



Kely Cristina Pacheco GUEDES*

 <https://orcid.org/0009-0008-3174-2572>

Karina Cardoso VALVERDE**

 <https://orcid.org/0000-0003-4518-8900>

Recebido em: 18 de maio de 2023.

Aprovado em: 12 de junho de 2023.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA NO CANAL DO JANDIÁ E CANAL DAS PEDRINHAS NA CIDADE DE MACAPÁ, AMAPÁ, BRASIL

RESUMO

Macapá está com a qualidade de seus corpos hídricos comprometida devido à ação antrópica, já que parte da população urbana vive em áreas de ressaca, que trazem inúmeros problemas ambientais para a cidade. Além disso, as chuvas intensas aumentam a frequência de alagamentos, principalmente, para a população que vive em locais próximos aos canais de Macapá. Assim, este estudo propõe realizar a caracterização físico-química e microbiológica em dois pontos de alagamentos da cidade: o canal do Jandiá e o canal das Pedrinhas, a fim de avaliar se os parâmetros de qualidade se enquadram nos valores máximos permitidos na legislação vigente. A caracterização da água de estudo foi realizada por meio dos seguintes parâmetros de qualidade: condutividade elétrica, cor, cloreto, dureza total, ferro, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*). As análises de: condutividade elétrica, cor, ferro, oxigênio dissolvido, turbidez, coliformes totais e *E. coli* evidenciaram que a qualidade da água está em desacordo com a legislação vigente para águas de classe 2, confirmando que o ambiente está impactado de forma negativa, possivelmente, devido ao lançamento de resíduos sólidos e esgoto doméstico nos canais. Esses fatores contribuem para diversos riscos à saúde da população, com consequências diretamente relacionadas à doenças de veiculação hídrica e problemas ao meio ambiente, como a poluição dos canais.

Palavras-chave: Ambientes impactados. Pontos de alagamento. Qualidade da água.

WATER CHARACTERIZATION IN THE JANDIÁ AND PEDRINHAS CANALS IN THE CITY OF MACAPÁ, AMAPÁ, BRAZIL

ABSTRACT

Macapá has had the quality of its water bodies compromised due to anthropic action since part of the urban population lives in surging sea areas, which brings countless environmental problems to the city. In addition, heavy rainfall increases the frequency of flooding, especially for the population that lives near the canals of Macapá. Accordingly, this study proposes to perform the physical-chemical and microbiological characterization of two flooding points in the city: the Jandiá Canal and the Pedrinhas Canal, in order to assess whether the quality parameters are in conformity with the maximum values allowed by current legislation. The characterization of the sample water was carried out by using the following quality parameters: electrical conductivity, color, chloride, total hardness, iron, ammoniacal nitrogen, dissolved oxygen, pH, turbidity, total coliforms, and *Escherichia coli* (*E. coli*). Analysis of: electrical conductivity, color, iron, dissolved oxygen, turbidity, total coliforms, and *E. coli* showed that the water quality is in disagreement with the current legislation for type 2 water, which confirm that the environment is negatively impacted, possibly due to the disposal of solid waste and domestic sewage in the channels. Such factors contribute to several health risks for the population, with consequences directly related to water-borne diseases and environmental problems, such as the pollution of the canals.

Keywords: Impacted environments. Flooding points. Water quality.

* Graduanda em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, UNIFAP, e-mail: kcppacheco@gmail.com**Doutora, Docente do Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, UNIFAP, e-mail: karina.valverde@unifap.br

1 INTRODUÇÃO

Macapá é a capital do estado do Amapá (AP) e está localizada à margem esquerda do rio Amazonas no extremo norte do Brasil. De acordo com os últimos dados, do ano de 2021, publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Macapá possui uma população estimada com 522.357 habitantes e uma área territorial de 6.563,849 km² (IBGE, 2022).

O rio Amazonas possui fins múltiplos, dentre os quais pode-se citar: a navegação, o abastecimento de água para o sistema de captação da Concessionária de Saneamento do Amapá (CSA), a drenagem de águas pluviais e o lançamento de esgoto doméstico (DAMASCENO *et al.*, 2015).

Destaca-se também que, no perímetro urbano de Macapá, se encontram cinco canais de escoamento diretamente ligados ao rio Amazonas, onde tributam suas cargas de drenagem, sendo eles: canal do Jandiá, canal do Perpétuo Socorro, canal da Mendonça Júnior, canal do Santa Inês e canal das Pedrinhas (SANTOS, 2017).

Assim, Macapá sofre as consequências da falta de planejamento urbano e ausência de saneamento básico, impactando a qualidade de vida da população. As atualizações mais recentes sobre os dados de saneamento básico na capital, publicados pelo Instituto Trata Brasil (ITB), apontam que 62,4% da população ainda não têm acesso à água tratada e 89,2% não contam com coleta de esgoto (ITB, 2022).

Além disso, de acordo com Bastos (2010), o processo de expansão do espaço urbano da capital amapaense ocorreu através da invasão de áreas de ressacas em locais inadequados para a construção de moradias e, nos perímetros urbanos, em geral, através da ocupação do solo com construções desordenadas, sem o devido planejamento.

O período chuvoso em Macapá ocorre entre os meses de dezembro e agosto, podendo ocorrer fortes chuvas com grandes volumes de água (BASTOS, 2010), favorecendo a ocorrência dos alagamentos no perímetro urbano. Sousa, Cunha e Cunha (2021) consideram que Macapá possui atualmente 28 pontos de áreas de risco suscetíveis a alagamentos.

Com esse fato, há inúmeros transtornos causados à população, principalmente, nos locais em que esses eventos de alagamentos ocorrem com mais frequência. O volume de chuvas intensas em algumas áreas aumenta o índice de casos de doença de veiculação hídrica, pois ocorre o transbordamento de canais, que se juntam aos vários tipos de esgotos domésticos, invadindo as residências, contaminando seus poços e elevando assim o número de doenças

como: diarreias, verminoses, doenças de pele, conjuntivites, leptospirose e esquistossomose (CESA; DUARTE, 2010).

Para Damasceno *et al.* (2015), a cidade de Macapá está com a qualidade de seus corpos hídricos comprometida devido à ação antrópica, já que parte da população urbana da capital vive em áreas desestruturadas, que trazem inúmeros problemas ambientais para a capital amapaense.

Assim, este estudo propõe caracterizar a água em dois pontos de alagamentos da cidade de Macapá: Canal do Jandiá e Canal das Pedrinhas, através de análises físico-químicas e microbiológicas, a fim de verificar se as características da água estão de acordo com padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2005).

A escolha dos dois canais para este trabalho se deu pela importância que o canal do Jandiá e o canal das Pedrinhas exercem sobre a cidade de Macapá.

Segundo Cardoso *et al.* (2015), o canal do Jandiá (Figura 1) possui uma extensão de cerca de 4,2 km, abrangendo os bairros: Pacoval, São Lázaro e Cidade Nova de Macapá, e desemboca direto no rio Amazonas. Sua área total é de 2.380.156,25 m². O canal faz parte do sistema de drenagem dos bairros: Santa Rita, Jesus de Nazaré e Lagunho (SANTOS, 2017; PICANÇO, 2018). A foz do canal comporta um porto de pequeno porte por onde são transportadas mercadorias que abastecem o comércio local (SANTOS, 2017).

Figura 1 - Canal do Jandiá



Fonte: Dos próprios autores.

O canal das Pedrinhas (Figura 2) está localizado no perímetro urbano, entre os bairros Jardim Marco Zero e Pedrinhas, na região sul da capital Macapá. Existe a intensa interferência da população que reside às suas margens, sendo o canal utilizado como um meio de destinação

final de resíduos e esgoto doméstico sem tratamento. O canal possui importância econômica pois transporta pequenas embarcações que fornecem madeira para o comércio local, além de pessoas. Devido à intensa atividade ao redor do canal é visível a pressão antrópica no corpo hídrico (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Figura 2 - Canal das Pedrinhas



Fonte: Dos próprios autores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram delimitadas duas áreas de estudo, que apresentam maior frequência de alagamentos em Macapá: canal do Jandiá e canal das Pedrinhas. Para cada área, foi estabelecido um ponto de coleta, conforme demonstrado nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 - Ponto de coleta das amostras no canal do Jandiá



Fonte: Dos próprios autores; adaptada de satélite *Google Earth*

Figura 4 - Ponto de coleta das amostras no canal das Pedrinhas



Fonte: Dos próprios autores; adaptada de satélite *Google Earth*

Foram utilizadas luvas descartáveis de látex durante as coletas e cada amostra de água coletada foi armazenada em embalagem de polipropileno de 500 mL.

As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento e Química Ambiental do curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), imediatamente, após as coletas.

A caracterização da água de estudo foi realizada por meio dos seguintes parâmetros de qualidade: condutividade elétrica, cor, cloreto, dureza total, ferro, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*). Os métodos analíticos, valores máximos permitidos (VMP) e as unidades de medidas correspondentes são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros de qualidade, métodos de análise, VMP e unidades de medida

Parâmetros de Qualidade	Método de Análise	VMP ^(*)	Unidade de Medida
Cloreto	Espectrofotométrico: Kit <i>HACH</i> Tiocianato Mercúrio Reagente para Cloreto [®]	250	mg/L Cl ⁻
Condutividade elétrica	Eletrométrico	-	μS/cm
Cor	Espectrofotométrico	75	mg Pt/L

Dureza total	Espectrofotométrico: Kit <i>HACH</i> Solução EDTA 1 M [®]	-	mg/L CaCO ₃
Ferro	Espectrofotométrico: Reagente Ferrover [®]	0,3	mg/L Fe
Nitrogênio amoniacal	Espectrofotométrico: Kit <i>HACH</i> Reagente Nessler [®]	3,7 (em pH < 7,5)	mg/L NH ₃ - N
Oxigênio dissolvido	Eletrométrico	> 5	mg/L O ₂
pH	Potenciométrico	6 a 9	-
Turbidez	Nefelométrico	100	UNT
Coliformes totais	Meio cromogênico com reagente <i>Colilert</i> /IDEXX e cartela estéril	1000	NMP/ 100 mL
<i>E.coli</i>		-	

Fonte: CONAMA, 2005. (*) Valores máximos permitidos segundo a Resolução CONAMA nº 357, de 2005.

Águas de classe 2 são aquelas águas doces que podem ser destinadas ao consumo humano, após o tratamento convencional em uma estação de tratamento de água (ETA), como é o caso do rio Amazonas em Macapá. Assim, foi considerado esse enquadramento do corpo receptor para fins de comparação dos resultados obtidos com os valores máximos permitidos que constam na legislação (CONAMA, 2005).

Os equipamentos utilizados para as análises físico-químicas e microbiológicas foram:

- Sonda multiparâmetro *AZ Instrument 86031 Water Quality Meter*: análises físico-químicas de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e pH;
- Turbidímetro *Linelab Digital com registro - TU Log*: análise física de turbidez;
- Espectrofotômetro *HACH DR 3900*: análises físico-químicas de cloreto, cor, dureza total, ferro e nitrogênio amoniacal;
- Seladora *IDEXX Quanti-Tray Sealer Modelo 2x Lab Sealer* e estufa *De*: análises microbiológicas de coliformes totais e *E.coli*. Essas análises consistem na quantificação dos coliformes totais e fecais presentes em uma determinada amostra, através de uma mistura entre a amostra e o reagente *Colilert* patenteado, com posterior transferência da solução para uma cartela estéril (100 mL), a qual é selada e mantida incubada a 35°C, durante 24 horas. Os resultados, em NMP/100 mL (número mais provável em 100 mL de solução), são obtidos pela relação de valores positivos entre os quadrados maiores e menores da cartela com aqueles verificados na tabela padrão para o teste *Colilert* (AMARAL; BEZERRA, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros de qualidade: cloreto, condutividade elétrica, cor, dureza total, ferro, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, pH, turbidez, coliformes totais e *E. coli.*, para cada amostra coletada nas áreas de estudo previamente definidas.

Tabela 1 - Resultados obtidos para os parâmetros de qualidade avaliados

Parâmetros de Qualidade	Canal do Jandiá		Canal das Pedrinhas		VMP ^(*)
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 1	Coleta 2	
Cloreto (mg/L Cl ⁻)	21,3	10,0	15,5	16,7	250
Condutividade elétrica (μS/cm)	158,4	153,2	136,2	227,0	-
Cor (mg Pt/L)	416	485	680	1074	75
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	1,38	1,85	1,27	1,51	-
Nitrogênio amoniacal (mg/L NH ₃ -N)	1,96	1,36	1,14	1,55	3,7 (em pH < 7,5)
Ferro (mg/L Fe)	2,37	1,80	1,52	2,08	0,3
Oxigênio dissolvido (mg/L O ₂)	4,2	3,7	3,9	4,6	> 5
pH	6,39	6,30	6,28	6,69	6,0 a 9,0
Turbidez (UNT)	51,4	68,0	60,0	164,0	100
Coliformes totais (NMP/100 mL)	2419,6	2419,6	2914,0	2419,6	1000
<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	1413,6	2419,6	2914,0	2491,6	-

Fonte: CONAMA, 2005. (*) Valores máximos permitidos segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 2005

Como a água coletada nos dois pontos de alagamento do presente estudo retorna ao corpo receptor, no caso o rio Amazonas, que é utilizado para captação de água bruta, seria importante que os parâmetros de qualidade avaliados estivessem de acordo com os valores máximos permitidos baseados no enquadramento para águas doces de classe 2 (CONAMA, 2005). Oliveira *et al.* (2016) consideram que todos os corpos hídricos do estado do Amapá se enquadram na classe 2 de águas doces.

O cloreto (Cl^-) presente na água está na forma de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl_2) e cloreto de magnésio (MgCl_2). Os valores obtidos para cloreto, entre 10,0 e 21,3 mg/L Cl^- , mostraram-se menores do que o limite máximo de 250 mg/L Cl^- citado na Resolução (CONAMA, 2005), o que indica que a água está de acordo com o referido parâmetro. O cloro em altas concentrações deixa a água com sabor salgado e com propriedades laxativas, sendo que concentrações elevadas estão relacionadas com o despejo de esgoto doméstico ou industrial nos corpos hídricos (BRASIL, 2014).

Santos e Morh (2013) consideram que a condutividade elétrica é utilizada para medir a carga elétrica presente na água e tem como principal objetivo mostrar possíveis fontes. Segundo Oliveira *et al.* (2016), as águas naturais apresentam, usualmente, condutividade elétrica inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nesse estudo, valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ foram encontrados em todas as coletas. Silva, Souza e Cunha (2014) afirmam que os valores de condutividade elétrica são diretamente proporcionais à concentração de sólidos totais dissolvidos, ocasionados, principalmente, pela produção de íons presentes no esgoto ou erosão de solos. Coelho (2008) descreve que valores altos para esse parâmetro indicam que o ambiente está impactado e a principal fonte causadora é a ação antrópica.

A cor apresentou valores muito superiores ao estabelecido pela legislação vigente, que é de até 75 mg Pt/L (CONAMA, 2005). Segundo Ferreira (2017), a cor geralmente está associada com a presença de sólidos dissolvidos e partículas coloidais e a ação antrópica tem relação direta com os elevados valores de cor. Assim, pode-se considerar que os 2 locais de estudo sofrem com a influência de esgoto doméstico, além de despejos de resíduos sólidos.

Dureza total refere-se à soma de íons: cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) na água, que são descritos como carbonato de cálcio (CaCO_3). A dureza total apresentou resultados na faixa de 1,27 a 1,85 mg/L CaCO_3 . De acordo com Sousa *et al.* (2016), esse parâmetro está presente na água de modo natural pela decomposição de rochas de calcário e/ou cálcio e magnésio e pela ação antrópica. Apesar da Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (CONAMA, 2005) não apresentar valores limites para esse parâmetro, a dureza pode ser classificada em mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO_3 ; moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO_3 ; dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO_3 ; e muito dura: > 300 mg/L de CaCO_3 (BRASIL, 2014). Assim, pode-se considerar que as águas analisadas para os 2 pontos de coleta são águas moles.

A concentração de ferro nas quatro coletas realizadas foi acima do valor máximo determinado pela legislação brasileira, que é de 0,3 mg/L Fe (CONAMA, 2005), variando entre 1,52 e 2,37 mg/L Fe. Silva, Souza e Cunha (2014) estudaram a qualidade da água na bacia do

Igarapé da Fortaleza, em Macapá, e identificaram que altas concentrações podem ser justificadas pelo fato de que os rios refletem as características dos solos regionais, ricos em ferro, mas também uma parcela pode ser de origem de esgoto doméstico, o que também pode ser constatado nesse estudo.

O nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) é uma substância tóxica que está presente nos corpos hídricos de forma natural e não-natural, devido ao despejo de esgotos sanitários domésticos. Valores acima do permitido causam a eutrofização do ambiente aquático provocando a morte dos peixes (OLIVEIRA; CAMPOS; MEDEIROS, 2010). A variação desse parâmetro se manteve na faixa de 1,14 a 1,96 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$, para os pontos de coleta. O limite para o nitrogênio amoniacal, que é a soma de amônia (NH_3) e íon amônio (NH_4^+), para pH abaixo de 7,5, é de 3,7 mg/L, segundo a legislação (CONAMA, 2005). Assim, pode-se supor que os valores encontrados foram satisfatórios.

O oxigênio dissolvido (OD) é uma grandeza importante para se analisar a quantidade de oxigênio disponível na água, sendo considerado de fundamental importância para o metabolismo de microrganismos aeróbios existentes na água (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011). Os valores de oxigênio dissolvido obtidos para as amostras, entre 3,7 e 4,6 mg/L O_2 , mostraram-se inferiores a 5 mg/L O_2 , que é o mínimo permitido pela legislação (CONAMA, 2005). Oliveira *et al.* (2016) afirmam que análises desse parâmetro realizadas na bacia do Igarapé da Fortaleza, em Macapá, apresentaram valores próximos aos obtidos no presente estudo, evidenciando assim níveis elevados de degradação ambiental nos canais. Também pode-se considerar que não há uma boa oxigenação na água dos canais do Jandiá e das Pedrinhas.

O potencial hidrogeniônico (pH) apresentou valores na faixa de 6,28 a 6,69. Segundo Damasceno *et al.* (2015), a acidez é uma característica natural dos rios amazônicos, o que pode ser constatado pelos resultados obtidos para todas as coletas realizadas. Esses valores estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação (CONAMA, 2005), que considera que o pH para corpos hídricos enquadrados na classe 2 devem estar entre 6,0 a 9,0.

A turbidez está relacionada com a presença de materiais que reduzem a transparência da água (FUNASA, 2013). Apenas uma das amostras no canal das Pedrinhas apresentou valor superior ao permitido pela legislação (CONAMA, 2005), sendo 164 UNT. Esse fato pode estar relacionado com o período chuvoso, que provoca uma quantidade maior de sólidos suspensos dissolvidos, devido ao escoamento das águas pluviais ou por lançamento de esgotos domésticos e/ou industriais nos corpos hídricos (BRASIL, 2014).

A presença de coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*) na água são importantes indicadores de poluição, pois, através dessas análises microbiológicas, é possível verificar o nível de contaminação do corpo hídrico que está recebendo esgotos domésticos (SANTOS; MOHR, 2013). Abreu, Silva e Thomas (2018) citam que as águas pluviais transportam diferentes poluentes, tanto orgânicos quanto inorgânicos, incluindo microrganismos patogênicos, tais como: coliformes totais e *E. coli*. Esse fato foi observado em todas as coletas realizadas nos pontos de estudo, visto que os valores encontrados para os parâmetros microbiológicos estão bem acima de 1000 NPM/100 mL.

Almeida e Costa (2014) descrevem que muitas doenças, como a dengue e a leptospirose, estão diretamente vinculadas aos alagamentos urbanos. Além disso, a diarreia é uma doença frequente em locais com ineficiência do sistema de drenagem de água da chuva, ocasionando problemas de saúde, pois muitas crianças aproveitam a cheia para brincar, sem perceberem o risco de contaminação a que estão expostas.

Em suma, pode-se considerar que vários parâmetros de qualidade estão em desacordo com a legislação, impactando diretamente na qualidade de vida da população.

4 CONCLUSÃO

Apesar dos canais exercerem a função de conduzir as águas pluviais até o curso dos rios, os sistemas de drenagens de Macapá sofrem com as ações antrópicas e ocupações urbanas desordenadas. É comum ver diversos itens descartados indevidamente nesses canais, tais como: pneus, garrafas pets, televisores, resquícios de materiais de construção, além de lixo doméstico.

Assim, o canal do Jandiá e o canal das Pedrinhas viabilizam situações de alagamentos em períodos chuvosos, trazendo consequências negativas para a população e ao meio ambiente de ordem social, econômica e ambiental.

As análises-físicos químicas de água para os parâmetros condutividade elétrica, cor, ferro, oxigênio dissolvido e turbidez evidenciaram que a qualidade da água está em desacordo com a legislação vigente, confirmando que o ambiente está impactado de forma negativa, possivelmente, devido ao lançamento de resíduos sólidos e esgoto doméstico nos canais do Jandiá e das Pedrinhas.

Pode-se dizer que a água coletada nos pontos de alagamento de Macapá apresenta um elevado grau de contaminação microbiológica e com características bastante degradadas em relação à legislação vigente.

Todos esses fatores contribuem para problemas relacionados ao meio ambiente, como a poluição dos canais, e diversos riscos à saúde da população, com consequências diretas relacionadas a doenças de veiculação hídrica.

Uma fiscalização mais intensiva por parte do poder público e ações de educação ambiental, com foco na minimização de lançamento inadequado de resíduos nos canais, seriam de grande importância para o meio ambiente e a população em geral.

REFERÊNCIAS

ABREU, E. S. de; SILVA, I. B. da; THOMAS, H. Y. Drenagem de águas pluviais e uso de técnicas de geoprocessamento para avaliação de indicadores de saneamento básico no município de Macapá – AP. *In: Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 6, p. 240-250. 2018. Disponível em:

<http://eventos.ecogestaobrasil.net/congestas2018/trabalhos/pdf/congestas2018-et-02-007.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

ALMEIDA, D. S. de; COSTA, I. T. da. **A drenagem urbana das águas pluviais e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no município de Santana**. Orientadora: Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha. 2014. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014. Disponível em:

<http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/477>. Acesso em: 19 abr. 2021.

AMARAL, J. P. S.; BEZERRA, L. A. Impactos antrópicos nas águas de Macapá e suas consequências quanto a balneabilidade. *In: GUIMARÃES, D. C.; SILVA, M. V. da; LUCAS, C. M. B. Amazônia urbana em questão: Macapá 75 anos de capital*. Livro 1, Maringá, PR: Uniedusul. 2020. p. 32-43. Disponível em: <https://doi.org/10.51324/86010602.5> Acesso em: 14 mar. 2023.

BASTOS, A. M. **Modelagem de escoamento ambiental como subsídio à gestão dos ecossistemas aquáticos no Baixo Igarapé da Fortaleza – AP**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, 2010. Disponível em: <https://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/argemiro.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde, MS. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/491/06%20-%20Manual%20de%20controle%20da%20qualidade%20da%20%20c3%a1%20gua%20para%20t%20c3%a9ncnicos%20que%20trabalham%20em%20ETAS%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 abr. 2023.

BRASIL. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Fundação Nacional de Saúde. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. 150 p. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/507/Manual%20pr%20c3%a1%20tico>

%20de%20an%c3%a1lise%20de%20%c3%a1gua%20%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 24 mar. 2023.

CARDOSO, M. A. *et. al.* O despejo de resíduos sólidos nas ocupações irregulares no canal do Jandiá (MACAPÁ-AP). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 19, p. 149-161. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/2318847231920151051>. Acesso em: 04 abr. 2023.

CESA, M. V.; DUARTE, G, M. A qualidade do ambiente e as doenças de veiculação hídrica. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 25, n. 49, p 63-78, jan./jun. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2010v25n49p63>. Acesso em: 02 abr. 2023.

COELHO, R. C. da T. P. **Avaliação das bacias hidrográficas dos Arroios Caçador e Tiririca na Floresta Nacional de Canela, com ênfase na qualidade da água e ocupação do solo das áreas de preservação permanente ripárias**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/13860>. Acesso em: 02 abr. 2023.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério da Saúde. Resolução n°. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. p. 58. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0357-170305.PDF>.

DAMASCENO, M. da C. S. *et al.* Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 598–613, jul. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1606>.

FERREIRA, C. S. **Avaliação bacteriológica, virológica e físico-química da água fornecida a população de Macapá pelo sistema de abastecimento público da Companhia de Água e Esgoto do Amapá**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Departamento de Pós-Graduação, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/188>. Acesso em: 02 abr. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. **Cidades**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap/macapa.html>. Acesso em: 19 mar. 2023.

ITB. Instituto Trata Brasil. **Ranking do saneamento, 2022**. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Relatorio_do_RS_2022.pdf Acesso em: 16 mar. 2023.

OLIVEIRA, B. R. de. *et. al.* Diagnóstico ambiental e qualidade da água do canal das Pedrinhas, Macapá - Amapá. *In*: 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, RS, 2016. **Anais...** Disponível em: <https://docplayer.com.br/51519497-Diagnostico-ambiental-e-qualidade-da-agua-do-canal-das-pedrinhas-macapa-amapa.html>. Acesso em: 04 abr. 2023.

OLIVEIRA, C. N. de; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1059–1066, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000500010>.

PARRON, L. M; MUNIZ, D. H. F; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimento de amostragem e análise físico-química de água**. Embrapa Florestas: Colombo, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2023.

PICANÇO, C. L. **Rios urbanos e sua reinserção nas cidades: O caso do rio Jandiá, Macapá (AP)**. Orientador: Danielle Costa Guimarães. 2018. 135 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/1270>. Acesso em: 09 abr. 2023.

SANTOS, J. L. dos. **Canal do Jandiá impactos socioambientais e proposta de intervenção urbana**. 2017. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/1304>. Acesso em: 04 mar. 2023.

SANTOS, R. de S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, v. 13, n. 24-25, p. 46-53, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2013.24-25.46-53>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SILVA, L. de A. da; SOUZA, L. R. de; CUNHA, A. Análise da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Igarapé da Fortaleza - Amapá. In: **Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, p. 1-8. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-0924-22394-153209>.

SOUSA, S. da S. *et. al.* Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú – MA. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1615-1625, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X23341>.

SOUSA, T. S.; CUNHA, H. F. A.; CUNHA, A. C. Risco de alagamentos influenciados por fatores ambientais em zonas urbanas de Macapá e Santana-AP. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 4, p. 245-259, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.004.0021>.