

Situação sanitária e o uso da água do Igarapé Santa Cruz, município de Breves, Arquipélago de Marajó, Pará, Brasil

Sanitary situation and the use of the water of Santa Cruz Creek, municipality of Breves, Archipelago of Marajó, Pará, Brazil

João Raimundo Alves Marques^{1*} , Ana Lúcia Nunes-Gutjahr¹ , Carlos Elias de Souza Braga¹ 

RESUMO

O estudo teve por objetivo verificar e avaliar a situação sanitária e o uso e qualidade das águas do Igarapé Santa Cruz, no município de Breves, Pará. Para obtenção dos dados, aplicou-se um questionário que abordou o uso das águas e as condições sanitárias dos moradores às margens do Igarapé. Também foi realizada a coleta de água para as análises bacteriológica e dos parâmetros físico-químicos, em quatro pontos do Igarapé, nos quais foram feitas duas medições para cada parâmetro a ser analisado, sendo uma na baixa-mar e outra na preamar, em agosto de 2017. Foi aplicado o teste de correlação de Pearson entre as variáveis físico-químicas e bacteriológicas, por meio do *software* Bioestat 5.3. Entre as 257 famílias entrevistadas, 175 (68,09%) utilizavam a água do Igarapé para o uso doméstico, 106 (41,24%) afirmaram que a principal atividade de lazer das crianças é a recreação nas águas e 35 (13,62%) famílias despejam seus dejetos fecais direto no local. O valor médio de oxigênio dissolvido foi de 2 mg/L na maré baixa e de 4,1 mg/L na maré alta. Os valores médios do pH encontram-se entre 6,1 na baixa-mar e 7,0 na preamar. As médias de concentração de coliformes detectadas na baixa-mar foram de 101,809 NMP/100 mL para coliformes totais, 47,654 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes e 24,970 NMP/100 mL para *E. coli*. Na preamar as médias foram de 49,639 NMP/100 mL para coliformes totais, 19,994 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes e 4,462 NMP/100 mL para *E. coli*. Conclui-se que a população residente no Igarapé Santa Cruz vive em situação de vulnerabilidade e risco à saúde.

Palavras-chave: poluição de mananciais hídricos; esgotamento sanitário; uso e qualidade da água; balneabilidade.

ABSTRACT

The aim of this study was to verify and evaluate the sanitary situation and the use and quality of the waters of Santa Cruz creek, in the municipality of Breves, Pará. To obtain the data, a questionnaire was applied to the residents of the creeks waterfronts, which addressed the use of water and sanitary conditions. Water collection was also carried out for bacteriological physical-chemical parameters analysis, in four points of the creek, where two measurements were made for each parameter to be analyzed, one at low tide and one at high, in August 2017. The Pearson correlation test was applied between the physical-chemical and bacteriological variables, using the Bioestat 5.3 software. Among the 257 families interviewed, 175 (68.09%) used water from the stream for domestic use, 106 (41.24%) stated that the main leisure activity for children is recreation in the waters of the Igarapé and 35 (13.62%) families dump their fecal waste directly into the stream. The mean dissolved oxygen value was 2 mg/L at low tide and 4.1 mg/L at high tide. The mean values for pH are between 6.1 at low tide and 7.0 at high tide. The mean coliform concentration detected at low tide was 101,809 NMP/100 mL for total coliforms, 47,654 NMP/100 mL for thermotolerant coliforms and 24,970 NMP/100 mL for *E. coli*. High tide the averages were 49,639 NMP/100 mL for total coliforms, 19,994 NMP/100 mL for thermotolerant coliforms and 4,462 NMP/100 mL for *E. coli*. It was concluded that the population residing near Santa Cruz creek lives in a situation of vulnerability and health risk.

Keywords: pollution of water sources; sanitary sewage; use and quality of water; bathing.

INTRODUÇÃO

A importância da água não está relacionada apenas às suas funções na natureza, mas ao papel que exerce na saúde, na economia e na qualidade de vida humana (ANDRADE *et al.*, 2016). Por isso, a Política Nacional dos Recursos Hídricos estabelece que a água,

por ser um bem de domínio público, um recurso natural limitado dotado de valor econômico, deverá ser assegurada à atual e às futuras gerações, e em quantidade e padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (BRASIL, 1997), no entanto a quantidade e a qualidade da água disponível estão ameaçadas, tornando-se um

¹Universidade do Estado do Pará - Belém (PA), Brasil.

*Autor correspondente: joaoestevaobio@hotmail.com

Recebido: 20/03/2018 - Aceito: 10/06/2019 - Reg. ABES: 193204

problema grave principalmente nos países em desenvolvimento (TUNDISI, 2008).

A ausência de sistemas adequados de monitoramento e controle é um dos principais fatores que comprometem a qualidade da água, tornando-se necessário adotar padrões de qualidade mais rígidos, de forma a garantir que algumas fontes de água em uso não corram o risco de se tornarem impróprias ao consumo e a outros usos preponderantes, ocasionando problemas à saúde pública (SOUZA *et al.*, 2014; TUNDISI, 2008). A maioria das doenças, tanto em áreas urbanas quanto rurais, pode ser consideravelmente reduzida, desde que a população tenha acesso à água de qualidade (AMARAL *et al.*, 2003; FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

A água para consumo humano tem de estar isenta de microrganismos patogênicos, tais como bactérias, vírus, protozoários e helmintos, que, veiculados pela água podem, se ingeridos, parasitar o organismo humano ou animal (FARIA; PAULA; VEIGA, 2013). Nesse sentido, atribui-se que cerca de 90% das mortes por diarreia está associada à má qualidade da água, ocasionada principalmente pela falta de saneamento básico. Uma das mais significativas formas de poluição da água é a ausência de um sistema de esgotamento sanitário adequado, este, por sua vez, é fator importante na contaminação de cursos d'água (TAVARES *et al.*, 2017).

O aspecto habitacional da maioria dos municípios do Arquipélago de Marajó, Estado do Pará, se caracteriza, principalmente, por precárias condições sanitárias e de infraestrutura, o que reflete o baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) na região (CAETANO; SILVA, 2016). No caso do município de Breves, somente 6,1% dos domicílios contam com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010).

Em relação ao abastecimento de água no município de Breves, grande parte da população sofre com a falta de água, o que obriga os cidadãos a fazerem a captação da água diretamente do rio ou igarapé (ROCHA, 2017), como é o caso da maioria dos residentes do Igarapé Santa Cruz. O saneamento deficitário no município de Breves é uma realidade presente na maioria das cidades na Amazônia Legal. Embora tenham ocorrido melhorias no acesso aos serviços de saneamento, o percentual de cobertura sanitária na região amazônica ainda está abaixo das outras regiões do Brasil (VIANA; FREITAS; GIATTI, 2016).

Nesse contexto, é possível realizar a avaliação da qualidade dos recursos hídricos para se determinar e/ou diagnosticar as reais condições da água. Quando disponibilizada ao uso humano, a água deve ser submetida a métodos de avaliação, como, por exemplo, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos (MORAIS *et al.*, 2016). Quanto à qualidade microbiológica, a presença de bactérias do grupo coliformes, utilizadas na determinação da contaminação da água e dos alimentos, indica contaminação por fezes humanas (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Já os parâmetros físico-químicos, como condutividade, pH, oxigênio dissolvido, temperatura, entre outros, são

indicadores importantes de poluição de corpos hídricos (PIVELI; KATO, 2006; SANTOS; MOHR, 2013).

Além dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos empregados na avaliação da qualidade da água, devem também ser considerados: outros aspectos e características ambientais, as condições de conservação dos recursos naturais, a ocupação territorial e sua forma de uso, a fim de garantir a sustentabilidade desse bem natural (SANTOS; GUIMARÃES; SANTOS, 2017). Desse modo, o presente estudo teve por objetivo verificar e avaliar a situação sanitária e o uso e a qualidade das águas do Igarapé Santa Cruz, no município de Breves, Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no Igarapé Santa Cruz, situado nas coordenadas geográficas 50°29'12" W; 01°40'11"S (nascente) e 50°29'26" W; 01°41'04"S (foz). Localizado em área suburbana do município de Breves, mesorregião do Marajó, Estado do Pará, o Igarapé mede cerca de 2 km de extensão, tendo profundidade na maré baixa de 36 (próximo à nascente) a 73 cm (próximo à foz); e na maré alta de 112 cm (próximo à nascente) e 151 cm (próximo à foz).

Segundo relatos de residentes, o processo habitacional às margens do Igarapé Santa Cruz teve início na década de 1980, no ápice das indústrias madeireiras instaladas em Breves. Atualmente, seu leito perpassa ao longo dos bairros Riacho Doce e Jardim Tropical, pela margem direita, e dos bairros Riacho Doce, Castanheira e Santa Cruz, pela margem esquerda (Figura 1). O município tem população estimada de 99.080 habitantes e área territorial de 9.563 km² (IBGE, 2016).

As águas do Igarapé Santa Cruz estão enquadradas como água doce classe 2, classificação presente na Resolução CONAMA n° 357/05, que se refere às águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca (BRASIL, 2005).

Amostragem e coleta de dados

Situação sanitária e uso das águas

Às margens do igarapé residem 257 famílias (1.377 habitantes). Para a verificação da situação sanitária e do uso das águas, foi realizada visita em cada residência, no período de 13 de março a 14 de abril de 2017, quando o estudo em questão foi apresentado aos moradores. Dessa forma, um membro de cada família foi convidado a participar da pesquisa, por meio do preenchimento de um questionário, totalizando, portanto,

257 pessoas entrevistadas, o que representou 100% das famílias da área de estudo. Após o aceite do convite foi entregue o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) ao participante, o qual foi lido e assinado, de acordo com os preceitos tico-legais da Resoluo n 466/12 (BRASIL, 2012). Somente após todos os esclarecimentos foi aplicado o questionário estruturado para o levantamento das informações pertinentes ao estudo.

Pontos de coleta

Para as medições dos parâmetros físico-químicos e a coleta da água para análise bacteriológica, foram determinados quatro pontos de coleta ao longo do Igarapé Santa Cruz (Figura 1). Em função de manterem a mesma distância entre si, os pontos foram escolhidos intencionalmente, ordenados e nomeados no sentido foz-nascente, da seguinte forma: P1 para o ponto próximo à foz ($50^{\circ}29'24''$ W; $01^{\circ}41'02''$ S); P2 ($50^{\circ}29'14''$ W; $01^{\circ}40'50''$ S) e P3 ($50^{\circ}29'08''$ W; $01^{\circ}40'34''$ S) para os pontos intermediários (mais centrais); e P4 para o ponto próximo à nascente ($50^{\circ}29'11''$ W; $01^{\circ}40'19''$ S). A distância entre os pontos foi de aproximadamente 600 m.

As medições dos parâmetros físico-químicos e as coletas das amostras de água para análise bacteriológica foram realizadas no período da

manhã para baixa-mar (maré baixa), no horário compreendido entre 9h07 e 10h35; e no período da tarde para preamar (maré alta) no horário das 15h33 às 16h50, do dia 6 de agosto de 2017.

Parâmetros físico-químicos

Em cada ponto de coleta estabelecido (P1, P2, P3 e P4) foram feitas duas medições, *in situ*, uma na baixa-mar e outra na preamar dos seguintes parâmetros físico-químicos: potencial de hidrognio (pH), condutividade, oxigênio dissolvido, visibilidade e temperatura. Para as medições, utilizou-se pHmetro portátil modelo K39 da marca KASVI, condutímetro digital modelo CON 300 da marca ION, disco secchi e oxímetro (medidor de oxigênio dissolvido e temperatura) modelo AT-160 da marca ALFAKIT. Ressalta-se que os equipamentos utilizados foram devidamente calibrados conforme instruções de seus respectivos manuais.

Análise bacteriológica

Para a análise bacteriológica, foram coletadas oito amostras de água, sendo uma amostra para cada ponto de coleta (P1, P2, P3 e P4) na

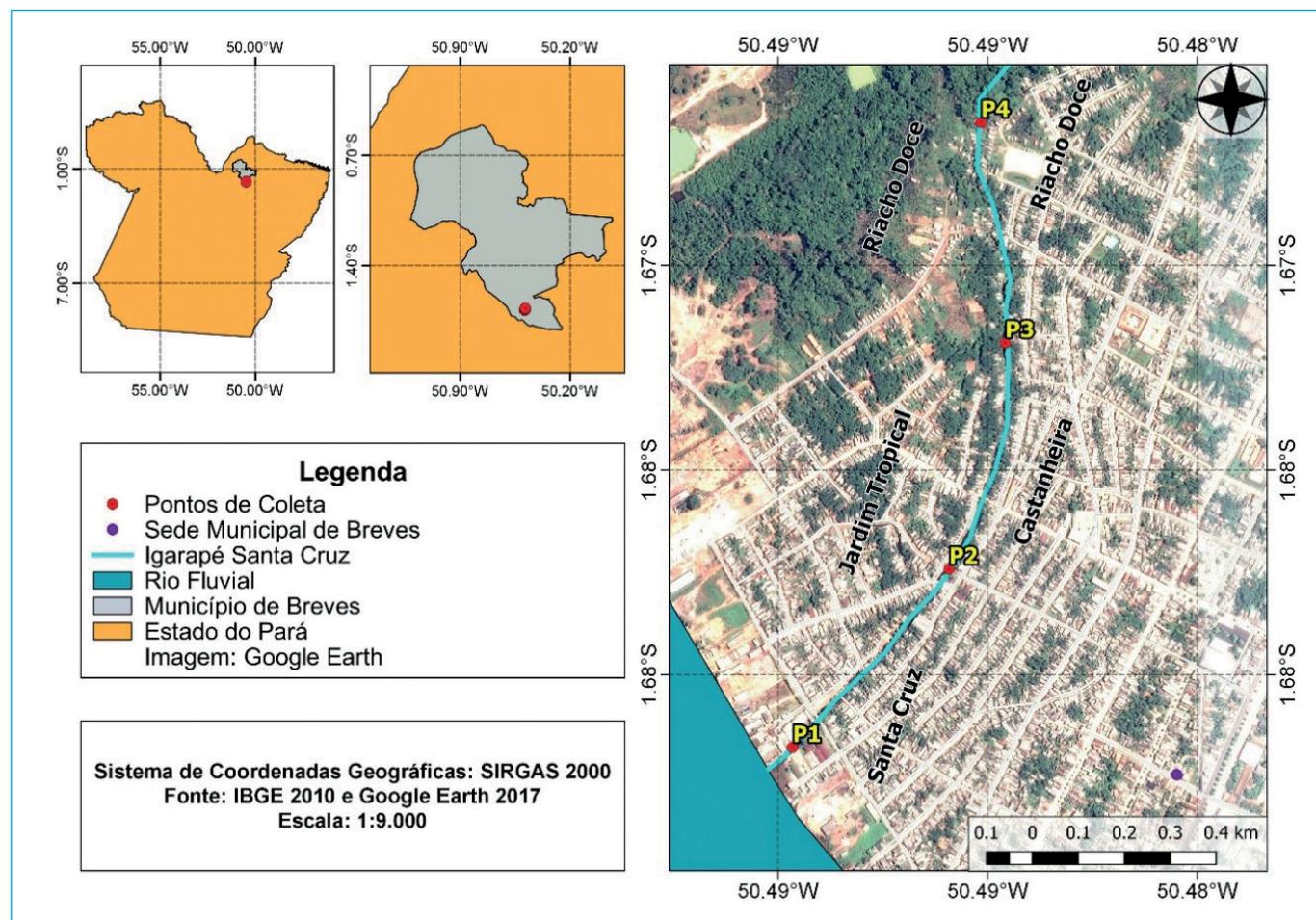


Figura 1 - Localização do Igarapé Santa Cruz, no município de Breves, Pará.

baixa-mar e outra amostra para cada ponto na preamar. Para essa coleta, foram utilizados sacos plásticos esterilizados e apropriados da marca *Nasco WHIRL-PAK*. As amostras de água foram acondicionadas em uma caixa térmica com gelo e encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia Ambiental do Instituto Evandro Chagas (IEC), não ultrapassando o limite de 24 horas para realização da análise laboratorial.

Para o procedimento laboratorial das amostras de água, utilizou-se a técnica do substrato enzimático *Colilert*[®]/*Quanti-Tray*[®]. Ressalta-se que as amostras tiveram de ser diluídas até 10^{-2} (1:100); em seguida, foram inseridas na cartela de incubação *Quanti-Tray* e levadas para seladora, para posteriormente serem incubadas por 24 horas em estufa bacteriológica a 35°C, para detecção de coliformes totais e *Escherichia coli*, e 44,5°C, para detecção de coliformes termotolerantes (coliformes fecais). Após esses procedimentos, foram realizadas a leitura e a contagem de poços na cartela de incubação com base na coloração, que, em resultados confirmativos para coliformes totais e coliformes termotolerantes é amarela e para *E. coli* apresenta fluorescência nos poços da cartela sob a luz ultravioleta de comprimento de onda 365 Nm. Posteriormente, o resultado da contagem da cartela de incubação foi submetido à tabela de número mais provável (NMP) para obter resultados e estimar o tamanho da população microbiana para cada 100 mL de água.

Os procedimentos de coleta, acondicionamento e análise laboratorial seguiram as recomendações metodológicas de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Análises de dados

Entre as variáveis físico-químicas, apenas oxigênio dissolvido e pH foram comparados com os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/05. De acordo com a resolução, o pH da água deve ser $6,0 \leq \text{pH} \leq 9,0$ e o oxigênio dissolvido, superior a 5,0 mg/L de O₂ em qualquer amostra dentro dos limites e critérios para o enquadramento de corpos d'água classe 2. A visibilidade da água foi comparada com os padrões estabelecidos por Sioli (1985). A análise bacteriológica foi comparada com os limites preconizados pela resolução supracitada, que considera 1.000 coliformes fecais por 100 mL em pelo menos 80% das amostras para corpos d'água classe 2 (BRASIL, 2005).

Todos os dados coletados foram compilados e analisados em planilhas do programa Microsoft Excel[®] 2016. Além disso, foram feitas análises de correlação de Pearson, entre as variáveis físico-química e bacteriológica, utilizando-se o *software* Bioestat 5.3.

RESULTADOS

Uso das águas e situação sanitária

Entre as 257 famílias residentes no Igarapé Santa Cruz, 175 (68,09%) utilizam a água do Igarapé para o uso doméstico (Figura 2A), 4 (1,56%)

utilizam a água do rio e somente 78 famílias (30,35%) usam a água de rede encanada para as atividades domésticas. Essas famílias também usam água da chuva ou água do caminhão-pipa que faz entrega duas vezes por semana.

Quanto ao uso das águas do Igarapé para recreação de contato primário, 106 famílias (41,24%) afirmam que as principais atividades de lazer das crianças são a natação, o mergulho e o banho (Figura 2B). É importante enfatizar que essas atividades de recreação ocorrem principalmente na maré alta. Verificou-se também que a pesca, atividade praticada por 20 famílias (7,78%), é, na maioria das vezes, realizada por crianças e adolescentes (Figura 2C) e tem como finalidade o sustento da família. Além dessas utilidades, foi observado o trânsito de embarcações de pequeno porte como o de canoas motorizadas.

Em relação à situação sanitária dos moradores do Igarapé, 125 famílias (48,64%) despejam os dejetos fisiológicos (fezes e urina) em fossas secas, 91 (35,41%), em fossas negras, 35 (13,62%), direto no Igarapé (Figura 2D) e 6 (2,33%) não apresentam nenhum tipo de esgotamento sanitário. Ressalta-se que a área de estudo não apresenta nenhum sistema ou tratamento de esgoto e que 67,03% das fossas negras e 36,8% das fossas secas estão localizadas entre 2 e 5 m de distância do Igarapé, o que contribui para a contaminação e o desenvolvimento de doenças de vinculação hídrica. Observaram-se também bastante resíduos (orgânico, plástico, metal, vidro), depositados ou transitando ao longo do Igarapé, apesar de somente 3 (1,17%) famílias terem afirmado despejar esses resíduos direto no Igarapé.

Parâmetros físico-químicos e análise bacteriológica

Os resultados referentes aos parâmetros físico-químicos da água nos diferentes pontos ao longo do Igarapé na baixa-mar e na preamar evidenciam que: a temperatura mais elevada foi observada no ponto P4 durante a preamar (29,7°C); a menor temperatura foi registrada também nesse mesmo ponto durante a baixa-mar (26,0°C); e os valores médios da temperatura da água entre os pontos de coleta variaram de 26,3°C na baixa-mar a 28°C na preamar (Figura 3). Quanto à condutividade da água, o maior valor ocorreu em P1 durante a maré baixa (108 µS/cm) e o menor valor foi registrado no P4, também na maré baixa (39 µS/cm); os valores médios foram de 81,5 e 62 µS/cm na baixa-mar e na preamar, respectivamente (Figura 3).

Os resultados encontrados para oxigênio dissolvido no Igarapé Santa Cruz evidenciam: maior nível de oxigênio na água dos pontos P1 e P2 na maré alta (5,37 e 5,01 mg/L, respectivamente); menores níveis de oxigênio na maré baixa nos pontos P3 e P4 (1,42 e 1,82 mg/L, respectivamente); e o valor médio de oxigênio dissolvido foi de 2 mg/L na baixa-mar e 4,1 mg/L na preamar, isto é, estabelecendo um valor inferior ao padrão permitido (Figura 3). O pH foi aparentemente constante, evidenciando que a água do Igarapé é levemente ácida, variando de 6,9 em P1 e P2 (preamar) a 5,5 em P4 (baixa-mar) (Figura 3). Em relação aos

valores médios, o pH encontra-se conforme os padrões da resoluo supracitada, com pH = 6,1 na baixa-mar (maré baixa) e pH = 7,0 na preamar (maré alta). A visibilidade da água foi medida somente na maré alta e os resultados foram aparentemente constantes, variando de 46 a 52 cm (Figura 3).  importante destacar que esse parâmetro não pôde ser medido na maré baixa devido à baixa profundidade.

As concentraes de bactérias do grupo coliformes e *E. coli* na baixa-mar apresentaram-se elevadíssimas, com 241.960 NMP/100 mL para coliformes totais, 111.990 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes (coliformes fecais) e 61.310 NMP/100 mL para *E. coli* no primeiro ponto (P1), decrescendo para 24.196, 12.997 e 1.376 NMP/100 mL, respectivamente, para o último ponto (P4). Na maré alta, o resultado  inverso: no primeiro ponto (P1) foram registrados 12.997 NMP/100 mL para coliformes totais, 4.352 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes e 794 NMP/100 mL para *E. coli*, crescendo a concentrao para o último ponto (P4), chegando a 92.080 NMP/100 mL para

coliformes totais, 27.230 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes e 12.997 NMP/100 mL para *E. coli*. A Figura 4 exibe as concentraes nos diferentes pontos distribuídos ao longo do Igarapé Santa Cruz, nas marés baixa e alta.

As mdias de concentrao de coliformes detectadas na maré baixa foram de 101.809 NMP/100 mL para coliformes totais, 47.654 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes e 24.970 NMP/100 mL para *E. coli*. Na maré alta, as mdias foram de 49.639 NMP/100 mL para coliformes totais, 19.994 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes e 4.462 NMP/100 mL para *E. coli*.

Verificou-se também, neste estudo, o nível de correlao existente entre os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. Os testes de correlao evidenciaram que o oxigênio dissolvido foi o parâmetro que apresentou, na maré baixa, maior correlao com coliformes totais ($r = 0,9503$), coliformes termotolerantes ($r = 0,8933$) e *E. coli* ($r = 0,8472$). Em relao  maré alta, também se destaca o oxigênio



Figura 2 - Usos das águas e aspecto sanitário no Igarapé Santa Cruz, Breves, Pará. (A) Captao da água para uso doméstico. (B) Recreao de contato primário. (C) Atividades de pesca. (D) Banheiros rústicos as margens do Igarapé.

dissolvido, com maior correlação para coliformes totais ($r = -0,9711$) e coliformes termotolerantes ($r = -0,6582$). Ressalta-se que as correlações com valores negativos é um indicativo de que quando é maior a concentração de oxigênio dissolvido, menor é o NMP de coliformes. Outro parâmetro que se destacou foi a condutividade, na qual se observou forte correlação com *E. coli* ($r = 0,9839$) na maré alta. De maneira geral, constatou-se que ocorrem fortes correlações entre os parâmetros físico-químicos e os microbiológicos no Igarapé Santa Cruz, tanto na

baixa-mar quanto na preamar. Todos os valores de correlação entre os parâmetros físico-químicos e os microbiológicos encontram-se dispostos na Tabela 1.

DISCUSSÃO

Ficou evidente, no presente estudo, que a maioria dos residentes utiliza a água do Igarapé Santa Cruz para múltiplas atividades, incluindo

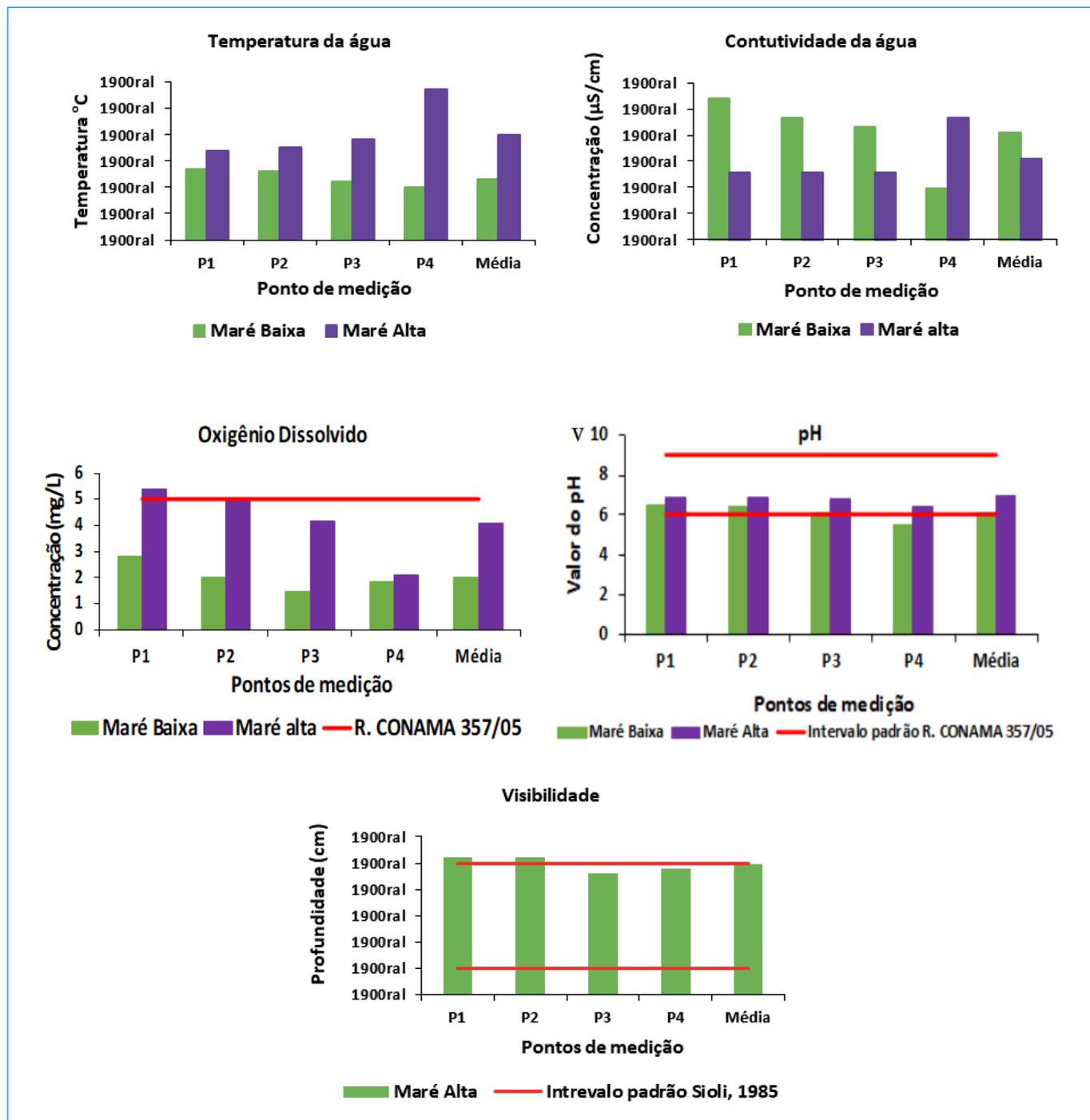


Figura 3 - Parâmetros físico-químicos da água do Igarapé Santa Cruz, Breves, Pará, em agosto/2017.

uso doméstico, recreaco, pesca e navegaes de pequeno porte, além de descarte de resíduos sólidos.  importante lembrar que o referido Igarapé se enquadra como corpo hídrico de classe 2 e, por isso, várias são as exigências quanto à qualidade de suas águas, de acordo com Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005).

Ao confrontar os resultados de pH com os limites definidos na Resoluo CONAMA n 357/2005 (BRASIL, 2005), constata-se que eles estão muito próximos do limite estabelecido pela referida resoluo, entre 6 e 9.  importante destacar que no ponto P4, na maré baixa, foi registrado valor de pH inferior a 6,0. De acordo com Alves *et al.* (2012) e Esteves (1998), o pH se torna ácido  medida que  influenciado por uma considerada quantidade de matéria orgânica presente no ambiente, que se decompõe e forma ácidos orgânicos. Outro parâmetro fisico-químico que merece destaque  o oxigênio dissolvido,

que apresenta valores inferiores a 3 mg/L entre os pontos de medio na baixa-mar e um valor médio fora do padrão permitido pela citada resoluo, tanto na maré baixa quanto na maré alta. Os resultados de pH e oxigênio dissolvido nos permite inferir que o Igarapé Santa Cruz está em processo de degradao e apresenta certo grau de poluio, o que pode causar complicaes  saúde dos usuários.

Segundo Esteves (1998) e Koch *et al.* (2017), o pH ácido em águas superficiais está associado a vários fatores, como, por exemplo, alta concentrao de gás carbnico e elevadas quantidades de ácidos orgânicos dissolvidos, que, se ingeridos constantemente, podem ser prejudiciais à saúde humana. Quanto a isso,  sabido que o consumo de água ou alimentos com excesso de ácidos orgânicos dissolvidos pode ocasionar cálculo renal e doenças do aparelho digestório (BRASIL, 2006).

O oxigênio dissolvido também  um ótimo indicador de ambientes deteriorados (JORDÃO *et al.*, 2007), visto que as concentraes desse parâmetro possibilitam avaliar as condies naturais da água e detectar impactos ambientais, como eutrofizao e poluio orgânica, pois o aumento da matéria orgânica biodegradável implica na diminuo do oxigênio dissolvido na água, já que bactérias aeróbicas demandam oxigênio para degradar a matéria orgânica (MEDEIROS *et al.*, 2016; SILVA; ARAÚJO, 2017).

A Resoluo CONAMA n 357/05 (BRASIL, 2005) não estabelece padrões para condutividade e temperatura, embora a temperatura exerça considerável influência nas características físicas e nas reaes químicas e bioquímicas da água, além de notadamente influenciar nos processos biológicos da biota aquática e ciclagem de nutrientes (ALVES *et al.*, 2012; ESTEVES, 1998). Essa afirmao pode justificar o fato de que atualmente o Igarapé Santa Cruz tem poucos peixes e de tamanho pequeno, pois, segundo os moradores mais antigos, antes havia muitos peixes grandes nesse corpo d'gua.

A condutividade da água, quando apresenta valores elevados, indica que o corpo d'água está recebendo a descarga de esgoto doméstico, resíduos sólidos e efluentes industriais (MORALES *et al.*, 2015). Nesse sentido, foi percebido maior valor de condutividade na maré baixa, no ponto de coleta próximo à foz (P1), decorrente, provavelmente, da saída de dejetos orgânicos e resíduos sólidos captados de todos os moradores ao

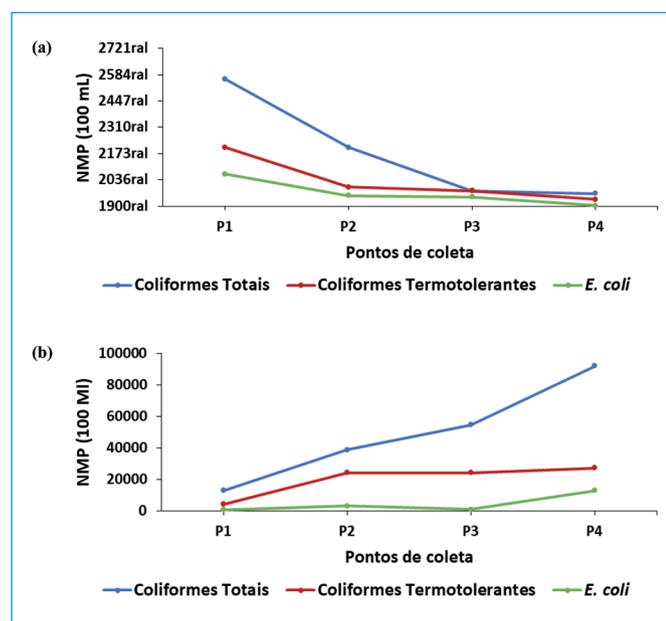


Figura 4 - Parâmetro bacteriológico da água do Igarapé Santa Cruz, Breves, Pará, em agosto/2017: (A) concentrao de bactérias do grupo Coliformes e *Escherichia coli* na maré baixa (baixa-mar); (B) concentrao de bactérias do grupo Coliformes e *E. coli* na maré alta (preamar).

Tabela 1 - Valores de Correlao de Pearson existentes entre os parâmetros fisico-químicos e bacteriológico da água do Igarapé Santa Cruz, Breves, Pará, agosto/2017.

Parâmetros	Maré Baixa			Maré Alta		
	Coliformes totais (r)	Coliformes termotolerantes (r)	<i>Escherichia coli</i> (r)	Coliformes totais (r)	Coliformes termotolerantes (r)	<i>Escherichia coli</i> (r)
Temperatura	0,8891	0,7945	0,8224	0,9187	0,5496	0,9658
Condutividade	0,7483	0,7546	0,8196	0,8545	0,4584	0,9839
Oxignio dissolvido	0,9503	0,8933	0,8472	-0,9711	-0,6582	-0,9077
pH	0,7694	0,7272	0,7868	-0,9190	-0,5373	-0,9490

longo do Igarapé. De modo contrário, na enchente da maré (preamar), o valor da condutividade é maior no ponto próximo à nascente (P4). Isso acontece devido ao movimento das águas em direção à nascente, o que favorece o movimento de dejetos orgânicos e resíduos sólidos em direção ao último ponto, ocasionado pela entrada da água no Igarapé Santa Cruz. Quanto à visibilidade, este foi o único parâmetro físico-químico cujos valores estão dentro dos padrões estabelecidos por Sioli (1985).

É importante enfatizar que os parâmetros supracitados apresentaram fortes correlações com os parâmetros bacteriológicos (coliformes totais e termotolerantes e *E. coli*), tanto na baixa-mar quanto na preamar, principalmente com o oxigênio dissolvido, o que confirma e reforça o grau de degradação ambiental encontrado no Igarapé Santa Cruz.

Um aspecto importante quando se refere à avaliação da qualidade da água é que ela deve estar livre de impurezas, tais como a contaminação fecal, que, por conter patógenos, representa grande risco à saúde humana (ALVES *et al.*, 2012; MESQUITA *et al.*, 2014). Assim, a determinação da concentração de coliformes assume importância como parâmetro indicador da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de várias doenças, entre elas: verminoses, amebíase, giardíase, criptosporidíase, febre tifoide, cólera, hepatite A (CABRAL, 2010; KOCH *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2010).

Neste estudo foram detectadas concentrações de coliformes fecais (termotolerantes) entre 4.352 NMP/100 mL na preamar e 111.990 NMP/100 mL na baixa-mar. Considerando-se que o limite permissível para corpos d'água classe 2 é de 1.000 coliformes fecais por 100 mL em pelo menos 80% das amostras (BRASIL, 2005), pôde-se constatar que em todos os pontos de coleta os valores em NMP de coliformes termotolerantes ultrapassaram o limite estabelecido pela legislação, tanto na baixa-mar quanto na preamar. Essas concentrações são indicativas do aporte direto de material de origem fecal no Igarapé Santa Cruz e/ou de outro corpo d'água associado a este, ou ainda do extravasamento de fossas mal instaladas ou sem manutenção das moradias circunvizinhas aos cursos d'água (AMORIM *et al.*, 2017; MIRANDA *et al.*, 2017). Desse modo, o Igarapé Santa Cruz, como um todo, recebe descargas pontuais diretas e indiretas de esgotamento sanitário, o que contribui para seus elevados valores de coliformes, visto que grande parte das residências construídas às suas margens não atende a nenhum padrão de lançamento de efluentes.

Nesse contexto, a média de coliformes fecais (termotolerantes) alcançada na maré baixa foi acima de 47.10^3 NMP/100 mL e na maré alta foi de 19.994 NMP/100 mL. De acordo com os valores obtidos, as águas do Igarapé Santa Cruz enquadram-se na classe 4 da Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), ou seja, devem ser destinadas apenas à navegação e à harmonia paisagística, sendo imprópria para o uso doméstico ou o consumo.

É importante enfatizar a dinâmica bacteriológica em relação às marés e aos diferentes pontos de coleta, pois na maré alta observa-se

que à medida que os pontos vão adentrando ao longo do Igarapé em direção à nascente, o número de coliformes aumenta. O processo inverso é observado na maré baixa, o que pode ser decorrente, provavelmente, do movimento das marés, configurando um vai e vem de dejetos fecais.

Ressalta-se que os resultados obtidos, referentes aos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, estão estreitamente associados à condição sanitária e ao excesso de resíduos sólidos presentes no leito do Igarapé. Nesse sentido, percebe-se que a maioria da população residente às margens do Igarapé Santa Cruz está vivendo em situação de risco à saúde, visto que a maior parte das famílias faz uso da água para diversas atividades, incluindo o uso doméstico e a recreação de contato primário, observado principalmente entre as crianças, que, além disso, praticam atividade de pesca, a qual ainda exerce um papel importante no fornecimento de proteína animal para algumas famílias. No entanto, os resultados deste estudo evidenciam a necessidade da adoção de medidas de saneamento com certa urgência, ou em pouco espaço de tempo o Igarapé Santa Cruz será um canal de esgoto a céu aberto.

Em relação à degradação ambiental, observou-se que grande parte da população necessita de práticas de educação ambiental, visto que os moradores não têm sensibilidade em relação ao lugar onde vivem nem percepção sobre o risco à saúde ao qual estão expostos. Nesse contexto, pode-se considerar que a Educação Ambiental é uma alternativa para sensibilizar a população quanto aos problemas ambientais e a sua inter-relação com a saúde e a qualidade de vida, além de ser uma excelente ferramenta para promover mudanças de hábitos e de comportamentos que são prejudiciais ao meio ambiente (NUNES; FRANÇA; PAIVA, 2017).

CONCLUSÃO

Conclui-se que grande parte da população residente nas margens do Igarapé Santa Cruz usa a água do Igarapé para múltiplas atividades, tanto de contato primário como secundário, e que a maioria das famílias apresenta precariedade no sistema sanitário de suas residências, o que contribui para a contaminação da água e o desenvolvimento de doenças de vinculação hídrica. Conclui-se também que a água superficial do Igarapé Santa Cruz está imprópria para o consumo e/ou o uso doméstico e para a balneabilidade, comprovada pelos valores obtidos das análises físico-químicas e bacteriológicas. Em todos os pontos de coleta, tanto na baixa-mar quanto na preamar, os resultados revelaram mudança nos parâmetros de qualidade determinados pelo CONAMA, caracterizando padrões que sugerem a classificação desse manancial em classe 4, servindo apenas para a navegação e a harmonia paisagística.

Portanto, a população residente nas margens do Igarapé Santa Cruz está vivendo em situação de vulnerabilidade e risco à saúde, necessitando, com brevidade, de políticas de saneamento ambiental que melhorem sua qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

- ALVES, I.C.C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M.L.S.; MONTEIRO, S.M.; BARBOSA, L.P.F.; GUIMARÃES, J.T.F. (2012) Qualidade das águas superficiais e avalia o do estado tr fico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). *Acta Amazonica*, v. 42, n. 1, p. 115-124. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000100014>
- AMARAL, L.A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; FERREIRA, F.L.A.; BARROS, L.S.S. (2003)  gua de consumo humano como fator de risco   saúde em propriedades rurais. *Revista Saúde Pública*, v. 37, n. 4, p.510-514. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102003000400017>
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). (2012) *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22. ed. Washington, DC.: APHA.
- AMORIM, D.G.; CAVALCANTE, P.R.S.; SOARES, L.S.; AMORIM, P.E.C. (2017) Enquadramento e avalia o do  ndice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precu , localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 2, p. 251-259. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016131212>
- ANDRADE, F.S.; SILVA, A.M.; ARIDE, P.H.R.; OLIVEIRA, A.T. (2016) Análise físico-química e da microbiota da água do lago Macurany, Parintins, Amazonas. *Biota Amazônia*, v. 6, n. 2, p. 132-134. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p132-134>
- BRASIL. (1997) Lei n  9.433/1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, promulgada em de 8 de janeiro de 1997. *Diário Oficial da União*, Brasília.
- BRASIL. (2005) Resolu o n  357/2005. Dispõe sobre a classifica o dos corpos de águas e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condi es padrões de lançamento de efluentes, promulgada em 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília.
- BRASIL. (2006) Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde. 212 p. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2018.
- BRASIL. (2012) *Resolu o n  466, de 12 de dezembro de 2012*. Resolu o incorpora, sob a  tica do indivíduo e das coletividades, referenciais da bioética, tais como, autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade, dentre outros, e visa a assegurar os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes da pesquisa,   comunidade científica e ao Estado. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>>. Acesso em: dez. 2016.
- CABRAL, J.P.S. (2010) Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. *International Journal of Environmental Research Public Health*, v. 7, n. 10, p. 3657-3703. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103657>
- CAETANO, V.N.S.; SILVA, A.N. (2016) Desenvolvimento e educa o no Marajó: estudo de caso no município de Breves (Marajó/Pará/Brasil). *Revista GeoAmazônia*, v. 4, n. 7, p. 120-137.
- ESTEVES, F.A. (1998) *Fundamentos de limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interc ncia. 226 p.
- FARIA, T.; PAULA, R.A.O.; VEIGA, S.M.O.M. (2013) Qualidade microbiológica da água para consumo humano em unidades de alimenta o escolar Tatiane. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 11, n. 1, p. 135-144. <http://dx.doi.org/10.5892/915>
- FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. (2008) *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Atheneu. 182 p.
- FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, L.M. (2001) Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, n. 3, p. 651-660. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000300019>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2010) *Atlas de desenvolvimento Humano no Brasil*. IBGE. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 30 set. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2016) *Estimativa*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pa/breves/panorama>>. Acesso em: 24 ago. 2017.
- JORDÃO, C.P.; RIBEIRO, P.R.S.; MATOS, A.T.; FERNANDES, R.B.A. (2007) Aquatic contamination of the turvo limpo river basin at the Minas Gerais state, Brazil. *Journal of Brazilian Chemistry Society*, v. 18, n. 1, p. 116-125. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532007000100013>
- KOCH, F.F.; KAUFFMANN, C.; BICA, J.B.; ADAMI, F.S.; STEVENS, J.F.; ECKHARD, C.L.; MARMITT, L.G.; OLIVEIRA, E.C. (2017) Análise de água superficial para consumo humano em um município do Rio Grande do Sul. *Caderno Pedagógico*, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 36-50. <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0882.v14i1a20171398>
- MEDEIROS, S.R.M.; CARVALHO, R.G.; SOUZA, L.; BARBOSA, A.H.S. (2016)  ndice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. *Ambiente e água*, v. 11, n. 3, p. 711-730. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1833>
- MESQUITA, F.R.; NASCIMENTO, A.U.L.; NASCIMENTO, L.O.; RIBEIRO, O.A.S.; CRAVEIRO, R.L. (2014) Análise físico-química e microbiológica da água: estudo de caso no balneário Igarapé Preto, Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v. 10, n. 19, p. 2676-2684.
- MIRANDA, C.; ROSA, L.; BONITO, J.; JÚNIOR, A.; VEIGA, N.; OLIVEIRA, F.; BARROS, B. (2017) Uso e qualidade da água na microbiacia hidrográfica do rio Parafuso (Moju, Pará, Brasil). *Revista Recursos Hídricos*, v. 38, n. 2, p. 51-62. <http://dx.doi.org/10.5894/rh38n2-cti2>
- MORAIS, W.A.; SALEH, B.B.; ALVES, W.S.; AQUINO, D.S. (2016) Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. *Cadernos de Saúde Coletiva*, v. 24, n. 3, p. 361-367. <https://doi.org/10.1590/1414-462x201600030143>

- MORALES, G.P.; SANTOS, L.F.M.; FERREIRA, Y.A.; DOURADO JÚNIOR, O.C.; VERA, M.A.P. (2015) Análise dos parâmetros físico-químicos da água em função do comportamento da maré: um estudo de caso no igarapé Tucunduba, Belém - PA. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 117-138.
- NUNES, M.E.R.; FRANÇA, L.F.; PAIVA, L.V. (2017) Eficácia de diferentes estratégias no ensino de educação ambiental: associação entre pesquisa e extensão universitária. *Ambiente & Sociedade*, v. 20, n. 2, p. 61-78. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc228r1v2022017>
- PIVELI, R.P.; KATO, M.T. (2006) *Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos*. São Paulo: ABES. 285 p.
- ROCHA, C.S.N. (2017) *Desafios para a universalização do abastecimento de água no município de Breves-Pará*. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém.
- SANTOS, M.A.S.; GUIMARÃES, S.E.; SANTOS, C.A P. (2017) Análise socioambiental e microbiológica da água em trechos da microbacia do Rio de Janeiro, Barreiras, Bahia. *Geosaberes*, v. 8, n. 16, p. 12-22. <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v8i16.603/>
- SANTOS, P.P.; MIRANDA, T.M.T.; BARTHASSON, D.L.; SOUZA, K.M.C.; BRITO, W.M.E.D.; ANDRÉ, M.C.D.P.B.; SERAFINI, A.B. (2010) Qualidade microbiológica de afluentes e efluentes de estações de tratamento de água e esgoto de Goiânia, Goiás. *Revista de Patologia Tropical*, v. 39, n. 3, p. 173-187. <https://doi.org/10.5216/rpt.v39i3.12209>
- SANTOS, R.S.; MOHR, T. (2013) Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. *Contexto & Saúde*, v. 13, n. 24/25, p. 46-53. <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2013.24-25.46-53>
- SILVA, M.A.; ARAÚJO, R.R. (2017) Análise temporal da qualidade da água no córrego Limoeiro e no rio Pirapozinho no Estado de São Paulo - Brasil. *Revista Formação*, v. 1, n. 24, p. 182-203. <https://doi.org/10.33081/formacao.v1i24.4656>
- SIOLI, H. (1985) *Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Petrópolis: Velozes. 72 p.
- SOUZA, J.R.; MORAES, M.E.B.; SONODA, S.L.; SANTOS, H.C.R.G. (2014) Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. *Revista Eletrônica do Prodepa*, v. 8, n. 1, p. 26-45.
- TAVARES, M.; VIEIRA, A.H.; ALONSO, A.C.B.; MELLO, A.R.P.; SOUSA, C.V.; GONZALEZ, E.; GONÇALVES, F.G.; ROXO, G.S.; SOUZA, R.L.; DUARTE, V.M.; PASCHOAL, R.C.; BARSOTTI, R.C.F.; PEREIRA, T.C.; SILVA, W.A. (2017) Avaliação físico-química e microbiológica de águas procedentes de soluções alternativas de abastecimento na Região Metropolitana da Baixada Santista, Estado de São Paulo, Brasil. *Visa em Debate*, v. 5, n. 1, p. 97-105. <https://doi.org/10.33395/2317-269x.00805>
- TUNDISI, J.G. (2008) Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 7-16. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>
- VIANA, R.L.; FREITAS, C.M.; GIATTI, L.L. (2016) Saúde ambiental e desenvolvimento na Amazônia legal: indicadores socioeconômicos, ambientais e sanitários, desafios e perspectivas. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 233-246. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902016140843>