

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE D'ÁGUA DE CORPOS HÍDRICOS MONITORADOS PELA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA EM SÃO LUÍS-MA

EVALUATION OF THE WATER QUALITY OF WATER BODIES MONITORED BY THE NATIONAL WATER AGENCY IN SÃO
LUÍS-MA

DOI: <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v11.e3.a2023.pp2829-2838> Recebido em: 30.06.2023 | Aceito em: 11.07.2023

Thalia Izadeley Oliveira dos Santos^a, Chrystian Braga Carvalho Braga^a, Lucielen de Brito Gomes^a, Lorena Silva e Silva^a, Alexandro Sousa Martins^a, Ronald da Silva de Jesus^a, Eduardo Henrique Costa Rodrigues^a

Universidade CEUMA

**E-mail: thaliaengenheiraambiental@gmail.com*

RESUMO

O monitoramento de cursos d'água é ação imprescindível no gerenciamento sustentável dos recursos hídricos e na garantia dos seus múltiplos usos. Nesta perspectiva, os índices de qualidade da água destacam-se como importante ferramenta para caracterizar a qualidade da água, ao possibilitar informações objetivas e interpretáveis. Assim, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar a qualidade da água de três rios monitorados pela Agência Nacional de Água, os rios Anil, Tibiri e Paciência situados na Ilha de São Luís. Os dados foram coletados e tabulados do Portal HidroWeb que se refere à coleta convencional de dados hidrometeorológicos, a série temporal utilizada foi de 2017 a 2019. Os parâmetros físico-químicos analisados, foram a temperatura da água, temperatura do ar, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido e a turbidez, que sofrem com os impactos diretos das atividades praticadas na área de uma bacia hidrográfica. Os resultados encontrados na presente pesquisa foram comparados com a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 e estão consoante o preconizado pela legislação. Estes rios investigados constituem massas d'água salobras, com baixa variação de dados e com lacunas de informações sobre muitos parâmetros. Entretanto, a análise de alguns dados indicou alguns problemas ambientais. Desta forma recomenda-se a redução dos poluentes causados nas bacias hidrográficas, fazendo com que as pessoas minimizem os impactos que estão sendo ocorridos no corpo hídrico, reduzindo a descarga de efluentes na água, propondo também, medidas educacionais para toda a sociedade.

Palavras-chave: Resolução Conama; Análise; Rios.

ABSTRACT

Monitoring watercourses is an essential action in the sustainable management of water resources and in ensuring their multiple uses. In this perspective, water quality indices stand out as an important tool to characterize water quality, by providing objective and interpretable information. Thus, the main objective of this work was to evaluate the water quality of three rivers monitored by the National Water Agency, the Anil, Tibiri and Paciência rivers located on São Luís Island. Data were collected and tabulated from the HidroWeb Portal, which refers to the conventional collection of hydrometeorological data, the time series used was from 2017 to 2019. The physical-chemical parameters analyzed were water temperature, air temperature, hydrogen potential, oxygen dissolved and turbidity, which suffer from the direct impacts of activities carried out in the area of a watershed. The results found in this research were compared with CONAMA Resolution No. 357 of March 17, 2005 and are in accordance with the legislation. These investigated rivers constitute brackish water masses, with low data variation and with gaps in information about many parameters. However, the analysis of some data indicated some environmental problems. In this way, it is recommended to reduce the pollutants caused in the watersheds, causing people to minimize the impacts that are occurring in the water body, reducing the discharge of effluents into the water, also proposing educational measures for the whole society.

Keywords: Conama Resolution; Analyzes; Rivers.

INTRODUÇÃO

A água é um dos principais recursos naturais utilizados pelo homem, sendo vital para sustentar a vida do planeta e desenvolvimento de diversas atividades socioeconômicas (RODRIGUES, et al. 2019). As diretrizes quando ao planejamento de recursos hídricos no âmbito federal são instituídos através da lei nº 9.433/97 (BRASIL, 1997) que cria também o gerenciamento de recursos hídricos no Brasil.

Estima-se que toda a água de precipitação da Terra é capturada por bacias hidrográficas, sendo definida pela inclinação da rede, sistema de drenagem formado por canais de água que convergem para uma saída. Para (GARCIA, 2019), a definição conceitual de bacia hidrográfica é formada por uma unidade de paisagem e por bacias naturais, que são como unidades básicas do planejamento. Assim, nas bacias hidrográficas, que estão inseridas nas proximidades das cidades, são caracterizadas por vulnerabilidade de descarga de esgoto industriais e domésticos, ocorrendo processos naturais de poluição, lançadas no seu corpo hídrico, incluindo as águas pluviométricas, que carregam a maioria da sedimentação e a erosão, além dos processos e fatores humanos, como industrialização, urbanização e agricultura, contribuindo para a degradação de recursos determinantes da água e da sua qualidade (BRITO, 2020).

Visto que o Estado do Maranhão possui 12 bacias hidrográficas, sendo a Parnaíba, a leste; Tocantins, ao sul; e Gurupi, a noroeste, correspondem às passagens subterrâneas do governo federal. As passagens subterrâneas do estado são representadas pelas Ilhas Maranhense e do Litoral Oriental, bem como as passagens subterrâneas do Mearim, Itapecuru, Munin, Turiaçu, Maracaçumé, Preguiças e Peria (NUGEO, 2019). Segundo o Centro Geoambiental Nacional da UEMA, essas bacias cobrem uma área de cerca de 220.203,50 km², o que significa que 60,90% da área total do estado está contida nelas. Quase toda a drenagem maranhense ocorre no sentido norte-sul, por rios independentes, como Gurupi, Turiaçu, Pindaré, Mearim, Itapecuru e Parnaíba, e uma pequena parcela do escoamento do estado é feita no sentido leste.

Dessa forma, o estudo de avaliação ambiental é correlacionado com a avaliação da qualidade ambiental de rios maranhenses, principalmente urbanos. Este foi alvo de estudo de diversos pesquisadores, sendo que os rios em evidências possuem alto índice de degradação ambiental, devido à introdução de lançamento de esgotos sanitários, indústrias e os grandes teores de Hg, Pb, Zn, Cu e Fe estão acima dos permitidos segundo a resolução do CONAMA

357/2005 (BRASIL, 2005).

Conforme a avaliação de qualidade dos rios estudados (Anil, Tibiri e Paciência). A bacia do rio do Anil possui uma área de 40,77 quilômetros quadrados ao total, que está localizada no noroeste da Ilha do Maranhão, no centro de São Luís, sendo o divisor de águas mais antropizada da ilha. Toda a história do início da construção da cidade de São Luís encontra-se na captação hidrológica do rio Anil e está associada ao desenvolvimento de suas águas, tornando-a atrativa para os usuários. O rio Anil é fortemente influenciado pelas marés, criando uma cunha de água do mar dentro da bacia durante as marés altas, caracterizada pela presença de manguezais na planície rio-oceânica. Em seguida vem o rio Tibiri que é um corpo d'água que atravessa a cidade de São Luís, capital do estado do Maranhão, próximo ao Aeroporto Internacional da capital. A foz do rio Tibiri está localizado na Baía do Arraial, totalizando 16 km de extensão e tendo uma área total da bacia de 140 km², cobrindo toda a superfície da sua bacia hidrográfica. Já o Rio Paciência, se encontra na Chapada Tirirical e é o principal curso d'água da região sudeste da ilha do Maranhão, tendo a extensão territorial é de 27,3 km e drena parte da área dos municípios de São Luís e São José de Ribamar.

Portanto, no que diz respeito os sistemas hidrológicos em evidência, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) tem o compromisso de implementar as políticas nacionais de segurança de barragens e saneamento básico, coordenar a gestão dos recursos hídricos partilhados e integrados e regular o acesso à água. Essas discussões legais em torno da gestão dos recursos hidrológicos no Estado do Maranhão, é indicada a Política Estadual de Recursos Hídricos, regida em parte pelos Decretos do Estado do Maranhão nº 27.845/11 (MARANHÃO, 2011) e nº 28.008/2012 (MARANHÃO, 2012). Nesse sentido, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar a qualidade da água dos rios Anil, Tibiri e Paciência, monitorados pela Agência Nacional de Águas, observando sua variação espacial e sazonal.

METODOLOGIA

Área de estudo

Para o presente estudo foram escolhidos os rios Anil, Tibiri e Paciência (FIGURA 1), todos os rios presentes possuem suas bacias urbanizadas em grande porte.

O rio Anil, está localizado no noroeste da Ilha de São Luís, possui 13,8 km de comprimento de extensão e área da bacia de 42 km², é um rio de pequeno porte, sua

nascente está localizada no bairro Aurora que segue até desaguar na baía de São Marcos, tendo a vegetação de manguezal, altamente impactada pela urbanização descontrolada.

O rio Paciência está localizado no tabuleiro do Tirirical, próximo à Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), possuindo 27,3 km de comprimento e 145,7 km² da área de sua bacia, é um rio de porte pequeno e sua jusante é a nordeste, desembocando na baía do Cururupu. A vegetação predominante dessa área, assim como o rio

anil, é o mangue, que vem sendo afetado pela urbanização, desmatamento, poluição por esgotos e assoreamento.

Já o rio Tibiri, está localizado ao sudeste de São Luís, tendo sua foz na baía do Arraial, localizado no bairro Tibiri, com o comprimento 16,04 km de extensão e 140,04 km² da área total da bacia, assim como os rios citados acima, também é de porte pequeno, vegetação de manguezal e impactos de afluentes industriais e domésticos.

Figura 1. Mapa de localização do município



Coleta de dados

Os dados do presente trabalho foram coletados da rede de informação e monitoramento da qualidade da água da ANA (Agência Nacional de águas e Saneamento Básico) na cidade de São Luís. Coletados e tabulados do Portal HidroWeb e se referem à coleta convencional de

dados hidrometeorológicos, a série temporal utilizada foi de 2017 a 2019. Os dados foram baixados em planilhas e seguiam o ordenamento por ponto de monitoramento variando espacial e temporalmente. Dos dados disponíveis foram utilizados oxigênio dissolvido, o pH e a turbidez (Tabela 01).

Tabela 01. Variáveis e metodologia de análise da água.

Variáveis	Métodos	Equipamentos	Referências
Oxigênio dissolvido	Eletrométrico	Sonda Multiparâmetros	Apha
Potencial hidrogeniônico	Eletrométrico	Sonda Multiparâmetros	Apha
Turbidez	Eletrométrico	Sonda Multiparâmetros	Apha

Análise de dados

Os dados foram analisados seguindo a estatística

descritiva para variáveis quantitativas (média e desvio padrão), além da elaboração de gráficos e tabelas para

ilustrar os dados. Os programas Google Earth Pro 7.3 e o QGIS 3.24.3 foram utilizados para obter informações mais precisas da área de estudo e delimitações das bacias hidrográficas que estão sendo estudadas, tendo QGIS 3.24.3 e Earth Pro 7.3 para elaboração do mapa das bacias, utilizando, como auxílio, os dados do IBGE, ANA e NUGEO para determinar as características das bacias hidrográficas dos locais de estudo visando analisar as funções e os serviços ecossistêmicos dos rios, tendo uma visão completa do desempenho e informações estatísticas, coordenadas e análises geográficas.

RESULTADOS

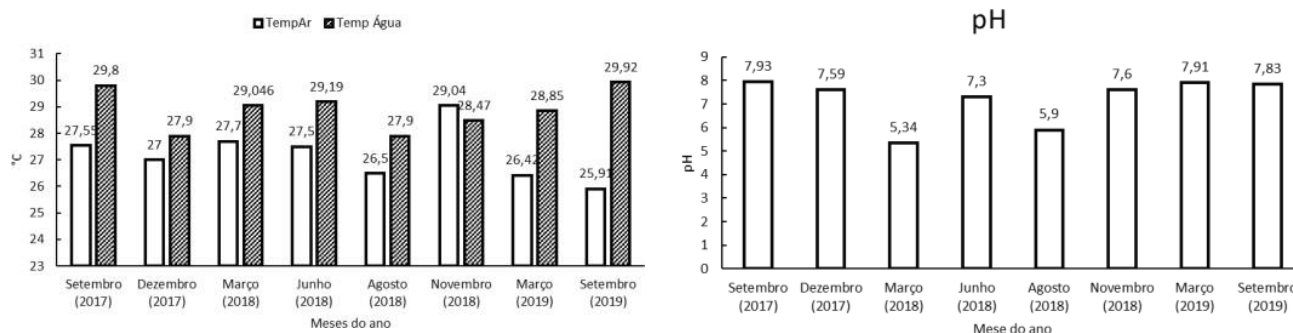
Rio anil

A temperatura da água no rio Anil variou de 27,9°C a 29,92°C, com média geral de 28,88°C. O valor mais alto foi registrado em setembro de 2019 e o menor em dezembro de 2017. A temperatura apresentou pouca

variação, com amplitude igual a 2,02°C e desvio padrão de 0,77°C. A temperatura do ar, apresentou comportamento similar, contudo com uma variação um pouco mais acentuada de 0,97°C, os valores máximos e mínimos foram, respectivamente, 29,04°C (novembro de 2018) e 25,91°C (setembro de 2019) (Figura 2).

O pH da água variou de 5,34 a 7,93, com média de $7,18 \pm 0,99$. A turbidez foi o parâmetro que apresentou a maior variação entre os analisados, o maior resultado foi registrado em março de 2018 e o menor setembro de 2019. Valores máximos e mínimos registrados foram, respectivamente, 208,3 NTU e 20,6 NTU. A amplitude (187,7 NTU) e do desvio padrão (60,71 NTU) ratificam esse apontamento. O oxigênio dissolvido (OD) é um dos parâmetros de monitoramento mais importante. No rio Anil o OD apresentou uma variação pouco uniforme, com valores máximos e mínimos ocorrendo em, setembro de 2017 (6,34 mg.L⁻¹) e março de 2018 (2,39 mg.L⁻¹) (figura 2).

Figura 2. Variação temporal das variáveis da temperatura do ar, temperatura da água, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido e turbidez do rio Anil, São Luís, Maranhão



Fonte: Adaptado da ANA, (2022)

Rio tibiri

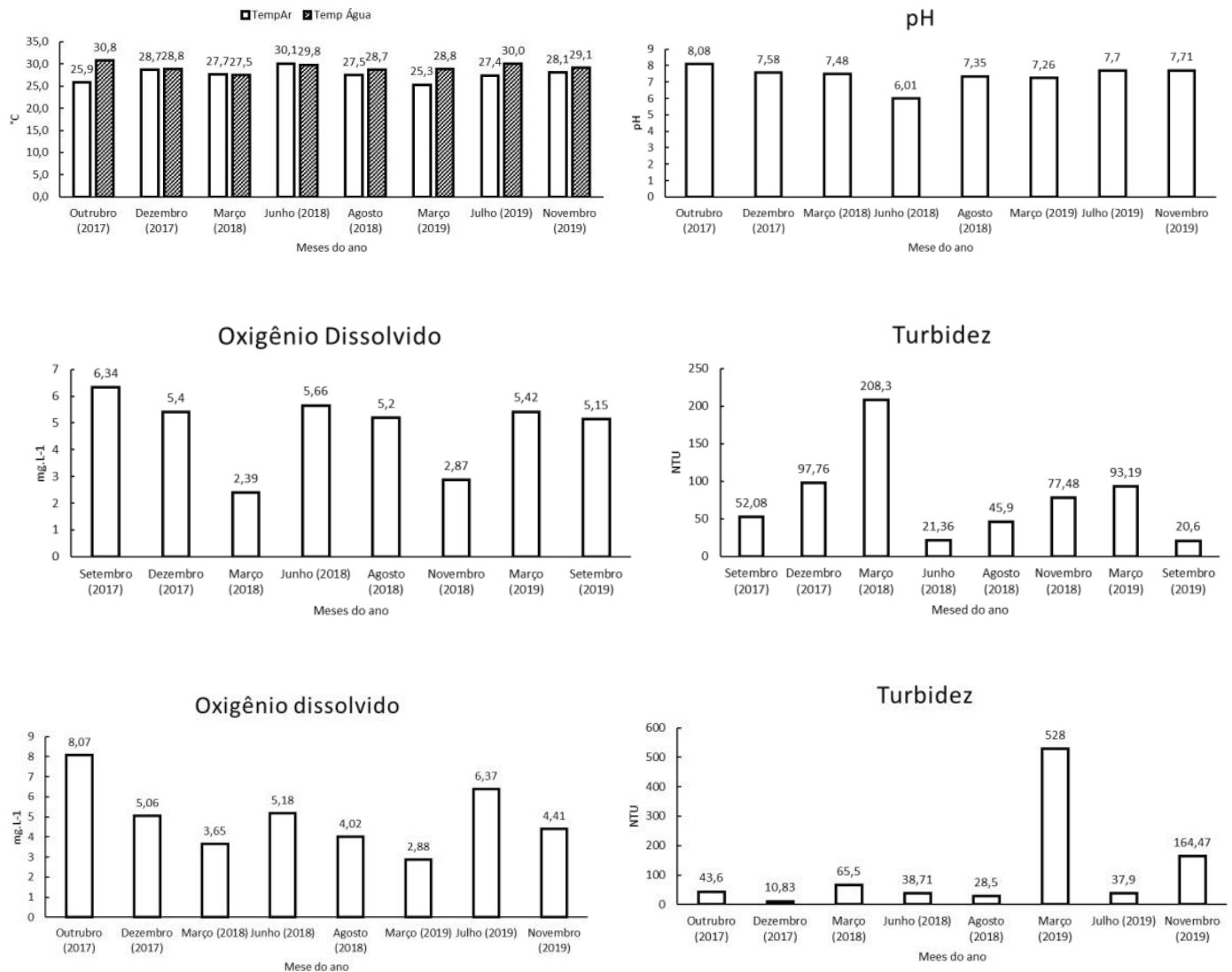
A temperatura da água no rio Tibiri, apresentou variação de 27,52°C a 30,79°C, com valores médios de $(29,19 \pm 0,992^\circ\text{C})$. O maior resultado desse parâmetro valor foi registrado em outubro de 2017 e o menor em março de 2018, apresentando pouca variação, tendo sua amplitude igual a 3,27°C e o desvio padrão de 0,992°C. A temperatura do ar, apresentou comportamento similar, com uma variação mais estável (1,51°C), os valores máximos e mínimos foram, 30,1°C e 25,3°C nos meses de julho de 2018 e março de 2019 respectivamente. (figura

3).

A concentração do oxigênio dissolvido (OD) no rio Tibiri variou ao longo do tempo, os valores máximo e mínimo que foram apresentados em outubro de 2017 (8,07 mg. L⁻¹) e março de 2019 (2,88mg.L⁻¹). Neste rio, a turbidez, apresentou um pico em março de 2019 (528,3 NTU), valores menores deste parâmetro ocorreram ao longo do período amostral.

De acordo com os dados da ANA, o pH da água do rio Tibiri variou de 8,08 a 6,01 com o valor médio de $7,40 \pm 0,614$, consoante a figura 3.

Figura 3. Variação temporal das variáveis da temperatura do ar, temperatura da água, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido e turbidez do rio Tibiri, São Luís, Maranhão



Fonte: Adaptado de ANA, (2022)

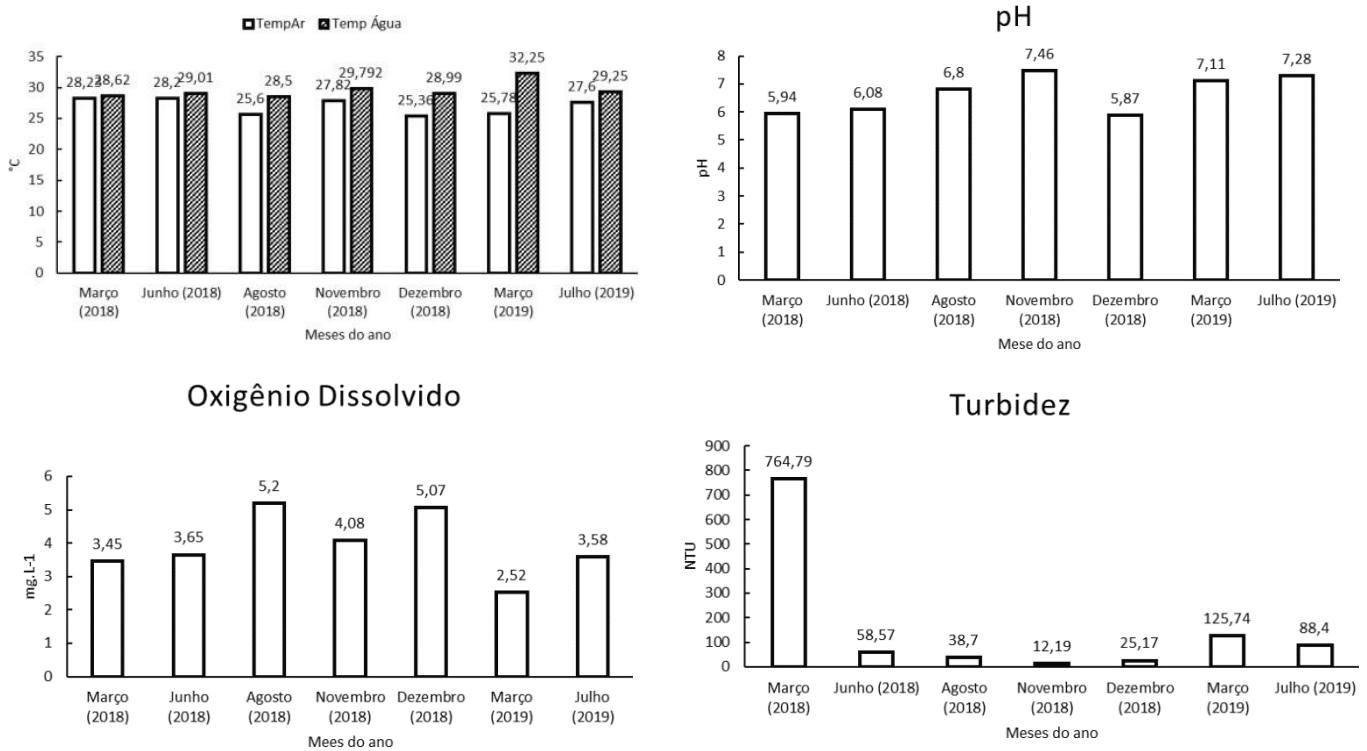
Rio paciência

A temperatura da água do rio Paciência variou de 28,5 °C a 32,25 °C com média de (29,49 °C). O resultado mais alto deste parâmetro foi registrado em março de 2019, e o valor mais baixo em agosto de 2018 (figura 4). Para este parâmetro houve pouca alteração, sua amplitude é igual a 3,75 °C e seu desvio padrão é de 1,29 °C. A temperatura do ar também apresentou pouca variação, com valores máximos e mínimos de 28,23 °C em março

de 2018 e 25,36 °C em dezembro de 2018, respectivamente (figura 4).

O pH variou entre 5,87 e 7,46, com média de 6,64 e desvio padrão de 0,67. A concentração do oxigênio dissolvido foi considerada baixa (figura 4). O rio Paciência apresentou uma maior variação na turbidez, tendo o maior resultado registrado em março de 2018 (764,79 NTU) e o menor resultado registrado em novembro de 2018 (12,19NTU), conforme a figura 4.

Figura 4. Variação temporal das variáveis da temperatura do ar, temperatura da água, potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido e turbidez do rio Paciência, São Luís, Maranhão.



Fonte: Adaptado de ANA, (2022).

DISCUSSÃO

Diversas pesquisas caracterizam em diferentes níveis os ambientes aqui estudados (CORREA, et al. 2019; RABELO, et al. 2018; FERREIRA, et al. 2016; MARTINS, et al. 2009; ALCÂNTARA, AMORIM, 2005; PINHEIRO, et al. 2005; SERRA, et al. 2003). Trabalhos de (MARQUES, et al. 2021; ROJAS, et al. 2007; GOMES et al. 2003 e CORREA, et al. 2019) caracterizaram física e quimicamente as águas dos rios. (ALCÂNTARA, 2004) realizou pesquisa sobre os efeitos das mudanças climáticas no rio Anil, além de pesquisas sobre a ictiofauna. (PINHEIRO-JUNIOR, et al. 2005), determinaram a salinidade dos rios Anil, Tibiri e Paciência com valores 27,5, 26,5 e 24,3 respectivamente. A partir desses resultados e por meio da Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) foi possível classificar os rios Anil, Tibiri e Paciência, como águas salobras, conforme Art. 2 desta resolução, que define que a salinidade superior a 0,5% e inferior a 30%. Além disso, estes rios tem suas bacias extremamente afetadas pela urbanização, sendo considerados poluídos pelo desmatamento da mata ciliar, despejos de esgotos domésticos e indústrias.

O teste T de Studentt não indicou haver diferenças significativas entre as temperaturas registradas neste estudo e os valores determinados para as normais climatológicas da região. Sendo assim, os valores foram considerados similares nos rios Anil ($p > 0,05$), Tibiri ($p > 0,05$) e Paciência ($p > 0,05$).

A investigação de variáveis ambientais é um fator muito importante para complementar o entendimento de um determinado corpo hídrico, ao mesmo tempo, em que revela as características de sua bacia hidrográfica. Alguns autores (MARTINS, 2008), (ARAÚJO, 2014), (SOUZA, 2018) menciona a importância das frequentes mudanças térmicas observadas em regiões estuarinas, sendo atribuídas principalmente à interação de diferentes massas de água. Grandes mudanças são raramente observadas em climas tropicais, mas em termos ambientais, o comportamento da temperatura é extremamente importante, por afetar diretamente os processos fisiológicos dos organismos que vivem em corpos d'água, além de estar intimamente relacionado com outras propriedades físicas e químicas da água.

A avaliação ambientais das variáveis é um fator

crucial para entender a situação de um determinado corpo de hídrico e revela as características de sua camada basal hidrográfica. O período de amostragem foi realizado durante os anos de 2017 até 2019, em meses variados, e em diferentes pontos, quais foram determinados em função das características gerais das áreas e das variáveis hidrográficas localizadas ao longo do curso d'água. Para caracterização hidrológica da área, além de amostra de água foram efetuadas também observações de cada parâmetro utilizado, determinando-se, as seguintes variáveis: temperatura do ar, temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD) e turbidez, assim ocorreu a elaboração de gráficos que estabeleceram melhores entendimentos de como ocorreram fatores para aumento ou diminuição das propriedades físicas dos rios, e quais critérios do CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), estabelecem para classificação de cada curso hídrico.

Segundo a CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), Art.2 os corpos hídricos, com índices superior a 0,5% e inferior a 30%, são classificados como salobros. Portanto, os 3(três) rios estudados (Anil, Tibiri e Paciência), pertencem a esta resolução. No período estudado, foram comparados os dados da Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), com os índices da Agência Nacional de Água (ANA).

Temperatura do Ar e Temperatura da Água

A variação temperatura no ambiente é resultado da interação das superfícies com a radiação oriunda do sol, tendo reações que podem ser causadas por um efeito significativo na velocidade das reações químicas (TUNDISI, 2016). As atividades metabólicas dos organismos, são substâncias oriundas das propriedades mais importantes da troca de temperaturas da terra, ocorrendo devido à radiação solar e o aquecimento da superfície, sendo obtido a transferência de calor na atmosfera terrestre (por condução).

No ambiente terrestre a temperatura pode variar com o balanço de energia da superfície. Os fatores que afetam a temperatura podem ser microclimáticos (irradiância solar, vento, cobertura de nuvens, umidade da atmosfera), topo climático (exposição e configuração do terreno) e microclima (cobertura do solo) (PEREIRA et al., 2002). No ambiente aquático a temperatura resulta de diferentes processos, causados por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (resíduos industriais e água de resfriamento de máquinas). Neste estudo os valores da temperatura da superfície da água e do ar foram consideradas diferentes entre os meses

estudados em todos os rios, anil ($p=28,88/ 27.20$), Tibiri ($p=29,19 / 27.58$) e Paciência ($p= 29,49 / 26.94$). Essas informações não estão disponíveis segundo a resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), assim, não estipula valores-limites para as temperaturas, tanto da água e quanto do ar, referente ao inciso I, das classificações das águas salobras. Mas, conforme a resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011), dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, fazendo a alteração parcial e complementando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Dessa maneira, foram estimados índices de acordo com a resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011), que estabelece o valor da temperatura, inferior a 40 °C, assim, foram comparados trabalhos relacionados ao presente estudos. A temperatura da água teve semelhança com os rios estudados, anil (MASIEIRO, 2013), tibiri teve similar (CAMPO, 2007), paciência (DA ROCHA, 2021). A temperatura do ar, está relativamente interligado com a temperatura da Água, onde os índices estão obedecendo aos valores de acordo com trabalhos analisados e a resolução vigente. Os rios em evidência, tiveram dados semelhantes da Agência Nacional de Águas (ANA), o anil (ALCÂNTARA, 2004), paciência (RABELO, 2018), tibiri (REIS, 2005).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os dados apresentados nos gráficos indicam uma variação do pH entre os ambientes estudados e os períodos de estiagem e chuvas. O rio Tibiri apresentou a maior média entre os rios estudados (7,40), a menor média foi registrada no rio Paciência (6,65). O pH é um parâmetro utilizado para a caracterização da qualidade da água de diversos corpos hídricos, indica a relação entre alcalinidade e acidez da água. Na resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), as águas consideradas salobras enquadradas como tipo 2, devem possuir valores de pH variando entre 6,5 e 8,5, o que indica que os valores observados para a presente pesquisa estão consoante o preconizado pela legislação.

Os valores observados do Ph foram similares aos registrados por outros autores em pesquisa nos rios Anil (MACHADO, 2017) e (BORBA, 2018); paciência (MACHADO; MOCHEL, 2018) contudo levemente inferiores aos registrados por (Do Nascimento et al. 2020). De acordo com (CAMPOS, 2007) os valores do Ph do rio Tibiri, obedeceram aos valores estabelecidos pela legislação vigente.

O valor de pH indica a acidez, alcalinidade ou neutralidade de um meio. Conhecer o pH de uma solução ajuda a entender os parâmetros das reações químicas, o funcionamento do nosso corpo e a determinar a qualidade da água.

Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido variou entre todos os ambientes. A concentração do oxigênio dissolvido é um parâmetro utilizado para caracterizar o estado de conservação dos ecossistemas aquáticos. Na Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), o valor do Oxigênio dissolvido da água salobra para ser classificada como Categoria 2, com o valor o +4 mg.L-1 que indica que os valores observados neste estudo estão enquadrados conforme a legislação vigente.

Em comparativo a outros estudos realizados nos rios aqui investigados, o rio anil, apresentou valores semelhantes aos observados por (LOPES; MARTINS; MELO; 2006). O rio Paciência houve uma diferença de acordo com (RABELO, 2016), que menciona que seus valores estiveram abaixo dos estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). O rio Tibiri segundo com (CAMPO, 2007) estão de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

A concentração de oxigênio disperso na água é uma peça chave para analisar as características químicas e biológicas da água no ambiente. Normalmente, o oxigênio disperso em água (OD) resulta da fotossíntese aquática ou da dispersão desse gás, presentes na atmosfera, na superfície da água.

Turbidez

A resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), no inciso II das Águas Salobras, não apresentam índices de turbidez nos rios estudados. Conforme os índices da Agência Nacional de Águas (ANA), apresentou variações com a média maior (159,08) do rio Paciência e de menor valor (77,08) do rio Anil.

Dessa maneira, como não houve comparação com a legislação vigente, para definir se os parâmetros estão no resultado que obedece às diretrizes. Serão analisados com trabalhos estudados que possa fazer essa comparação, para identificar se houve alguma mudança ou se os índices tiveram continuidade simultânea. Assim como os outros

parâmetros, os rios tiveram resultados similares, o rio anil (Borba, 2018), rio Tibiri (DE ANDRADE TUBINO, 2008) e (DA SILVA BATISTA, 2017) e rio Paciência (RABELO, 2018).

A grande importância da turbidez é fazer a medição sobre a resistência da água e a penetração da luz é provocado pela presença de partículas flutuantes. A turbidez é uma medida de uma característica estética que indica a qualidade do curso hídrico.

Portanto, com todos esses parâmetros é possível realizar a avaliação desses rios (Anil, Tibiri e Paciência) e saber como estão suas qualidades hídricas, porém o oxigênio dissolvido (OD) e o pH têm sido apontados como as principais variáveis para avaliação dos corpos d'água, além de indicar a capacidade do mesmo em promover sua autopurificação, as medidas de OD também fornecem informações sobre as reações bioquímicas e biológicas que ocorrem na água. A concentração de oxigênio dissolvido na água varia com a temperatura da água, altitude e ventilação. Esses limites são considerados importantes para a proteção da vida aquática (CONTE; LEOPOLDO, 2001).

CONCLUSÃO

O crescimento populacional e o consequente aumento da área impermeabilizada nas bacias dos rios Anil, Tibiri e Paciência pode ser considerado um fator de grande impacto ambientais.

De acordo com assoreamento dos leitos de seus rios, a poluição dos corpos d'água e as deficiências no planejamento da drenagem urbana formam um quadro dos principais problemas que atingem muitos municípios da grande ilha de São Luís. O histórico da ocupação da área em estudo revela um crescimento progressivo e desordenado, bem como a ausência de uma política ambiental eficiente por parte do poder público.

O monitoramento da qualidade da água de um corpo hídrico, ajuda a entender o funcionamento dos processos ambientais existentes em bacias hidrográficas.

Os principais parâmetros avaliados são a concentração do oxigênio dissolvido, a temperatura, pH, e a turbidez que sofrem com os impactos diretos das atividades praticadas na área de uma bacia hidrográfica. Os valores aqui observados registram dados dentro dos limites dos seus devidos parâmetros consoantes a resolução CONAMA 357/2005.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E. H. de. Mudanças climáticas, incertezas hidrológicas e vazão fluvial: o caso do estuário do Rio Anil. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 12, p. 158-173, 2004.
- ALCÂNTARA, E. H.; AMORIM, A. J. Análise morfométrica de uma bacia hidrográfica costeira: um estudo de caso. **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 14, p. 70-77, 2005.
- ARAÚJO, R. R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco na população urbana do município de São Luís -MA**. 2014.
- Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão. (IBGE, 2022). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em : 15 de setembro de 2022.
- Bacias Hidrográficas Do Estado Do Maranhão. (Nugeo, 2019). Disponível em: https://www.nugeo.uema.br/?page_id=255. Acesso em : 12 de agosto de 2022.
- Batista, V. da S.; Rêgo, F. N. **A influência da maré no sistema de amostragem de peixes no estuário do Rio Tibiri, São Luis, Estado do Maranhão, Brasil**, 2001.
- BRASIL. Leis, decretos etc. Resolução CONAMA nº 430/2011. **Das condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários**. Brasília: CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2011.
- BRASIL. Leis, decretos etc. Resolução nº 357/2005. **Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Brasília: CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005.
- BRITO, D. M. C.; SILVA, E. A. C.; NETO, F. O. L. **Gestão dos recursos hídricos e sustentabilidade ambiental**, 2020.
- CAMPOS, A. E. L. et al. **Impacto ambiental no igarapé do Sabino (Bacia do Rio Tibiri) provocado pelos resíduos e efluentes do aterro da Ribeira, São Luís, MA**, 2007.
- CARVALHO, M. M. F. et al. Avaliação de conformidade ambiental do efluente de estação de tratamento de esgoto nos corpos hídricos: Estudo de caso da ETE-Vinhais sobre o rio Anil, São Luís-MA. **Inovae Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation** (ISSN 2357-7797), v. 8, n. 1, p. 309-334, 2020.
- CORRÊA, E. L. S., PINHEIRO, K. S. F., DE SOUSA, C. J. D. S.; DA SILVA; DIAS, L. J. B. Qualidade das águas e nível trófico da bacia do rio Paciência na Ilha do Maranhão, Brasil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 21, n. 2, p. 437-453, 2019.
- DA ROCHA, M. C. et al. Saneamento e qualidade das águas na bacia hidrográfica do rio paciência, ilha do maranhão, brasil. **Revista Geotemas**, v. 11, p.2103-2103, 2021.
- DA SILVA, Antonio. et al. **Ocupação humana como principal fator de degradação ambiental da região leste do rio Anil**. 2009. Acessado em 22/10/2022 Disponível em: https://www.academia.edu/download/36420753/OCU_PACAO_HUMANA_COMO_PRINCIPAL_FATOR_D_E_DEGRADACAO_AMBIENTAL_DA_REGIAO_LESTE_DO_RIO_ANIL.pdf. Dados Ana Fluviométrico São Luís – Maranhão. Agência Nacional De Água. Disponível em: <https://www.gov.br/Ana/Pt-Br>. Acesso em: 05 de agosto de 2022.
- DE ANDRADE T. et al. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. **Ecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 5, 2008.
- DO NASICMENTO, J. E. F. et al. Variação sazonal de parâmetros físico- químicos na porção estuarina do município de Raposa-MA. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 2, p. 257-271, 2020.
- FERREIRA, C. F. C. et al. **Percepção ambiental sobre usos dos recursos aquáticos e sua relação com os resíduos sólidos no Rio Anil: estudo de caso para subsidiar ações educativas em São Luís-MA**. Pesquisa em Foco, v. 21, n. 2, 2016.
- Garcia, J.; Romeiro, A. R. et al. Modelagem econômico-ecológica como apoio para a avaliação dos serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas. **REVISTA IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA** (2019): 33-52.
- GOMES, L. N.; JÚNIOR, J. DE R. P.; PIORSKI, N. M. **Aspectos ecomorfológicos da comunidade de peixes do estuário do rio Anil, Ilha de São Luís – MA**. Boletim do

Laboratório de Hidrobiologia. 2003.

MARANHÃO. Leis, resolução etc. Decreto nº 27.845/2011. **Estabelece a classificação o Águas subterrâneas e outras providências**. SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. Maranhão, 2011.

MARANHÃO. Leis, resolução etc. Decreto nº 28.008/2012. **Estabelece a classificação o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, com relação às águas superficiais, e dá outras providências**. SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. Maranhão, 2012.

MARQUES, W. R. et al. Água e sustentabilidade dos ecossistemas naturais: consequências de ocupações irregulares no Rio Paciência. **Conjecturas**, v. 21, n. 2, p. 260-276, 2021.

MARTINS, A. L. P.; LOPES, M. J. S.; MELO, O. T. DE. **Zooplâncton como bioindicador da qualidade ambiental no estuário do rio Anil, São Luís, Maranhão**. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia. 2006.

MARTINS, A. L. P. et al. **Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do bacanga (são luís ma) com base em variáveis físico- químicas, biológicas e populacionais: SUBSÍDIOS PARA UM MANEJO SUSTENTÁVEL**. 2008.

MARTINS, A. L. P.; LOPES, M. J. S. **População ribeirinha do estuário do Rio Anil (São Luís-MA), com base em aspectos sociais, econômicos e ambientais**. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, v. 22, n. 9, p. 9-16, 2009.

MASIERO, E.; SOUZA, L. C. L. Variação de umidade absoluta e temperatura do ar intraurbano nos arredores de um corpo d'água. **Ambiente Construído**, v. 13, p. 25-39, 2013.

PINHEIRO, J.; J. D. R.; CASTRO, A. C. L. D.; GOMES, L. N. **Estrutura da comunidade de peixes do estuário do rio Anil, ilha de São Luís, Maranhão**. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 38: 29 – 37, 2005.

PINHEIRO, N. C. A.; MOCHEL, F. R. Diagnóstico de áreas contaminadas pela disposição final de resíduos sólidos no município de Paço do Lumiar (MA). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, p. 1173-1184, 2018.

RABELO, W. P. S. et al. Análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do rio paciência, São luís, Ma. **Revista Ceuma Perspectivas**, v. 30, n. 2, p. 6-16, 2018.

REIS, R. de J. dos. **Costa sudeste do município de São luís-MA: análise e proposta para gestão ambiental**. 2005. Tese de Doutorado. UFPE.

Rodrigues, S. C. M. et al. Os recursos naturais no processo de desenvolvimento econômico capitalista. **Semioses**, p. 50-68, 2019

Rojas, M. O. A. I. et al. **Teores de Zinco e Cobre em ostra (Crassostrea rhizosphere) e sururu (Mytella falcata) do Estuário do Rio Bacanga em São Luís (MA)**. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 2007.

SERRA, C. L. M. et al. Avaliação de parâmetros físicos e químicos e pesquisa de *Vibrio parahaemolyticus* em águas do estuário do rio Anil (São Luís, Estado do Maranhão). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 2, p. 261-266, 2003.

SOUZA, C. A. et al. **Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica**. Educação Ambiental sobre Manguezais. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, p. 16-56, 2018.

Teores de zinco e cobre em ostra (*Crassostrea rhizophorae*) e sururu (*Mytella falcata*) do estuário do rio Bacanga em São Luís (MA). Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 2007.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. Oficina d