

## DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E FÍSICO-QUÍMICO DA ÁGUA NA BACIA DO CÓRREGO ÁGUA BRANCA EM AÇAILÂNDIA - MA

ENVIRONMENTAL AND PHYSICAL-CHEMICAL DIAGNOSIS OF WATER IN THE ÁGUA  
BRANCA STREAM BASIN IN AÇAILÂNDIA - MA.

DOI: <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v11.e3.a2023.pp2903-2911> Recebido em: 28.06.2023 | Aceito em: 12.07.2023

**Márcia Matos da Silva<sup>a</sup>, Rodrigo Vale Cavalcante<sup>b</sup>, Dirrane Oliveira Souza<sup>b</sup>, Eduardo Henrique Costa Rodrigues Oliveira Souza<sup>c</sup>, Clayane Carvalho dos Santos<sup>b</sup>**

**Universidade Federal de Goiás – UFG<sup>a</sup>  
Intituto Federal do Ceará - Campus Boa Viagem<sup>b</sup>  
Universidade Ceuma<sup>c</sup>  
\*E-mail: [clayane.santos@ifce.edu.br](mailto:clayane.santos@ifce.edu.br)**

### RESUMO

A bacia do Córrego Água Branca na cidade maranhense de Açailândia, destaca-se pelas diversas atividade econômica observadas em sua área. Tais atividades tem provocado modificações ambientais que podem indicar impactos ambientais. De ante do exposto o objetivo principal deste trabalho foi analisar os parâmetros físico-químicos e comparar com a resolução pertinente observando possíveis desacordos. Na bacia do Córrego Água Branca predominam a atividade de agropecuária além da siderurgia. Neste estudo, foi realizada caracterização físico-química e trófica da água no mês de março de 2021. Foi amostrada água superficial em três pontos distintos ao longo do córrego. Em campo foram determinados o oxigênio dissolvido e a condutividade através de sensores multiparâmetro, nos laboratórios foram determinados a concentração de nutrientes e a carga iônica através de métodos espectrométricos, titulometria e turbidimetria. Os resultados apontam que o córrego Água Branca é classificado como eutrófico. Nesse período em alguns pontos amostrais, os valores de pH, demanda bioquímica de oxigênio, ferro e fosfato estão em desacordo com os valores permitidos pela CONAMA 357/05.

**Palavras-chave:** Eutrofização; Parâmetros Físico-Químicos; Córrego Água Branca.

### ABSTRACT

The watershed of Córrego Água Branca in the Maranhão city of Açailândia, stands out for the several accelerated activities observed in its area. Such activities caused environmental changes that may indicate environmental impacts. In view of the above, the main objective of this work was to analyze the physical-chemical parameters and compare them with a relevant resolution, observing possible disagreements. In the basin of Córrego Água Branca predominates an agricultural activity in addition to the steel industry. In this study, physical-chemical and trophic characterization of water was carried out in March 2021. Surface water was sampled at three different points along the stream. Protected oxygen and conductivity were determined in the field using multiparameter sensors, while in the laboratory the nutrient concentration and ionic charge were determined using spectrometric, titrimetry and turbidimetry methods. The results indicate that the Água Branca stream is classified as eutrophic. During this period, in some sampling points, the values of pH, biochemical demand for oxygen, iron and phosphate are in disagreement with the values allowed by CONAMA 357/05.

**Keywords:** Eutrophication. Physico-chemical parameters. White Water Stream.

## INTRODUÇÃO

A água, por estar presente nos processos químicos, físicos e biológicos, é um dos recursos naturais essenciais para a existência de vida. Quando dentro dos parâmetros de boa qualidade, contribui para a sustentação dos ecossistemas. Porém, o agravamento dos problemas ambientais, principalmente relacionados à contaminação dos corpos hídricos, tem sido um dos grandes desafios enfrentados pela sociedade atual. Isso decorre por conta de uma série de fatores, dentre eles: o rápido processo de industrialização e urbanização, vontade política e fiscalização dos órgãos de controle deficitárias, tendo como consequências enormes riscos tanto para o meio ambiente, quanto para a saúde pública

Os problemas de degradação da água são, sem dúvida muito preocupantes, haja vista que os recursos hídricos não são inesgotáveis, e todas as formas de vida, sem exceção, dependem de água para seu desenvolvimento. Causando reflexos negativos no que diz respeito a qualidade de água (ROCHA et al., 2009).

O ecossistema aquático acaba por servir como receptáculo temporário ou final de uma grande variedade e quantidade de poluentes, principalmente a partir de fontes não naturais e de atividades humanas, no qual reflete direta e indiretamente na qualidade de suas águas, gerando assim alterações em suas propriedades físicas, químicas e biológicas (CASTRO, 2009).

Nesse contexto da qualidade da água, muitos estudos hidrológicos foram publicados em todo o mundo, que destaca o papel ecológico da água dos rios. Além disso, tem havido muitas pesquisas baseadas na qualidade de água. (SANTOS, 2014; ALVES et al., 2012; ABREU; CUNHA, 2016; AMORIM et al, 2016; PIRATOBA et al, 2017; SILVA et al., 2017). Apesar de já existirem vários trabalhos que abordam sobre a qualidade de água no ambiente aquático, muito ainda precisa ser estudado principalmente com relação a diversas regiões com características peculiares. Neste aspecto, cita-se o objeto em estudo o córrego Água Branca, que deságua no córrego Píquia, afluente do Rio Açailândia localizado na mesorregião oeste do estado do Maranhão, no qual é reconhecido pela intensa atividade industrial e agropecuária. Apesar da sua importância, sofre descaso e insuficiente fiscalização por parte das autoridades locais e da população ribeirinha com relação à sua preservação.

Perante dos diferentes fatores que agem sobre o Rio do córrego água branca, é de suma importância o estudo a fim de manter um controle acerca da qualidade desse recurso hídrico, bem como a preservação dos remanescentes de mata ciliar através de estudos que caracterizem a água que é destinada a atividades desenvolvidas diariamente pela comunidade neste córrego, esta pesquisa torna-se um instrumento importante para serem desenvolvidas ações educativas com o fim de problematizar sobre preservação, manejo dos recursos hídricos e contaminação por efluentes domésticos que ocorrem no Córrego Água Branca.

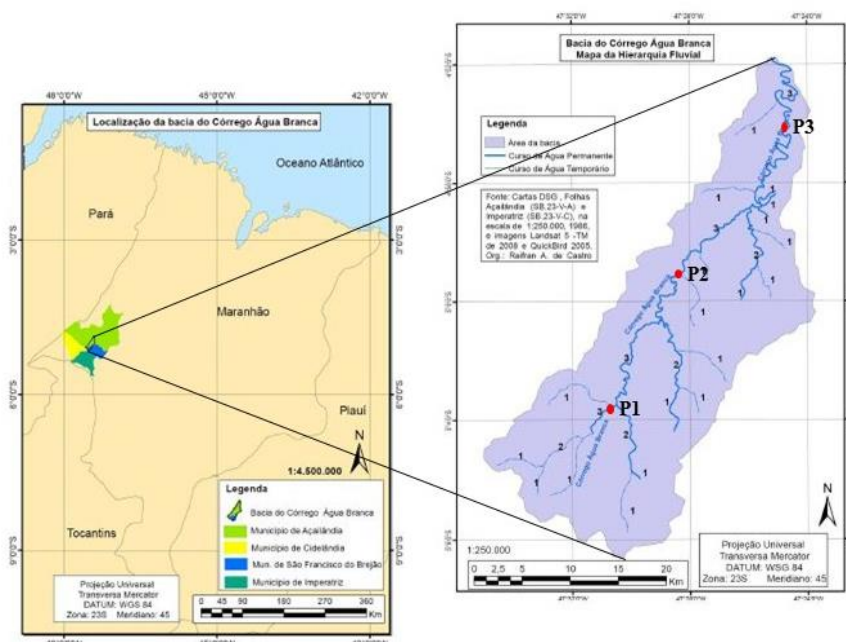
Destarte, neste trabalho, teve como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos da água algumas das mais expressivas variáveis quantitativas frente as resoluções do conselho nacional do meio ambiente (conama), nº. 357/05 para obter conhecimento sobre nível de qualidade de água, presença de nutrientes, principalmente para fornecer informações sobre o córrego água branca, contribuindo para um manejo sustentável do mesmo, assim como avaliar se os níveis estão de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação.

## METODOLOGIA

### *Área de estudo*

O córrego Água Branca nasce no município de São Francisco do Brejão numa área de altitude de 370m próximo da fronteira com o município de Cidelândia. A bacia do córrego Água Branca com 258 Km<sup>2</sup>, corresponde a uma hierarquia fluvial de 3<sup>a</sup> grandeza (Figura 01). Apresenta 24 cursos d'água que somam um comprimento total de 123,4 Km, com uma densidade de cursos d'água de 0,07 Km<sup>2</sup> e uma densidade de drenagem de 0,47 Km/Km<sup>2</sup>, com a distribuição dos principais afluentes localizando-se principalmente na margem direita. Suas áreas de maior e menor altitudes localizam-se a 410 e 170 metros de altitude respectivamente, apresentando uma amplitude absoluta de 240 metros (CASTRO, 2009). Foram selecionados três pontos de coleta: Vila Palmeira, Vila Ildemar e Piquiá, caracterizados como P1, P2 e P3 respectivamente (Tabela 01) para realização das análises físico-química e nutrientes.

**Figura 1.** Locais de coleta ao longo da bacia do Córrego Água Branca, Açailândia – MA.



**Tabela 1.** Localização geográfica e elevação dos três pontos de coleta no Córrego Água Branca, Açailândia – MA.

Locais	Coordenadas Geográficas			Elevação
	Latitude	Longitude		
Vila Palmeira (P1)	5°03'37,9" S	47°30'35,2" W		269 m
Vila Ildemar (P2)	4°58'01,7" S	47°27'35,5" W		207 m
Piquiá (P3)	4°54'30,0" S	47°24'38,6" W		170 m

### Coleta e análise de dados

A coleta de água ocorreu no mês de março de 2021 durante o período chuvoso na região em amostragem única. Foram amostrados três pontos distintos distribuídos ao longo do curso d'água (Figura 02). No momento de cada coleta foram registrados os dados geográficos, utilizando Garmin GPSmap 76CSx.

As amostras de água superficiais foram coletadas a uma profundidade entre 20-25cm com auxílio de garrafas de polietileno de 1,5 L previamente rotuladas e limpas.

Em campo foram empregados métodos de coleta baseados em protocolos recomendados pela APHA (2005) e CETESB (1978). Para determinação do Oxigênio Dissolvido (OD) e da Temperatura foi utilizado oxímetro YSI® 55, por meio de uma sonda polarográfica de compensação automática de temperatura. Fracos com amostras de água foram armazenados em caixas de isopor

preservadas com gelo e transportados ao Laboratório de Hidrobiologia na Universidade Federal do Maranhão, Campus Bacanga onde foram realizadas medidas de pH utilizando pHmetro digital Parte nas garrafas e acondicionadas em caixas de isopor com gelo as amostras seguiram para o, onde foram analisados os seguintes itens: condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD) usando-se medidor de condutividade da marca WTW, modelo COND 3210; cor aparente e turbidez usando-se um espectrômetro da marca HACH, modelo DR/2000; cloreto (Cl<sup>-</sup>) por meio de titulação argentimétrica; demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>) através do método Winkler; nitrogênio total (NT), amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), silicato (SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), fosfato(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) e Ferro (Fe<sup>2+</sup>) através do método espectrômetro UV-Vis, marca SHIMADZU, modelo UV-1800 metodologia descrita por Aminot e Chaussepied (1983); Cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e Magnésio (Mg<sup>2+</sup>) por titulação complexométrica.

**Figura 2.** Pontos de coleta no Córrego Água Branca, Açailândia – MA. P1 – Vila Palmeira, P2 – Vila Ildemar, P3 – Piquiá.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados das variáveis analisadas nos três pontos amostrais no córrego água Branca.

**Tabela 2:** Parâmetros da água da bacia do Córrego Água Branca, na estação chuvosa coletadas em pontos determinados no mês de março de 2021

Descritores físico-químicos	P1	P2	P3	VMP	UN
pH	6,0	5,1	6,3	6 a 9 <sup>(1)</sup> - 6 a 9,5 <sup>(2)</sup>	-
Temperatura (°C)	29,2	26,5	27,7	ND	(°C)
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	87,3	97,6	91,4	ND	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	87	97	91	500 <sup>(1)</sup> - 1000 <sup>(2)</sup>	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Cor aparente (Uh)	49	36	90	15 <sup>(2)</sup>	uH
Turbidez (UNT)	9,0	4,0	17	100 <sup>(1)</sup> - 5 <sup>(2)</sup>	UNT)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5,20)	2,72	8,6	2,26	$\leq 5$ <sup>(1)</sup>	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Oxigênio dissolvido (OD)	5,6	7,2	5,2	$\geq 5$ <sup>(1)</sup>	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Cloreto ( $\text{Cl}^-$ )	43	42	45	250 <sup>(1)(2)</sup>	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
<b>Nutrientes</b>					
Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )	0,12	0,79	0,84	10 <sup>(1)(2)</sup>	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Amônio ( $\text{NH}_4^+$ )	0,02	0,05	0,11	3,7 <sup>(1)</sup>	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Nitrogênio Total (NT)	1,53	1,80	1,88	ND	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Silicato ( $\text{SiO}_3^{2-}$ )	9,57	13,10	14,02	ND	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	1,55	1,57	1,63	0,1 <sup>(1)</sup>	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	4,01	4,80	7,21	ND	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ )	2,43	1,94	0,49	ND	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ )	0,36	0,08	0,13	0,3 <sup>(1)(2)</sup>	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

**Nota:** <sup>(1)</sup> resolução CONAMA N° 357 de março de 2005, <sup>(2)</sup> portaria. N° 2914 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde, ND = Não descrito na legislação.

O parâmetro do pH foi medido por representar a concentração de íons hidrogênio em uma solução e dar indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Valores baixos de pH podem gerar problemas como: irritação nos olhos, na pele e membranas/mucosas. O pH baixo ou muito elevado também pode afetar o desempenho do tratamento de desinfecção da água. Nas águas naturais, as variações destes parâmetros são ocasionadas geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), realizados por organismos fotossintetizantes e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos. (COELHO et al., 2017). Nas amostras dos três pontos de coletas, o pH indicou acidez da água, como mostrado na tabela 1. Esses teores são menores comparados a estudos obtidos por Lima e Rizzo (2015) no Córrego Água Branca, no mesmo município com características ácidas e valores entre 6,4 e 6,7. Resultados similares foram obtidos por Amorim et al. (2016), nos igarapés Precuá e Rabo de Porco na bacia hidrográfica do Itapecuru, estado do Maranhão, na maioria dos pontos monitorados as águas eram ligeiramente ácidas. Ao confrontar os dados com os limites estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), constata-se que, em geral, os pontos amostrais encontram-se em conformidade com a norma, cujo limite situa-se entre 6 e 9, exceto no ponto 2, em que foi registrado um valor inferior. Destaca-se que no Maranhão, a maioria dos corpos d'água continentais é ácida, como reflexo da presença de ácidos orgânicos dissolvidos carregados durante o período de chuvas para os corpos d'água, oriundos da decomposição de matéria orgânica. (AMORIM et al., 2016). Além desse fator, o pH na área de estudo pode ter sido influenciado pela tipologia dos solos locais, visto que são de natureza ácida (latossolos e argilossolos) e ocorrem de forma bastante expressiva na região. (MARÇAL; GUERRA, 2004)

A temperatura da água tem efeitos diretos e indiretos em quase todos os aspectos da ecologia dos rios, como a quantidade de oxigênio dissolvido (USTAOĞLU et al., 2017). Os valores de temperatura neste estudo no período chuvoso foram mínima de 26,5 °C no ponto 2 e máxima de 29,2 no ponto 1, 27,7 °C a temperatura no ponto 3, como mostra a tabela 1; valores similares foram obtidos por Lima e Rizzo (2015) que encontraram teores que variavam no período chuvoso entre 25,5 até 28,8 °C. Estudos como o de Piratoba et al. (2017) que em um trecho do Rio Pará na área portuária de Barcarena, estado do Pará encontraram teores que variavam no período chuvoso

entre 29,4 até 30,1 °C, onde a elevação de temperatura foi justificada pela localização em áreas abertas e livres da influência vegetal, que poderiam impedir a entrada de raios solares. Justificam que as variações de temperatura em corpos d'água são influenciadas pela cobertura vegetal. Além disso, diversos corpos hídricos são receptores de efluentes, a resolução do CONAMA 430, estabelece como temperatura máxima para o lançamento de efluentes 40 °C, dessa forma os pontos amostrais desse estudo estão em conformidade com a norma (CONAMA, 2011).

A água pura é um condutor pobre de eletricidade, mas a sua condutividade elétrica aumenta à medida que os sais nela são dissolvidos (BRADY; WEIL, 2013). Embora a portaria N° 2914/2011 e a resolução CONAMA N° 357/2005 não façam referências ao parâmetro físico da condutividade elétrica (CE), Torres e Gama (2005) descreveram que a CE em águas de rios varia de 100 a 1000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , para Brasil (2006c) as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S/cm}$ , em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000  $\mu\text{S/cm}$ . Os resultados na área de estudo mostraram valores 87,3 a 97,6  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Valores médios foram obtidos por Lima e Rizzo (2015) estes ficaram entre 109,1 a 157,7  $\mu\text{S/cm}$ , para Bandeira, Rosa e Lima (2015) em avaliações da água do Rio Jacu pertencente a bacia hidrográfica Riacho Açailândia os valores obtidos estavam entre 116,06 a 145,4  $\mu\text{S/cm}$  no período chuvoso. Nos dois últimos casos analisados em Açailândia-MA, os valores são superiores se comparados com os valores obtidos no presente estudo.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) é uma medida de todos os constituintes dissolvidos em água. Os ânions inorgânicos dissolvidos em água incluem carbonatos, cloro, sulfatos e nitratos. Os cátions inorgânicos incluem sódio, potássio, cálcio e magnésio (USTAOĞLU et al., 2017). No ponto 1, ponto 2 e ponto 3, os valores de sólidos totais dissolvidos de 87  $\text{mg.L}^{-1}$ , 97  $\text{mg.L}^{-1}$  e 91  $\text{mg.L}^{-1}$ , foram consistentemente paralelos aos níveis de condutividade elétrica. Para Bandeira, Rosa e Lima (2015) em avaliações da água do Rio Jacu os valores obtidos estavam entre 76,3 a 89,5  $\text{mg.L}^{-1}$ , os valores são menores se comparados com os valores obtidos no presente estudo. Altos níveis de STD podem fazer com que a água tenha gosto de minerais e torná-la desagradável para beber, além de causar problemas no equilíbrio de água para os organismos. Pelo contrário, baixos níveis de STD podem limitar o crescimento da vida aquática. STD pode causar toxicidade através de aumentos na salinidade, mudanças na composição iônica da água e toxicidade de íons individuais (Phyllis e Lawrence 2007). A Portaria n°

2.914/2011 do MS também define que a quantidade de sólidos totais dissolvidos (STD) encontrada na água potável não deve exceder 1000 mg.L<sup>-1</sup>. E a resolução CONAMA N° 357/2005 define que STD não deve exceder 500 mg.L<sup>-1</sup>. A Tabela 1 mostra os resultados para STD, sendo que todas as amostras se encontravam dentro dessas normas, portando os valores são aceitáveis.

A determinação da intensidade da cor da água é feita comparando-se a amostra com um padrão de cobalto-platina, sendo o resultado fornecido em unidades de cor, também chamadas uH (unidade Hazen). As águas naturais apresentam, em geral, intensidades de cor variando de 0 a 200 unidades. Valores inferiores a 10 unidades são dificilmente perceptíveis. (BRASIL, 2006c). Os valores obtidos no estudo foram, 49 mg Pt-Co.L<sup>-1</sup>, 36 mg Pt-Co.L<sup>-1</sup> e, 90 mg Pt-Co.L<sup>-1</sup> nos respectivos pontos amostrais. Estudos como o de Piratoba et al. (2017) que no período chuvoso obtiveram valores entre 48,29 a 96,11 mg Pt L<sup>-1</sup> indicam que maiores valores ocorrem no período chuvoso devido o transporte de material orgânico e inorgânico drenado nas margens dos rios, o que influencia no aumento da cor.

Em relação a turbidez das águas está, geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 unidades. Para fins de potabilidade, a turbidez deve ser inferior a uma unidade. Tal restrição fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos microrganismos patogênicos e assim minimizando a ação do desinfetante (BRASIL, 2006c). Os valores obtidos no estudo foram, 9 UNT, 4 UNT e, 17 UNT respectivos pontos amostrais. Valores médios foram obtidos por Lima e Rizzo (2015) estes ficaram entre 0,2 a 12,31 UNT, para Bandeira, Rosa e Lima (2015) em avaliações da água do Rio Jacu os valores obtidos estavam entre 2,2 a 4,96 UNT no período chuvoso. No último caso analisado, os valores são inferiores se comparados com os valores obtidos no presente estudo. Os resultados amostrados estão dentro dos limites estabelecidos para classe I (até 40 UNT) e classe II (até 100 UNT) pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005).

Visando-se avaliar os níveis de oxigenação da água do Córrego Água Branca determinaram-se os níveis de DBO e oxigênio dissolvido. Os valores encontrados para Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, 2,72 mg.L<sup>-1</sup> P1 e 2,26 mg.L<sup>-1</sup> P3 estavam de acordo com o limite de 5 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, exceto o P2, compreendido como zona de mistura que apresentou 8,6 mg.L<sup>-1</sup>. As variações nos teores de oxigênio dissolvido estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água. Para a manutenção da vida aquática aeróbia são

necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 mg.L<sup>-1</sup> a 5 mg.L<sup>-1</sup>, de acordo com o grau de exigência de cada organismo. A concentração de oxigênio disponível mínima necessária para a sobrevivência das espécies piscícolas é de 4 mg.L<sup>-1</sup> para a maioria dos peixes e de 5 mg.L<sup>-1</sup> para trutas (BRASIL, 2006c). Os valores de oxigênio dissolvido enquadraram-se nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005. Sendo 5,6 mg.L<sup>-1</sup> obtido no P1, 7,2 mg.L<sup>-1</sup> no P2 e 5,2 mg.L<sup>-1</sup> obtido no P3. Havendo uma relação inversa entre os parâmetros de oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio.

O cloreto é o ânion Cl<sup>-</sup> que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca de 6 g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg.L<sup>-1</sup>. (PIVELI, 2013). Os valores da concentração de cloreto no período chuvoso foram de 43, 42 e 45 mg.L<sup>-1</sup> nos respectivos pontos amostrais. Estudos de Vitó et al. (2016), com o objetivo de verificar a qualidade da água de poços, muitas vezes destinados para o consumo, em poços de áreas rurais da região Noroeste Fluminense, foram obtidos teores de 3,5 a 87,95 mg.L<sup>-1</sup> de cloreto. Valores inferiores foram obtidos por Piratoba et al. (2017) onde mostraram teores médios da concentração de cloreto no período menos chuvoso de 0,26 a 0,44 mg.L<sup>-1</sup>, e no período chuvoso entre 0,23 e 0,42 mg.L<sup>-1</sup> demonstrando que as concentrações baixas são comuns nos rios Amazônicos. Contudo no enquadramento das águas doces no CONAMA 357, o valor máximo permitido de cloreto é de 250 mg.L<sup>-1</sup> para águas doces classe I, II e III, e os resultados obtidos neste estudo se enquadram nesta normativa (BRASIL, 2005).

Em relação aos nutrientes nitrogenados, quanto a concentração de nitrogênio total (NT) os valores indicam que as menores concentrações de NT ocorreram a montante do córrego e aumentaram ao longo do seu percurso. Alves et al. (2012) detectou na bacia hidrográfica do Rio Arari – PA, os valores para NT (5,87 mg.L<sup>-1</sup>; 4,85 mg.L<sup>-1</sup> e 3,11 mg.L<sup>-1</sup>) as maiores concentrações de NT ocorreram a montante e foram superiores se comparados ao presente estudo além de inferir que descargas de esgotos elevam as concentrações de NT e condutividade elétrica.

Quanto a concentração de amônio forma reduzida do nitrogênio, sendo encontrada em condições de anaerobiose; serve como indicador do lançamento de esgotos de elevada carga orgânica; em condições fortemente alcalinas, ocorre o predomínio da amônia livre

(ou não ionizável), que é bastante tóxica a vários organismos aquáticos, já o nitrato forma oxidada de nitrogênio é encontrado em condições de aerobiose, o nitrato, em concentrações elevadas, está associado a doença da metaemoglobinemia (BRASIL, 2006c). As maiores concentrações de nutrientes nitrogenados correspondem a jusante do Córrego Água Branca. As concentrações de  $\text{NO}_3^-$  encontradas foram de 0,12 a 0,84  $\text{mg.L}^{-1}$ , para  $\text{NH}_4^+$  as concentrações foram de 0,02 a 0,11  $\text{mg.L}^{-1}$ . Abreu e Cunha (2016) em estudos desenvolvidos no Rio Jari - AP encontraram concentrações de 0,10 a 1,9  $\text{mg.L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ , e com relação as concentrações de  $\text{NH}_4^+$  todos os períodos de coleta apresentaram média entre 0,240 e 0,376  $\text{mg.L}^{-1}$ . De acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, o limite máximo permitido é de 10  $\text{mg.L}^{-1}$  para  $\text{NO}_3^-$  e 3,7  $\text{mg.L}^{-1}$  para  $\text{NH}_4^+$ , desta forma os valores destes indicaram baixo nível de poluição por esses parâmetros.

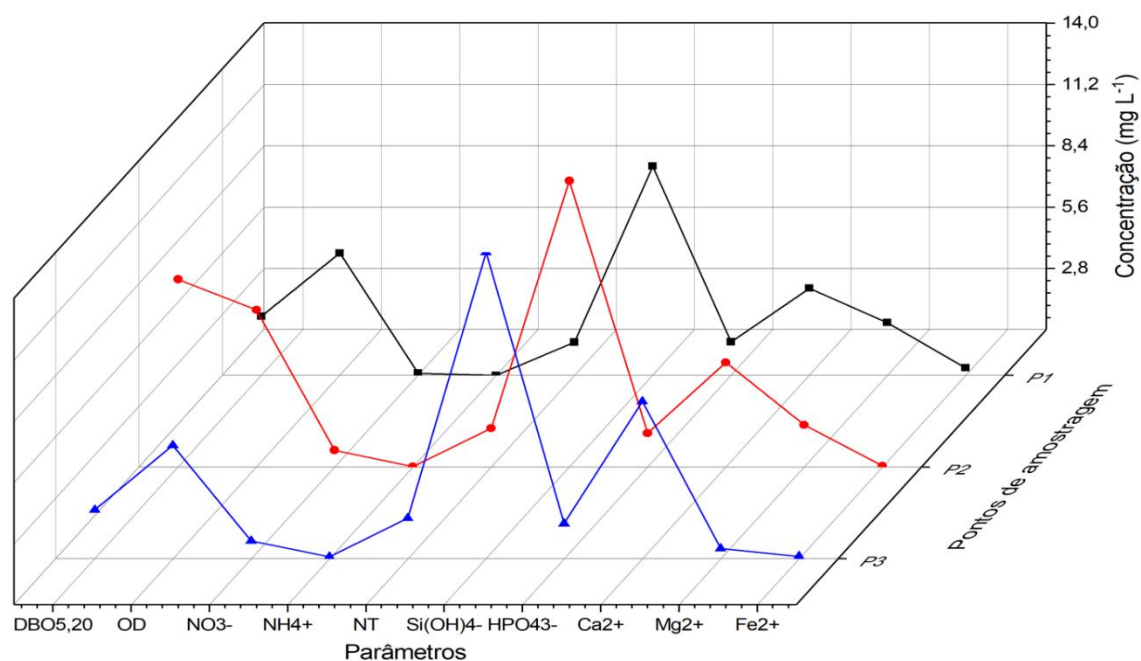
Quanto as concentrações de silicato, este não se encontra na listagem de parâmetros químicos CONAMA, o silício reativo solúvel não se caracteriza como um composto poluente ou contaminante em nenhum tipo de ambiente. (MENDES FILHO, 2009). A maior concentração de silicato foi na jusante do Córrego Água

Branca (tabela 1) e menor concentração ao longo dos demais pontos amostrais.

Os valores de fósforo na forma de fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) ficaram acima do estabelecido pela Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, a qual regulamente um limite máximo para o fosfato de 0,1  $\text{mg.L}^{-1}$  (Tabela 1) (Conselho..., 2005). Indicando assim um ambiente eutrófico, em ambientes eutrofizados, têm-se um elevado índice de matéria orgânica decomposta em virtude dos altos níveis principalmente de nitrogênio, fósforo e dióxido de carbono, facilitando assim a fotossintetização de organismos anaeróbicos, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido na água (EUBA NETO et al., 2012), o que explica o fato do P3, apresentar menor concentração de oxigênio dissolvido, intrinsecamente ligado a descarga de efluentes sanitários no local e proximidade com indústrias.

Em relação a magnésio e cálcio, o período de chuva é marcante para que as concentrações desses nutrientes diminuam, por conta do maior volume de água ocasionando diluição (figura 3), estudo de Piratoba et al. (2017) os valores médios obtidos para o período menos chuvoso estão entre 1,89 e 2,54  $\text{mg.L}^{-1}$  de Ca, e para o período chuvoso é de 0,57 a 0,81  $\text{mg.L}^{-1}$  de Ca, valores inferiores comparados ao presente estudo.

**Figura 3.** Concentrações de OD, DBO 5,20 e nutrientes da água da bacia do Córrego Água Branca



De acordo com a Resolução CONAMA n° 396/2008 (BRASIL, 2008), o valor máximo permitido de

dureza para a água potável (Ca e Mg) deve ser de 500  $\text{mg.L}^{-1}$ . nesse estudo, o somatório dos cátions Ca e Mg

apresentaram valores abaixo de 20 mg.L<sup>-1</sup>, indicando que a água se apresenta com boa qualidade em relação este parâmetro.

Os níveis de ferro encontram-se dentro dos limites aceitáveis estabelecido pela Resolução N°. 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, exceto P1, apresentando concentração de 0,35 mg.L<sup>-1</sup>, tendo como base os valores de referência da Tabela 1. É importante e necessário relatar que a presença dessas espécies químicas pode causar efeitos adversos à biota e aos seres humanos frequentadores do Córrego Água Branca, especialmente para atividades de lazer como a pesca e balneabilidade. Neste sentido, torna-se necessário um monitoramento constante das águas do referido córrego.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante os resultados, o Córrego Água Branca apresenta valores de alguns parâmetros que o classificam com eutrófico, isto porque os valores de alguns pontos amostrais, referentes ao pH, demanda bioquímica de oxigênio, ferro e principalmente fosfato estão em

desacordo com os valores permitidos pela CONAMA, resolução n° 357 de 17 de março de 2005. chamando atenção para o lançamento de efluentes sem tratamento prévio, o aumento de fosfato em um ecossistema faz com que ele produza mais do que consome, desencadeando um desequilíbrio que traz consequências para o metabolismo do mesmo. Os demais parâmetros físico-químicos encontraram-se dentro dos limites vigentes pela legislação brasileira. Dessa forma, esta pesquisa contribui com a formação de um banco de dados das características físicas, químicas da água da bacia do Córrego Água Branca e serve como subsídio para a tomada de decisão pela sociedade e autoridades em geral, que buscam condições satisfatórias para preservação do meio ambiente e correto manejo da bacia.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Maranhão (IFMA); Ao Instituto Federal do Ceará (IFCE); A Universidade CEUMA e ao LABOHIDRO/UFMA.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Carlos Henrique Medeiros de; CUNHA, Alan Cavalcanti. **Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, [s.l.], v. 22, n. 1, p.45-56, 13 out. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016144803>.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n1/1809-4457-esa-S1413\\_41522016144803.pdf](http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n1/1809-4457-esa-S1413_41522016144803.pdf)>. Acesso em: 27 maio 2021.

ALVES, Igor Charles Castor et al. **Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil)**. Acta Amazônica, Amazônia, v. 42, n. 1, p.115-124, 01 jan. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v42n1/a14v42n1.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2021.

AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu Marine**. Paris: 1. ed. Paris: Brest, Center National pour l'exploitation des Océans. 1983.

AMORIM, Diranneide Gomes et al. **Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA)**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, São Luís, v. 22, n. 2,

p.251-259, 12 dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016131212>.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. (2005) **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington: APHA.

BANDEIRA, Ricardo dos Reis; ROSA, Naila Gleycy Collins; LIMA, Elioneto de Sousa. **Avaliação das Águas do Rio Jacu (Açailândia - Ma)**. 2015. Disponível em: <<https://eventos.ifma.edu.br/seppie/seppie-2015/>>. Acesso em: 23 maio 2021.

BRADY, Nyle C; WEIL, Ray R. **Elementos da Natureza e Propriedades do Solo**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 697 p. Tradução de: Igo Fernando Lepsch.

BRASIL. (2005) **Resolução n° 357**, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 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 da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.



BRASIL. (2008) **Resolução CONAMA nº 396**, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 abr. 2008. Seção 1, p. 64-68.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde). Disponível em: [http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\\_controle\\_qualidade\\_agua.pdf](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf). Acesso em: 23 maio 2021.

CASTRO, Raifran Abidimar de. **Fragilidade Ambiental na Bacia do Córrego Água Branca, Açailândia - MA**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação/UFPA, 2009.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**, São Paulo, 1987. 150p.

COELHO, Silvio Carlos et al. **Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil**. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science*, Taubaté, v. 12, n. 1, p.156-167, 1 jan. 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1962>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. *Diário Oficial [da] União*, n. 92, 16 maio 2011, p. 89. Brasília, 2011.

EUBA NETO, M et al. **Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do balneário Veneza na bacia hidrográfica do médio Itapecuru, MA**. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 79, n. 3, p.397-403, set. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1808-16572012000300010>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-16572012000300010&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-16572012000300010&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 27 maio 2021.

LIMA, Pedro Henrique Roque; RIZZO, Felipe Alexandre. **Diagnóstico ambiental do córrego água branca e mosquito no trecho do pólo industrial químico de Açailândia - MA**. 2015. Disponível em: <https://eventos.ifma.edu.br/seppie/seppie-2015/>. Acesso em: 21 maio 2021.

MARÇAL, Mônica dos Santos; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Indicadores Ambientais Relevantes para a Análise da Suscetibilidade à Erosão dos Solos em Açailândia (MA)**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p.1-15, 16 jan. 2004. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/20/21>. Acesso em: 21 maio 2021.

MENDES FILHO, Nestor Everton. **Caracterização Química da Matéria Orgânica nos Sedimentos do Solo Do Manguezal e Dinâmica de Nutrientes nas Águas Superficiais e Intersticiais no Médio Estuário do Rio Paciência em Iguaiá - Paço Do Lumiar (Ma)**. 2009. 162 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutor em Química Analítica, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009. Disponível em: [security.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e.../Tese\\_Nestor\\_E\\_M\\_Filho.pdf](http://security.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e.../Tese_Nestor_E_M_Filho.pdf). Acesso em: 27 maio 2021.

Phyllis, K.W. and Lawrence, K.D., 2007. **Effects of total dissolved solids on aquatic organisms: A review of literature and recommendation for salmonid species**. *American Journal of Environmental Science* 3: 1-6. Disponível em: <http://pebblescience.org/pdfs/TDSAAlaskaStudy.pdf>. Acesso em: 23 maio 2021.

PIRATOBA, Alba Rocio Aguilar et al. **Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil**. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science*, Taubaté, v. 12, n. 3, p.435-456, 2 maio 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>.

PIVELI, Roque Passos. **Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos**. São Paulo: Roque Passos Piveli, 2013. Color. Disponível em: [http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo\\_7\\_-\\_Anions\\_em\\_Aguas.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo_7_-_Anions_em_Aguas.pdf). Acesso em: 25 maio 2021.

ROCHA, Julio Cesar et al. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 256 p.

TORRES, Vidal Félix Navarro; GAMA, Carlos Dinis da. **Engenharia Ambiental Subterrânea e Aplicações**. Rio de Janeiro: Cetem/cyted, 2005. 550 p.

USTAOĞLU, Fikret et al. **Investigation of Water Quality and Pollution Level of Lower Melet River, Ordu, Turkey**. Alinteri Zirai Bilimler Dergisi, [s.l.], v. 32, n. 1, p.69-79, 30 jun. 2017. Alinteri Zirai Bilimler Dergisi. <http://dx.doi.org/10.28955/alinterizbd.319403>.

VITÓ, Camila Vieira Goudinho et al. **Avaliação da Qualidade da Água: determinação dos Possíveis Contaminantes da Água de Poços Artesianos na Região Noroeste Fluminense**. Acta Biomédica Brasiliensia, Brasília, v. 7, n. 2, p.59-75, 23 dez. 2016. Universidade Iguacu - Campus V. <http://dx.doi.org/10.18571/acbm.111>. Disponível em: <[www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/download/154/124](http://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/download/154/124)>. Acesso em: 26 maio 2021.