

REVISTA DESAFIOS

ISSN: 2359-3652

v. 11 n. 3 (2024): Dossiê Temático: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Tocantins. DOI: http://dx.doi.org/1020873.2024_v3_9

ARTIGO RECEBIDO: 13/12/2023 – APROVADO: 14/04/2024 - PUBLICADO: 22/04/2024

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, PORTO NACIONAL (TO), BACIA DO RIO TOCANTINS

*ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN THE RIBEIRÃO SÃO JOÃO,
PORTO NACIONAL (TO), TOCANTINS RIVER BASIN*

*DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN EL RIBEIRÃO SÃO JOÃO, PORTO NACIONAL
(TO), CUENCA DEL RÍO TOCANTINS*

Fernanda Lemos Fontoura¹; Ana Luíza Barbosa Parente Ferreira²; Fernando Mayer Pelicice,^{,3}*

¹ Graduanda do curso de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Tocantins (UFT).

² Graduanda do curso de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Tocantins (UFT).

³ Professor do curso de Ciências Biológicas e do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação (PPGBec). Universidade Federal do Tocantins.

*Correspondência: fmpeicice@mail.uft.edu.br

RESUMO

O Antropoceno está diretamente ligado à transgressão dos "limites planetários", valendo destacar o uso da água doce, um recurso essencial em crescente escassez e tipicamente mal gerido. O Ribeirão São João, córrego afluente da bacia Tocantins-Araguaia, localiza-se na região urbana de Porto Nacional, sendo sua principal fonte de abastecimento. Entretanto, devido à intensa pressão antrópica, esse sistema vem sofrendo crescente degradação. Este trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de degradação ambiental da bacia, a fim de subsidiar políticas ambientais e manejo. Foram realizadas avaliações mensais entre 2021 e 2022 de uma série de parâmetros ambientais: vazão do rio, composição do substrato, cobertura de dossel, e sinais de antropização, medidos em 6 trechos diferentes do Ribeirão. O estudo detectou ampla variação espaço-temporal nos valores de vazão, contendo características que sugerem intermitência sazonal induzida por ação humana. O acúmulo de sedimentos de granulometria fina em alguns pontos indica a ocorrência de processos erosivos e assoreamento. Sinais de antropização foram identificados em todo o curso do rio, como desmatamento e poluição. Mediante a importância do manancial para o abastecimento da cidade e para a manutenção da biodiversidade, faz-se necessário o protagonismo municipal na gestão dos recursos, considerando seu avançado estado de degradação.

Palavras-chave: Impacto. Recurso hídrico. Riacho. Rio Tocantins. Sustentabilidade

ABSTRACT

The Anthropocene is directly linked to the transgression of "planetary limits", with emphasis on the use of freshwater, an essential and critical resource typically poorly managed. The Ribeirão São João, a tributary stream of the Tocantins-Araguaia Basin, is located in the urban region of Porto Nacional, being the main water supply of the area. However, due to intense human pressure, this system has been subjected to increasing degradation. This work aimed to evaluate the levels of environmental degradation in the basin, in order to support environmental policies and management. We conducted monthly assessments of some environmental parameters between 2021 and 2022: river flow, substrate

composition, canopy cover, and anthropization, measured at 6 sites along the Ribeirão. The study detected wide spatiotemporal variation in river flow, with indication of seasonal intermittency induced by human action. The accumulation of fine sediments indicates the occurrence of erosion and siltation. Signs of anthropization were identified throughout the main course of the river, such as deforestation and pollution. Given the importance of this ecosystem for water supply and biodiversity conservation, it is necessary that municipal authorities take appropriate actions for resource management, considering its advanced state of degradation..

Keywords: Freshwater resource. Impact. Stream. Sustainability. Tocantins River.

RESUMEN

El Antropoceno está directamente relacionado con la transgresión de los "límites planetarios", destacando el uso del agua dulce, un recurso esencial en una escasez creciente y típicamente mal cuidado. El Ribeirão São João, afluente de la cuenca Tocantins-Araguaia, está ubicado en la región urbana de Porto Nacional, siendo su principal fuente de abastecimiento. Sin embargo, debido a la intensa presión humana, este sistema ha ido sufriendo una degradación cada vez mayor. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los niveles de degradación ambiental en la cuenca, con el fin de apoyar futuras políticas ambientales. Se realizaron evaluaciones mensuales de una serie de parámetros ambientales entre 2021 y 2022: caudal del río, composición del sustrato, cobertura de dosel, y antropización, medidos en 6 tramos diferentes del Ribeirão. El estudio detectó amplia variación espacio-temporal en los valores de caudal, con características que sugieren intermitencia estacional inducida por la acción humana. La acumulación de sedimentos de grano fino indica la ocurrencia de erosión y sedimentación. Se identificaron signos de antropización a lo largo del curso del río, como deforestación y contaminación. Dada la importancia del manantial para el abastecimiento de la ciudad y el mantenimiento de la biodiversidad, se hace necesario el protagonismo de la autoridad municipal en la gestión de los recursos, considerando su avanzado estado de degradación..

Descriptor: Recurso hídrico. Impacto. Arroyo. Sustentabilidad. Rio Tocantins.

INTRODUÇÃO

O termo Antropoceno foi popularizado na década de 2000 pelo cientista holandês Paul Crutzen, ganhador do Prêmio Nobel de Química em 1995, e o limnólogo Eugene Stoermer, a partir da hipótese de que a Era geológica atual da Terra, o Holoceno, não estava mais em curso, e em seu lugar estava surgindo uma nova época, mais tarde identificada como Antropoceno (Crutzen; Stoermer, 2000). Este termo descreve bem uma transição planetária causada pelas ações humanas com o potencial de alterar os processos ecológicos de maneira rápida e irreversível, levando o planeta a um estado completamente desconhecido pela experiência humana (Barnosky et al., 2012). O começo do Antropoceno está diretamente ligado à transgressão dos chamados "limites planetários", conforme delineados por Steffen et al. (2015). Esses limites abrangem uma série de dimensões mensuradas em escala planetária que representam limiares críticos que a Terra pode tolerar sem comprometer sua estabilidade ambiental. Dentre estes limites estão a mudança climática, a integridade da biosfera e o uso de água doce. É inegável que o crescimento populacional e a intensificação das atividades humanas estão exercendo pressão crescente sobre sistemas vitais para a sustentabilidade da vida, com destaque para a ampla degradação dos ecossistemas aquáticos e da água doce (Dudgeon et al., 2006), um recurso finito que desempenha papel fundamental na manutenção da vida e das atividades humanas.

De toda a água doce existente no planeta, a maior reserva disponível se concentra no Brasil (exclusivamente na região Norte do país), onde há em torno de 12% do total mundial (BRASIL DAS ÁGUAS, 2013). O Estado do Tocantins, localizado na região Norte, é um estado privilegiado por seus recursos hídricos, tendo nele importantes bacias hidrográficas, especialmente a bacia Tocantins-Araguaia, com área de drenagem de 770,000 km² (Ribeiro et al., 1995). O município de Porto Nacional, localizado na região central do Estado do Tocantins, contém diversos córregos afluentes que drenam para o rio Tocantins. O Ribeirão São João merece destaque, pois é a principal fonte de abastecimento da cidade de Porto Nacional (Aguiar; Balduino, 2021), nascendo na Serra do Carmo e desbocando no lago da Usina Hidrelétrica de Lajeado (Borges e Bertolin, 2002), atravessando algumas propriedades rurais e a área urbana da cidade.

Este manancial hídrico, entretanto, vem sofrendo crescente degradação ambiental, seguindo padrão observado na bacia Tocantins-Araguaia (Pelicice et al., 2021). Além da ação antrópica que resultou na construção da UHE Lajeado, Leite e Carvalho (2013) observaram um potencial aumento na malha urbana, de 4,2% em 1980 para 15,4% em 2012. Esse processo de urbanização tem impactos significativos sobre os habitats naturais, alterando-os estruturalmente e promovendo fontes diversas de poluição (WALSH et al., 2005). A bacia do ribeirão São João também tem sido afetada pela expansão de lavouras, pastagens, mineração, poluição, perda de vegetação natural e fragmentação. Em 2021, cerca de 50% de sua cobertura vegetal natural havia sido removida (Pelicice, F.M., dados não publicados). Assim, com as transformações das paisagens naturais, os padrões ecológicos são alterados e a dinâmica do ecossistema passa a ser modulada pelas ações humanas (WU, 2014), colocando desafios à restauração e conservação dos rios (Dudgeon et al., 2006; Moyle, 2014).

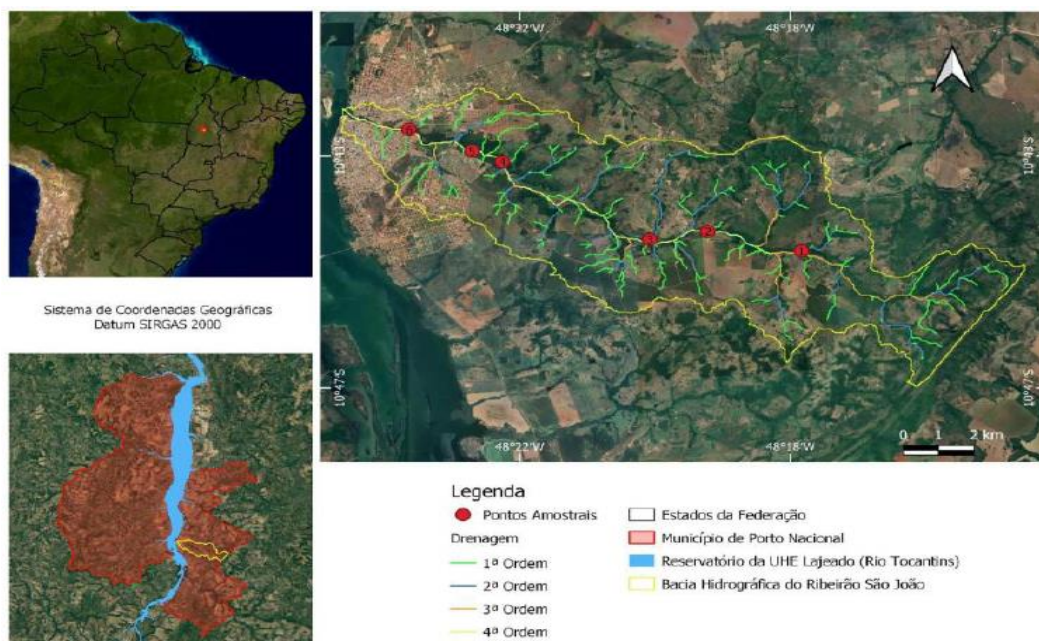
O ribeirão São João tem elevada importância para a qualidade de vida dos moradores da região, sendo vital para o abastecimento da população urbana do município de Porto Nacional e para a irrigação das lavouras e pecuária (Bernardeli, 2017). No entanto, poucos estudos ambientais foram realizados sobre esta bacia hidrográfica, sendo que nenhum investigou padrões espaço-temporais de degradação ambiental causada no canal do rio, especificamente na Área de Preservação Permanente (APP). Tais estudos são necessários para gerar dados sobre as condições hidrológicas e geomorfológicas do sistema, permitindo a diagnose dos vetores de impacto e as modificações sofridas, servindo de base para ações de gestão e manejo que garantam a segurança, manutenção e restauração da qualidade do manancial. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo investigar variações espaciais e temporais na hidrologia do canal, composição do sedimento, cobertura da mata ripária e ocorrência de impactos antropogênicos, considerando diferentes trechos da bacia, no intuito de compreender padrões de degradação ambiental no ribeirão São João.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na microbacia do ribeirão São João (Figura 1), que tem sua nascente na Serra Geral e foz no rio Tocantins (represa da UHE Lajeado), dentro da cidade de Porto Nacional, TO. A bacia drena área de aproximadamente 80 km², tendo curso principal com cerca de 20 km. O ribeirão é um afluente da margem direita do rio Tocantins; em seu trecho inferior atravessa a cidade de Porto Nacional, sendo o principal manancial de abastecimento desta cidade.

O estudo está inserido no projeto de longa duração “Avaliação integrada do Ribeirão São João, manancial hídrico de Porto Nacional, TO: biodiversidade e qualidade ambiental”, iniciado em 2021. Visitas de reconhecimento da área, identificação e marcação dos pontos ocorreram entre fevereiro e abril de 2021. As campanhas de coleta dos dados foram executadas entre maio de 2021 e maio de 2022, com exceção de agosto de 2021 e janeiro de 2022, constituindo amostragens padronizadas obtidas em seis (06) pontos fixos de coleta (Figura 1). Os pontos foram demarcados ao longo do rio, cobrindo sua extensão longitudinal (ca. 15 km), desde a região da nascente até a foz. Os pontos abrangem apenas os trechos lóticos do curso fluvial (Figura 2), sendo três localizados a montante da barragem de abastecimento da cidade (administrada pela BRK-Saneatins), e três a jusante. Cada ponto consiste em um trecho padronizado de 50 m ao longo do canal, onde foram obtidos os dados sobre as variáveis investigadas.

Figura 1 – Bacia do Ribeirão São João, indicando os seis pontos fixos de coleta, bem como sua localização na América do Sul e no município de Porto Nacional (TO).



Fonte: Elaboração dos próprios autores

Para conduzir a caracterização ambiental do canal do rio, foram medidas uma série de variáveis hidrológicas, morfológicas e ambientais (adaptado de Peck et al., 2006). Em cada um dos seis pontos amostrais, coletou-se os seguintes dados: largura do canal úmido (m), profundidade (cm), composição do substrato (%), velocidade da corrente (m/s), cobertura de dossel (%), e sinais de antropização. Para a mensuração das variáveis, cada ponto de coleta (50 m) foi dividido em 5 seções equidistantes (subtrechos de 10 m), obtendo, em cada seção, os dados hidrológicos, morfológicos e ambientais. Em cada ponto, portanto, obteve-se cinco medidas para cada variável. A largura em cada seção foi medida com fita métrica, estendida entre as margens. A profundidade da seção foi mensurada em três posições, na margem direita, meio do canal, e margem esquerda, utilizando cano PVC com escala métrica. A velocidade da corrente em cada seção foi medida pelo deslocamento de um objeto flutuante (isopor), considerando o tempo de deslocamento em um trecho determinado (3 m). A vazão do rio foi calculada considerando os valores de velocidade, largura e profundidade da seção. A composição do substrato na seção foi avaliada visualmente, considerando a cobertura percentual de: lama, areia, cascalho, seixo, pedra, folhiço, plantas e troncos. A cobertura de dossel no centro da seção foi avaliada visualmente (0 a 100%), considerando a entrada de luz solar. A incidência de antropização considerou a presença de lixo, barragens, desmatamento, assoreamento, erosão, residência, e estradas nas imediações do canal (buffer de 15 m). A vazão do rio (m^3/s) foi calculada considerando os valores de velocidade da corrente, largura e profundidade do canal.

Os dados foram digitados em planilha, e a análise considerou variações espaciais e temporais na vazão do rio, composição do sedimento e sinais de antropização. Para isso, calculamos as médias de vazão (m^3/s) e cobertura de dossel (%) em cada ponto ao longo dos meses. A composição do substrato considerou apenas o percentual de cada substrato nos pontos. A incidência de ação antrópica foi analisada de forma descritiva, listando os impactos registrados em cada ponto.

Figura 2 – Pontos de coleta ao longo do ribeirão São João, na região de Porto Nacional (TO). Os pontos amostrados estão situados na zona rural e urbana. As imagens foram obtidas no período de seca (julho de 2021).



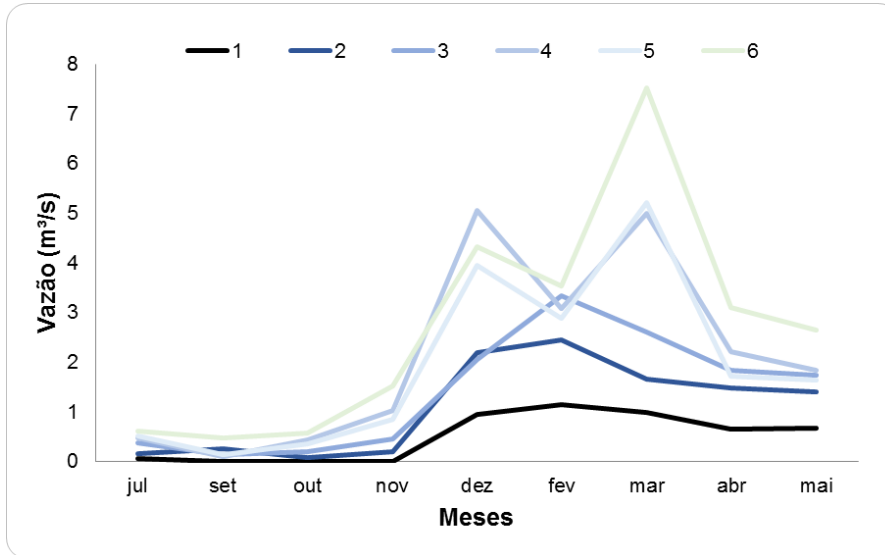
Zona rural: (A) Ponto 1; (B) Ponto 2; (C) Ponto 3; (D) Ponto 4; (E) Ponto 5. Zona urbana: (F) Ponto 6.

Fonte: Elaboração dos próprios autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, constatou-se forte variação sazonal na vazão do ribeirão, com uma vazão usualmente abaixo de $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figura 3). Os trechos a jusante da barragem tiveram uma vazão superior aos de montante, especialmente nos meses chuvosos, tendo o ponto 6 como destaque no mês de março de 2022, chegando próximo a uma vazão de $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Deve-se considerar, entretanto, a forte redução da vazão em todos os pontos durante os meses secos, com destaque ao ponto 1, que permaneceu totalmente seco nos meses de setembro e outubro de 2021, fugindo do seu padrão natural de perenidade. Destaca-se, também que os pontos 2 e 3 tiveram sua vazão reduzida a quase zero entre julho e novembro. A interrupção do fluxo indica que o ribeirão tem apresentado dinâmica de intermitência não-natural, podendo ser resultado do represamento do rio por pequenas barragens construídas em propriedades localizadas nas cabeceiras, bem como devido ao bloqueio do fluxo causado por obras de engenharia (ex.: manilhas instaladas em viaduto).

Figura 3 – Variação espaço-temporal na vazão do ribeirão São João, considerando os pontos de coleta e os meses de amostragem. Ponto 1 = montante; Ponto 6 = jusante



Fonte: Elaboração dos próprios autores

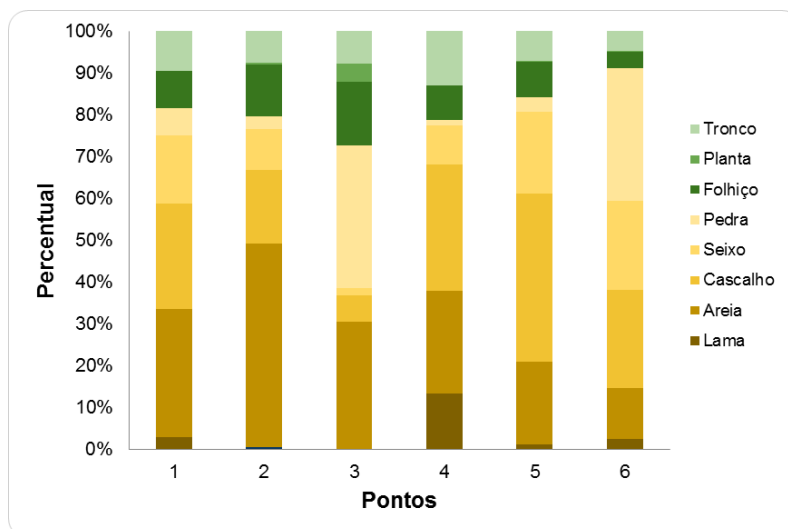
A interrupção do fluxo levanta sérias considerações sobre a degradação desse manancial, o que pode interferir diretamente no abastecimento da cidade de Porto Nacional, dependente da barragem da BRK localizada no trecho médio. Hobbs et al. (2014) afirma que em áreas com altas concentrações de população, as características naturais dos fluxos de água foram significativamente modificadas, resultando na criação de ecossistemas “novos”. Esses ecossistemas frequentemente apresentam padrões artificiais de intermitência ou perenidade do fluxo. De fato, a escassez sazonal de chuvas, associada às mudanças climáticas, degradação ambiental e o aumento da demanda por água doce, são fatores que estão contribuindo para um aumento na frequência da intermitência artificial do fluxo em diversos ecossistemas fluviais do mundo (Datry et al., 2017). As modificações tem sido tão significativas que tornam muito difíceis a restauração das condições quase naturais (Acreman et al., 2014). Como apontado por Gordon et al. (2004), a vazão de riachos responde de forma fundamental ao domínio da bacia de drenagem, sendo especialmente importante a atuação de variáveis climáticas, de cobertura do solo, e modificações antrópicas.

O substrato foi composto predominantemente por material de origem mineral, como pedra, seixo, cascalho e areia (Figura 4), sendo registrado também a presença de lama, troncos, folhiço e plantas (raízes). A composição variou entre os pontos, mas com predomínio de cascalho e areia. A presença de areia, e em especial de lama (argila), é indicativo de processo de erosão das margens e assoreamento do canal. O acréscimo de sedimentos finos exerce influência sobre a qualidade da água, o que, por sua vez, tem impacto na composição da fauna. A estruturação e diversidade dos habitats aquáticos e ripários tem efeito na diversidade de invertebrados e vertebrados dos riachos (Callisto et al., 2001; Teresa; Casatti,

2012); alterações substanciais na granulometria do Ribeirão São João, por processos de assoreamento, portanto, devem afetar a distribuição dos organismos. Isso ocorre porque, conforme observado por Allan (1995), os substratos compostos por partículas menores, como areia e silte, demonstram uma notável instabilidade, frequentemente sendo transportados rio abaixo, em contraste com seixos e cascalho, que são mais resistentes às alterações.

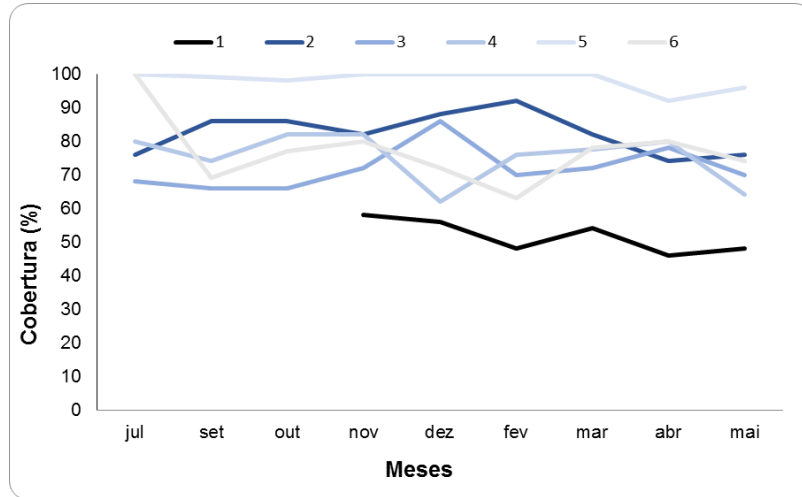
Os valores médios de cobertura de dossel da mata ciliar foram superiores a 70% na maioria dos pontos (Fig. 5), indicando que esta vegetação se encontra moderadamente preservada nas margens do Ribeirão São João. No ponto 5, a cobertura de dossel atingiu seu pico, sendo um dos trechos com maiores remanescentes florestais da bacia, e com menor interferência humana. Porém, ao contrário dos demais pontos, o ponto 1 se destacou como o mais desmatado, com valores médios de dossel abaixo de 50%, servindo de alerta contra o desmatamento e as diversas ações antrópicas sofridas pelo canal. Deve-se considerar que a presença de mata ciliar ao longo do canal do rio é um aspecto de grande relevância ecológica, já que atua como uma barreira natural que minimiza a erosão do solo e a entrada de sedimentos nos cursos d'água adjacentes (Lowrance et al., 1984), além de desempenhar papel crucial na manutenção da biodiversidade aquática (Dala-Corte et al., 2020). Vale destacar que este estudo avaliou apenas o dossel sobre o canal do rio, sem investigar o estado de conservação da mata ripária na faixa da APP. No entanto, as visitas em campo testemunharam desmatamentos frequentes dentro da faixa de 30m das margens.

Figura 4 – Variação espacial na composição do substrato (%), considerando os seis pontos amostrais.



Fonte: Elaboração dos próprios autores

Figura 5 – Cobertura de dossel (%) da mata ciliar ao longo do ribeirão São João, levando em consideração os pontos amostrais e a sazonalidade. Valores ausentes indicam ausência de mensuração.



Fonte: Elaboração dos próprios autores

Múltiplos impactos antrópicos foram registrados no canal do rio e zona ripária, com alguma variação entre os pontos de coleta (Tab. 1). Impactos relacionados à expansão das lavouras foram observados em toda a bacia, mas especialmente nos pontos 1 a 3, localizados à montante, na zona rural. Os impactos mais comuns foram: a ocorrência de assoreamento, desmatamento, erosão e lixo urbano, registrados em praticamente todo o curso do rio. Além desses impactos comuns, houve variação espacial na incidência de impactos humanos, sendo o ponto 6, localizado dentro da área urbana de Porto Nacional, afetado por diversas ações humanas nas proximidades, como urbanização ou despejo de resíduos. Este cenário pode comprometer o uso do recurso hídrico em trechos urbanos, se tornando impróprio para consumo humano e para outras atividades. Em contraste, o ponto 5 foi identificado como o menos impactado, um trecho com menor interferência de práticas humanas, e que preserva os maiores remanescentes florestais da bacia. Isto reforça a importância de abordagens de conservação que considerem as condições locais e promovam a manutenção da integridade das APPs ao longo dos corpos d'água (Gregory et al., 1991).

Tabela 1 – Listagem de impactos causados pelas ações humanas registrados nos trechos amostrais do Ribeirão São João.

Impactos	1	2	3	4	5	6
Assoreamento	x	x		x		x
Recreação			x			
Captação de água (bomba)						x
Captação de água (carro pipa)						x
Desmatamento	x	x	x	x		x
Dique						x
Draga de areia			x			
Erosão das margens	x	x	x	x		x
Estrada	x	x	x			x
Lixo	x	x	x	x	x	x
Manilha	x					
Queimada					x	
Residência		x		x		x
Viaduto	x					x

Fonte: Elaboração dos próprios autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com essa pesquisa, foi possível constatar que o Ribeirão São João é muito suscetível a processos de dessecação sazonal natural, com agravamento induzido por ação humana, podendo afetar o enchimento do reservatório que abastece o município de Porto Nacional. Além disso, os diferentes impactos humanos observados e a mata ciliar alterada, empobrecida ou removida em alguns trechos, agravam processos de erosão e assoreamento, degradação essa que coloca em risco a manutenção da biodiversidade terrestre e aquática na bacia, podendo comprometer o manancial hídrico e abastecimento para usos humanos nos próximos anos.

No contexto atual do Antropoceno, marcado pela degradação de recursos e crescente pressão humana, faz-se urgente a implementação de políticas públicas de gestão do recurso, considerando o avançado estado de degradação ambiental da bacia. Atenção especial deve ser dada ao controle do desmatamento na drenagem, construção de barragens e diques no canal do rio, remoção da mata ciliar, ocupação das margens, e poluição por resíduos sólidos e outras fontes, a fim de restaurar a integridade do sistema. É fundamental que a prefeitura do município assuma protagonismo na gestão da bacia.

AGRADECIMENTOS

Este estudo recebeu apoio financeiro da Universidade Federal do Tocantins (UFT) por meio do Edital Universal de Pesquisa publicado pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação (Edital PRO-PESQ 30/2020). O campus de Porto Nacional e os cursos de Ciências Biológicas e Pós-Graduação em

Biodiversidade, Ecologia e Conservação (PPGBec) disponibilizaram infraestrutura e recursos para as atividades de campo e laboratoriais, além de suporte logístico. As discentes receberam bolsa PIBIC (CNPq e UFT) e o docente recebeu bolsa produtividade em pesquisa (CNPq).

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

ACREMAN, M.; ARTHINGTON, A. H.; COLLOFF, M. J.; COUCH, C.; CROSSMAN, N. D.; DYER, F.; YOUNG, W. Environmental flows for natural, hybrid, and novel riverine ecosystems in a changing world. **Frontiers in Ecology and the Environment**. v. 12, p. 466-473, 2014

AGUIAR, R.W.S.; BALDUÍNO, A.R. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João no Município de Porto Nacional - TO. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, 57928-57943, 2021.

ALBERTI, M. **Advances in urban ecology: integrating humans and ecological processes in urban ecosystems**. New York: Springer, 366 p, 2008.

ALLAN, J. D. **Stream ecology: Structure and function of running waters**. Londres: Chapman & Hall, 1995. 388 p.

BARNOSKY, A.D.; HADLY, E.A.; BASCOMPTE, J.; BERLOW, E.L.; BROWN, J.H.; FORTELIUS, M.; GETZ, W.M.; HARTE, J.; HASTINGS, A.; MARQUET, P.A.; MARTINEZ, N.D.; MOOERS, A.; ROOPNARINE, P.; VERMEIJ, G.; WILLIAMS, J.W.; GILLESPIE, R.; KITZES, J.; MARSHALL, C.; MATZKE, N.; MINDELL, D.P.; REVILLA, E.; SMITH, A.B. Approaching a state shift in Earth's biosphere. **Nature**, v. 486, n. 7401, p. 52-58, 2012.

BERNARDELI, M.A.F.D. **Bacia do Córrego São João & Segurança Hídrica do abastecimento urbano do município de Porto Nacional/ TO**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia, Campus Porto Nacional), Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, p.138, 2017.

BORGES, K.P.; BERTOLIN, A.O. Avaliação microbiológica da qualidade da água do córrego São João, Porto Nacional-TO, Brasil. **Holos Environment**, v. 2, n. 2, p. 174-184, 2002.

BRASIL DAS ÁGUAS. **A importância da água**. 2013. Disponível em: <<http://riosvoadores.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em: 07 mai. 2022.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F.A.R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The Anthropocene. **IGBP Global Change Newsletter**, n. 41, p. 17-18, 2000.

DATRY, T.; BOULTON, A.J.; BONADA, N.; FRITZ, K.; LEIGH, C.; SAUQUET, E.; TOCKNER, K.; HUGUENY, B.; DAHM, C.N. Flow intermittence and ecosystem services in rivers of the Anthropocene. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, p. 353-364, 2018.

DALA-CORTE, R.B.; MELO, A.S.; SIQUEIRA, T.; BINI, L.M.; MARTINS, R.T.; CUNICO, A.M.; PES, A. M.; MAGALHÃES, A.L.B.; GODOY, B.S.; LEAL, C.G.; MONTEIRO-JÚNIOR, C.S.; STENERT, C.; CASTRO, D.M.P.; MACEDO, D.R.; LIMA-JÚNIOR, D.P.; GUBIANI, É.A.; MASSARIOL, F.; TERESA, F.B.; BECKER, F.G.; SOUZA, F.N.; VALENTE-NETO, F.; SOUZA, F.L.; SALLES, F.F.; BREJÃO, G.L.; BRITO, J.G.; VITULE, J.R.S.; SIMIÃO-FERREIRA, J.; DIAS-SILVA, K.; ALBUQUERQUE, L.; JUEN, L.; MALTCHIK, L.; CASATTI, L.; MONTAG, L.; RODRIGUES, M. E.; CALLISTO, M.; NOGUEIRA, M.A.M.; SANTOS, M.R.; HAMADA, N.; PAMPLIN, P.A.Z.; POMPEU, P.S.; LEITÃO, R.P.; RUARO, R.; MARIANO, R.; COUCEIRO, S.R.M.; ABILHOA, V.; OLIVEIRA, V.C.; SHIMANO, Y.; MORETTO, Y.; SÚAREZ, Y.R.; ROQUE, F.O. Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the Neotropical region. **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 7, p. 1391-1402, 2020.

DUDGEON, D.; ARTHINGTON, A.H.; GESSNER, M.O.; KAWABATA, Z.-I.; KNOWLER, D.J.; LÉVÊQUE, C.; NAIMAN, R.J.; PRIEUR-RICHARD, A.-H.; SOTO, D.; STIASSNY, M.L.J.; SULLIVAN, C.A. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biological Reviews**, v. 81, p. 163–182, 2006.

GORDON, N.D.; MCMAHON, T.A.; FINLAYSON, B.L.; GIPPEL, C.J.; NATHAN, R.J. **Stream hydrology**: an introduction for ecologists. John Wiley and Sons, 2004. 448p.

GREGORY, S.V.; SWANSON, F.J.; MCKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, v. 41, n. 8, p. 540-551, 1991.

HOBBS, R.J.; HIGGS, E.; HALL, C.M.; BRIDGEWATER, P.; CHAPIN, F.S.; ELLIS, E.C.; JACKSON, S.T. Managing the whole landscape: Historical, hybrid, and novel ecosystems. **Frontiers in Ecology and the Environment**. v. 12, p. 557-564, 2014.

LEITE, E.F.; CARVALHO, E.M. Mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão São João, Porto Nacional, Tocantins. **Geoambiente on-line**, n. 20, p 97-110, 2013.

LOWRANCE, R.; TODD, R.; FAIL, J.; HENDRICKSON, O.; LEONARD, R.; ASMUSSEN, L. Riparian forests as nutrientfilters in agricultural watersheds. **BioScience**, v. 34, n. 6, p 374-377, 1984.

MOYLE, P. B. Novel aquatic ecosystems: The new reality for streams in California and other Mediterranean climate regions. **River Research & Applications**, v. 30, p. 1335-1344, 2014.

PECK, D.V.; LAZORCHAK, J.M.; KLEMM, D.J. **Environmental Monitoring and Assessment Program—Surface Waters: Western Pilot Study Field Operations Manual for Wadeable Streams**. EPA/620/R-06/003 ed, Washington, DC: US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, 2006.

PELICICE, F.M.; AGOSTINHO, A.A.; AKAMA, A.; ANDRADE FILHO, J.D.; AZEVEDO-SANTOS, V.M.; BARBOSA, M.V.M.; BINI, L.M.; BRITO, M.F.G.; CANDEIRO, C.R.A.; CARAMASCHI, É.P.; CARVALHO, P.; CARVALHO, R.A.; CASTELLO, L.; CHAGAS, D.B.; CHAMON, C.C.; COLLI, G.R.; DAGA, V.S.; DIAS, M.S.; DINIZ FILHO, J.A.F.; FEARNISIDE, P.; FERREIRA, W.M.; GARCIA, D.A.Z.; KROLOW, T.K.; KRUGER, R.F.; LATRUBESSE, E.M.; LIMA JUNIOR, D.P.; LOLIS, S.F.; LOPES, F.A.C.; LOYOLA, R.D.; MAGALHÃES, A.L.B.; MALVASIO, A.; MARCO JR. P.D.; MARTINS, P.R.; MAZZONI, R.; NABOUT, J.C.; ORSI, M.L.; PADIAL, A.A.; PEREIRA, H.R.; PEREIRA, T.N.A.; PERÔNICO, P.B.; PETRERE JR., M.; PINHEIRO, R.T.; PIRES, E.F.; POMPEU, P.S.; PORTELINHA, T.C.G.; SANO, E.E.; SANTOS, V.L.M.; SHIMABUKURO, P.H.F.; SILVA, I.G.; SOUZA, L.B.E.; TEJERINA-GARRO, F.L.;

TELLES, M.P.C.; TERESA, F.B.; THOMAZ, S.M.; TONELLA, L.H.; VIEIRA, L.C.G.; VITULE, J.R.S.; ZUANON, J. Large-scale degradation of the Tocantins-Araguaia River Basin. **Environmental Management**, v. 68, p. 445–452, 2021.

RIBEIRO, M.C.L.B., PETRERE, M.; JURAS, A.A. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia-Tocantins River Basin, Brazil. **Regulated Rivers: Research & Management**, n. 11, p. 325–350, 1995.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J.; CORNELL, S.E.; FETZER, I.; BENNETT, E.M.; BIGGS, R.; CARPENTER, S.R.; DE VRIES, W.; DE WIT, C.A.; FOLKE, C.; GERTEN, D.; HEINKE, J.; MACE, G.M.; PERSSON, L.M.; RAMANATHAN, V.; REYERS, B.; SÖRLIN, S. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1–16, 2015.

TERESA, F.B.; CASATTI, L. Influence of forest cover and mesohabitat types on functional and taxonomic diversity of fish communities in Neotropical lowland streams. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 21, p. 433–442, 2021

WALSH, C.J.; ROY, A.H.; FEMINELLA, J.W.; COTTINGHAM, P.D.; GROFFMAN, P.M.; MORGAN II, R.P. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, n. 3, p. 706–723, 2005.

WU, J. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. **Landscape and urban planning**, v. 125, p. 209–221, 2014.