



AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DA PRAIA DO CARIPI – BARCARENA/PA

Tomazi, P. S.^{a*} & Diniz, V. W. B.^b

^aCurso de Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Química, Departamento de Ciências Naturais (DCNA), Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, Brasil.

^bCurso de Licenciatura em Química, Departamento de Ciências Naturais (DCNA), Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE), Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, Brasil.

*pietro.tomazi@breves.ufpa.br (Corresponding author).

Cite as: Tomazi, P. S., Diniz, V. W. B. (2024). Avaliação Físico-química das Águas da Praia do Caripi – Barcarena/PA. *Braz. J. Aquatic. Sci. Technol.* 28(1):01-05. ISSN 1808-7035. DOI: 10.14210/bjast.v28n1.18268

Received: 14/12/2021. Revised: 18/05/2024. Accepted: 20/05/2024. Published: 27/06/2024.

Document type: Research article.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Competing interest: The authors declare no competing interest.

Copyright: This document is under the Creative Commons Attribution Licence (CC BY 3.0 DEED).

ABSTRACT

Caripi Beach is located in the city of Barcarena-PA, on the banks of the Pará river, where there has been the establishment of various enterprises and also the increasing rise of anthropogenic activities, which generate discharges of effluents, solid waste, and domestic sewage into the area, altering the physicochemical characteristics of the water body throughout the year. Aiming to analyze the physicochemical parameters of the waters of Caripi Beach, as well as the influence of tidal and rainfall patterns, a study was conducted on-site during two campaigns, selecting three sampling points where samples were taken during low and high tides, with one collection in the rainy season and another in the less rainy period, totaling twelve samples in both campaigns. For these samples, parameters such as pH, temperature, chloride, acidity, alkalinity, total hardness, calcium hardness, magnesium hardness, ammonia, and iron were analyzed. From the results, it was observed that despite the significant anthropogenic activity in the region, no relevant changes in water usage patterns were recorded at the time of sampling, with iron being the only parameter slightly outside the standards for class 1 water. However, it was noted that seasonality significantly affects the physicochemical parameters, as there were significant differences in the results from the first to the second campaign, yet remaining within the standards for the use of that water.

Keywords: Physicochemical analysis. Seasonality. Water quality.

1 Introdução

A água é uma das substâncias mais complexas do que se pensa, uma vez que suas propriedades físico-químicas permitem utilizá-la em diversos processos. Em consequência disso, na química, é um dos principais solventes utilizados, comprovando a sua importância para esta área. Portanto, no cotidiano, a água necessita obedecer a padrões pré-estabelecidos para o uso, devido às diversas impurezas que podem ser encontradas: umas inócuas, outras pouco desejáveis e algumas perigosas (Richter & Netto, 2017).

Dessa forma, a água apropriada para determinados usos deve cumprir exigências rigorosas de qualidade. Não é proibido o consumo de águas naturais, de rios, mananciais e poços artesianos, mas o conceito popular de que "se é natural não faz mal" está cada vez mais obsoleto devido o descarte inadequado de poluentes nas águas, que influenciam na sua integridade e de seus componentes (Almeida & Souza, 2019).

Segundo o portal de qualidade da água (ANA, 2020), verificar a qualidade das águas superficiais permite uma melhor gestão dos recursos hídricos, pois os procedimentos que permitem a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas, são essenciais para várias atividades, como planejamento, consentimento e enquadramento dos corpos hídricos.

Conforme Richter & Netto (2017), é de grande importância analisar e classificar os tipos de corpos hídricos disponíveis, analisando seus padrões físico-químicos, ajudando a prevenir possíveis contaminações oriundas da ação antrópica. Essas análises são uma tentativa de levantar informações sobre a qualidade da água, para identificar e monitorar possíveis efeitos negativos para a saúde humana ou aos organismos que utilizam este recurso (Tozzo & Gonçalves, 2014).

Contudo, nem sempre as ações antrópicas são as responsáveis pelas alterações nas características de determinado corpo hídrico. Os intervalos das marés e a sazonalidade são fatores naturais que acabam afetando os valores dos padrões físico-químicos, devido à dissolução de substâncias que são transportadas até chegar ao determinado ambiente (Piratoba et al., 2017).

O município de Barcarena, por se tratar de um polo industrial, decorrente da atividade de transformação mineral das empresas Alumínio Brasileiro S.A. (Albrás), Alumina do Norte do Brasil S.A. (Alunorte) e Imerys, foi palco de diversos acidentes ambientais. Esses fatos expõem a fragilidade da gestão ambiental, particularmente a hídrica, tanto por parte das empresas, como dos órgãos ambientais fiscalizadores, de âmbito estadual e municipal (Junior et al., 2019a).

Em virtude disso, este polo industrial pode ser um dos principais causadores de poluição das águas que banham a Praia do Caripi, pois fica a poucos quilômetros da área, como está mostrado na Figura 1.

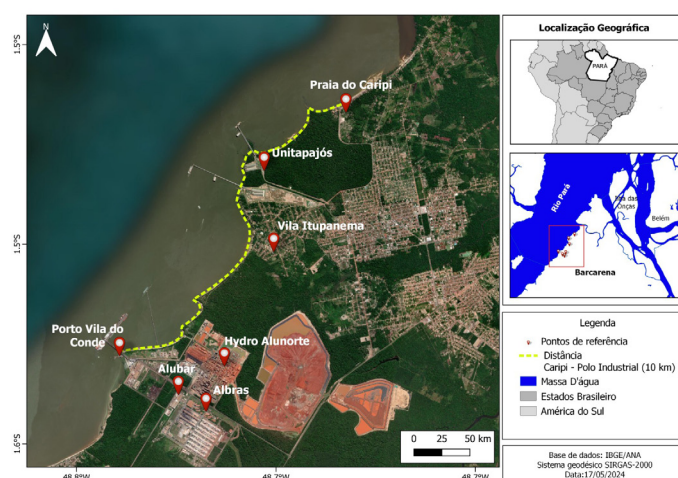


Figura 1. Distância da Praia do Caripi para o polo industrial de Barcarena.

A Praia do Caripi está localizada no município de Barcarena e inserida no Setor Continental Estuarino, sob influência do rio Pará e com características de praia reflectiva a intermediária e fortemente influenciada por correntes de maré e ondas baixas, possuindo uma formação geológica variável constituída por sedimentos do período terciário (formação Barreiras) e sedimentos do período quaternário (formação pós-Barreiras) (Cunha, 2017).

Segundo Junior et al. (2019b), a Praia do Caripi é utilizada, principalmente, para a balneabilidade e recreação, comemorações municipais, shows, festivais, etc. Além disso, existem estabelecimentos e moradias na área que não contam com uma rede de esgoto adequada e sistemas de escoamento de resíduos, que são despejados sem tratamento nas águas da praia. Esses resíduos, quando entram em contato com a água, alteram as suas propriedades físicas, químicas e microbiológicas, podendo provocar desde infecções intestinais até doenças microbianas mais graves.

Segundo a Resolução CONAMA n. 274, de 29 de novembro de 2000 (Brasil, 2000), as águas dos locais analisados serão consideradas impróprias se for constatado o $\text{pH} < 6,0$ ou $\text{pH} > 9,0$ (águas doces), à exceção das condições naturais outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário (Brasil, 2000).

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos das águas da Praia do Caripi, localizada no município de Barcarena, estado do Pará, a partir da determinação dos valores de temperatura, pH, nitrogênio amoniacal, acidez, alcalinidade, cloreto, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésiana e ferro, bem como a influência da precipitação e das marés nas características físico-químicas do corpo hídrico.

2 Materiais e Métodos

Foram selecionados três pontos de amostragem P1, P2 e P3, denominados e georreferenciados como: P1 – cheia e P1 – seca na porção inicial da praia ($1^{\circ}29'30.3''\text{S}$ $48^{\circ}42'26.5''\text{W}$), P2 – cheia e P2 – seca na porção medial ($1^{\circ}29'23.4''\text{S}$ $48^{\circ}42'13.1''\text{W}$) e, por fim, P3 – cheia e P3 – seca na porção final ($1^{\circ}29'18.3''\text{S}$ $48^{\circ}42'00.3''\text{W}$). A Figura 2 mostra os pontos de amostragem do corpo hídrico estudado.

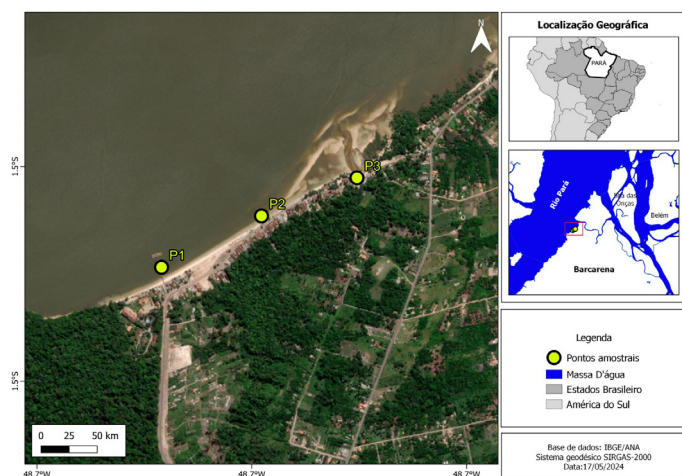


Figura 2. Mapa de localização da área de estudo e dos pontos de amostragem, sendo P1 a porção inicial, P2 a parte medial e P3 a porção final da Praia do Caripi.

A escolha dos pontos de amostragem teve como finalidade avaliar os diferentes parâmetros analisados ao longo da Praia do Caripi nas diferentes marés. É de se destacar que P1 fica relativamente afastado de habitações e estabelecimentos, se comparado aos outros pontos. Ademais, em P3, além de ter a maior quantidade de residências, fica localizado na saída de um canal que recebe descarga de dejetos.

Os procedimentos de coletas seguiram os padrões do Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos (2006) da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Já os procedimentos de análise, foram norteados pelo Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS da FUNASA (FUNASA, 2014), com exceção da análise de cloreto, nitrogênio amoniacal e ferro, que seguiram outras metodologias.

A amostragem foi realizada em um período sazonal, sendo a primeira coleta realizada em agosto de 2020 (período menos chuvoso) e a segunda, em janeiro de 2021 (período mais chuvoso). A coleta foi

simultânea nos três pontos, em um intervalo de 12 horas, durante o ciclo das marés.

Cada coleta foi realizada manualmente em garrafas de polietileno de dois litros, devidamente descontaminadas em laboratório. No momento da coleta, as garrafas foram abertas em uma profundidade de um metro no corpo hídrico contra o fluxo da corrente e transportadas em caixas de isopor até o laboratório.

A temperatura foi medida em campo utilizando termômetro de vidro de mercúrio da incoterm modelo 5003. Já as medidas de pH também foram feitas em campo usando o medidor de pH digital da marca Festnight.

O nitrogênio amoniacal foi obtido utilizando o Spectro Kit Amônia Indotest – Comparação visual em cartela colorimétrica da Alfakit. O método utilizado no kit é o azul de indofenol (Alfakit, 2020).

As amostras foram transportadas ao laboratório de química do Centro de Ciências Sociais e Educação da Universidade do Estado do Pará. Nesse local, a acidez foi determinada por titulação com hidróxido de sódio e fenolftaleína como indicador de acordo com o manual de controle de qualidade de água para técnicos que trabalham em ETAs da FUNASA (FUNASA, 2014).

A alcalinidade foi obtida por titulação com ácido sulfúrico e alaranjado de metila e fenolftaleína como indicadores. Essa titulação foi dividida em duas etapas, nas quais a primeira se utilizou a fenolftaleína na amostra para verificar a presença de hidroxilas e a segunda se utilizou a alaranjado de metila para medir a alcalinidade, conforme é mostrado no manual de controle de qualidade de água para técnicos que trabalham em ETAs da FUNASA (FUNASA, 2014).

O cloreto foi determinado a partir do método Mohr, que consiste numa volumetria de precipitação, em que o íon é doseado por titulação com uma solução de nitrato de prata na presença do indicador cromato de potássio (Baccan et al., 1979).

Já a dureza total da amostra foi feita por determinação volumétrica por complexação com ácido etilendiaminotetracético (EDTA). Por conseguinte, a dureza cálcica, também foi feita uma determinação volumétrica por complexação com ácido etilendiaminotetracético (EDTA). Com isso, a dureza magnésiana foi determinada de maneira indireta através da diferença entre a dureza total e a dureza cálcica. Os teores dos parâmetros citados neste parágrafo, também foram analisados de acordo com o manual de controle de qualidade de água para técnicos que trabalham em ETAs da FUNASA (FUNASA, 2014) como referência.

Por fim, o parâmetro de ferro foi analisado no aparelho espectrofotômetro, pelo método do tiocianato (Vogel, 1981).

3 Resultados e Discussão

Os valores obtidos para cada parâmetro analisado estão discriminados na Tabela 1, sendo distribuídos em duas campanhas para cada ponto, sendo um durante a maré cheia (Pn-C) e outro na maré seca (Pn-S), sendo n o número referente ao ponto de amostragem. Ademais, os dados referentes às coletas apresentados na Tabela 1, encontram-se as médias dos valores das análises feitas em triplicata, cujo desvio padrão $\leq 5\%$.

O pH é um dos parâmetros mais importantes para se analisar em um ambiente aquático, com grandes dificuldades para a sua interpretação, uma vez que diversos fatores podem influenciá-lo (Esteves, 2011). De acordo com Daneluz e Tessaro (2015), esse parâmetro está relacionado com o crescimento bacteriano, uma vez que a condição ideal para que isso ocorra é o pH estar entre 6,5 e 7,5. Os valores de pH expressos na Tabela 1 determinados no período menos chuvoso foram próximos da neutralidade, estando entre 7 a 7,5. Entretanto, no período chuvoso, os valores de pH diminuíram para a faixa de 5,6 a 6,6, tendo um aumento de acidez. De acordo com o CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), os valores de pH presentes neste estudo estão dentro dos padrões permitidos para águas doces classes 1, 2 e 3 com valores de pH na faixa de 6,0 a 9,0 (Brasil, 2005).

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas das amostras de água de três pontos da Praia do Caripi da cidade de Barcarena-PA. Pontos de coleta (P), tipos de marés: seca (S) e cheia (C) e parâmetros analisados nas duas campanhas, 1 para o período menos chuvoso e 2 para o período mais chuvoso.

Parâmetro	Pontos de Coleta						
	Coleta	P1-S	P1-C	P2-S	P2-C	P3-S	P3-C
pH	1	7,3	7,0	7,5	7,3	7,5	7,1
	2	6,6	5,8	6,1	5,6	5,9	5,7
Temperatura (°C)	1	27	28	27	27,5	27	28
	2	22,5	23,0	22,0	22,0	22,5	23,0
Cloro (mg/L)	1	2,0	1,7	1,8	2,0	1,0	1,3
	2	1,5	1,4	1,3	1,5	4,3	3,3
Acidez (mg/L CaCO ₃)	1	1,2	0,7	1	1,7	0,2	1,7
	2	1,8	0,6	2,9	2,6	2,8	3,6
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	1	7,6	8,8	9,4	8,2	7,6	7,3
	2	6,1	6,5	7,4	7,8	6,5	8,6
Dureza total (mg/L)	1	21,2	20,9	19,7	20,0	18,1	20,9
	2	34,5	32,6	30,2	34,5	30,2	22,2
Dureza cálcica (mg/L)	1	12,5	11,3	11,3	11,9	10,6	9,4
	2	12,9	13,1	13,5	18,0	10,6	9,4
Dureza magnésiana (mg/L)	1	8,7	9,6	8,4	8,1	7,5	11,5
	2	21,5	19,5	16,6	16,4	19,5	12,7
Amônia (mg/L)	1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,6	0,3
	2	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,6
Ferro (mg/L)	1	0,5	1,4	0,8	1,6	0,7	1,6
	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2

Esses valores apresentaram similaridades com a análise feita por Piratoba et al. (2017) na mesma região, na qual apresentou uma média de 7,0 para o pH durante o período menos chuvoso, tendo uma diferença no período mais chuvoso, no qual o valor de pH estava na faixa de 7,2, mais alta em relação ao presente estudo. Ademais, os valores da análise em questão são relativamente próximos, se comparados aos teores obtidos por Junior et al. (2019b), no Rio Murucupi, no mesmo município no período chuvoso, com características ácidas e valores entre 5,9 a 6,5.

Por conseguinte, dentre os fatores que afetam o pH, o aumento no volume de precipitação está diretamente associado, uma vez que ocorre um aumento da concentração de ácidos orgânicos provenientes da chuva (Pontes et al., 2012). Segundo o estudo feito por Silva et al. (2008), os teores encontrados na localidade do Seringal da Caridade-AM, foram constantes com valores de pH entre 6 a 7. Entretanto, nos meses de maior precipitação, os valores chegaram a 5, mostrando a forte influência da chuva para a diminuição do pH. Além disso, as águas das regiões amazônicas tendem a demonstrar características ácidas, devido à argila rica em caulinita e ácidos húmicos, formados pela deposição de matéria orgânica, que ficam em suspensão nessas águas (Pereira et al. 2007).

Analisando a Figura 2, é possível visualizar que os pontos de coleta estão posicionados em locais abertos, sendo fortemente influenciados pela incidência de raios solares, temperatura do ar, variações diurnas, entre outros, uma vez que as coletas tiveram intervalos entre si (maré seca e maré cheia). Em virtude disso, ao longo do período de análise, pode-se notar que a temperatura entre os pontos de coleta e nos intervalos entre as marés, apresentaram máximas e mínimas, respectivamente, no período menos chuvoso de 28 °C e 27 °C, e no período chuvoso de 23 °C e 22 °C, tendo variação de até 1°C na superfície da água.

De acordo com Esteves (2011), a baixa variação diária e sazonal na temperatura da água se dá pelo alto calor específico que a substância apresenta se comparada ao ambiente terrestre. De acordo com os estudos feitos por Pereira et al. (2007), os valores apresentados de temperatura no período de setembro (menos chuvoso) eram com máximas de 29 °C e mínimas de 27°C. Da mesma forma, as análises mais recentes feitas por Piratoba et al. (2017) também apontam temperaturas entre 30 °C e 31 °C, um pouco mais altas se considerar o horário, incidência de raios solares e a profundidade em que a coleta foi feita. É importante destacar que uma das principais causas da variação de temperatura em um ambiente são a altitude, clima e o grau de sombreamento do curso da água que está sendo analisado (Resende, 2009).

Além da temperatura, os íons cloretos também têm grande importância nos processos realizados por organismos aquáticos, como o transporte de outros íons através das células (Piratoba et al. 2017). Entretanto, os cloretos são indicativos de presença de poluição por esgoto doméstico, conferindo um sabor salino característico à água, mesmo que este íon não cause prejuízo para saúde humana em altas concentrações (Richter & Netto, 2017).

As concentrações de cloretos encontradas na Praia do Caripi foram mais baixas que o esperado, estando entre 1 a 2 mg/L (Tabela 1). O ponto P3-S no período menos chuvoso apresentou valores abaixo dos outros pontos e no período mais chuvoso apresentou valores acima, visto que a área de coleta das amostras se encontra ao final da praia, onde há moradias com pouco ou nenhum tratamento de esgoto. Contudo, a poluição por efluentes na área é pequena, se considerar também a influência dos oceanos e a força das águas, uma vez que não se têm valores nem próximos do estipulado pelo CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), que é de 250 mg/L, para consumo da água.

Em se tratando do rio Pará, que tem contato direto com a água do oceano, esperava-se que as concentrações de cloretos fossem mais altas, pois, de acordo com a FUNASA (FUNASA, 2014), os cloretos estão em grande parte nos oceanos em forma de sais de sódio, potássio e cálcio. No entanto, a análise de Piratoba et al. (2017) no mesmo local, apresentou concentrações de cloretos em torno de 0,3 a 0,4 mg/L.

Em comparação à análise feita por Almeida & Souza (2019), no rio Pardo, em Candido Sales - BA, na extensão que fica longe do oceano e tem grandes descargas de efluentes, apresentou valores entre 187 a 292 mg/L, relativamente alta, mas que ainda se enquadra nos parâmetros definidos pela legislação. Com isso, pode-se entender que a concentração de cloreto não está associada apenas às influências dos oceanos e descargas de efluentes, mas também por outros fatores que não puderam ser analisados no estudo em questão, necessitando de um aprofundamento nas pesquisas relacionadas aos cloretos nas águas superficiais.

Em se tratando da alcalinidade, esta representa a capacidade dos corpos hídricos de neutralizar ácidos adicionados a ele, ou seja, sua condição de resistir a mudanças do pH (FUNASA 2014). As substâncias que são analisadas na alcalinidade, encontram-se na forma dos bicarbonatos (HCO₃⁻), carbonatos (CO₃⁻²) e hidróxidos (OH⁻), sendo o hidróxido encontrado geralmente em águas com pH acima de 10 (Esteves, 2011). Com isso, os teores de alcalinidade no período menos chuvoso foram maiores, com valores mínimos de 7,3 mg/L em P3-C e máximos de 9,4mg/L em P2-S. Já no período chuvoso, os teores apresentados foram menores, com mínimos de 6,1 em P1-S e máxima de 8,3 em P3-C.

Pode-se observar que houve pouca influência da sazonalidade e do intervalo entre as marés, visto que os resultados foram próximos entre os pontos de coleta e entre as campanhas. Ao comparar com outros estudos feitos no rio Murucupi por Piratoba et al. (2017), apresentando valores médios no período menos chuvoso de 18,1mg/L e no período chuvoso de 17,7 mg/L, é possível visualizar valores acima dos encontrados no estudo em questão. De acordo com Richter & Netto (2017), a alcalinidade não interfere na saúde humana, a menos que tenha a presença de íons hidróxidos ou que contribua para os valores dos sólidos totais, mas é importante se ter conhecimento sobre este parâmetro para preservação de canalizações de ferro e diminuição da dureza.

Ao contrário da alcalinidade, os teores de acidez são interpretados a partir da capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas por substâncias alcalinas (FUNASA, 2014). Estas mudanças ocorrem em função do carbonato de cálcio presente no corpo hídrico, que é praticamente insolúvel, mas, quando reage com o gás carbônico dissolvido, solubiliza-se como bicarbonato de cálcio (Esteves, 2011).

No estudo em questão, os valores de acidez no período menos chuvoso foram baixos, com mínima de 0,2 mg/L em P3 na maré seca e 1,7 mg/L nos pontos P2 e P3 na maré cheia. Ademais, no período chuvoso, os valores de acidez aumentaram com mínimas de 0,6 mg/L em P1 na maré cheia e 3,6mg/L em P3, também na maré cheia. Logo, não se pode observar a influência das marés neste parâmetro, pois os teores de acidez não apresentam um padrão definido entre os pontos, de acordo com a Tabela 1. Por outro lado, pode-se verificar que a precipitação influenciou diretamente no aumento da acidez.

Se comparados estes resultados com os encontrados por [Pereira et al. \(2007\)](#) no rio Murucupi, nota-se que a Praia do Caripi (rio Pará) apresenta baixo teor de acidez, uma vez que este autor citado encontrou teores entre 11 mg/L até 104 mg/L, dependendo do ponto de coleta na época do ano de maior pluviosidade. Em uma análise feita por [Siqueira et al. \(2012\)](#), no rio Parauapebas, também no Pará, a acidez esteve na média de 5 mg/L no período menos chuvoso. Segundo o Ministério da Saúde ([Brasil, 2004](#)), a preocupação sanitária com os teores de acidez depende do pH, uma vez que a acidez total indica poluição antrópica proveniente de resíduos industriais quando o pH está abaixo de 4,5. Portanto, como o pH do estudo em questão está entre 5,6 e 7,5 ([Tabela 1](#)), esta acidez é proveniente da acidez carbônica, que possui diversas fontes naturais como a própria atmosfera, decomposição de matéria orgânica, gás sulfídrico, etc. ([Von Sperling, 1996](#)).

De acordo com [Esteves \(2011\)](#), a dureza está associada, principalmente aos íons cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) relacionados com bicarbonatos e carbonatos, além de cloretos e sulfatos. Ademais, para [Richter & Netto \(2017\)](#), a dureza é uma propriedade que se dá pela resistência a formação de espuma na água, e sua importância para a saúde pública se faz presente devido à associação dos consumos de águas moles com doenças cardíacas. Já quando se tem altos teores de dureza, tem-se a obstrução de caldeiras industriais e tubulações, uma vez que a água dura, quando aquecida, precipita na forma de carbonato de cálcio ([Skoog & Holler, 2006](#)).

[Richter & Netto \(2017\)](#) classificam a dureza da água de quatro formas: água muito dura tendo concentração de carbonato de cálcio (CaCO_3) maior que 300 mg/L, água dura com concentração de CaCO_3 entre 150 e 300 mg/L, água de dureza moderada com concentração de CaCO_3 entre 50 e 150 mg/L e água mole com concentração de CaCO_3 menor que 50 mg/L.

Os valores de dureza encontrados na Praia do Caripi não apresentaram variação com o ciclo de marés. Contudo, ocorreu um aumento relacionado à maior pluviosidade, tendo o valor máximo de 21,2 mg/L e mínimo de 18,1 mg/L, no período menos chuvoso e no período chuvoso o máximo de 34,5 mg/L e mínima de 22,2 mg/L, mostrando que essas águas podem ser classificadas como mole, de acordo com a [Tabela 1](#).

A partir dos estudos feitos por [Piratoba et al. \(2017\)](#) na Praia do Caripi, foi verificado que a dureza apresentou teores de 17,5 mg/L no período menos chuvoso e 14,6 mg/L no período chuvoso. Além disso, a análise feita por [Pereira et al. \(2007\)](#) rio Murucupi, próximo ao Caripi, no mês de setembro (época com pouca precipitação) mostrou valores de dureza variando entre 13 mg/L a 21 mg/L. De acordo com a portaria n. 518, de 25 de março de 2004 ([Brasil, 2004](#)), do Ministério da Saúde, os teores de dureza aceitáveis para água são de até 500 mg/L.

A dureza expressa na composição química de determinada água é também, influenciada pela composição do solo em que se encontra, tendo águas macias ou brandas quando solo tem característica basálticas, areníferas e graníticas ([Baccan et al., 1979](#)). Em virtude disso, a dureza cálcica não apresentou variações entre marés com uma média de 11,2 mg/L no período menos chuvoso e no período chuvoso teve um pequeno aumento com média de 12,9 mg/L. Contudo, foi observado, em alguns pontos, concentrações acima das demais, que é o caso do ponto P2-C na segunda campanha, onde ficam localizados estabelecimentos comerciais. Nesse ponto, a água cobre completamente a faixa de areia, tendo contato com estruturas construídas com rochas variadas, para evitar a erosão, devido à força da maré. Outro ponto que apresentou discrepância dos demais foi o ponto P3-C, onde se encontram algumas habitações, em que foi detectado o menor teor de cálcio com 9,4 mg/L.

Se comparados os resultados deste estudo com os de [Piratoba et al. \(2017\)](#), nota-se que a concentração de íons cálcio no Rio Pará é maior que a do Rio Murucupi, onde foram encontrados valores entre 1,8 mg/L e 2,5 mg/L. De acordo com [Sioli \(1956\)](#), as águas dos rios amazônicos apresentam naturalmente valores baixos de cálcio, provenientes das camadas superiores dos solos.

Para a dureza magnésiana, o período menos chuvoso mostrou concentrações de íons magnésios (Mg^{2+}) menores que as de cálcio (Ca^{2+}) e apresentou valores entre 8,1 mg/L, no ponto P2-C, até 11,5 mg/L no ponto P3-C, podendo ser observado que, na primeira campanha, o intervalo

entre marés não teve influência nesse parâmetro. Todavia, no período chuvoso, as concentrações de Mg^{2+} estavam maiores que as de Ca^{2+} , com valores maiores durante as marés secas, variando entre 12,7 mg/L no ponto P3-C até 21,5 mg/L no ponto P1-S.

É interessante salientar que as concentrações de dureza aumentam durante as épocas de cheias e diminuem nas épocas secas ([Sioli, 1956](#)). O aumento na concentração de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} em águas naturais está associado à quantidade de gás carbônico livre, uma vez que o aumento de sua concentração desloca o equilíbrio formado entre o carbonato de cálcio (CaCO_3) dissolvido, água e o próprio gás carbônico (CO_2) presente no meio, formando íons cálcio e magnésio ([Esteves, 2011](#)).

No caso da amônia, esta é formada a partir de processos de decomposição de matéria orgânica aeróbia e anaeróbia, feitas por organismos heterótrofos, sendo esta substância um indicativo de efluente e água recentemente contaminada ([Esteves, 2011](#)). Apesar da importância para a vida marinha, o nitrogênio, em sua forma de amônia livre, é bastante tóxico para os seres vivos. Com isso, descobrir a forma de nitrogênio presente no corpo hídrico determina se existe uma fonte poluidora recente (nitrogênio na forma orgânica ou de amônia - NH_3) ou uma fonte de poluição remota (nitrogênio na forma de nitrato - NO_3^-) ([Von Sperling, 1996](#)).

Na análise em questão, a quantidade de amônia presente na água foi pequena, apresentando variação entre 0,1 mg/L e 0,6 mg/L no período menos chuvoso e de 0,3 mg/L até 0,6 mg/L no período chuvoso, sendo observado um leve aumento no teor de amônia. De acordo com a resolução do CONAMA n. 357, de 2005 ([Brasil, 2005](#)), para águas doces de classe 1, o valor máximo de nitrogênio amoniacal total deve ser de 3,5 mg/L em meios com $\text{pH} \leq 7,5$.

De acordo com os estudos feitos por [Vasconcelos & Souza \(2011\)](#), no Rio Guamá, que fica nas relativamente próximo à Praia do Caripi, os níveis de nitrogênio amoniacal variaram entre 0,2 mg/L até 1,1 mg/L. Entretanto, os valores encontrados por [Junior et al. \(201b\)](#) no Rio Murucupi, próximo ao Caripi, foram de 1,5 mg/L até 2,0 mg/L.

De acordo com [Richter & Netto \(2017\)](#), o ferro está presente na água em sua forma oxidada (Fe^{3+}), conferindo sabor, cor e odor para água dependendo de sua concentração, além de causar manchas em roupas e objetos de porcelana. Na natureza, o ferro pode ser encontrado também no estado de oxidação Fe^{2+} , que é solúvel na água, porém este oxida e volta a sua forma Fe^{3+} que é insolúvel e causa alterações nas propriedades organolépticas da água, mas que não é associado a problemas sanitários ([Von Sperling, 1996](#)).

Para o teor de ferro, foram verificadas fortes influências das marés no período menos chuvoso com valores de 0,5 mg/L até 0,8 mg/L nas marés secas e de 1,4 mg/L até 1,6 mg/L para as marés cheias. Já no período chuvoso, não ocorreram mudanças no padrão, com concentrações em torno de 0,1 mg/L tanto em marés cheias quanto em marés secas. Contudo, em P3, a concentração de ferro foi maior na maré cheia com 0,2 mg/L e na seca 0,1 mg/L. Além disso, os teores encontrados no período chuvoso foram muito menores que os encontrados no período menos chuvoso.

Nos estudos de [Pereira et al. \(2007\)](#), os valores das concentrações de ferro encontrados no Rio Murucupi, foram entre 574,4 mg/L até 4183,2 mg/L, de acordo com os pontos de coleta. Segundo a resolução do CONAMA n. 357, de 2005 ([Brasil, 2005](#)), o valor máximo para que o ferro não altere as características da água é de 0,3 mg/L. Sendo assim, a amostra analisada na campanha 1 tem concentrações de ferro acima do estipulado pela legislação, conferindo sabor à água e, possivelmente, manchas em roupas brancas.

4 Considerações Finais

A Praia do Caripi está inserida em uma das maiores áreas industriais do norte do Brasil. O Rio Pará, onde a praia está situada, comporta os empreendimentos das grandes empresas, as quais, constantemente, são causadoras de acidentes envolvendo despejo indevido de materiais para dentro do rio. Além disso, a área é bastante utilizada para turismo e balneabilidade e abriga diversas moradias e estabelecimentos

comerciais, dos quais não se têm tratamentos adequados de esgoto. Com isso, esperava-se encontrar teores físico-químicos fora dos parâmetros estipulados pela legislação.

Todavia, todos os padrões analisados se encontraram dentro dos valores estabelecidos pelos órgãos do Governo, com exceção da quantidade de ferro no período menos chuvoso que estava acima do estipulado para água de classe 1, mas que não necessita de tratamento químico para a utilização da água para a balneabilidade.

Os parâmetros de acidez, cloreto e ferro (apenas no período menos chuvoso) foram os que mais variaram com os intervalos entre marés, e os demais apresentavam valores bastante próximos entre as marés, mas diferentes entre os pontos, com exceção do ferro na época mais chuvosa. Ademais, a sazonalidade foi muito aparente, principalmente, com os parâmetros de dureza total, dureza cálcica, dureza magnésiana e o ferro, uma vez que nos demais fatores a variação foi pequena. Em virtude disso, esperava-se que parâmetros como acidez, cloreto, alcalinidade e pH apresentassem maiores variações, devido ao aumento de chuvas e a influência da força das águas dos oceanos, que se misturam com a Baía do Marajó. Apesar da variação de temperatura apresentada na Tabela 1, acredita-se que esta foi influenciada pelos horários de coleta e as estações do ano.

Portanto, ainda que a Praia do Caripi sofra diversas interferências antropogênicas e sazonais, seus parâmetros físico-químicos se mantêm dentro do permitido pela legislação, tanto para atividades de recreação quanto para o consumo humano, desde que sejam feitos alguns tratamentos para este fim.

Referências

- Almeida, W. R. F.; Souza, F. M. 2019. Análise Físico-Química da Qualidade da Água do Rio Pardo no Município de Cândido Sales – BA. Rev. Mult. Psic. V. 13, n. 43, p. 353-378.
- Alfakit. Card Kit Amônia Indotest. Disponível em: <https://alfakit.com.br/produto/card-kit-amonia-indotest/>. Acesso em: 9 jan. 2020.
- ANA. Agência Nacional das Águas. Portal da Qualidade das Águas. 2020. Disponível em: Portal da Qualidade das Águas (ana.gov.br) Acesso em: 15 jan. 2020.
- Baccan, N.; Andrade, J. C. De; Godinho, O. E. S.; Barone, J. S. 1979. Química analítica quantitativa elementar. Edgard Blucher; Campinas: Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 205p.
- Brasil. Resolução CONAMA n. 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial [da] União, n.18, 25 de jan. 2001.
- Brasil. Resolução CONAMA 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 [da] União, n. 53, 18 mar. 2005.
- Brasil, Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Art. 2º do decreto n. 79.367, de 9 de março de 1977.
- Cunha, I. R. V. 2017. Permeabilidade da praia do Caripi (Barcarena – PA) a eventuais derrames de derivados de hidrocarbonetos. Belém, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia. 18-22.
- Daneluz, D.; Tessaro, D. 2015. Padrão físico-químico e microbiológico da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais da região sudoeste do Paraná. Revista Arq. Inst. Biol, São Paulo, v. 82.
- Esteves, F. 2011. Fundamentos de limnologia. 3º ed. Editora IN Copyright, Rio de Janeiro: Interciência.
- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. 2014. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em etas. Brasília. 38-105.
- Junior, C. F. A.; De Oliveira, A. B. R.; Santos, A. C. A.; Ribeiro, R. P.; De Almeida, M.; Santos, A. B.; Almeida, T. F. 2019a. Avaliação da qualidade da água do rio Tocantins às margens da cidade de Cametá, nordeste do Pará. Revista Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade, v. 2, cap. 4, 26-35.
- Junior, C. F. A.; Silva, L. P. da; Santos, M. A. B. dos; Ribeiro, R. P. 2019b. Análise físico-química da água do rio Murucupi localizado no município de Barcarena-PA. Braz. J. of Develop., v. 5, n. 10, 21292-2130.
- Pereira, S. de F.; Lima, M. A.; Freitas, K. H.; Mescouto, C. S.; Saraiva, A. F. 2007. Estudo químico ambiental do Rio Murucupi- Barcarena, PA, Brasil área impactada pela produção de alumínio. Taubaté: Revista Água & Ambiente, v. 2, n. 3. 62-82.
- Piratoba, A. R. A.; Ribeiro, H. M. C.; Morales, G. P.; Gonçalves, W. G. 2017. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. Taubaté: Revista Água & Ambiente, v. 12, n. 3. 435-456.
- Pontes, P. P.; Marques, A. R.; Marques, G. F. 2012. Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na micro-bacia do Córrego Banguelo – Contagem. Taubaté: Revista Água & Ambiente, v. 7, n. 3. 183-194.
- Resende, J. C. 2009. Avaliação das águas de abastecimento da área rural do município de Bom Repolso, MG. São Paulo, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade de São Paulo. 24p.
- Richter, C. A.; Netto, J. M. De A. 2017. Tratamento de água: tecnologia atualizada. 1ª edição, Editora Edgard Blucher Ltda. 1-40p.
- Silva, A. E. P.; Angelis, C. F.; Machado, L. A. T.; Waichaman, A. V. 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. Revista Acta Amazônica, v. 38, n. 4. 733-742.
- Sioli, H. 1956. O Rio Arapiuns: estudo limnológico de um corpo d'água da região do terciário, plioceno, série das barreiras, do Baixo Amazonas. Boletim Técnico, Instituto Agrônomo do Norte - IAN. 51p.
- Siqueira, G. W.; Aprile, F.; Miguéis, A. M. 2012. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará – Brasil). Revista Acta Amazonica, vol. 42, n. 3. 413-422.
- Skoog, W.; Holler, C. 2006. Fundamentos de Química Analítica. Tradução da 8ª Edição norte-americana. Editora Thomson. São Paulo. 427p.
- Tozzo, R. A.; Gonçalves, E. A. 2014. Análise Físico-Química Da Água Do Riacho Japira, Localizado No Município De Apucarana-Pr. Ver. Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 6, n. 3. p. 296-307.
- Vasconcelos, V. De M. M.; Souza, C. F. 2011. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. Taubaté: Revista Ambi-Agua, v. 6, n. 2. 305-324.
- Vogel, A. I. 1981. Química Analítica Qualitativa. 5ª Edição. Mestre Jou. 599-615p.
- Von Sperling, M. 1996. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2º Edição. Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. 22-87p.