

Análise da qualidade da água e detecção do agrotóxico glifosato em sedimentos da bacia hidrográfica do Ribeirão São João em Porto Nacional -TO

A bacia hidrográfica do Ribeirão São João, situado no município de Porto Nacional-TO é o principal manancial de captação para abastecimento urbano. Esta principal fonte vem sofrendo diversas agressões como, exploração da agricultura e pecuária, onde se localizam captações para irrigação. Neste estudo foi realizado o acompanhamento da qualidade das águas do Ribeirão São João. Por se tratar de um recurso hídrico de Classe Dois de água doce, pode ser destinada para abastecimento para consumo humano, natação, irrigação de hortaliças, parques, jardins, à aquicultura e à pesca. Para análise do cálculo de Índice de Qualidade da Água da Fundação Estadual do Meio Ambiente (IQA- FEAM), foram ponderados nove parâmetros: pH, temperatura, turbidez, sólidos dissolvidos totais, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total e coliformes termotolerantes e, a concentração do agrotóxico glifosato nos sedimentos do reservatório. Os resultados alcançados demonstraram que a água do Ribeirão São João pode ser classificada como de qualidade mediana com valor igual a 69, segundo a FEAM, mesmo com alguns parâmetros em desacordo comparados à legislação ambiental com os padrões determinados pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Quanto à concentração de glifosato, a média obtida foi de 0,03 µg/L, inferior ao valor limite de 0,65 µg/L. A presença da substância química, provavelmente, veio das chuvas ocasionadas nesse período em estudo.

Palavras-chave: Qualidade da água; Parâmetros; Agrotóxico; Análises.

Analysis of water quality and detection of the agricultural glyphosate in sediments of the Ribeirão São João hydrographic basin in Porto Nacional-TO

The Ribeirão São João hydrographic basin, located in the municipality of Porto Nacional - TO, is the main source of funding for urban supply. This main source has been suffering various aggressions, such as the exploitation of agriculture and livestock, where irrigation catchments are located. In this study, the water quality of Ribeirão São João was monitored. As it is a Class Two water resource of fresh water, it can be destined for supply for human consumption, swimming, irrigation of vegetables, parks, gardens, aquaculture and fishing. For the analysis of the Water Quality Index calculation of the State Environment Foundation (IQA-FEAM), nine parameters were weighted: pH, temperature, turbidity, total dissolved solids, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, total phosphorus, total nitrogen and thermotolerant coliforms and, the concentration of the pesticide glyphosate in the sediments of the reservoir. The results achieved showed that Ribeirão São João water can be classified as of medium quality with a value equal to 69, according to FEAM, even with some parameters in disagreement compared to environmental legislation with the standards determined by Resolution 357/2005 of the National Council Environment (CONAMA). As for the glyphosate concentration, the average obtained was 0.03 µg / L, lower than the limit value of 0.65 µg / L. The presence of the chemical substance probably came from the rains caused in this period under study.

Keywords: Water quality; Parameters; Pesticides; Analysis.

Topic: **Engenharia Civil**

Received: **03/04/2021**

Approved: **04/05/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Angelo Ricardo Balduino 

Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8475669590774317>

<https://orcid.org/0000-0002-7082-2566>

angelo@ifto.edu.br

Valéria Rodrigues Macedo

Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/974325850484672>

valeriamacedo479@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2318-3055.2021.002.0001

Referencing this:

BALDUINO, A. R.; MACEDO, V. R.. Análise da qualidade da água e detecção do agrotóxico glifosato em sedimentos da bacia hidrográfica do Ribeirão São João em Porto Nacional-TO. **Engineering Sciences**, v.9, n.2, p.1-8, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2021.002.0001>

INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica é constituída por uma área de captação natural de água precipitada, na qual os escoamentos seguem um único ponto. Formadas pela confluência dos cursos d'água, demonstram como constituem o conjunto de vertentes e as redes de drenagem.

Conforme Vilaça et al. (2009), os cursos d'água tem sido adotados como unidades físicas capazes de abordar características dos recursos hídricos, bem como avaliá-los e reconhecê-los. Seu comportamento se dá por dois fatores: de ordem natural, pela degradação ambiental e, antrópico, por atividades humanas que interferem no funcionamento da bacia.

O principal uso de água no Brasil, em termos de quantidade, é a irrigação. Este voltado à atividade agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas que atendam à deficiência total ou parcial da água para diferentes culturas e sua variação depende do tipo de solo, relevo, clima, entre outros.

À medida que a população aumenta, o consumo de água cresce bastante. E, para atender às necessidades dos habitantes, a atividade agropecuária se faz presente no Brasil, demandando grande quantidade de água para irrigação, viável aos cultivos em regiões que sofrem da escassez de precipitações, como é o caso da região central do país (ANA, 2018).

Na cidade de Porto Nacional- TO, a atividade agrícola é bem ativa. Em 2018, a prefeitura do município evidenciou pela Balança Comercial do Tocantins, que no ano antecedente, 2017, a cidade fora a maior exportadora (18%) e principal importadora (62%) do Tocantins. Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Tocantins (2018), a exportação da soja e do milho aumentaram 395,39% e 631,04%, respectivamente, enquanto os óleos de petróleo tiveram um desempenho positivo de 466,06%, o que alavancou nas importações da cidade de Porto Nacional.

A água necessita de uma caracterização que requer parâmetros, os quais representarão suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros constituem impurezas bem superiores aos valores estabelecidos para uso.

Em concordância com o Portal Tratamento de Água (2015), "os indicadores da situação ambiental das águas adotado pela FEAM são o Índice de Qualidade de Água – IQA e a contaminação por tóxicos." Os parâmetros a serem considerados são: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total, sólidos dissolvidos totais, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, coliformes termotolerantes, que geram índice com valores entre 0 e 100.

Notada a demanda para o uso da água quanto às irrigações, voltadas para o meio agrícola, destaca-se o agroquímico glifosato, muito utilizado mundialmente no combate às ervas daninhas e culturas perenes, que limitam o crescimento do plantio de cultivos, como soja, milho, arroz, entre outros.

Quando aplicado o agrotóxico, parte do produto é absorvida diretamente, ficando nas ervas daninha, e parte é alocada no solo. A fração do glifosato que é retirada dos tecidos vegetais favorece a redução de sua disponibilidade no ambiente, e este produto somente atingirá o solo quando a matéria seca dessas plantas daninhas se decomporem através de organismos heterotróficos do solo, e na maior parte das situações, não mais será como glifosato (GALLI et al., 2005).

De acordo Roman et al. (2005), “o glifosato formulado como sal isopropilamina, sal de amônio e como sal monopotássico, é altamente solúvel em água, mas não em solventes orgânicos; não é volátil.” O autor acrescenta que no solo a substância é altamente fixada às partículas de argila, isso devido à troca de ligantes com o óxido de ferro e alumínio e, as ligações de hidrogênio formadas entre o glifosato e as substâncias húmicas presente no solo. Logo, não possui lixiviação.

Pelo uso expansivo do produto químico, se fez necessária a análise da presença de glifosato nos sedimentos da barragem da bacia hidrográfica do Ribeirão São João no município de Porto Nacional-TO, bem como o Índice de Qualidade da Água, já que este manancial é um dos principais meios de abastecimento da população portuense. O estudo contou com o índice e parâmetros qualificadores da água, segundo resolução 357/2005 do CONAMA, com o objetivo de avaliar se o bem aquoso está favorável para condições de consumo dos habitantes da região.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Ribeirão São João, que possui uma área de aproximadamente 82 km², localizada no estado do Tocantins, entre as coordenadas 10°46'43 " e 20°41'20" de latitude sul e entre os meridianos 48°14'16" e 48°24'51" de longitude oeste, a sudeste do município de Porto Nacional, como mostra a figura 1.

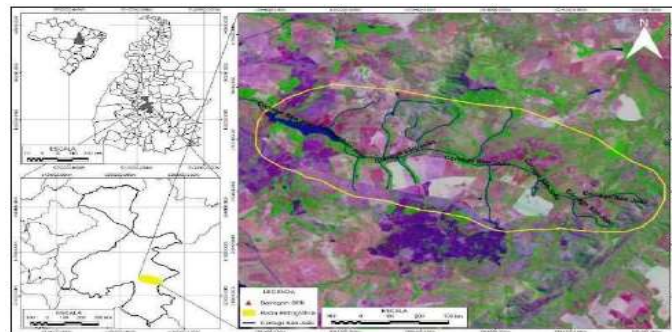


Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão São João. **Fonte:** Balduino (2018).

Metodologia de campo

A coleta das amostras foi realizada de acordo a NBR 9897. Um ponto foi demarcado para realização desta, sendo este localizado em 10°42'46"S e 048°22'37"W, a sudeste do município de Porto Nacional- TO (figura 2).



Figura 2: Local da coleta de água e sedimento. **Fonte:** Godinho et al. (2020).

Para a determinação do IQA (Índice de Qualidade de Água), os seguintes parâmetros foram analisados: potencial hidrogeniônico, temperatura da água, turbidez, sólidos dissolvidos totais, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total, coliformes termotolerantes. E, quanto à amostra de sedimento, foi estudada a presença do agrotóxico glifosato.

Coleta das amostras de água e sedimento

As amostras de água coletadas para a realização de análises ocorreram no dia 12 de março de 2021 (período chuvoso), dispendo de um recipiente de 80ml para os parâmetros microbiológicos e de 2000ml para as físico-químicas, estas, submergidas a aproximadamente 20 cm da superfície e, posteriormente, etiquetadas e acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo. Quanto à amostra de sedimento, foi coletado um punhado de solo do fundo do reservatório.

Metodologia laboratorial

Método APHA (2005), usado para obtenção dos resultados a serem utilizados no cálculo do IQA: coliformes termotolerantes: técnica Colilert; nitrogênio total: método micro Kjeldahl; fósforo total: método ácido ascórbico após a digestão com persulfato de amônio; sólidos dissolvidos totais: método da cápsula de porcelana; turbidez: método nefelométrico; demanda bioquímica de oxigênio (BDO): foi determinada pelo método padrão A; Método usado para detecção do agrotóxico glifosato na amostra de sedimento: CG / EM (gás cromatógrafo com detector de massa).

Cálculo de índice de qualidade da água (IQA)

O IQA foi calculado através da matemática ponderada multiplicativa da qualidade da água correspondente aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, percentual de saturação de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos dissolvidos totais e turbidez. Submetida na seguinte equação:

Equação (1):

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

QA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;
qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade específica para cada parâmetro, em função da sua concentração ou medida;
wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro ou subnível, um número entre 0 e 1 (quadro 1), atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

Equação (2):

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo de IQA

No quadro 1 estão dispostos todos os pesos dos nove parâmetros a serem utilizados no cálculo do IQA.

Quadro 1: Parâmetros e pesos para cálculo do IQA.

PARÂMETROS	UNIDADE	PESO (wi)
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	0,15
pH	-	0,12
DBO	Mg/L	0,10
Nitrogênio total	Mgn/L	0,10
Fósforo total	MgPO ₄ /L	0,10
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	NTU	0,08
Sólidos dissolvidos totais	Mg/L	0,08
Oxigênio Dissolvido	%saturação	0,17

Fonte: Yisa et al. (2012).

A classificação da qualidade para água do ribeirão foi realizada de acordo com os níveis esboçados no quadro 2.

Quadro 2: Nível de qualidade ou classificação da água em função do resultado do IQA, conforme FEAM

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito ruim	00 < IQA ≤ 25

Fonte: Yisa et al. (2012).

Teste de granulometria ABNT (7181/ 2016)

Para realização da análise granulométrica dos sedimentos de fundo, foi necessário preparar a amostra conforme ABNT NBR 6457/2016. Os resultados foram alcançados através de uma curva granulométrica, que indica a fração percentual de cada material, como também, as dimensões em milímetros na qual foi possível determinar o solo predominante, considerando o fato de solos menores serem mais favoráveis quando o glifosato é identificado. Na figura 3, está a representação da junta granulométrica para os procedimentos de análise.



Figura 3: Procedimentos para o teste granulométrico. **Fonte:** Godinho et al. (2020).

Análise de glifosato na amostra de sedimento

A detecção do glifosato foi realizada em laboratório através do CG / EM (gás cromatógrafo com detector de massa) dispendo de colunas capilares contendo várias fases estacionárias e usando detectores seletivos. A amostra de (20g) foi seca em estufa com circulação de ar a 25 °C, peneiradas em malha de 2 mm e o glifosato foi extraído através de solução aquosa ácida.

Parâmetros determinados pela resolução CONAMA n° 357 (2005)

Feita as análises, os valores obtidos foram comparados aos previstos na legislação pertinente definida pela Lei Federal 9.433 de 1997, que estabelece os valores máximos para os parâmetros de qualidade da água, bem como para a presença de glifosato. No quadro 3, estão os valores designados pela resolução n° 357.

Quadro 3: Valor limite de cada parâmetro segundo resolução 357/2005 (CONAMA).

PARÂMETROS	VALOR LIMITE
pH	6,0 a 9,0
Temperatura	-
Turbidez	Até 100NTU
Sólidos Dissolvidos Totais	500 mg/L
Oxigênio Dissolvido	> 5 mg/L O ₂
Demanda Bioquímica de Oxigênio	5 mg/L O
Fósforo Total	0,030 mg/ L
Nitrogênio	1,27 mg/ L
Coliformes Termotolerantes	1.000 NMP/100 mL
Glifosato	65 µg/L

Fonte: CONAMA (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice de qualidade da água (IQA)

Os resultados para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas superficiais do Ribeirão São João, obtidos em laboratório, foram dispostos no cálculo do IQA, desenvolvido pela FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente), e estão evidenciados no quadro 4. A coleta foi realizada em período chuvoso, o que altera a tonalidade da água pelo carreamento de resíduos sólidos. Contudo, a coloração escura não é fator conclusivo para julgar o meio hídrico como contaminado, uma vez que águas incolores também podem apresentar contaminação, imperceptíveis a olho nu.

Quadro 4: Parâmetros e seus respectivos resultados obtidos por ensaio laboratorial

Parâmetros	Ponto Amostral
pH	6,41
Temperatura (in locu)	27,1 °C
Turbidez (NTU)	10,03
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	7,37
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,14
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	1,48
Fósforo Total (mg/L)	0,06
Nitrogênio Total (mg/L)	8,882
Escherichia coli (NMP/100 mL)	71,2

Obtido os valores para cada indicador, notou-se que a bacia hidrográfica do Ribeirão São João apresentou um IQA igual a 69, classificada como “média”. Ressalta-se ainda, que, apesar dos parâmetros (fósforo total, nitrogênio total e coliformes termotolerantes) ultrapassarem os limites estabelecidos pela resolução 357/2005 do CONAMA, suas diferenças em nada desfavoreceram a classificação daquele ponto em estudo, visto que o resultado dos outros parâmetros apaziguou tais variações.

Presença de glifosato no sedimento

O herbicida glifosato (C₃H₈NO₅P) é um composto muito utilizado no meio agrícola, atuando no combate das ervas daninhas. Com o forte investimento agrário na região se fez necessária a análise do agrotóxico, que expõe o meio ambiente a contaminações.

A resolução 357/05 CONAMA, determina que o valor do composto não deve ultrapassar 0,065 µg / L. Através da análise laboratorial com um cromatógrafo, encontrou-se o valor de 0,03 µg/L para a presença do glifosato no Ribeirão São João. Conforme Roman et al. (2005), a substância é altamente fixada às partículas de argila, devido a troca de ligantes com o óxido de ferro e alumínio e, as ligações de hidrogênio formadas entre o glifosato e as substâncias húmicas presente no solo.

Amarante Junior et al. (2002), chama a atenção para a toxicidade do herbicida quanto aos humanos e enumera os sintomas agudos e crônicos a que estão sujeitos: dermatite de contato e síndrome tóxica após a ingestão de doses elevadas (epigastria, ulceração ou lesão de mucosa gástrica, hipertermia, anúria, oligúria, hipotensão, conjuntivite, edema orbital, choque cardiogênico, arritmias cardíacas, edema pulmonar não carcinogênico, pneumonite, necrose tubular aguda, elevação de enzimas hepáticas, aumento da quantidade de leucócitos, acidose metabólica e hipercalemia).

Sendo um leito que corre no interior da zona urbana, análises laboratoriais devem ser feitas periodicamente, visto que a atividade agrícola expande cada vez mais às proximidades do município, que por sinal, faz uso dessa água para consumo.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no faz concluir que, as águas do Ribeirão São João não atenderam todos os parâmetros de qualidade determinados pela Resolução 357/2005 do CONAMA, para as águas de Classe Dois, destinadas ao abastecimento para consumo humano, recreação como natação, mergulho, irrigações, aquicultura e pesca. Ou seja, dos nove parâmetros analisados, três (fósforo total, nitrogênio total e coliformes termotolerantes) extrapolaram o valor limite estabelecido pela Resolução.

E, apesar do cálculo do IQA ser muito importante para determinar a qualidade do meio hídrico, parâmetros com valores inferiores aos limites evidenciados, omitem, por exemplo, a gravidade do aumento exagerado de coliformes termotolerantes naquele ambiente. Com isso, o manancial pode facilmente ser julgado como um meio potável, sem, de fato, corresponder às estatísticas de um meio digno de consumo humano.

Quanto à análise de sedimentos, comprovou-se a contaminação pelo agrotóxico glifosato, visto que, o valor encontrado na amostra foi de 0,03 µg/L. O resultado está dentro do limite estabelecido pela Resolução do CONAMA, todavia, merece atenção, afinal, pode haver maior incidência do produto, inclusive, pelo grande investimento agrícola nas proximidades do manancial.

Para tentar minimizar esses resultados, é preciso reunir a comunidade e compartilhar de ideias ambientais que façam com que cada um queira contribuir para melhorar as características desse meio tão importante para a vida terrestre, tão mais importante pelo Ribeirão São João ser um dos principais meios

de abastecimento da cidade de Porto Nacional- TO, seja preservando as matas ciliares, como evitando o descarte indevido de resíduos no manancial.

REFERÊNCIAS

AMARANTE JUNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L.. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Quím. Nova**, São Paulo, v.25, n.4, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422002000400014>

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil**. ANA, 2018.

BALDUÍNO, A. R.. **Análise dos impactos da agricultura na qualidade da água do reservatório de abastecimento de água no município de Porto Nacional - Tocantins**. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2005.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C.. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. Jaboticabal: Acadcom, 2005.

GODINHO, P. O.; BALDUINO, A. R.. Analysis of the presence of glyphosate in sediments from the hydrographic basin dam of the São João stream in the municipality of Porto Nacional, Tocantins. **Nature and Conservation**, v.13, n.3, p.43-51, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC23182881.2020.003.0005>

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A.; HALL, L.; BECKIE, H.; WOLF, T. M.. **Como funcionam os herbicidas**. 21 ed. Passo Fundo: Berthier, 2005.

VILAÇA, M. F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, E. M.; SIMÃO, M. L. R.. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso do Ribeirão Conquista no Município de Itaguara-MG**.

YISA, J.; JIMOH, T. O.; OYIBO, O. M.. Underground Water Assessment using Water Quality Index. **Leonardo Journal of Sciences**, p.33-42, 2012.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.