sua margem esquerda a menos de 5 m de distância do corpo d'água, com solo exposto e algumas árvores. Já no córrego Capivara, a propriedade localiza-se à 9,1 m do curso d'água em sua margem direita, também com exposição do solo e vegetação arbustiva. Nos demais pontos, em ambos córregos, mais da metade da margem era composta por mata ciliar, independentemente do tipo de vegetação.

A presença de resíduos sólidos (critério 4) foi identificada em todos os pontos dos córregos, com evidências de resíduos carreados pelo escoamento da água da chuva e indícios focos de descarte inadequado em alguns trechos.

No ponto 1 do córrego Capivara foi observada a canalização ilegal de descarte de esgoto doméstico (critério 5). As demais alterações antrópicas (critério 6) nos pontos dos córregos incluíram dissipadores de energia, estruturas de sustentação e bueiros.

Não foi observada a deposição de sedimentos em forma de bancos de areia em nenhum dos pontos amostrais (critério 7). A presença de substratos e/ou habitats (critério 8) foi evidente nos pontos 1, 2 e 4 do córrego Água Fresca e 1 a 4 no córrego Capivara, representados por plantas aquáticas, galhos e cascalhos, não possuindo interferência do soterramento de lama ou areia (critério 9).

Por fim, em relação à presença de animais (critério 10), apenas nos pontos 1 e 4 do córrego Capivara e Água Fresca, respectivamente, foi observada alevinos; nos demais pontos, foi identificada a presença de outros animais silvestres.

CONCLUSÕES

Os corpos d'água urbanos estão sujeitos a uma série de impactos macroscópicos decorrentes das atividades humanas e do crescimento urbano. Esses impactos podem ter efeitos significativos na qualidade e na preservação dos canais fluviais, tornando importante o monitoramento ambiental destas matrizes.

O PARu revelou-se de fácil aplicação e interpretação. A análise separada das margens permitiu uma visão mais abrangente do estado do corpo hídrico, resumindo as principais influências das ações humanas sobre ele.

Os córregos Água Fresca e Capivara, de maneira geral, apresentam condição alterada (boa), sendo impactados principalmente por alterações no canal fluvial, descarte de resíduos sólidos, despejo ilegal de esgoto doméstico e ocupação das margens do corpo hídrico.

Comparativamente, o córrego Capivara tem um grau de conservação superior ao córrego Água Fresca. Isso se evidencia por sua mata ciliar mais preservada, menor interferência por obras de engenharia ao longo do curso d'água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – PPGEA Campus Apucarana e Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARBOUR, M. T. et al. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, 2 ed. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water - EPA, Washington, D.C., 1999.
2. BARROS, M.V.F. et al. Curso e (per)curso das águas. *Atlas Ambiental de Londrina*. Projeto de Pesquisa n. 05058/08, 2008.
3. CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 14, n. 1., 8 p. 2002.



4. CAMPOS, J.C. *Protocolo de avaliação rápida de rios urbanos como subsídio ao planejamento da paisagem: estudo de caso da bacia do rio Palmital na região metropolitana de Curitiba (PR)*. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.
5. Paraná (Estado). Instituto Água e Terra - IAT. *Sistema de Informações Hidrológicas - SIH*. Estação Porto Londrina. 2023.
6. VARGAS, J.R.A; JÚNIOR, P.D.F. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.17, n.1, p. 161-168.
7. TUCCI, C.E.M. Gestão integrada das águas urbanas. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v.5, n.2, p. 71-81. 2008.