

Análise da qualidade da água do rio Jaguaribe, em um trecho situado no município de Jaguaribe, Ceará, Brasil

Analysis of the quality of Jaguaribe river water, in an area located in the city of Jaguaribe, Ceará, Brazil

Jaiane de Freitas Fernandes¹, Francisco Lucas Pacheco Cavalcante², Áquila Priscila Diógenes Pereira¹, Luesley do Carmo Rodrigues³, Luana Maria de Lima Santos⁴, João Garcia Alves Filho⁵, Francisco Holanda Nunes Junior⁶

Resumo

A água constitui-se um recurso natural essencial aos seres vivos presente em todos os processos bioquímicos e fisiológicos, o que torna seu acesso indispensável às populações em geral. Diante disso, o presente estudo avaliou as características físico-químicas e microbiológicas da água proveniente do rio Jaguaribe, no trecho urbano do município de Jaguaribe, Ceará, Brasil, visando diagnosticar sua atual situação, e dispor de informações que contribuam para o monitoramento e garantia da sustentabilidade do recurso. A pesquisa foi realizada em um trecho do rio Jaguaribe, que percorre a zona urbana do município de Jaguaribe durante o período seco (Dezembro/2017) e chuvoso (Março/2018), sendo, portanto, dois pontos de coleta, um deles a montante e outro a jusante da cidade, nos bairros conhecidos como “Curralinho” e “Cruzeiro”, respectivamente. Foram analisados os parâmetros físico-químicos de pH, temperatura, Condutividade Elétrica (CE) e cloreto e as variáveis microbiológicas tais como: Coliformes Totais, Fecais e *Escherichia coli*, todas as coletas foram realizadas em triplicatas. As variáveis físico-químicas apresentaram-se mais elevadas no período seco, porém seus resultados mostraram-se dentro dos valores médios verificados em outros trabalhos, salvo os da condutividade. Em relação aos parâmetros microbiológicos, não houve diferenças entre o período seco e chuvoso. Porém, em ambos foram encontrados, nos dois pontos de coleta, valores acima das médias estabelecidas pelo CONAMA. Diante dos resultados, constatamos que a contaminação do trecho não pode ser atribuída unicamente à cidade de Jaguaribe, comprovando que esta já chega à cidade com altos níveis de contaminação, principalmente por microrganismos.

Palavras-chave: Análise físico-química. Análise microbiológica. Poluição.

Abstract

Water is an essential natural resource for living beings, present in all the biochemical and physiological processes, which makes its access indispensable to the populations in general. Therefore, the present study evaluated the physico-chemical and microbiological characteristics of water from Jaguaribe River in the urban area of the city of Jaguaribe, Ceará, Brazil, in order to diagnose its current situation, and to have information that contribute to the monitoring and the guarantee of resource sustainability. The

¹ Graduada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Jaguaribe.

² Mestrando em Bioquímica pela Universidade Federal do Ceará – IFCE, Campus Jaguaribe.

³ Graduando em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Jaguaribe.

⁴ Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual Vale do Acaraú. Professora Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Jaguaribe.

⁵ Doutor em Bioquímica pela Universidade Federal do Ceará. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Jaguaribe.

⁶ Mestre em Energias Renováveis pelo Instituto Federal do Ceará-IFCE. Professor do Instituto Federal do Ceará- IFCE- Campus Jaguaribe. E-mail: holanda.junior@ifce.edu.br

research was carried out on a stretch of the Jaguaribe River, which runs through the urban area of the municipality of Jaguaribe during the drought (December / 2017) and rainy season (March / 2018) constituting, therefore, two collection points, one of them upstream and another downstream of the city, in the neighborhoods of “Curralinho” and “Cruzeiro”, respectively. The physicochemical parameters of pH, temperature, electrical conductivity (EC) and chloride and microbiological variables such as: Total Coliforms, Fecal and *Escherichia coli* were analyzed, all collections were done in triplicates. The physical-chemical variables were higher during the drought season, but their results were within the mean values verified in other studies, except those of the conductivity. Regarding the microbiological parameters, there were no differences between the drought and rainy season. However, in both points of collection, values above the averages established by CONAMA were found. In view the results, we verified that the contamination the stretch can not attributed only to the city of Jaguaribe, proving that it already arrives to the city with high levels of contamination, mainly by microorganisms.

Keywords: Physico-chemical analysis. Microbiological analysis. Pollution.

Introdução

A água constitui-se um recurso natural essencial aos seres vivos presente em todos os processos bioquímicos e fisiológicos, o que torna seu acesso indispensável às comunidades em geral.⁽¹⁾ Além disso, é o componente mais abundante do planeta, e nos organismos vivos, atua como solvente universal para diversas substâncias orgânicas.⁽²⁾

De toda a água disponível no planeta, apenas um pequeno percentual é de água doce, cerca de 3% , sendo o restante composto de água salgada, que a princípio é inadequada para o consumo.⁽³⁾ Segundo Costantin *et al.*,⁽⁴⁾ a degradação das fontes naturais em consequência da ocupação humana tem resultado em danos severos ao ambiente, entre eles podemos citar a poluição e contaminação dos recursos hídricos. Ainda segundo os autores, a expansão desordenada das cidades e o crescimento populacional dos últimos tempos têm intensificado a exploração dos corpos hídricos, ocasionando problemas como a poluição.

Kuss e Castro⁽⁵⁾ destacam que a contaminação dos recursos hídricos é uma realidade que tem preocupado os governos em todo o mundo, de maneira adicional a baixa qualidade da água ofertada traz consigo consequências para a vida do homem. Por esse motivo, a estreita relação dos seres humanos com a água, explica a importância de se garantir as características físico-químicas e microbiológicas deste recurso dentro de parâmetros aceitáveis.

No estado do Ceará, o rio Jaguaribe constitui-se uma das principais fontes hídricas, entretanto, nos últimos anos esse recurso vem sofrendo com a degradação devido ao acelerado crescimento populacional.⁽⁶⁾ Entre os impactos ambientais mais preocupantes, podemos citar a destruição de sua mata ciliar, causado por atividades como a agricultura e a pecuária, além do assoreamento e da poluição em decorrência da presença de resíduos sólidos e alterações físico-químicas através da poluição de seus afluentes.⁽⁷⁾ Os autores ainda atribuem o aumento da poluição e da contaminação do rio Jaguaribe a falta de saneamento básico adequado nas cidades situadas em suas margens.

Perante o exposto, o monitoramento periódico dos parâmetros relacionados a qualidade da água de afluentes, como o rio Jaguaribe, principal fonte de abastecimento de água para o município, tornam-se necessários para que se possa detectar alterações na qualidade da água do manancial e, deste modo, monitorar e desenvolver estratégias para prevenir a contaminação deste recurso.

Diante da importância da água para a manutenção da vida e da necessidade de se preservar sua potabilidade, o presente estudo avaliou as características físico-químicas e microbiológicas da água proveniente do rio Jaguaribe no trecho urbano do município de Jaguaribe, Ceará, Brasil, visando diagnosticar sua atual situação, e, conseqüentemente, dispor de informações que contribuam para o monitoramento e garantia da sustentabilidade do recurso.

Material e Método

O presente estudo caracterizou-se como uma pesquisa descritiva de caráter exploratório, realizada a partir da análise de variáveis quali-quantitativas. A pesquisa foi conduzida em um trecho do rio Jaguaribe que percorre a zona urbana do município de Jaguaribe, Ceará, Brasil, durante os períodos seco (dezembro/2017) e chuvoso (março/2018), sendo selecionados dois pontos de coleta, um deles a montante e outro a jusante da cidade, localizados nos bairros denominados “Currálinho” (5°53’59.5”S 38°37’59.6”W) e “Cruzeiro” (5°52’41.1”S 38°37’18.2”W), respectivamente.

A cidade de Jaguaribe está localizada a cerca de 310 km de Fortaleza, capital do estado do Ceará. Jaguaribe limita-se com os municípios de Jaguaribara, Jaguaratama, Pereiro, Iracema, Solonopóle, Orós e Icó, situados no mesmo estado. Dados do censo demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2017 revelaram que a cidade possui uma população estimada em 34.448 habitantes e uma área territorial de 1.876,806 km².

O rio Jaguaribe no estado do Ceará apresenta cerca de 610 Km de extensão. Sua nascente está situada na Serra da Joaninha, município de Tauá, e sua foz localiza-se entre a cidade de Aracati e Fortim.⁽⁸⁾ A bacia do rio Jaguaribe ocupa uma área de 74.621 km², 48% do território cearense, e é subdividida em cinco sub-bacias: Salgado, Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe e Banabuiú.⁽⁹⁾

Foram realizadas duas coletas em cada período nos dois pontos (a montante e a jusante) durante o turno da manhã, seguindo as normas de estocagem e transporte de acordo com os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados.⁽¹⁰⁾

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, através de phmetro de bancada LUCA-210, os de temperatura *in locus* utilizando termômetro de mercúrio graduado, Condutividade Elétrica (CE) por meio de condutivímetro digital TDS+EC e cloreto

empregando-se o Método de Mohr conforme Silva e Souza.⁽¹¹⁾ Este último método de padronização constituiu-se em titular o nitrato de prata (AgNO₃) com solução-padrão de cloreto de sódio através de solução de cromato de potássio (K₂CrO₄) como indicador, no qual a formação de uma coloração amarelo-avermelhada de cromato de prata indicava o ponto final da titulação.

Foram também aferidas as variáveis microbiológicas de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* conforme Funasa,⁽¹²⁾ sendo as análises realizadas por meio do *pool* de nove amostras coletadas distintamente em cada ponto (três amostras na margem direita, três no meio e outras três na margem esquerda do rio) por período. Na realização do teste presuntivo, distribuiu-se 10 ml de água em três tubos de Caldo Lactosado Duplo (CLD), e 1ml e 0,1ml em três tubos de Caldo Lactosado Simples (CLS), incubando a 35°C/24-48h. Após leitura, os tubos positivos foram alçados para tubos com Caldo Verde Bile Brilhante (BVB) e incubados a 35°C por 24-48h, para a confirmação da presença de coliformes totais. Após o período de incubação, observou-se quais os tubos houveram a presença de gás, transferindo uma alça de cada cultura para tubos de caldo *E. coli* (EC). Posteriormente, os meios EC foram incubados em banho-maria durante 24h em temperatura de 45° C, a fim de verificar a presença de coliformes termotolerantes.

Para confirmação de *E. coli* realizou-se três testes bioquímicos conforme Winn *et al.*⁽¹³⁾ e Macfaddin:⁽¹⁴⁾ Teste de Citrato; Teste de Indol e Teste de vermelho de metila e Voges-Proskauer. Anterior a aplicação dos testes, os tubos EC positivos foram alçados em placas contendo meio Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) e incubados por 24h a 35°C. Posteriormente, visualizou-se o crescimento de colônias típicas de *E. coli* (nucleadas com centro preto, com ou sem brilho metálico). Caso houvesse colônia típica, esta seria selecionada para a realização dos testes bioquímicos:

- Teste de Citrato: inoculou-se uma alçada da colônia típica para a “rampa” de tubos contendo meio Ágar Citrato de Simmons e incubado a 35° C/24h;
- Teste de Indol: Inoculou-se uma alçada da colônia típica para o meio de cultura Caldo Triptona, incubando por 24h a 35°C;
- Teste de vermelho de metila e Voges-Proskauer: Uma alçada da colônia típica foi transferida para tubos contendo caldo VM-VP e incubadas em 35°C/24h.

Para a determinação de coliformes totais, termotolerantes e *E. coli* das amostras analisadas utilizou-se o método do Número Mais Provável

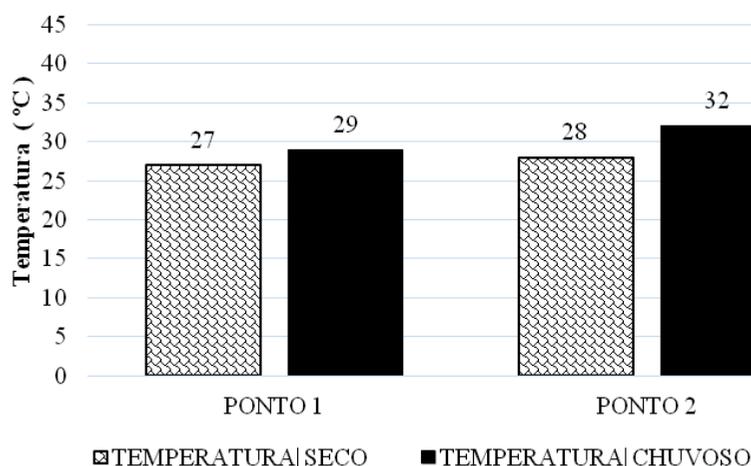
(NMP) empregando-se, para tal, a tabela de Hoskins. ⁽¹⁵⁾ Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Resultados e Discussão

Análises físico-químicas

De maneira geral, a análise da temperatura da água do rio Jaguaribe nos dois pontos de coleta e períodos analisados demonstrou maiores valores de temperatura na porção a jusante do rio (Gráfico 1). Entretanto, analisando-se a variação na temperatura registrada em ambos os pontos e períodos do estudo constatou-se que as maiores temperaturas foram obtidas no período chuvoso.

Gráfico 1 - Medidas de temperatura nos pontos de coleta (Montante – Ponto 1/Jusante - Ponto 2) do rio Jaguaribe nos períodos seco e chuvoso de um trecho urbano da cidade de Jaguaribe, Ceará, Brasil.



Os aumentos de temperatura da água podem exercer papel importante no crescimento microbiano e tornar-se um fator preocupante em relação à possibilidade de se desenvolverem microrganismos nocivos aos seres humanos.⁽¹⁶⁾ Outros fatores negativos do aumento da temperatura estariam relacionados ao aumento da velocidade das reações físicas, químicas e biológicas, reduzindo assim a solubilidade dos gases na água e a elevação das taxas de transferência desses no meio aquoso, podendo, por conseguinte, ocasionar a liberação de gases com

odor desagradável e o mau cheiro característico de mananciais poluídos.⁽¹⁷⁾

Segundo Percebon *et al.*,⁽¹⁸⁾ a temperatura das águas superficiais pode ser afetada por diversos fatores, tais como, latitude, altitude, estação do ano, circulação do ar, cobertura de nuvens, profundidade do corpo hídrico e vazão. Adicionalmente, os autores também concluíram por meio de seus estudos em diferentes rios de Santa Catarina, que o aumento da temperatura desses corpos hídricos é diretamente proporcional a redução da mata ciliar,

com o assoreamento do leito dos cursos d'Água e com diminuição da profundidade da lâmina d'água, além da poluição advinda de esgotos domésticos.

Na porção em que o rio Jaguaribe percorre o perímetro urbano da cidade, foi possível perceber uma situação similar a descrita pelos autores com a ocupação das margens do rio, praticamente inexistindo vegetação ciliar (ver Figuras 1 e 2). Durante o período chuvoso, onde há um aumento

da vazão do rio, é possível perceber seu avanço para além da calha natural, o que conseqüentemente, aumenta sua área de exposição à radiação solar, o que poderia explicar os aumentos de temperatura verificados no período de chuvas. Já em relação à porção jusante ter apresentado os valores maiores em relação à montante, em ambos períodos de análises, pode estar relacionado à carga de poluentes, a qual é maior após ter percorrido o perímetro urbano.

Figura 1 - Rio Jaguaribe no período seco.



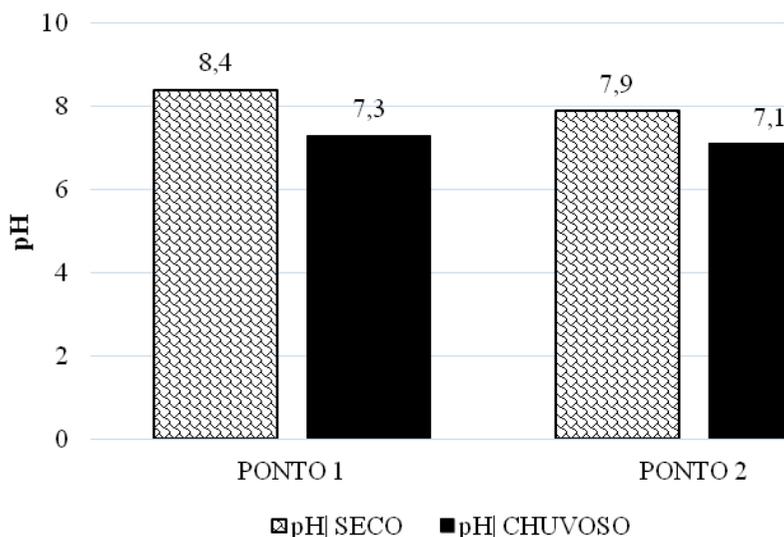
Figura 2 - Rio Jaguaribe no período chuvoso.



Em relação ao potencial hidrogeniônico (pH), foi possível inferir que os valores encontrados na porção do rio Jaguaribe, analisado neste trabalho (Gráfico 2), mostraram-se mais elevados durante

o período seco em ambos os pontos de análise, ou seja, as águas desse período estavam mais alcalinas em relação ao período de cheia.

Gráfico 2 - Potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos de coleta (Montante – Ponto 1/Jusante - Ponto 2) do rio Jaguaribe nos períodos seco e chuvoso de um trecho urbano da cidade de Jaguaribe, Ceará, Brasil.



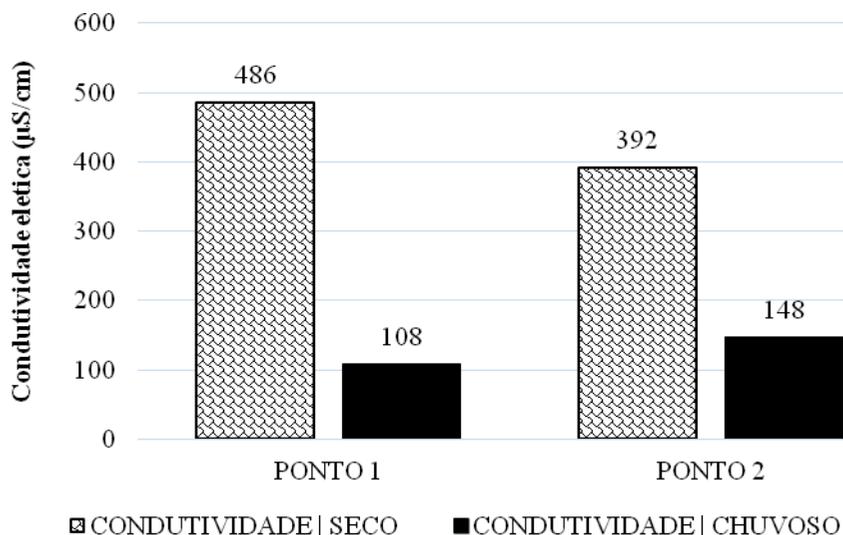
O pH pode ser considerado como um dos fatores ambientais mais importantes, assim como um dos mais difíceis de se interpretar, podendo ser resultado de processos naturais (como a fotossíntese e ruptura de rochas) ou pela ação do homem (oriundos da poluição doméstica e industrial).^(19,20) O valor do pH é capaz de influenciar toda a biota aquática, contribuindo com a variação do grau de solubilidade de diversas substâncias e do potencial de toxicidade.⁽²⁰⁾

Os aumentos de pH verificados neste trabalho durante o período de menor fluxo de água podem estar relacionados à maior atividade fotossintética na massa líquida. Pois conforme Souza,⁽¹⁷⁾ no período seco ocorre um aumento no número de horas de insolação diária, e, considerando que o processo fotossintético consome gás carbônico, é de se esperar uma elevação do pH.

Já em relação às reduções verificadas durante o período chuvoso, é possível que estejam relacionadas ao aumento da vazão do rio, bem como a presença de dejetos/efluentes e outros contaminantes carregados pelas águas das chuvas. De maneira complementar, Santi *et al.*⁽²¹⁾ enfatizam que as águas oriundas da precipitação atmosférica são mais ácidas, e por esse motivo, também influenciariam nos menores valores de pH encontrados durante o período de chuvas.

No que se refere à condutividade, em geral foi possível perceber que os valores aferidos nos trechos de análise (Gráfico 3) foram maiores no período seco, o que pode ser explicado pelo menor volume de água e maior concentração de sais dissolvidos. A condutividade elétrica no período chuvoso teve uma elevada redução, corroborando com os resultados acima apresentados.

Gráfico 3 - Valores da condutividade elétrica nos pontos de coleta (Montante – Ponto 1/Jusante - Ponto 2) do rio Jaguaribe nos períodos seco e chuvoso de um trecho urbano da cidade de Jaguaribe, Ceará, Brasil.



Não encontramos na legislação brasileira, para a variável condutividade em corpos hídricos, um parâmetro médio de aceitabilidade (mínima e máxima). Entretanto, segundo Von Sperling,⁽²²⁾ as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Todavia, variações na condutividade elétrica da água, ainda que em curto prazo, não representam um perigo à saúde do homem, mas podem representar um possível indicador de contaminação do corpo hídrico por efluentes.⁽²³⁾

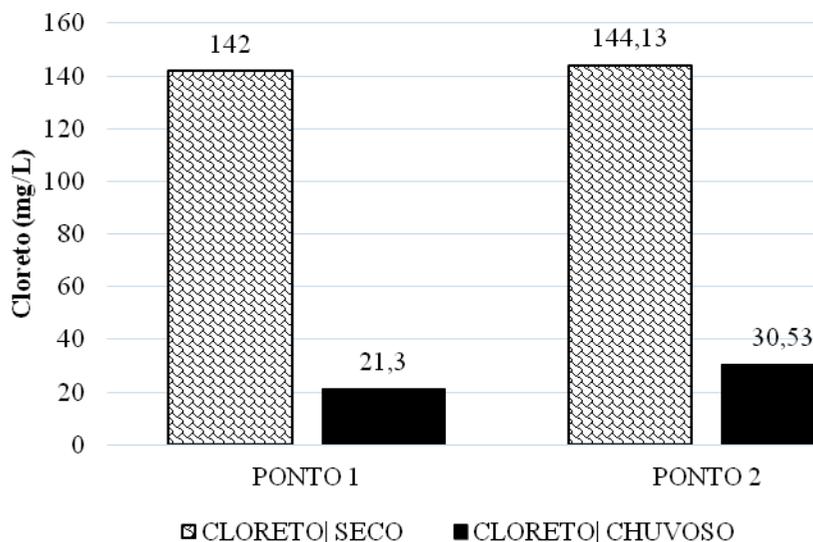
A condutividade elétrica costuma mudar de acordo com as estações do ano e seus volumes pluviométricos característicos de cada período, sendo menor no período chuvoso por causa do aumento do fator de diluição dos íons, e o contrário nos períodos secos. Esta variável possui ainda a importância de servir como base para a verificação de possíveis alterações na composição dos corpos hídricos, como por exemplo, a salinização da água.⁽²⁴⁾

Esteves⁽²⁴⁾ acrescenta ainda que outros fatores como a geologia da área de drenagem dos efluentes

e a influência antrópica, a qual estes corpos hídricos estão sujeitos, podem também influenciar na composição iônica dos corpos hídricos. Nesse último ponto da ação do homem, pode-se acrescentar para os resultados do presente estudo a hipótese de que os valores de condutividade encontradas no ponto dois, durante o período chuvoso pode estar relacionado ao maior carregamento de sujidades pela água da chuva na porção urbana da cidade ou de partes do rio, na qual a vegetação ciliar está degradada. Ballester *et al.*⁽²⁵⁾ apontaram em sua pesquisa no rio Ji-Paraná na Amazônia, uma elevação da condutividade elétrica associada ao aumento de fosfato, sódio, cloreto e potássio após substituição de floresta ciliar por pastagens.

Na análise de cloreto dos dois pontos do rio Jaguaribe (Gráfico 4), as amostras coletadas durante o período seco mostraram-se dentro do nível de concentração máxima de 250mg/L estabelecido pela resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente⁽²⁶⁾ para águas doces classe 1, 2 e 3. Já no período chuvoso este apresentou redução de 85% no ponto 01 e de 79% no ponto 02.

Gráfico 4 - Concentração de íons cloreto obtida em ambos os pontos de coleta (Montante – Ponto 1/Jusante - Ponto 2) do rio Jaguaribe nos períodos seco e chuvoso de um trecho urbano da cidade de Jaguaribe, Ceará, Brasil.



O cloreto é proveniente da dissolução de sais, sendo um dos íons mais comuns em águas naturais, esgotos domésticos e em despejos industriais. ⁽²⁷⁾ De acordo com Lucas *et al.*,⁽²⁸⁾ o cloreto em concentrações altas pode conferir um sabor salgado aos corpos hídricos ou propriedades laxativas. Palácio⁽²⁹⁾, ao analisar as águas do rio Trussu no Ceará constatou uma elevação nos níveis de cloreto, que pode estar relacionada ao fato de que o trecho amostrado era mais habitado e que as comunidades ribeirinhas lançavam seus esgotos diretamente no rio. Segundo o mesmo autor, outros fatores ainda podem influenciar nas concentrações de cloreto, tais como a lavagem de roupas na margem do rio e a vazão deste.

Desse modo, as reduções nas concentrações de cloreto encontradas no estudo atual coincidem com o período de aumento da vazão do rio e, consequentemente, na diluição dos íons. No entanto,

é possível perceber um leve aumento nos níveis de cloreto a jusante para os dois períodos de análise. Esse resultado pode estar associado a possível contaminação por efluentes no trecho em que o rio percorre a cidade.

Análises Microbiológicas

Os resultados microbiológicos das amostras analisadas nos dois pontos de coleta do rio Jaguaribe (ver Tabelas 1 e 2) demonstraram uma elevada taxa de contaminação por coliformes totais, fecais e *Escherichia coli*, com resultados positivos para todos esses parâmetros, e com valores maiores ou iguais a 2.400 número mais provável/100 mL. A presença de *E. coli* foi confirmada através da realização dos testes bioquímicos, demonstrando resultado positivo.

Tabela 1 - Contagem de coliformes totais, fecais e *E. coli* em ambos os pontos (Montante/Jusante) do rio Jaguaribe no período seco.

PONTOS	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Fecais (NMP/100mL)	<i>E. coli</i> (NMP/100mL)
P1'	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P2'	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P3'	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P1''	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P2''	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P3''	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400

P1': Montante margem direita; P2': Montante meio; P3': Montante margem esquerda; P1'': Jusante margem direita; P2'': Jusante meio; P3'': Jusante margem esquerda; NMP: Número mais provável.

Tabela 2 - Contagem de coliformes totais, fecais e *E. coli* em ambos os pontos (Montante/Jusante) do rio Jaguaribe no período de chuvoso.

PONTOS	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Fecais (NMP/100mL)	<i>E. coli</i> (NMP/100mL)
P1'	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P2'	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P3'	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P1''	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P2''	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400
P3''	> = 2.400	> = 2.400	> = 2.400

P1': Montante margem direita; P2': Montante meio; P3': Montante margem esquerda; P1'': Jusante margem direita; P2'': Jusante meio; P3'': Jusante margem esquerda; NMP: Número mais provável.

Fonte: Acervo do autor, 2018.

A determinação da concentração dos Coliformes Totais é um dos principais parâmetros na investigação sobre a ocorrência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de uma série de doenças de veiculação hídrica, tais como a cólera, febres tifóide e paratifoide.⁽³⁰⁾ De maneira adicional, a escolha desse grupo de bactérias realizado no estudo se deu em virtude de diversos fatores, tais como estarem presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive seres humanos, além de sua presença na água possuir relação direta com o grau de contaminação fecal.

Vale ressaltar que conforme a resolução n° 357 do CONAMA de 17 de março de 2005⁽²⁶⁾ o nível de contaminação constatado no trecho analisado (superior a 1000 NMP/100 mL), indica que este se encontra impróprio para consumo direto, seja

humano ou animal. Já em relação a balneabilidade, ainda tendo como referência o CONAMA, desta vez na resolução n° 274 de 29 de novembro de 2000,⁽³¹⁾ as águas do trecho analisado podem ser classificadas como não indicadas para banho, tendo por base os valores microbiológicos das tabelas 1 e 2.

De maneira similar, Morelli, Almeida e Tureck⁽³²⁾ analisando o rio Lageado Acelo, situado em Cascavel- Paraná, também confirmaram a presença de coliformes totais e termotolerantes. Em estudo semelhante realizado por Calegari *et al.*,⁽³³⁾ nas águas do rio Lonqueador, também no Paraná, os três pontos amostrados apresentaram resultados positivos para coliformes totais e termotolerantes, com concentração acima da permitida.

De maneira adicional, Batista e Fucksd,⁽³⁴⁾ ao analisar os resultados de seis pontos do rio Arroio

Pessegueirinho de Santa Rosa, Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, verificaram a presença de coliformes totais e fecais em todos os cursos. Porém, diferentemente do presente estudo, os autores encontraram na nascente do Arroio Pessegueirinho um crescimento de *E. coli* menor que nos demais pontos do rio pelo fato de nela possuir uma mata ciliar junto ao rio, que contribui para a proteção de sua margem, e, por conseguinte, um menor número de casas na margem do rio.

Em outro estudo realizado por Vasconcellos, Iganci e Ribeiro⁽³⁵⁾ no rio São Lourenço- Rio Grande do Sul, 80 % dos pontos amostrados apresentaram águas impróprias para o consumo sem o devido tratamento microbiológico. Comparando esse resultado com os obtidos nesta pesquisa, pode-se notar que ambos os rios receberam contaminação fecal em suas águas por todo o decurso da nascente até o ponto de coleta.

A afirmação anterior deve-se ao fato de que na pesquisa atual os valores de contaminação microbiológica aferidos foram verificados nas porções montante e jusante de igual forma, ou seja, certamente a maior parte decorre do acúmulo de poluição adquirida ao longo de seu trecho, anterior a cidade, a partir da nascente em todos os centros urbanos que o rio Jaguaribe perfaz seu curso.

Portanto, os resultados acima apresentados, indicam haver contaminação, visto os altos valores para coliformes totais, fecais e *E. coli*, constatados no presente estudo, indicando possível presença de microrganismos patogênicos no trecho analisado.

Conclusões

Perante os resultados obtidos no presente estudo, é possível verificar que as variáveis físico-químicas foram mais elevadas no período seco, porém seus resultados mostraram-se dentro dos valores médios verificados em outros trabalhos, salvo os da condutividade, entretanto, é possível que estejam relacionados ao menor volume de água no rio

durante o período seco. Em relação aos parâmetros microbiológicos, não houve diferenças entre o período seco e chuvoso, ambos apresentaram, tanto a montante como a jusante, valores acima das médias estabelecidas pelo CONAMA.

Apesar do exposto, constatamos que a contaminação do trecho não pode ser atribuída unicamente à cidade de Jaguaribe, principalmente pelos resultados das variáveis microbiológicas detectadas no ponto de coleta a Montante, comprovando que esta já chega a cidade com altos níveis de contaminação por microrganismos. Contudo, o presente estudo enfatiza os possíveis riscos em se fazer o uso da água sem o devido tratamento, ao tempo em que reforça a necessidade de se manterem os órgãos responsáveis pelo controle da qualidade da água e cidades que margeiam seu leito, atentos à necessidade iminente de uma ação conjunta de reestruturação da ocupação hoje encontrada em suas margens, sensibilizando as populações sobre a preservação e consumo consciente do recurso.

Por fim, sugere-se uma análise mais aprofundada sobre a qualidade da água do rio Jaguaribe, em extensões maiores, para que seja possível identificar os pontos mais críticos de contaminação e, conseqüentemente, os que recebem maiores descargas de contaminantes, identificando, assim, as prováveis fontes para que se possam traçar estratégias que promovam a reversão do atual estado de qualidade de sua água.

Referências

- 1 Ferreira AC, Rocha LC, Figueiredo MA. Análise do índice de qualidade de água na bacia do córrego do rio acima, São João Del-Rei/MG. Rev Nac Ger Cidades. 2015;3(15): 94-105. doi: 10.17271/231884723152015994
- 2 Garcia ENA, Moreno DAAC, Fernandes ALV. A importância da preservação das águas superficiais e subterrâneas: um panorama sobre a escassez de água no Brasil. Fórum Amb Alta Paul. 2015;11(6): 235-49. doi: 10.17271/19800827

- 3 Barros GN, Amin MM. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. *Rev Bras Gest Deserv Reg* [Internet]. 2008 [citado 2019 maio 5]; 4(1): 75-108. Disponível em: <http://www.rbgdr.net/012008/artigo4.pdf>
- 4 Costantin AM, Musa CI, Grillo HCZ, Barbosa LN, Rikils VSS, Oliveira EC, Santana ERR, *et al.* Análise da qualidade da água de quatro pontos do rio taquari próximos à barragem/eclusa de Bom Retiro do Sul, Rio Grande do Sul. *Rev Dest Acad* [Internet]. 2014 [citado 2019 maio 8]; 6(4): 48-58. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/436>
- 5 Kuss CP, Castro FB. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica das águas do rio palmital em Colombo - PR. *Cad Esc Saúde* [Internet]. 2016 [citado 2019 jun. 5];1(15): 32-41. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2452>
- 6 Gomes IR. As novas regiões produtivas agrícolas: o caso do Baixo Jaguaribe (CE) - Vale do Açu (RN). *Rev IDEAS* [Internet]. 2009 [citado 2019 jun. 2]; 3(2):288-323. Disponível em: <https://r1.ufrj.br/cpda/ideas/ojs/index.php/ideas/article/view/11/12>
- 7 Pantalena AF, Maia LP. Marcas da ação antrópica na história ambiental do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil. *Rev Gest Costeira Integr.* 2014; 14(3): 459-70. doi: 10.5894/rgci431.
- 8 Sousa AB, Silva DF. Causas climáticas da variabilidade pluviométrica e tendências climáticas na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe (CE). *Rev Cam. Geog* [Internet]. 2013 [citado 2019 jun. 4]; 14(46): 101-17. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/17451>
- 9 Gondim RS, Teixeira AS, Rosa MF, Figueiredo MCB, Pereira PM, Costa CAG *et al.* Diagnóstico da agricultura irrigada no baixo e médio Jaguaribe. *Rev Econ Nordeste* [Internet]. 2004 [citado 2019 jun. 3]; 35(3): 424-30. Disponível em: <https://ren.emnuvens.com.br/ren/article/view/792/607>.
- 10 Brandão CJ, Botelho MJC, Sato MIZ, Lamparelli MC. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; 2011.
- 11 Silva LLR, Sousa RA. Aulas práticas de química ambiental: alguns experimentos para a determinação da qualidade de águas superficiais. Juiz de Fora: Química Ambiental EADQUI045; 2013.
- 12 Fundação Nacional de Saúde (BR). Manual prático de análise de água. 4ª ed. Brasília: a Fundação; 2013.
- 13 Winn W Jr, Allen SD, Janda WM, Koneman EW, Schreckenberger PC, Procop GW, *et al.* Koneman's color atlas and text book of diagnostic microbiology. 5nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1997.
- 14 Macfaddin JF. Biochemical tests for identification of medical bacteria. 3rd ed. Lippincott: Williams & Wilkins; 2000.
- 15 Food and Drug Administration (USA). Bacterial analytical manual [Internet]. 2018. [cited 2019 june 8]. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/laboratorymethods/ucm2006949.htm>
- 16 Gomes PCFL, Campos JJ, Menezes M, Veiga SMOM. Análise físico-química e microbiológica da água de bebedouros de uma IFES do sul de Minas Gerais. *Rev Hig Alim* [Internet]. 2005 [citado 2019 ju. 8];19(133): 63-5. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262484769_Analise_Fisico_Quimica_e_Microbiologica_da_Agua_de_Bebedouros_de_uma_IFES_do_Sul_de_Minas_Gerais
- 17 Souza MCB. Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do rio Jacarecica – Maceió/AL [dissertação]. Maceió: Universidade Federal de Alagoas; 2012.
- 18 Percebon CM, Bittencourt AVL, Rosa EFF. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. *Boletim Paranaense de Geociências.* 2005, (56): 7-19. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/geo.v56i0.4904>.
- 19 Libânio M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas: Editora Átomo; 2005.
- 20 Gasparotto FA. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP [dissertação] Piracicaba (SP): Universidade de São Paulo; 2011.
- 21 Santi GM, Furtado CM, Menezes RS, Keppeler. Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil. *Rev Ecol Apl.* 2012;11(1): 23-31. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v11i1-2.422>.
- 22 Von Sperling M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios [dissertação]. Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais; 2007.
- 23 Zuin VG, Ioriatti MCS, Matheus CE. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. *Quím Nova Esc* [Internet]. 2009 [citado 2019 jun.

- 7]; 31(1):3-8. Disponível em: http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc31_1/02-QS-5507.pdf
- 24 Esteves F. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência; 2011.
- 25 Ballester MVR, Victoria DC, Krusche AV, Coburn R, Victoria RL, Richey JE, *et al.* A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Paraná river basin (Western Amazônia). *Remote Sens. Environ.* 2003; 87(4): 429-45.
- 26 Conselho Nacional do Meio Ambiente (BR). Resolução Conama nº 357 de 17/03/2005. Diário da União nº.53, de 18 de março de 2005, p. 58-63.
- 27 Vasconcelos MG. Avaliação integrada da qualidade da água do Rio Uberabinha - MG com base na caracterização química dos sedimentos e de espécimes da ictiofauna [tese]. Uberlândia (MG): Universidade Federal de Uberlândia; 2012.
- 28 Lucas AAT, Moura ASA, Aguiar Netto AO, Faccioli GG, Sousa IF. Qualidade da água no riacho Jacaré, Sergipe e Brasil usada para irrigação. *Rev Bras Agric Irrigada.* 2014; 8(2): 98-105. doi: 10.7127/rbai.v8n200228
- 29 Palácio HAQ. Índice de qualidade das águas na parte baixa da bacia hidrográfica do rio Trussu, Ceará [dissertação]. Fortaleza (CE): Universidade Federal do Ceará; 2004.
- 30 Miranda C, Rosa L, Bonito J, Souza A Jr, Veiga N, Oliveira F, *et al.* Uso e qualidade da água na microbacia hidrográfica do rio Parafuso (Moju, Pará, Brasil). *Rev Rec Hídricos.* 2017; 38(2):51-62. doi: 10.5894/rh38n2-cti2
- 31 Conselho Nacional do Meio Ambiente (BR). Resolução Conama nº 274, de 29 de novembro de 2000. Diário da União nº 18, de 25 de janeiro de 2001, p. 70-71.
- 32 Morelli M, Almeida M, Tureck S. Análise microbiológica da água do rio Lageado Acelo, Cascavel, Paraná, Brasil. *Rev Bras Bioc [Internet].* 2008 [citado 2019 jun. 5]; 6(1):57-8. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1088/810>
- 33 Calegari RP, Boffe PM, Piloto CA, Tessaro D. Caracterização da água da microbacia do Rio Lonqueador avaliada por parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *REGET [Internet].* 2015 [citado 2019 jun. 3];19(2):1284-91. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/16105/pdf>
- 34 Batista BG, Fucks MB. Avaliação microbiológica da água do arroio Pessegueirinho de Santa Rosa, noroeste do estado do Rio Grande do Sul. *Rev Mon Amb.* 2012; 9(9): 2031-7. doi: <http://dx.doi.org/10.5902/223613085933>
- 35 Vasconcellos F, Iganci J, Ribeiro G. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arq Inst Biol Veg [Internet].* 2006 [citado 2019 jun. 4]; 73(2): 177-81. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V73_2/vasconcellos.PDF

Recebido em 15 set. 2018

Aceito em 28 jul. 2019