

Parâmetros físicos (temperatura, condutividade elétrica e turbidez) na avaliação de corpos de água impactados na área urbana da cidade de Manaus, AM

Physical parameters (temperature, electrical conductivity and turbidity) in the evaluation of impacted water bodies in the urban area of the city of Manaus, AM

DOI:10.34117/bjdv8n11-069

Recebimento dos originais:06/10/2022

Aceitação para publicação: 07/11/2022

Anderson da Silva Lages

Doutor em Química Analítica

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Endereço: Avenida André Araújo, S/N, Aleixo, Manaus - AM

E-mail: asl.qmc@gmail.com

Sebastião Átila Fonseca Miranda

Doutor em Química Analítica

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Endereço: Avenida André Araújo, S/N, Aleixo, Manaus - AM

E-mail: sebastiaomiranda1958@gmail.com

Sâmia Albuquerque Dourado

Tecnóloga em Processos Químicos

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Endereço: Avenida André Araújo, S/N, Aleixo, Manaus - AM

E-mail: samiaalb@gmail.com

Aretusa Cetauro de Abreu

Tecnóloga em Química de Alimentos

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Endereço: Avenida André Araújo, S/N, Aleixo, Manaus - AM

E-mail: aretusacetauro@gmail.com

Sérgio Roberto Bulcão Bringel

Doutor em Química Analítica

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Endereço: Avenida André Araújo, S/N, Aleixo, Manaus - AM

E-mail: sergiobringel.srb@gmail.com

Sávio José Filgueiras Ferreira

Doutor em Química Ambiental

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Endereço: Avenida André Araújo, S/N, Aleixo, Manaus - AM

E-mail: saviojfferreira@gmail.com

Márcio Luiz da Silva

Doutor em Hidrogeoquímica

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

Endereço: Avenida André Araújo, S/N, Aleixo, Manaus - AM

E-mail: marciols44@gmail.com

RESUMO

A Física é uma área de grande alcance na sociedade moderna, contudo, há pouca aplicação em diagnósticos ambientais usando somente variáveis físicas. Diante desse disso, o presente estudo teve por objetivo avaliar três variáveis físicas (temperatura, condutividade elétrica e turbidez) em uma bacia hidrográfica urbana localizada no centro do polo industrial de Manaus – A Bacia Hidrográfica do Educandos – BHE. Foram selecionados nove pontos na BHE e as amostras de águas foram coletadas na superfície dos corpos de águas em frascos de polietileno. As amostras foram conduzidas ao laboratório de Química Ambiental do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. A temperatura da água foi determinada no campo com um termômetro de mercúrio. Condutividade elétrica e turbidez foram analisados por métodos eletroquímicos, com instrumentos de bancada. Os resultados mostraram valores de temperatura acima de 30° C o que sugere falta de arborização nas margens dos corpos de água, valores estes mais elevados que há duas décadas. A condutividade elétrica apresentou valores acima de 400 $\mu\text{S cm}^{-1}$ o que denota a grande quantidade de eletrólitos lançados nesses ambientes, caracterizados naturalmente como pouco condutivos, e a turbidez elevada sugere solos revolvidos nas margens. A única exceção foi o ponto P1, que ainda guarda as condições físicas naturais desta bacia hidrográfica.

Palavras-chave: física ambiental, ACP, bacia hidrográfica dos educandos.

ABSTRACT

The Physics is an area of great reach in modern society, however, there is little application in environmental diagnostics using only physical variables. In view of this, the present study aimed to evaluate three physical variables (temperature, electrical conductivity and turbidity) in an urban watershed located in the center of the industrial pole of Manaus: The Educandos Hydrographic Basin – EHB. Nine points were selected in the EHB and the water samples were collected on the surface of the water bodies in polyethylene bottles. The samples were taken to the Environmental Chemistry Laboratory of the National Institute for Research in the Amazon. The water temperature was determined in the field with a mercury thermometer. Electrical conductivity and turbidity were analyzed by electrochemical methods, with benchtop instruments. The results showed temperature values above 30°C, which suggests a lack of afforestation on the banks of water bodies, values higher than two decades ago. The electrical conductivity presented values above 400 $\mu\text{S cm}^{-1}$, which denotes the large amount of electrolytes released in these environments, naturally characterized as poorly conductive, and the high turbidity suggests upturned soils on the margins. The only exception was point P1, which still retains the natural physical conditions of this watershed.

Keywords: environmental physics, PCA, educandos hydrographic basin.

1 INTRODUÇÃO

A Física é uma área de grande aplicação na sociedade e nas questões ambientais não seria diferente. Algumas medidas físicas são utilizadas para avaliar o quanto um ambiente se distanciou do seu estado natural. A turbidez, a condutividade elétrica e a temperatura, são exemplos dessas medidas. Nas águas superficiais da cidade de Manaus, os valores de temperatura dos corpos de água que atravessam Manaus não eram superiores a 30° C e os de condutividade elétrica não ultrapassavam os 20 $\mu\text{S cm}^{-1}$ há três décadas. Um exemplo disso é o corpo de água que atravessa o polo industrial de Manaus, chamado igarapé do Quarenta (igarapé = *caminhos de água*, do tupi), localizado na Bacia Hidrográfica do Educandos – BHE, que apresenta valores de temperatura e condutividade elétrica muito acima daqueles que representariam um sistema natural, resultado da intensa pressão de eletrólitos lançados pela atividade urbana.

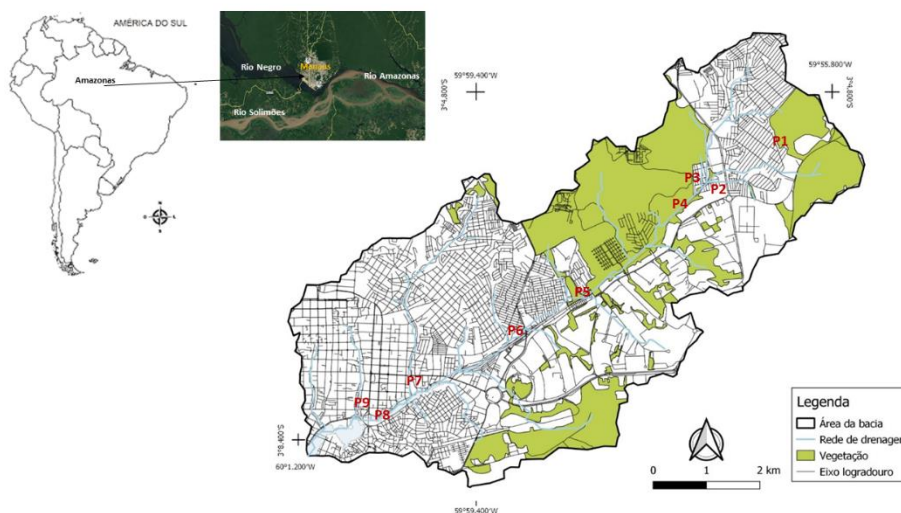
Muitos trabalhos já foram executados nas águas dos igarapés que cruzam Manaus. Dentre os igarapés já estudados, o destaque os corpos de água localizados na Bacia Hidrográfica do Educandos, bacia hidrográfica que corta grande parte do polo industrial de Manaus. Já foram realizados diversos estudos nessas águas versando sobre íons, metais pesados, compostos orgânicos e coliformes fecais. Todos esses trabalhos ao longo de três décadas evidenciaram o quão as águas da Bacia Hidrográfica do Educandos estão comprometidas (Bringel, 1986; Silva et al., 1996; Guedes, 2003; Pio et al., 2013; Calvo e Oliveira, 2020). Contudo, pouco destaque foi dado nesses trabalhos com relação à avaliação física dessas águas.

Desse modo, esse estudo teve por objetivo avaliar alguns corpos de água da cidade de Manaus através das variáveis Físicas Temperatura, Condutividade Elétrica e Turbidez em um ambiente já sob influência antrópica, como a Bacia Hidrográfica do Educandos e evidenciar a aplicação destas variáveis em um diagnóstico ambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram monitorados nove pontos de coletas de água na Bacia Hidrográfica do Educandos - BHE ao longo do polo industrial de Manaus, onde foram denominados de P1- Nascente do IFAM zona leste, P2- antigo posto de vistoria do Detran zona leste, P3- conjunto Industriário, P4- junção do corpo de água P2 com P3, P5- Manaus 2000, P6- Studio 5, P7- foz do igarapé da Cachoeirinha, P8- foz do igarapé do Quarenta e P9- foz do igarapé do Mestre Chico (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização dos pontos de coleta de água na Bacia Hidrográfica do Educandos



As coletas ocorreram entre os meses de junho de 2021 e maio de 2022, perfazendo um ciclo hidrológico. As amostras de água foram coletadas em frascos de polietileno fixadas em uma barra de teflon que era colocada no meio dos corpos de água. As coletas eram feitas próximas da superfície da água. Em seguida, as amostras eram acondicionadas e transportadas ao Laboratório de Química Ambiental-CODAM/INPA.

A temperatura foi determinada com um termômetro digital em campo. A turbidez foi medida com um turbidímetro, onde as unidades foram expressas em UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez) e a condutividade elétrica foi avaliada com um condutivímetro digital e as unidades apresentadas em micro Siemens por centímetro ($\mu\text{S cm}^{-1}$).

Por fim, foi aplicada a Análise da Componente Principal – ACP para descrever padrões entre os pontos de coleta em função das variáveis físicas analisadas. Para esse tratamento estatístico se usou o software R versão 4,01.

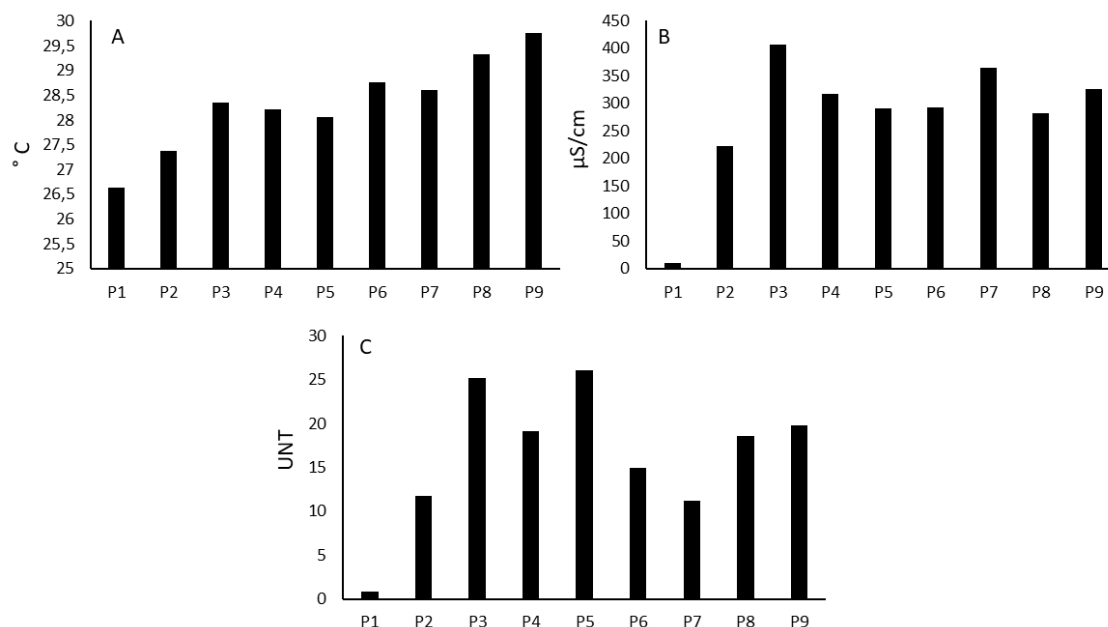
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram construídos assentados nas médias das medidas realizadas entre junho de 2021 e junho de 2022. Os resultados de temperatura da água apontaram que as menores foram obtidas no P1, local bem arborizado e ainda protegido de dejetos industriais que poderiam elevar a temperatura da água. Os maiores valores de temperatura foram observados nas fozes da BHE. Pode-se apontar aqui dois fatores que podem ter contribuído para isso: o primeiro associado à falta de arborização das margens dos igarapés mais à jusante da bacia hidrográfica, como as três fozes monitoradas. O segundo

fator pode estar associado ao horário em que as medidas foram feitas. Se na nascente do IFAM zona leste as medidas eram feitas próximo das 08:00 da manhã, nas fozes as medidas eram feitas próximo das 11:00 horas. Contudo, reconhece-se que, se houvesse cobertura vegetal nesses locais, as temperaturas poderiam ser menores. As temperaturas variaram de 26,64° C no P1 a 29,75° C no P9 (Figura 1-A).

A condutividade elétrica foi o segundo parâmetro usado nesta avaliação física. Essa variável responde pelo teor de eletrólitos dissolvidos na água, ou seja, as cargas elétricas ali presentes. A condutividade elétrica variou nos locais monitorados de 9,90 $\mu\text{S cm}^{-1}$ no P1 a 406,33 $\mu\text{S cm}^{-1}$ no P3. O ponto P1 representou com fidelidade as condições naturais para essa variável. No entanto, ao contrário do que se esperava, que seriam os valores maiores nas fozes, não foi o que se percebeu nesta avaliação. O P3, cujo valor de condutividade foi o maior, é um ponto na BHE que recebe uma carga de esgotos muito elevada para um baixo volume de água. Talvez por esse mesmo motivo – diluição/concentração, as águas das fozes nos P7, P8 e P9 apresentaram valores menores de condutividade elétrica. Como os volumes são maiores nas fozes, ocorre o fenômeno da diluição de eletrólitos, o que implica numa diminuição da condutividade elétrica (Figura 1-B).

Figura 2: Variação da temperatura (A), da condutividade elétrica (B) e da turbidez (C) nos locais monitorados na BHE.



E por fim, a turbidez nas águas da BHE variou de 0,85 UNT no P1 a 26 UNT no P5. O P1 novamente se mostrou como um ótimo referencial para uma avaliação física.

Os maiores valores de turbidez no P5 podem ser explicados pela influência de intervenções viárias provocadas pelo poder público nesse local. Ao longo dos 12 meses de monitoramento nesta BHE foi possível observar por diversas ocasiões a presença de dragas e maquinarias que revolviavam o leito do igarapé e suas margens. Isso, certamente, influenciou nas taxas de turbidez observadas nesse estudo (Figura 1-C).

Para fins de comparação dos resultados a tabela 1, a seguir, traz os dados destas variáveis físicas medidas ao longo de aproximadamente três décadas na Bacia Hidrográfica do Educandos. Os resultados expressaram o quanto as águas superficiais desta bacia hidrográfica estão vulneráveis à pressão poluidora da cidade de Manaus.

Tabela 1: Valores máximos de Temperatura, condutividade elétrica e turbidez nas águas da Bacia Hidrográfica do Educandos

Temperatura	Autores/Temperatura (°C)	Valor máximo	Ano
	Esse estudo	32	2022
	Calvo e Oliveira	33	2020
	Viana	32,8	2018
	Silva	31,3	2016
	Normando	28	2014
	Melo <i>et al</i>	33	2005
	Guedes	35	2003

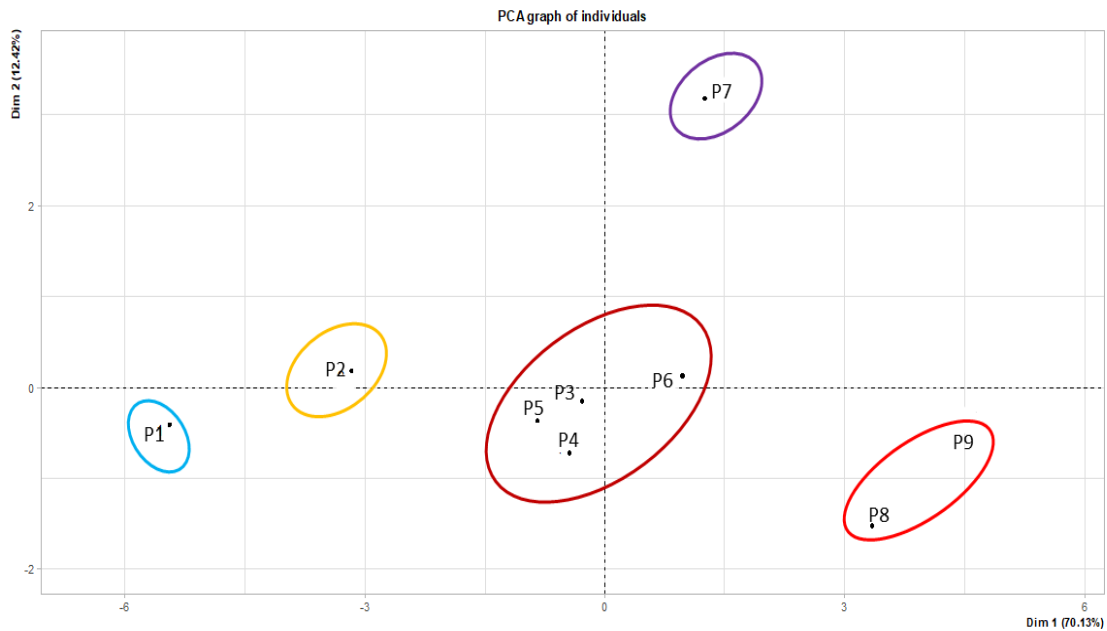
Condutividade elétrica	Autores/condutividade elétrica (µS/cm)	Valor máximo	Ano
	Esse estudo	462	2022
	Calvo e Oliveira	401,3	2020
	Viana	329	2018
	Pontes	442,1	2016
	Pascoalotto et al	241,57	2015
	Silva	643	2010
	Pinto <i>et al</i>	182	2008
	Melo <i>et al</i>	267	2005

Turbidez	Autores/turbidez (UNT)	Valor máximo	Ano
	Esse estudo	89,9	2022
	Calvo e Oliveira	97,3	2020
	Silva	102,6	2016
	Pascoalotto <i>et al</i>	58,89	2015
	Normando	86	2014

Também se buscou verificar similaridades entre os locais de coleta, e, para isso, se fez um teste da Análise de Componente Principal- ACP com o objetivo de identificar padrões entre as variáveis avaliadas neste diagnóstico físico da bacia hidrográfica. Na

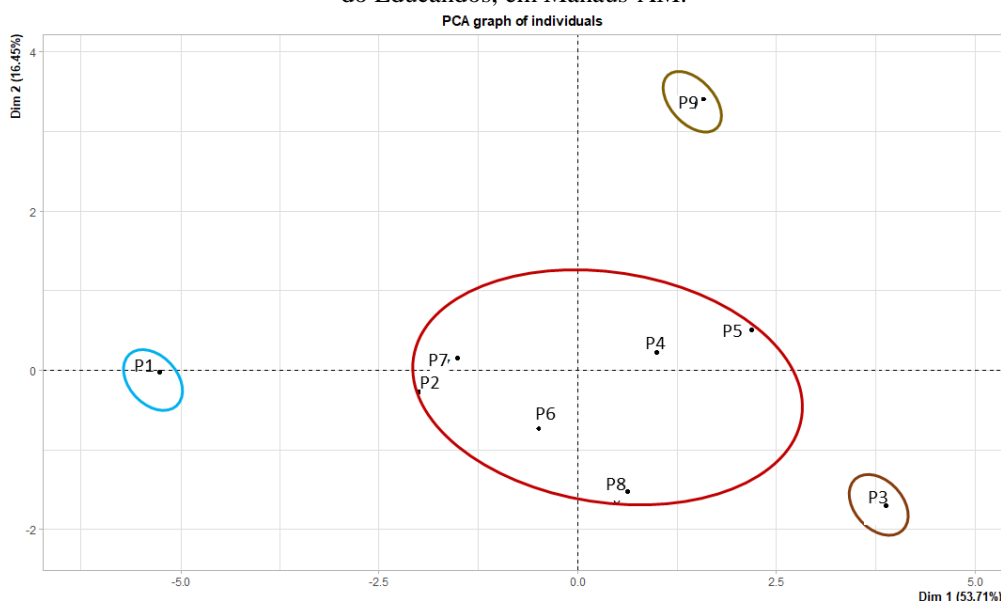
ACP também se identificou que a cobertura vegetal agrupou os locais de coleta com base na arborização. Vale ressaltar que os horários de coleta também podem ter influenciado nessa divisão de grupos (Figura 3). Contudo, a nascente se destaca em um quadrante oposto às fozes do Quarenta e do Mestre Chico, mostrando comportamento antagônico entre essas duas localidades.

Figura 3: Análise da Componente Principal para temperatura aplicada nos locais monitorados na Bacia Hidrográfica do Educandos, em Manaus-AM.



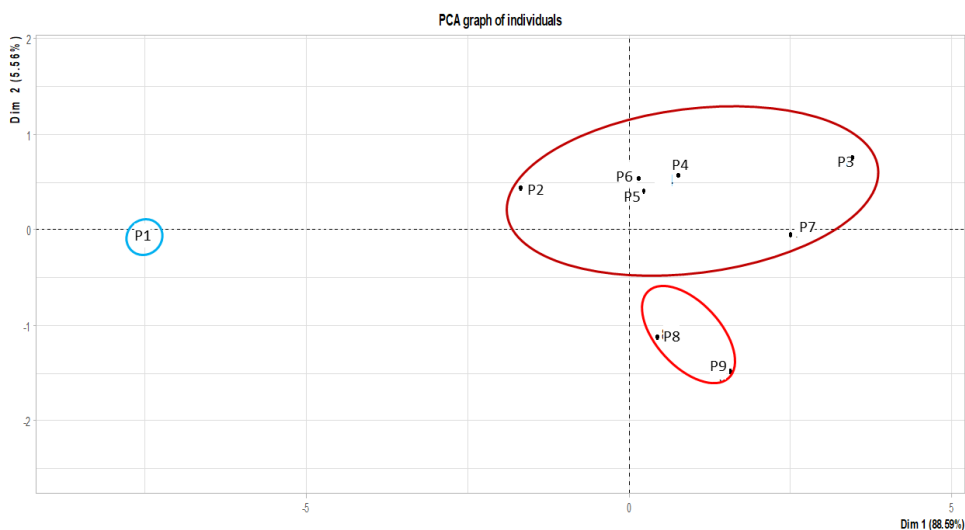
Em resultado que destaca muito bem o que já foi comentado sobre a turbidez, o P1 se destaca dos demais locais, sobretudo do P9 e do P3 – ponto já caracterizado como um local que recebe grande quantidade de efluentes domésticos. Entretanto, é interessante notar o grupo intermediário obtido pelo demais locais de coleta, que podem ser classificados como ambientes afins em turbidez (Figura 4).

Figura 4: Análise da Componente Principal para turbidez nos locais monitorados da Bacia Hidrográfica do Educandos, em Manaus-AM.



Com relação à condutividade elétrica (Figura 5), houve a formação de três grupos afins. Novamente, a nascente do IFAM se destaca – o P1, em um quadrante inverso aos observados para P8 e P9 – as duas fozes da BHE. Esses resultados sugerem que a nascente do IFAM zona leste pode servir de referencial para estudos físicos, enquanto que as fozes da BHE, em especial o P8 e o P9, são marcadores de ambientes altamente impactos por atividades antrópicas.

Figura 5: Análise da Componente Principal para a variável condutividade elétrica.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medições físicas feitas nesse estudo se revelaram ferramentas simples e de grande alcance na avaliação de corpos de água. As águas da Bacia Hidrográfica do Educandos estão contaminadas, do ponto de vista físico, e necessitam de uma intervenção socioambiental. Há um evidente aumento dos valores das variáveis físicas medidas ao longo dos anos, resultante do lançamento de eletrólitos diversos nessas águas, sobretudo, de procedência doméstica. A nascente do IFAM zona leste – o P1 se mostrou um ótimo marcador de referência de naturalidade. Contudo, os demais pontos de monitoramento, em especial as fozes da bacia hidrográfica, se mostraram altamente degradadas, o que representou quase 90% das águas analisadas.

AGRADECIMENTOS

Essa artigo foi realizado como parte do Projeto de P&D IETÉ, realizado pelo INPA em parceria com a Samsung Eletrônica da Amazônia, o qual contou com financiamento da Samsung, usando recursos da Lei de Informática para a Amazônia Ocidental (Lei Federal nº 8.387/1991), estando sua divulgação de acordo com o previsto no artigo 39.º do Decreto nº 10.521/2020. Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, pela oportunidade na qualificação científica, apoio logístico, material técnico e de consumo para o desenvolvimento das pesquisas, assim como o apoio logístico fornecido pelo Programa LBA, nas pesquisas realizadas na Estação de Pesquisa LBA, situada na ZF2 (Reserva Biológica do Cuieiras), Manaus-AM.

REFERÊNCIAS

- Bringel, S. R. B. (1986) Estudos do nível de poluição nos igarapés do Quarenta e do Parque Dez de Novembro. Manaus, Universidade de Tecnologia do Amazonas/UTAM, 86p. il. (Relatório Técnico).
- Calvo, B. D. R.; Oliveira, T. C. S. Hydrochemical Analysis of a Basin under Anthropogenic Influence and Effects in Manaus' Shoreline – Central Amazonia. *Rev Caminhos de Geografia*, 21 – 77 (209 – 219), 2020.
- Guedes, N. C. C. Poluição Aquática na microbacia do igarapé do Quarenta, Manaus- AM. Dissertação de mestrado apresentado ao programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas, 2003.
- Melo, E. G. F.; Silva, M. S. R. Miranda, S. A. F. Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas. *Caminhos de Geografia* 5 (16) 40-47, 2005.
- Normando, M.N. Qualidade da água no Igarapé do Mestre Chico. Dissertação (mestrado profissional em processos construtivos e Saneamento urbano). Universidade Federal do Pará. Belém, 2014.
- Pascoaloto, D.; Soares, C. C.; Silva, M. S. R.; Qualidade da água e Comunidades de macroalgas em igarapés urbanos e no rio Negro. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Manaus-AM, 2015.
- Pinto, A.G.N; Horbe, A.M.C; Silva, M.S.R; Miranda, A.F; Pascoaloto, D; Santos, H. M.C Efeitos da contribuição antrópica sobre as águas do rio Negro, na cidade de Manaus, estado do Amazonas. *Caminhos de Geografia*. Universidade Federal de Uberlândia, UFU. Uberlândia, 2008. 26-32p.
- Pio, M. C. S.; Souza, K. S.; Santana, G. P. Capacidade da *Lemna aequinoctialis* para acumular metais pesados de água contaminada. *Acta Amazonica*, v. 43, n. 2, p. 203– 210, 2013.
- Pontes, A. R. A. Investigação de Cocaína e Benzoilecgonina em águas residuais de Manaus. Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Química, 2018.
- Silva, M. S. R.; Ramos, J. F.; Pinto, A. G. N. Metais de transição nos sedimentos de igarapés de Manaus. *Acta Limnológica Brasiliensis* vol 11 (2), 89 – 100, 1996.
- Viana, M. C. Estudo de Contaminantes em água, sólidos totais suspensos e sedimentos de igarapés da zona urbana de Manaus- AM. Dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas, 2018