

Avaliação da qualidade das Águas da Baía do Guajará para consumo humano

A população ribeirinha da ilha de Jutuba, pertencente ao município de Belém, não possui abastecimento público de água, sendo obrigada a recorrer ao consumo das águas da Baía do Guajará, bacia que banha a ilha, porém que recebe diariamente o despejo in natura do esgoto da cidade. Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água da Baía do Guajará utilizada para o consumo humano pela população ribeirinha da Ilha de Jutuba. Foram avaliadas as variáveis: cor aparente, turbidez, potencial hidrogeniônico, alcalinidade, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, dureza total, coliformes totais e Escherichia coli. As análises das amostras demonstraram que somente as variáveis sólidos totais dissolvidos, dureza total e pH apresentaram valores apropriados para ingestão, enquanto a cor aparente, turbidez, coliformes totais e Escherichia coli inadequados aos limites de potabilidade nacional.

Palavras-chave: Potabilidade; Ribeirinhos; Águas Naturais; Ingestão; Saúde.

Assessment of the quality of Waters of Baía do Guajará for human consumption

The riverside population of the island of Jutuba, belonging to the municipality of Belém, does not have a public water supply, being obliged to resort to the consumption of the waters of Baía do Guajará, a basin that bathes the island, but which receives daily the in natura dump of the city's sewage. In this perspective, the objective of this work is to evaluate the water quality of Baía do Guajará used for human consumption by the riverside population of Jutuba Island. The following variables were evaluated: apparent color, turbidity, hydrogenionic potential, alkalinity, total dissolved solids, electrical conductivity, total hardness, total coliforms and Escherichia coli. The analyses of the samples showed that only the total dissolved solids, total hardness and pH variables presented appropriate values for intake, while the apparent color, turbidity, total coliforms and Escherichia coli were inadequate to the national potability limits.

Keywords: Potability; Ribeirinhos; Natural Waters; Ingestion; Cheers.

Topic: **Química Agrícola e Ambiental**

Received: **04/10/2020**

Approved: **21/11/2020**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Karen Albuquerque Dias da Costa 
Universidade Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8493677235656139>
<http://orcid.org/0000-0002-1363-303X>
karenquimica123@yahoo.com.br

Jaisielle Kelem França Benjamim 
Universidade Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7563800545443040>
<http://orcid.org/0000-0001-9111-8167>
jaisequimica@gmail.com

Sabino Alves de Aguiar Neto
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7079838279336495>
eng.sabinoneto@gmail.com

Thamires Mendes Coelho Ferreira
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4604055503515160>
thamiresmendes.23@hotmail.com

Hellen Kempfer Philippsen 
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9963999800396051>
<http://orcid.org/0000-0001-8614-394X>
hellenkempfer@gmail.com

Júlio César Freitas Rosas 
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8908635093919152>
<http://orcid.org/0000-0001-6268-352X>
julioceasarfreitasrosas@rocketmail.com

Ilka Suely Dias Serra
Instituto Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3476431016733666>
ildiserra@yahoo.com.br

Jaqueline Maria Soares da Silva
Instituto Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0858733477253042>
jaquelineifpa@gmail.com

Maria do Socorro Bezerra Lopes 
Instituto Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1850698138869190>
<http://orcid.org/0000-0003-1650-4724>
soclopes@gmail.com

Cezarina Maria Nobre Souza 
Instituto Federal do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4638345244640854>
<http://orcid.org/0000-0002-2430-4653>
cezarina.souza@ifpa.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.006.0014

Referencing this:

COSTA, K. A. D.; BENJAMIM, J. K. F.; AGUIAR NETO, S. A.; FERREIRA, T. M. C.; PHILIPPSEN, H. K.; ROSAS, J. C. F.; SERRA, I. S. D.; SILVA, J. M. S.; LOPES, M. S. B.; SOUZA, C. M. N.. Avaliação da qualidade das Águas da Baía do Guajará para consumo humano. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.6, p.150-159, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.006.0014>

INTRODUÇÃO

A escassez da água é uma ameaça crescente que assola o mundo inteiro, principalmente países em desenvolvimento (MAHMOOD et al., 2017; MUSAYEV et al., 2018; ZDEB et al., 2020). As mudanças climáticas, a explosão demográfica e o aumento da poluição dos corpos d'água são os principais fatores para a consolidação desta crise hídrica (AL-BATSH et al., 2019; CLARK et al., 2019; COSTA et al., 2020; SANTOS et al., 2017). Dispor de água limpa é um direito essencial do ser humano, necessário para sua sobrevivência e para o progresso da população (TERÊNCIO et al., 2018). A falta de água potável é responsável por 80% das enfermidades ocorrentes em países pobres, como por exemplo, o Quênia, Índia, Uganda, Bangladesh, Paquistão, Nepal, Butão, Siri Lanka e Bolívia (FUENTES-GALVÁN et al., 2018; KEOGH et al., 2017; MAHMOOD et al., 2017; QUAGHEBEUR et al., 2019), sendo a disenteria, a febre tifoide e a cólera as doenças de maior prevalência (CLARK et al., 2019; GÓMEZ-COUSO et al., 2012; LAWRIE et al., 2015; MAHMOOD et al., 2017; NALWANGA et al., 2018). No Brasil esta realidade não é diferente, sendo as populações rurais e urbanas de baixa renda as mais afetadas, das quais as comunidades ribeirinhas amazônicas estão entre as mais marginalizadas.

Os ribeirinhos são pequenas comunidades tradicionais, localizadas ao longo dos rios e seus afluentes, em regiões afastadas dos centros urbanos e as proximidades de áreas de floresta nativa (NASCIMENTO et al., 2017; LIRA et al., 2016). São compostas por várias famílias que sobrevivem a partir da agricultura de subsistência, da pesca, do extrativismo (principalmente do açaí), da criação de pequenos animais (galinhas, porcos e patos) e do artesanato (LIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2019). Esta população, em sua grande maioria, possuem renda abaixo de 1 salário mínimo e sofrem com o analfabetismo ou possuem somente o ensino fundamental, habitam em moradias de madeira suspensas sobre os rios, denominadas de palafitas, e convivem com inúmeras precariedades, como a insegurança, baixo acesso à energia elétrica, educação, saúde e saneamento básico (LOBO et al., 2013; PEREIRA et al., 2019).

Os moradores da Ilha de Jutuba, assim como os das demais 39 ilhas pertencentes a região Insular de Belém, capital do Estado do Pará, sofrem com a falta de esgotamento sanitário e com a ausência do abastecimento público de água e, em decorrência de estarem em uma área de inundação recorrente e diária, são impedidos de obter água através do lençol freático (LOBO et al., 2013). Frente esta realidade, quando as condições financeiras permitem, estes indivíduos deslocam-se para a região continental para comprar água de boa qualidade, entretanto quando os recursos financeiros são escassos, são obrigados a consumir diretamente água inapropriada da Baía do Guajará, bacia que banha a ilha, porém que recebe diariamente o despejo *in natura* do esgoto de Belém (COSTA et al., 2020; LOBO et al., 2013).

Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água da Baía do Guajará armazenada para o consumo humano pela população ribeirinha da Ilha de Jutuba, pertencente ao município de Belém-PA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de coleta

Este estudo foi realizado na Ilha de Jutuba, localizada no município de Belém, capital do Estado do Pará. Esta ilha é banhada pela Baía do Guajará e possui coordenada geográfica S 01° 14' 46,4" / W 048° 30' 28,5". A Figura 01 apresenta a localização desta ilha.

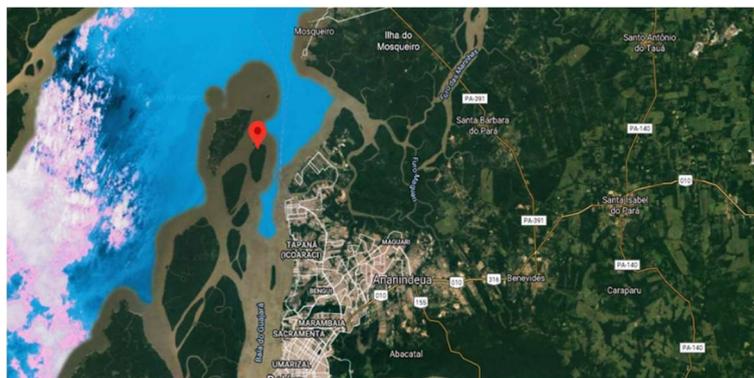


Figura 1: Localização da Ilha de Jutuba.

Amostragem

No reservatório utilizado pelos moradores da Ilha de Jutuba para o armazenamento da água do Rio Maguari para consumo humano foram coletadas 10 amostras de 1000 mL, em frascos de polietileno, para avaliação das variáveis físico-químicas e 10 amostras de 200 mL, em frascos de polipropileno previamente esterilizadas em autoclave, a 121°C, durante 30 minutos, para a determinação das variáveis microbiológicas. Após a coleta, todas as amostras foram identificadas, armazenadas sob refrigeração e em seguida transportadas para os laboratórios de Qualidade das Águas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA). As amostras foram coletadas em diferentes momentos climatológicos do município de Belém: o período chuvoso (dezembro a maio), período de estiagem (julho a outubro) e o período intermediário (julho e novembro).

Variáveis físico-químicas e microbiológicas

Foram avaliadas as variáveis: cor aparente (COR), turbidez (TRB), potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade (ALC), sólidos dissolvidos totais (STD), condutividade elétrica (CE), dureza total (DT), Coliformes Totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*). A cor aparente foi mensurada empregando um espectrofotômetro Hach, Modelo DR 2500. A turbidez foi quantificada em um Turbidímetro Alforkit, Modelo Microprocessado Plus. Os valores de pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos foram medidos em um aparelho multiparâmetros HANNA Instruments, Modelo HI 255. A alcalinidade e a dureza total foram quantificadas por métodos titulométricos. A variável bacteriológica foi determinada pelo método do substrato cromogênico, com a técnica colilert – Quanti tray – 2000. Todos os procedimentos de amostragem,

armazenamento, preservação e análise das amostras foram realizados conforme as recomendações do manual prático de análise de água e das normas descritas no *Standard methods for examination of water and wastewater* (APHA et al., 1988; BRASIL, 2006).

Tratamento estatístico dos dados

Os dados analíticos deste trabalho foram interpretados empregando-se ferramentas da estatística descritiva univariada (média, mínimo, máximo) e comparados com as orientações brasileiras para águas destinadas ao consumo humano. Foram empregados o *software* pago Microsoft Excel e o *software* livre BioStat 5.0, desenvolvido pela Universidade Federal do Pará.

RESULTADOS

A qualidade da água da Baía do Guajará, consumida pela comunidade ribeirinha da Ilha de Jutuba, foi avaliada frente a Legislação Brasileira de Potabilidade. Os valores médios, mínimos e máximos das variáveis físico-químicas e microbiológicas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das variáveis físico-químicas e microbiológicas das amostras de água da bacia do Guajará.

Variáveis	Unidades	Média	Mínimo-Máximo	Limites Nacionais
COR	UH	93,8	25-206	15
TRB	UT	6,1	1,6-12,5	5
STD	mg/L	208,1	20,9-771	1000
CE	µS/cm	419,2	21,07-1503	-
DT	mg/L	49,87	11-92	500
pH	-	7,4	6,8-8,88	6-9,5
ALC	mg/L	15,3	2-38	-
ACD	mg/L	5,7	1-16	-
CT	NMP/100mL	200,53	14,6-613,1	0
<i>E.coli</i>	NMP/100mL	12,75	1-28,8	0

A Cor Aparente (COR) das amostras apresentou valor médio de 93,8 UT, oscilando entre 25 a 206 UT, valores superiores a 15 UH, limite máximo permitido pela legislação nacional. De modo semelhante, a Turbidez (TRB) média das amostras foi superior ao máximo permitido de 5 UT para fins potáveis, com valor médio igual a 6,1 UT, oscilando entre 1,6 a 12,5 UT.

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD), pH e Dureza Total (DT) apresentaram valores satisfatórios frente os parâmetros de potabilidade brasileiro. A concentração média de STD foi igual a 208,1 mg/L, variando 20,9 a 771 mg/L, valores abaixo do limite de 1000 mg/L. O pH médio foi igual a 7,4, oscilando entre 6,8 a 8,88, estando dentro da faixa de 6-9,5 definido como ideal para águas destinadas ao consumo humano e DT apresentou valor médio igual a 49,87 mg/L, apresentando mínimo de 11 mg/L e máximo 92 mg/L, quantidades de acordo com o limite nacional de 500 mg/L. A condutividade elétrica (CE), a alcalinidade (ALC) e acidez (ACD) não são variáveis indicadas na legislação de potabilidade, entretanto são úteis para uma melhor descrição do comportamento das amostras. A CE média foi 419,2 µS/cm, variando de 21,07 a 1503 µS/cm. A ALC média foi 15,3 mg/L, variando de 2-38 mg/L e a ACD apresentou média 5,7 mg/L, variando entre 1 a 16 mg/L.

Para a avaliação da qualidade microbiológica da Baía do Guajará como fonte de água para o consumo humano, quantificaram-se os Coliformes Totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*). A Legislação Brasileira define que estes indicadores devem ser ausentes a cada 100 mL de água, todavia todas as amostras apresentaram níveis inadequados para o consumo humano, com valor médio de CT igual a 200,53 NMP/100mL, oscilando entre 14,6 e 613,1 NMP/100mL e *E. coli* igual a 12,75NMP/100mL, variando entre 1 a 28,8 NMP/100 mL.

Comparando-se os períodos sazonais, observou-se que os valores de cor aparente para o período chuvoso, foi superior ao período seco, com valores médios 80,5 UH e 76,6 UH, respectivamente. Em ambos períodos, a CA apresentou valores superiores ao Limite Nacional (15 UH), conforme é ilustrado na Figura 2.

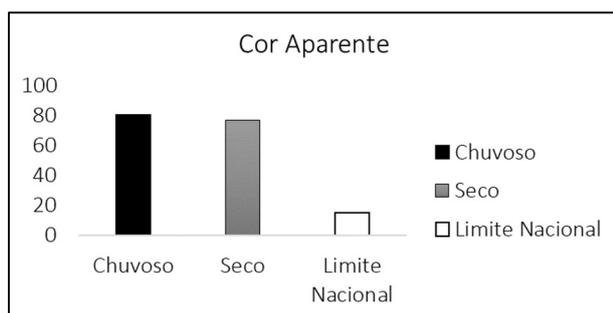


Figura 2: Cor Aparente em diferentes períodos sazonais.

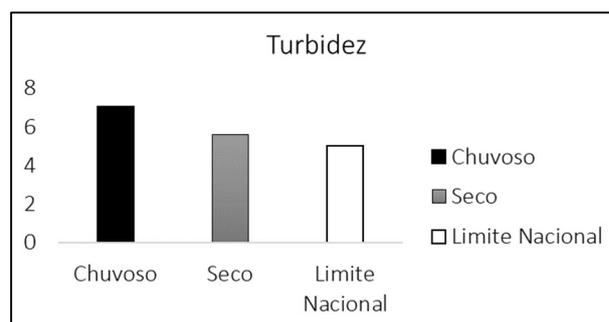


Figura 3: Turbidez em diferentes períodos sazonais.

Comportamento semelhante foi observado nos níveis de turbidez, onde a média para o período chuvoso foi 7,05 UT e para o período seco de 5,61 UT, ambos acima do Limite Nacional (5 UT). A Figura 3 apresenta estes resultados.

No que diz respeito a concentração dos sólidos totais dissolvidos, observou-se que em ambos períodos sazonais as concentrações permaneceram dentro dos limites de potabilidade, todavia a concentração de STD no período seco foi superior ao período chuvoso. A Figura 4 ilustra o comportamento desta variável.

As amostras apresentaram teores de dureza total adequados aos limites nacionais. Observou-se que as amostras coletadas no período de maior pluviosidade apresentaram valores médios de DT inferiores as amostras coletadas no período de estiagem, conforme é ilustrado na Figura 5.



Figura 4: Sólidos Totais Dissolvidos em diferentes períodos sazonais.

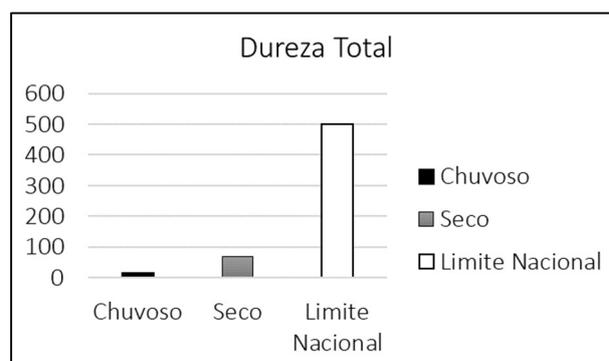


Figura 5: Dureza Total em diferentes períodos sazonais.

Não foram observadas diferenças significativas nos valores de pH em diferentes períodos sazonais. Todavia, no que diz respeito a alcalinidade, as amostras coletadas no período chuvoso apresentaram teores superiores aos quantificados no período seco. Este comportamento é ilustrado na Figura 6.

De maneira contrária, as amostras coletadas no período chuvoso apresentaram níveis de acidez inferiores as amostras coletadas no período seco, conforme é mostrado na Figura 7.

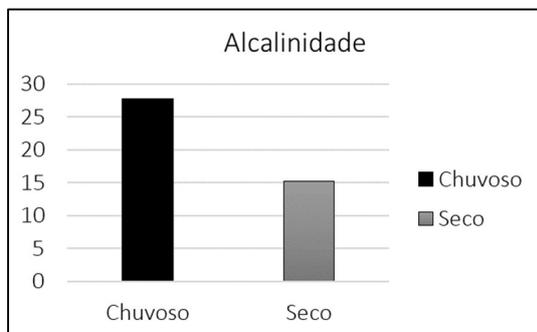


Figura 6: Alcalinidade em diferentes períodos sazonais.

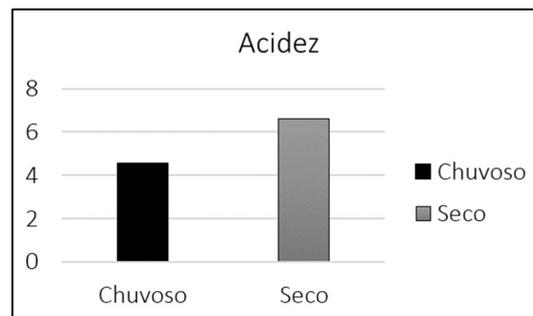


Figura 7: Acidez em diferentes períodos sazonais.

Nos aspectos bacteriológicos, não foram observadas diferenças significativas nos níveis de coliformes totais entre os períodos sazonais. Entretanto, no que se refere as concentrações de *Escherichia coli*, observou-se que as concentrações deste microrganismo foram superiores no período de maior precipitação, como é apresentado na Figura 8.

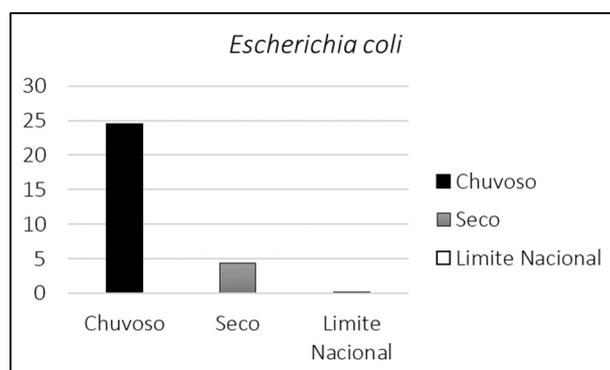


Figura 8: *Escherichia coli* em diferentes períodos sazonais.

DISCUSSÃO

As principais fontes de água para as comunidades ribeirinhas amazônicas, como a pertencente a Ilha de Jutuba, são os rios e seus afluentes (COSTA et al., 2020). A qualidade da água destas fontes pode ser afetada por fatores como geoquímica e volume de vegetação circundante, variações climáticas, regime de chuvas, dinâmica das atividades antrópicas nas margens dos rios e a intensidade de lançamento de contaminantes domésticos e industriais (ANDRIETTI et al., 2016; ABREU et al., 2017). Neste sentido, a quantificação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos é fundamental para a avaliação da qualidade destas fontes naturais de abastecimento de água para estas comunidades. As análises das amostras de águas da Baía do Guajará demonstraram que somente as variáveis sólidos totais dissolvidos, dureza total e pH apresentaram valores apropriados para ingestão, enquanto a cor aparente, turbidez, coliformes totais e

Escherichia coli inadequados aos limites de potabilidade nacional.

A cor aparente de águas superficiais é uma variável físico-química resultante da presença de sólidos dissolvidos ou em suspensão, que podem ser de origem natural, como ácidos húmicos e taninos, gerados do processo de decomposição de matéria orgânica não apresentando efeitos adversos a saúde humana (DA SILVA et al., 2017), ou podem ser de origem antropogênica através de lançamento de efluentes industriais ricos em corantes artificiais produzidos a partir de metais pesados, os quais apresentam elevada toxicidade (SILVA et al., 2017; FERREIRA et al., 2015). As águas da Baía do Guajará por apresentarem coloração não são desejáveis para o consumo humano, seja por questões estéticas, quanto por sinalizarem possíveis níveis de contaminação. Além disso, podem oferecer prejuízos ao ecossistema aquático, afetando a visibilidade de algumas espécies na busca por alimentos (ABREU et al., 2017).

A turbidez é uma variável que mensura o potencial de penetração de um feixe de luz em um corpo d'água e é intimamente relacionada com a quantidade de sólidos suspensos no mesmo ambiente (RAHMANIAN et al., 2015; SANTOS et al., 2020). A presença de altos níveis de turbidez pode influenciar na sobrevivência de animais e plantas aquáticas, afetando as reações de fotossíntese e reduzindo a disponibilidade de oxigênio (CAZASSA et al., 2018; ABREU et al., 2017). No que se refere a potabilidade, as águas da Baía do Guajará apresentam turbidez superior aos permitidos pela legislação, não sendo apropriadas para o consumo, pois seus sólidos suspensos atuam como abrigo e alimento para microrganismos (RAHMANIAN et al., 2015).

A presença de coliformes totais e *Escherichia coli* nas amostras analisadas indicam a presença de contaminação por esgoto doméstico, haja vista que estes microrganismos habitam a flora intestinal de animais superiores, como seres humanos e outros mamíferos, o que sinaliza um elevado risco de contaminação de outros agentes patogênicos como os responsáveis por doenças de veiculação hídrica (KUMAR et al., 2012; SANTOS et al., 2020; ZDEB et al., 2020). Dispor de água potável é uma necessidade essencial de cada ser humano, seu consumo a partir de fontes contaminadas representa um grave problema de saúde pública, principalmente para a população infantil com até 5 anos de idade, que podem ser acometidas de doenças gastrointestinais (POLO-LÓPEZ et al., 2019; MAHMOOD et al., 2017; NALWANGA et al., 2018). Vários microrganismos e parasitas patogênicos são de veiculação hídrica, tais como a *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A e B*, *Shigella spp.*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli enterotóxica*, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolítica*, *Salmonella spp.*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*, vírus da hepatite A e B, vírus da poliomielite, vírus Norwalk, rotavírus, enterovírus e adenovírus. Estes agentes são causadores de doenças como febre tifoide e paratifoide, disenteria bacilar, cólera, gastroenterite aguda e diarreias, hepatite A e B, poliomielite e disenteria amebiana (AYANDIRAN et al., 2018; COSTA et al., 2020; LAWRIE et al., 2015).

O pH é uma importante variável que permite indicar o nível de acidez e alcalinidade de um sistema (KUMAR et al., 2012; RAHMANIAN et al., 2015) e sua magnitude é influenciada principalmente pela concentração de CO₂ dissolvido e pelo teor da alcalinidade total presente no corpo d'água (SILVA et al., 2017).

Corpos d'água com pH oscilando entre 6 e 9,5 apresentaram valores adequados para a manutenção da homeostase de sua população de peixes e invertebrados e satisfatórios para fins potáveis, sendo úteis para beber e para a irrigação de plantio (KUMAR et al., 2012; ŞENER et al., 2017).

Os sólidos totais dissolvidos exprimem o conjunto das substâncias orgânicas e inorgânicas solubilizadas em um curso d'água e a concentração destas substâncias pode influenciar nos aspectos organolépticos, conferindo sabor salobro ou salino para as águas (MORAIS et al., 2015; UDHAYAKUMAR et al., 2016). Outro aspecto a ser observado, é que altos níveis de sólidos totais dissolvidos podem causar problemas gástricos e formação de cálculos renais (UDHAYAKUMAR et al., 2016). Esta variável pode ser influenciada por contaminação antrópica ou por características geológicas ou climáticas, sendo seu teor comumente mais elevado em períodos de estiagem (AYANDIRAN et al., 2018; SILVA et al., 2017).

A condutividade elétrica é uma variável que mensura a capacidade de uma amostra de água conduzir eletricidade (RAHMANIAN et al., 2015). Em águas naturais está associada a concentração dos sólidos totais dissolvidos de natureza salina, que em meio aquoso dissociam-se e liberam espécies iônicas de caráter positivo e negativo (ANDRIETTI et al., 2016; ŞENER et al., 2017), estas espécies podem ser de origem natural ou de origem antropogênica, como despejo de esgotos domésticos (CHAVES et al., 2020; SANTOS et al., 2020; ZDEB et al., 2020). Altos valores de condutividade elétrica são indesejáveis para águas destinadas ao consumo humano, pois confere-lhe sabor mineral além de apresentar risco de corrosão de superfícies metálicas (RAHMANIAN et al., 2015).

A dureza de águas superficiais tem origens geoquímicas e corresponde a totalidade das concentrações de carbonatos, bicarbonatos, sulfatos e cloretos de cálcio e magnésio e em menor proporção de alumínio e ferro (BARAKAT et al., 2018; KUMAR et al., 2012; MALAKOOTIAN et al., 2010; UDHAYAKUMAR et al., 2016). Águas com elevados níveis de dureza são inapropriadas para a ingestão, por estarem associadas a incidência de problemas cardíacos e renais (MALAKOOTIAN et al., 2010; UDHAYAKUMAR et al., 2016).

CONCLUSÕES

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água da Baía do Guajará utilizadas para o consumo humano na comunidade ribeirinha da Ilha de Jutuba indicaram que este recurso natural não está de acordo com os parâmetros de potabilidade nacional, sendo que seu consumo representa riscos à saúde desta população, com a possibilidade de doenças de veiculação hídrica com diarreia e cólera. Sugere-se o aproveitamento da água de chuva associado a um sistema de desinfecção de baixo custo, como a desinfecção solar (SODIS) ou a cloração para a ingestão humana.

AGRADECIMENTOS: Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ, Brasília, Distrito Federal, Brasil), pelo suporte financeiro desta pesquisa (Edital MCT/CT-SAÚDE/CT-HIDRO/CNPq N^o 45/2008), pela concessão de bolsa de mestrado a K.A.D.C (CNPq processo: 135151/2010-4), e a Caritas Metropolitana de Belém (CAMEBE, Belém, Pará, Brasil) por fornecer os meios de

transporte para as visitas em campo.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. H. M.; CUNHA, A. C.. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.1, p.45–56, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016144803>

AL-BATSH, N.; AL-KHATIB, I. A.; GHANNAM, S.; ANAYAH, F.; JODEH, S.; HANBALI, G.; KHALAF, B.; VALK, M, V. D.. Assessment of rainwater harvesting systems in poor rural communities: A case study from Yatta Area, Palestine. **Water**, v.11, n.3, p.1-15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/w11030585>

ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G.; ALMEIDA, F. T.; BONGIOVANI, M. C.; SCHNEIDER, R. M.. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente e Água**, v.11, n.1, p.162-175, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1769>

APHA; AWWA; WEF. American Public Health Association; American Water Works Association; World Economic Forum. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: APHA, 1988.

AYANDIRAN, T. A.; FAWOLE, O. O.; DAHUNSI, S. O.. Water quality assessment of bitumen polluted Oluwa River, South-Western Nigeria. **Water Resources and Industry**, v.19, p.13-24, 2017, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wri.2017.12.002>

BARAKAT, A.; MEDDAH, R.; AFDALI, M.; TOUHAMI, F.. Physicochemical and microbial assessment of spring water quality for drinking supply in Piedmont of Béni-Mellal Atlas (Morocco). **Physics and Chemistry of the Earth**, v.104, p.39-46, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2018.01.006>

BRASIL. **Manual Prático de Análise de Água**. 4 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

CAZASSA, G. C.; SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, T. G.; PEREIRA, P. H. R.; GONÇALVES, J. A. C.. Monitoramento de desastres em rios empregando sensoriamento remoto: análise comparativa da turbidez e da reflectância no Rio Doce. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.5, p.308-318, 2018. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0027>

CHAVES, H. S.; MORAIS, D. G.; COSTA, K A. D.; OLIVEIRA, I. V.; DANTAS, K. G. F.; SILVA, C. R.; SILVA, J. P.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. A.; SILVA, P. A.. Estudo da qualidade das águas subterrâneas de abastecimento em bairros na cidade de parauapebas a partir de parâmetros físico-químicos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.3, p.113-121, 2020. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0011>

CLARK, G. G.; JAMAL, R.; WEIDHAAS, J.. Roofing material and irrigation frequency influence microbial risk from consuming homegrown lettuce irrigated with harvested rainwater. **Science of the Total Environment**, v.651, p.1011-1019, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.277>

COSTA, K. A. D.; CARVALHO, F. I. M.; FERREIRA, F. D. P. B.; NASCIMENTO, T. V.; MELLO, R. F. A.; SERRA, I. S. D.; LOPES, M. S. B.; SOUZA, C. M. N.; DANTAS, K. G. F.; FILHO DANTAS, H. A.. Influência do tipo de telhado na qualidade da água de chuva coletada em comunidades ribeirinhas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.3, p.384-391, 2020. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0029>

FERREIRA, A. C.; ROCHA, L. C.; FIGUEIREDO, M. D. A.. Análise do índice de qualidade de água na bacia do córrego do rio acima, São João Del-Rei/Mg. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v.3, n.15, p.94-105, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.17271/231884723152015994>

FUENTES-GALVÁN, M. L.; MEDEL, J. O.; ARIAS HERNÁNDEZ, L. A.. Roof rainwater harvesting in central Mexico: Uses, benefits, and factors of adoption. **Water**, v.10, n.2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/w10020116>

GÓMEZ-COUSO, H. SAINZ, M. F.; FERNANDEZ-IBÁÑEZ, P.; ARES-MAZÁS, E.. Speeding up the solar water disinfection process (SODIS) against *Cryptosporidium parvum* by using 2.5 l static solar reactors fitted with compound parabolic concentrators (CPCs). **Acta Tropica**, v.124, n.3, p.235-242, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.08.018>

KEOGH, M. B.; ELMUSHARAF, K.; BORDE, P.; MCGUIGAN, K. G.. Evaluation of the natural coagulant *Moringa oleifera* as a pretreatment for SODIS in contaminated turbid water. **Solar Energy**, v.158, p.448-454, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.10.010>

KUMAR, M.; PURI, A.. A review of permissible limits of drinking water. **Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v.16, n.1, p.40-44, 2012.

LAWRIE, K.; MILLS, A.; FIGUEIREDO-FERNÁNDEZ, M.; GUITIÉRREZ-ALFARO, S.; MANZANO, M.; SALADIN, M.. UV dosimetry for solar water disinfection (SODIS) carried out in different plastic bottles and bags. **Sensors and Actuators, B: Chemical**, v.208, p.608-615, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2014.11.031>

LIRA, T. D. M.; CHAVES, M. D. P. S. R.. Comunidades Ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política. **Interações**, Campo Grande, v.17, n.1, p.66-76, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/1518-70122016107>

LOBO, M. A. A.; LIMA, D. M. B.; SOUZA, C. M. N.; NASCIMENTO, W. A.; ARAÚJO, L. C. C.; SANTOS, N. B.. Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: Abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.18, n.7, p.2119-2127, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232013000700027>

MAHMOOD, A.; HOSSAIN, F.. Feasibility of managed domestic rainwater harvesting in South Asian rural areas

using remote sensing. **Resources, Conservation and Recycling**, v.125, p.157-168, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.06.013>

MALAKOOTIAN, M.; MANSOORIAN, H. J.; MOOSAZADEH, M.. Performance evaluation of electrocoagulation process using iron-rod electrodes for removing hardness from drinking water. **Desalination**, v.255, n.1-3, p.67-71, 2010. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.01.015>

MORAIS, R. C. S.; ARAÚJO, I. R. G.. Análise espacial da concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em águas subterrâneas da região norte do Piauí. **Revista Equador**, v.4, n.4, p.67-80, 2015.

MUSAYEV, S.; BURGESS, E.; MELLOR, J.. A global performance assessment of rainwater harvesting under climate change. **Resources, Conservation and Recycling**, v.132, p.62-70, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.023>

NALWANGA, R.; MUYANJA, C. K.; MCGUIGAN, K. G.; QUILTY, B.. A study of the bacteriological quality of roof-harvested rainwater and an evaluation of SODIS as a suitable treatment technology in rural Sub-Saharan Africa. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.6, n.3, p.3648-3655, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.12.008>

NASCIMENTO, R. G.; CARDOSO, R. O.; DOS SANTOS, Z. N. L.; PINTO, D, S.; MAGALHÃES, C. M. C.. Housing conditions and the degree of home satisfaction of elderly riverside residents of the Amazon region. **Psico-USF**, v.22, n.3, p.389-399, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-82712017220301>

PEREIRA, L. T.; SIQUEIRA, L. S.; CORREA, V. A. C.; ARAÚJO, L. S.; FOLHA, O. A. A. C.. Caracterização das ocupações de moradores de uma comunidade ribeirinha na Amazônia brasileira. **Colégio Colombiano de Terapia Ocupacional**, v.18, n.2, p.5-19, 2019. DOI: <https://doi.org/10.25214/25907816.232>

POLO-LÓPEZ, I.; MARTÍNEZ-GARCIA, A.; ABELEDO-LAMEIRO, M. J.; GÓMEZ-COUSO, H. H.; ARES-MAZÁS, E. E.; REBORDO-DELMÁNDEZ, A.; MORSE, T. D.; BUCK, L.; LUNGU, K.; MCGUIGAN, K. G.; FERNÁNDEZ-IBÁÑEZ, P.. Microbiological evaluation of 5 L- And 20 L-transparent polypropylene buckets for solar water disinfection (SODIS). **Molecules**, v.24, n.11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24112193>

QUAGHEBEUR, W.; MULHERN, R. E.; RONSSSE, S.; HEYLEN, S.;

BLOMMAERT, H.; POTEMANS, S.; MENDIZÁBAL, C. V.; GRACÍA, J. T.. Arsenic contamination in rainwater harvesting tanks around Lake Poopó in Oruro, Bolivia: An unrecognized health risk. **Science of the Total Environment**, v.688, p.224-230, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.126>

RAHMANIAN, N.; ALI, S, H. B.; HOMAYOONFARD, M.; ALI, M. J.; REHAN, M.; SADEF, Y.; NIZAMI, A. S.. Analysis of physiochemical parameters to evaluate the drinking water quality in the state of perak, Malaysia. **Journal of Chemistry**, v.2015, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/716125>

SANTOS, L. F.; MARINHO, E. R.; MOREIRA, F. S. A.; CARNEIRO, B. S.; FAIAL, K. C. F.. Avaliação da qualidade da água da baía do Guajará em Belém/PA. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.2, p.367-380, 2020. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0034>

SANTOS, S. M.; FARIAS, M. M. M. W. E. C.. Potential for rainwater harvesting in a dry climate: Assessments in a semiarid region in northeast Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v.164, p.1007-1015, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.251>

ŞENER, Ş.; ŞENER, E.; DAVRAZ, A.. Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). **Science of the Total Environment**, v.584-585, p.131-144, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.102>

TERÊNCIO, D. P. S.; SANCHES FERNANDES, L. F.; CORTES, R. M. V.; MOURA, J. P.; PACHECO, F. A. L.. Rainwater harvesting in catchments for agro-forestry uses: A study focused on the balance between sustainability values and storage capacity. **Science of the Total Environment**, v.613-614, p.1079-1092, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.198>

UDHAYAKUMAR, R.; MANIVANNAN, P.; RAGHU, K.; VAIDEKI, S.. Assessment of physico-chemical characteristics of water in Tamilnadu. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.134, p.474-477, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.07.014>

ZDEB, M.; AL-KHATIB, I.; GHANNAM, S.; ANAYAH, F.; JODEH, S.; HANBALI, G.; KHALAF, B.; VALK, M. V. D.. The quality of rainwater collected from roofs and the possibility of its economic use. **Resources**, v.9, n.2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/w11030585>