19 a 23 de setembro de 2022
Brasília/DF
XIV ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS
IV SIMPÓSIO DE REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS
Promoção: ABRHidro
CT Águas Urbanas

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR E QUALIDADE DA ÁGUA DO RIACHO DAS PORTEIRAS EM TRECHO URBANO DE PETROLINA-PE

Miriam Cleide C de Amorim [1] ; Iasmin de Souza Silva [2]& Leonardo José P. Braga Filho [3]

RESUMO – O uso e a ocupação do solo alteram os processos físico-químicos e biológicos dos ecossistemas aquáticos. Os riachos urbanos são componentes fundamentais do sistema de macrodrenagem das cidades, contudo, com o avanço da urbanização grande parte dos riachos sofrem modificações ao ponto de não serem mais reconhecidos como riachos, e sim como receptores de esgoto. Diagnósticos físicos e monitoramentos da qualidade da água são essenciais para que se compreenda o estado desses ecossistemas em relação aos impactos ambientais associados à urbanização. Este trabalho objetivou realizar um diagnóstico do meio físico no entorno de trecho urbano do Riacho das Porteiras, em Petrolina, PE e da qualidade da água a partir da determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e do Índice de Estado Trófico (IET). Foram definidos cinco pontos de visitação e dois pontos de amostragem da água em duas campanhas de coleta (período seco e chuvoso). Evidenciou-se a influência do uso e ocupação do solo pelo IQA decorrente de assoreamento, supressão de mata ciliar, presença inadequada de resíduos e de efluentes, e pelo IET devido ao aporte de nutrientes advindos do lançamento de esgoto doméstico e de atividade agrícola.

ABSTRACT– The use and occupation of the soil alter the physical-chemical and biological processes of aquatic ecosystems. Urban streams are fundamental components of the macro drainage system of cities; however, with the advance of urbanization, most streams are modified to the point that they are no longer recognized as streams, but as sewage receptors. Physical diagnosis and monitoring of water quality are essential to understand the state of these ecosystems in relation to environmental impacts associated with urbanization. This work aimed to perform a diagnosis of the physical environment around the urban stretch of the Porteiras Stream in Petrolina, PE, and of the water quality by determining the Water Quality Index (WQI) and the Trophic State Index (TSI). Five visitation points and two water sampling points were defined in two collection campaigns (dry and rainy periods). The influence of land use and occupation was evident in the WQI due to silting, suppression of riparian forest, inadequate presence of waste and effluents, and in the TDI due to the contribution of nutrients from the discharge of domestic sewage and agricultural activity.

Palavras-Chave – IQA; Saneamento; Ocupação do solo.

1) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av Antônio C. Magalhães, Juazeiro, BA, 87 9 8824-3474, miriam.cleide@univasf.edu.br
2) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av Antônio C. Magalhães, Juazeiro, BA, 87 9 9106-2866, iasminsouzabr@gmail.com
3) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Av Antônio C. Magalhães, Juazeiro, BA, 74 9 8809-5958, leojbragafilho@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Os riachos urbanos são componentes fundamentais do sistema de macrodrenagem das cidades, contudo, com o avanço da urbanização grande parte dos riachos sofrem modificações ao ponto de não serem mais reconhecdos como riachos, e sim como receptores de esgoto, que variam desde efluentes domésticos; industriais, e até resíduos agrícolas (NIGRO, 2017). A descaracterização de riachos também ocorre ao longo da bacia hidrográfica do São Francisco, grande parte de seus afluentes acabam perdendo os seus aspectos naturais por conta de intervenções antrópicas, um exemplo, é o riacho Porteiras, afluente do rio São Francisco no município de Petrolina-PE.

O riacho das Porteiras tem sua origem no interior do município dentro do perímetro irrigado Nilo Coelho, e possui indicadores de intervenção antrópica ao longo do seu curso. Ao cortar o município, o riacho possui trechos onde a mata ciliar foi desmatada, o que acarreta a predisposição ao carreamento de sedimentos, e maior vulnerabilidade do corpo hídrico. Em virtude de está situado em um dos grandes polos de fruticultura irrigada do país, o riacho das Porteiras, tornou-se também receptor de resíduos agrícolas e/ou agroquímicos, bem como de sedimentos das áreas agricultáveis, contribuindo, assim, para o processo de eutrofização do rio São Francisco, comprometendo a conservação do equilíbrio natural e provocando impactos negativos no referente à qualidade da água do "Velho Chico" (BARRETO,2015).

Em vista disso, a realização de diagnósticos do meio físico e de monitoramentos da qualidade da água de corpos hídricos são essenciais para que se compreenda o estado desses ecossistemas aquáticos em relação aos impactos ambientais associados à expansão da urbanização.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico do meio físico no entorno de trecho urbano do Riacho das Porteiras, em Petrolina, PE e avaliar a qualidade da água a partir da determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e do Índice de Estado Trófico (IET) e assim verificar a influência do uso e ocupação do solo neste ecossistema hídrico.

METODOLOGIA

Área de Estudo:

A presente pesquisa foi realizada no Riacho das Porteiras, na cidade de Petrolina, PE, mesoregião "São Francisco Pernambucano" e pertencente a Região Administrativa de Desenvolvimento Integrado – RIDE Polo Petrolina (PE)/Juazeiro (BA). O clima predominante é semiárido BshW (classificação climática de Köppen-Geiger), com precipitação média anual de 431,8

mm. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril.

No Google Maps observou-se o curso de água para definir pontos de visitação, que teve como critérios de escolha aquele localizado antes da influência urbana (P1) e em locais densamente povoados, e a montante de lançamentos de estações de tratamento de esgotos. Definiu-se então cinco pontos conforme Figuras 1a e 1b e coordenadas geográficas (Tabela 1).

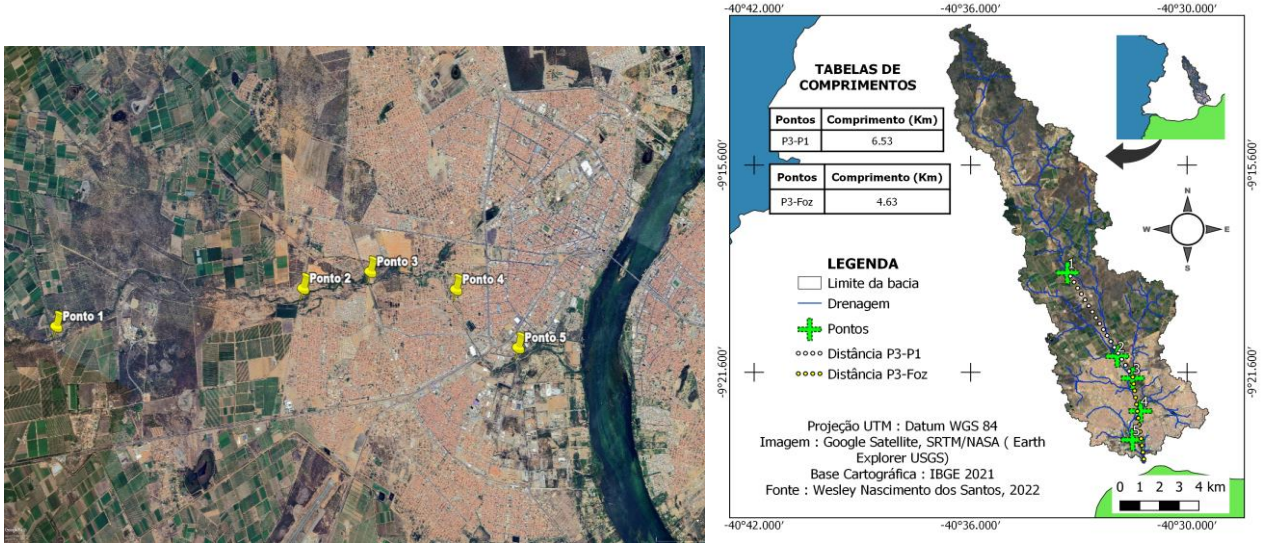

Figura 1 - Pontos de coleta de dados e amostras no Riacho das Porteiras, Petrolina, PE (a) e (b) sua bacia hidrográfica.

Tabela 1- Coordenadas dos locais visitados

Coordenadas	Ponto 1 (P1)	Ponto 2 (P2)	Ponto 3 (P3)	Ponto 4 (P4)	Ponto 5 (P5)
S	09º 18.675’	09º 21.099’	09º 21.738’	09º 22.686’	09º 23.520’
W	40º 33.309’	40º 51.9356’	40º 31.506’	40º 31.289’	40º 31.513’
Altitude	395m	384m	364m	368m	364m

Diagnóstico preliminar estrutural

Para obter um diagnóstico das condições ao entorno do Riacho, foi elaborada uma tabela com semiestruturada para identificação visual dos seguintes aspectos: presença de interconexão com a rede de esgoto e /ou lançamentos indevidos; problemas de assoreamento; moradias nas margens; proliferação de insetos, ratos ou outros animais; presença de resíduos sólidos; presença de macrófitas; presença de vegetação no entorno; utilização para recreação. Estas observações *in loco* foram complementadas com registros fotográficos para melhor caracterizá-las.

Qualidade da água

Os aspectos de qualidade da água foram avaliados em função da determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) conforme metodologia CETESB (2006) e do Índice de Estado Trófico

(IET) de Carson. Para tanto foram definidos, entre os cinco pontos visitados, dois pontos de amostragem (P1 e P3) distando entre eles 6,5 km e efetuadas duas campanhas de coleta no ano de 2021, sendo uma no período seco e outra no chuvoso, 48 horas após ocorrência de chuva com precipitação máxima de 15,0 mm, segundo dados meteorológicos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O P1 por localizar-se fora do perímetro urbano, sem, portanto, sofrer influência das atividades urbanas. O P3 por ser o ponto que está a montante de duas estações de tratamento de esgotos da cidade, a ETE João de Deus e a ETE do Antônio Cassimiro recebendo seus efluentes tratados e estando a 4,63 km da foz no Rio são Francisco.

Coleta de amostras, análise laboratorial e determinação do IQA e do IET

As amostras de água dos pontos 1 e 3 foram coletadas, armazenadas, e encaminhadas ao Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco, onde foram realizadas as análises físico-químicas de: temperatura (T), pH, turbidez (Tur), Escherichia coli (E *coli*), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5), nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), sólidos totais (ST) e oxigênio dissolvido (OD) pelo método de Winkler. Todas as coletas e análises foram realizadas em triplicata seguindo procedimentos metodológicos definidos por APHA (2012).

O IQA foi determinado conforme metodologia da CETESB de acordo com a Equação (1).

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{wi} \qquad (1)$$

Em que: IQA = Índice de Qualidade da Água, variando de 0 a 100; qi = qualidade do parâmetro i, obtido com base na curva média específica de qualidade; wi = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Com base nos valores de IQA, foram utilizados os seguintes indicadores de qualidade da água, segundo a classificação: ótima ($79 < IQA \leq 100$), boa ($51 < IQA \leq 79$), regular ($36 < IQA \leq 51$), ruim ($19 < IQA \leq 36$) e péssimo ($IQA \leq 19$).

O Índice de Estado Trófico (IET) foi obtido com base na concentração de fósforo total, empregando a Equação 2 (LAMPARELLI, 2004; CETESB, 2013).

$$IET\ (PT) = 10\left[6 - \left(\frac{0{,}45 - 0{,}36 \times (ln\ PT)}{ln\ 2}\right)\right] - 20 \qquad (2)$$

Em que: PT = Concentração de fósforo total medida à superfície da água (µg L^{-1}); ln = Logaritmo natural. Utilizou-se a classificação do estado trófico para rios segundo índice de Carlson (1977), adaptado de Lamparelli (2004), que o classifica em seis graus de trofias: Ultraoligotrófico (IET (PT) ≤ 13); Oligotrófico (13 < IET (PT) ≤ 35); Mesotrófico (35 < IET (PT) ≤ 137); Eutrófico (137 < IET (PT) ≤ 296); Spereutrófico (296 < IET (PT) ≤ 640) e Hipereutrófico (640 < PT).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 resume os resultados das observações in loco para caraterização do diagnóstico preliminar discutidos adiante e na Tabela 3 estão dispostas as caraterísticas físico-químicas e microbiológica da água do Riacho das Porteiras nos pontos sem (P1) e com influência (P3) das atividades de uso e ocupação do solo.

Tabela 2- Aspectos visuais registrados nos pontos visitados ao longo do Riacho das Porteiras.

Aspectos observados	P1	P2	P3	P4	P5
Interconexão com a rede de esgoto/lançamentos indevidos	N	N	S	S	N
Assoreamento das margens	N	N	S	S	S
Moradia nas margens	N	N	S	S	N
Proliferação de insetos, roedores, animas de pequeno a médio porte	N	N	S	S	S
Presença de resíduos sólidos	S	N	S	S	S
Presença de macrófitas	S	S	S	S	S
Vegetação ciliar	S	S	N	N	NS
Utilização para recreação	N	N	N	N	N

N: não verificado; S: verificado; NS: verificado em baixa intensidade; NA: não se aplica.

Tabela 3 – Caraterísticas físico-químicas da água do Riacho das Porteiras nos pontos P1 e P3.

Pontos/ Campanhas	T (°C)	pH	Turb (UNT)	E. coli (NMP/100 mL)	DBO (mg O_2/L)	NT (mg/L)	PT (mg/L)	ST (mg/L)	OD (mg/L)	IQA*	IET*
P1/1ª	25,3	7,19	2,00	<1600	14	4,48	4,10	256	0,17		
P1/2ª	26,4	7,62	2,46	170.000	0	15,31	ND	230	0		
Média	25,9	7,41	2,23	170.000	7,0	9,89	4,10	243	0,085	6,0	41
P3/1ª	26,1	7,20	662	170.000	45	32,85	25,70	224	0,06		
P3/2ª	26,0	7,99	74	140.000	75	88,85	6,90	483	0		
Média	26,0	7,59	368	155.000	60	60,85	16,30	353	0,03	8,0	49

ND: Não detectável; Valores médios no período das campanhas

No primeiro ponto visitado (P1) (Figura 2), embora seja uma área pouco habitada, fora dos limites urbanos da cidade e sem estruturas construídas próximo do curso de água, foi possível verificar a presença de resíduos sólidos no leito do riacho. Não foi observado lançamentos indevidos, nem

assoreamento das margens, sendo visível a preservação da vegetação ciliar. Mesmo assim o IQA classificou a água como de péssima qualidade e o IET indicou ambiente mesotrófico. Atribui-se a essas classificações provavelmente a influência das atividades agrícolas no entorno do riacho. Segundo Barreto (2015) o riacho das Porteiras recebe as águas servidas do perímetro irrigado Senador Nilo Coelho.

No segundo ponto (P2) notou-se a abundância de macrófitas, sendo possível identificar uma tubulação azul passando na seção do curso da água, podendo esta se tratar de uma tubulação de água visto ser uma tubulação De Fofo azul (Figura 3). Percebe-se neste ponto ainda a presença de vegetação ciliar.

Figura 2 – Ponto de visita P1.

Figura 3 – Ponto de visita P2

No P3 observou-se interconexão com a rede de esgoto e lançamentos indevidos, margens assoreadas e com moradias, presença de animais de grande porte, além da grande quantidade de resíduos sólidos acumulada ao longo da margem do riacho, presença de macrófitas e vegetação ciliar completamente ausente (Figura 4). Na segunda campanha observou-se uma forte presença de espumas na água provavelmente devido a influência das chuvas. Próximo ao ponto de visita há a presença de um grande supermercado e uma avenida por onde também passam a água de alguns canais, contudo nessa avenida o canal é artificializado, sendo assim completamente coberto. Semelhante ao P1 o IQA classificou a água no P3 como de péssima qualidade e o IET indicou ambiente mesotrófico. Atribui-se a essas classificações provavelmente aos lançamentos indevidos bem como aos lançamentos de esgotos da ETE João de Deus.

No trecho em que se encontra o quarto ponto (P4) localizado no bairro Antônio Cassimiro, foi o ponto que apresentou a maior quantidade de problemas estruturais. Observou-se interconexões com a rede de esgoto e tubulações com lançamentos indevidos, margens fortemente assoreadas, presença

de animais de grande porte, grande quantidade de resíduos sólidos como pneus, presença de macrófitas e ausência de vegetação ciliar (Figura 5). Quanto ao assoreamento este é ainda mais preocupante neste ponto por existir postes de energia elétrica ao logo da margem do riacho. Presenciou-se no dia da visita a presença de pessoas banhando em alguns animais (cavalos) dentro da água do riacho.

No quinto e último ponto (P5) (Figura 6) e já próximo a foz no Rio São Francisco não se observou presença de interconexões com a rede de esgotos nem lançamentos indevidos, porém a presença de resíduos sólidos urbanos e da construção civil ao longo das margens neste trecho foi evidente. Notou-se margens assoreadas e a presença de animais de pequeno porte e até mesmo de aves como garças e répteis como cágados, provavelmente por ser uma região mais próxima da sua foz. Percebeu-se neste ponto baixa densidade de vegetação ciliar a presença de cerca nas suas margens.

Figura 4 – Ponto de visita P3.

Figura 5 – Ponto de visita P4.

Figura 6 – Ponto de visita P5.

Na imagem da Figura 7 observa-se o aspecto visual de coloração das amostras dos cinco pontos na primeira campanha. Percebe-se nitidamente que a amostra da água do P1, ponto sem influência das ações de uso e ocupação do solo não apresenta coloração. Já as demais amostras apresentam colorações.

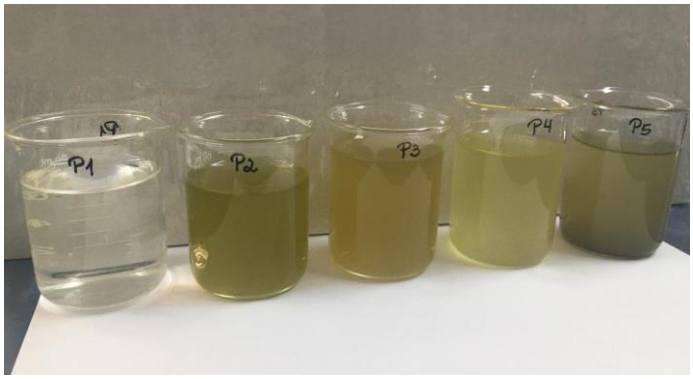

Figura 7 – Amostras da água do Riacho das Porteiras nos pontos de visitação na primeira campanha.

Nenhum dos pontos do riacho houve atividade de recreação. Apenas nos pontos P3 e P4 havia moradias nas margens do riacho. A presença de resíduos sólidos detectada em todos os pontos, nas margens do riacho feri o inciso primeiro do artigo 4 da Resolução CONAMA 307/02 que proibi a disposição dos resíduos em corpos d`água e áreas protegidas por lei como é o caso das margens de Riachos. Conforme inciso primeiro do artigo 10 da Resolução 307/02, os resíduos da construção civil classificados como do tipo Classe A (construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

Quanto aos lançamento indevidos, embora o artigo 17 do Plano Diretor de Petrolina (PETROLINA, 2006) preconize que o saneamento básico deverá assegurar à população o acesso a um sistema de coleta e tratamento adequado dos esgotos sanitários e águas servidas, seja em área urbana ou rural, objetivando melhorar as condições ambientais, de saúde e salubridade fica evidente neste diagnóstico preliminar que serviços de coleta adequada de resíduos sólidos bem como disposição adequada de esgotos domésticos devem ser intensificados nas áreas que margeiam o Riacho Porteiras. Já o artigo 58 inciso III evidencia a coibição de ações predatórias ao meio ambiente,

tais como a degradação do solo (desmatamento e queimadas) e desmatamento desordenado nas margens de riachos sendo este mais um aspecto a merecer ações por parte do poder público.

Neste diagnóstico também foi possível verificar infrações da lei nº 12.727, de 2012 (BRASIL, 2012) pela supressão da mata ciliar e pela ocupação indevida do solo, visto que em perímetro urbano no contexto abordado do presente trabalho, delimita-se a distância mínima de construções para as margens do riacho das Porteiras variando entre 30 e 50 metros de distância, dependendo da largura do curso d'água que nos pontos visitados variaram entre 10 e 50 metros de largura. A mata ciliar nas margens de fluxos d'águas é de fundamental importância, uma vez que evita erosões, e, a poluição dos lençóis freáticos e dos rios, lagos e lagoas, criam corredores verdes que mantém diversas formas de vida animal e vegetal e, em consequência beneficiam os seres humanos (VIEIRA, 2013).

A presença das plantas aquáticas como "Baronesas" - *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms e *Polygonum lapathifolium L* ou plantas bioindicadoras de ambientes eutrofizados segundo Pott & Pott (2000), corroboram com os resultados do IET e do IQA, evidenciando ambientes ricos em nutrientes que favorecem o crescimento acelerado de tais plantas. Esses nutrientes indicam ser oriundos tanto de efluentes domésticos seja das ETEs João de Deus e do Antônio Cassimiro, como dos lançamentos indevidos, além das atividades agrícolas do perímetro de irrigação por onde o Riacho percorre.

CONCLUSÕES

Os resultados do diagnóstico preliminar demonstram os impactos que a área urbana do município de Petrolina gera para o riacho Porteiras, sendo evidente a necessidade de serem adotas medidas de recuperação das margens do Riacho Porteiras no trecho urbano avaliado, principalmente no que tange a recuperação da mata ciliar, ao lançamento de despejos indevidos e disposição de resíduos sólidos inadequadamente.

A qualidade da água do Riacho Porteiras apresentou variações que estão associadas a diferentes fontes de contaminação, entre elas a área agrícola, os lançamentos de esgoto e resíduos sólidos. Com relação ao índice de qualidade e aos graus de trofia, observou-se que todos os pontos avaliados se encontram impactados, classificando a água como de péssima qualidade e ambiente mesotrófico, indicando um moderado enriquecimento de nutrientes e crescimento planctônico.

Os resultados obtidos são subsídios para gestores públicos elaborarem práticas e ações de recuperação e proteção do riacho, em seu meio físico e biótico. Estudos posteriores para avaliação de resíduos de agroquímicos e metais pesados para se avaliar a influência da área agrícola no riacho, são recomendados.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22°ed., Washington, American Public Health Association Pub., 1935 p, 2012.

BARRETO, R. D. *Uso e ocupação do solo às margens do Rio São Francisco no Município de Petrolina-PE: impactos ambientais no canal fluvial*. Tese de Doutorado. UFPE, 2015. 110 f.

BRASIL. Lei nº 12,651, de 12 de maio de 1012. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: 2012.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. Índice de Estado Trófico (IET). São Paulo. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/04.pdf >. Acesso em: 15 jun. 2022.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. Índice de qualidade das águas. São Paulo. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/02.pdf> Acesso em: 10 jun. 2022.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 307 de 05 de julho de 2002.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos. Disponível em <https://portal.inmet.gov.br/ >. Acesso em: 05/06/2022.

LAMPARELLI, M.C. *Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento*. 2004. 235 f. Tese (Doutorado) –Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

NIGRO, M. *Dos riachos aos canais: o desprezo pela natureza na cidade em ambiente semiárido no Brasil (Juazeiro-BA).* 298f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

PETROLINA. Lei Municipal 1.875/2006. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo de Petrolina. 2006.

POTT, V.J. & POTT, A. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Brasília: Embrapa, 2000.

VIEIRA, R. R. M. A. 2013. *A utilidade das matas ciliares como área de preservação permanente. Disponível* em: https://jus.com.br/artigos/25273/a-utilidade-das-matas-ciliares-como-area-de-preservacao-permanente. Acessado em: 15, jun, 2022.

AGRADECIMENTOS Ao Programa de Educação Tutorial/MEC/FNDE pelo auxilio financeiro à pesquisa e a Universidade Federal do vale do São Francisco.