

DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM NASCENTE DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO EM FILADÉLFIA TOCANTINS.



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Determination of the microbiological quality of spring water of the conservation unit in Filadelfia Tocantins.

Determinación de la calidad microbiológica del agua em manantial de la unidad de conservación em Filadelfia Tocantins.

Ana Paula Ribeiro dos Santos^{*1}, Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro²

¹ Licencianda em Biologia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO, Brasil.

² Docente no Curso de Licenciatura em Biologia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO, Brasil.

*Correspondência: Universidade Federal do Tocantins, campus universitário de Araguaína. Av. Paraguai, esq. c/Rua Uxiramas, s/nº CIMBA 75801615 - Araguaína, TO – Brasil. E-mail anapaullamorays@live.com

Artigo recebido em 30/08/2018 aprovado em 21/09/2018 publicado em 31/10/2018.

RESUMO

A preservação da qualidade dos recursos hídricos é uma necessidade universal, exigindo maior atenção quando se trata de uma área de preservação ambiental como a Unidade de Conservação-UC do Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins-MNAFTO. Assim, o presente trabalho objetiva determinar a qualidade microbiológica do Ribeirão Bananeira, localizado dentro da UC no Município de Filadélfia. Para a análise microbiológica foi utilizada a técnica de tubos múltiplos na determinação de Coliformes fecais e totais, assim como a identificação da presença de *Escherichia coli*. Paralelamente, foram realizadas contagens de bactérias heterotróficas. Nos resultados observamos que todas as amostras estão fora dos padrões para consumo, caso esta seja utilizada como fonte pelos moradores das imediações, ou como água para recreação. A presença de *E. coli* na amostra 1 e de Coliformes em número elevado em todas as amostras, indicam a contaminação por animais ou pelo homem e outras fontes orgânicas, sugerindo como fonte o gado observado nas imediações. Concluímos que o conhecimento das características de base do Ribeirão Bananeira pode servir como estudo piloto para verificar a qualidade desse ambiente aquático em toda a área do MNAFTO, futuramente estes dados poderiam auxiliar nas estratégias de preservação desta Unidade de Conservação.

Palavras-chave: Qualidade das águas, análise microbiológica, Unidade de Conservação.

ABSTRACT

*The preservation of the quality of water resources is a universal concern, requiring greater attention mainly in a Conservation Unit-CU such as the Natural Monument of Petrified Forest, State of Tocantins-MNAFTO. Thus, the present work aims the microbiological quality of the Bananeira River Sub-basin, which is located inside the CU in Filadelfia municipality. For microbiological analysis a multiple tubes fermentation technique was used for fecal and total coliforms, as well as an identification of the presence of *Escherichia coli* bacteria. It was also determined the heterotrophic bacteria. The results show that all the samples evaluated were unsatisfactory, according the national regulation, of items available for analysis, in the case of being displayed as a source for the immediate data, for drinking water and recreation uses. The presence of *E. coli* in sample 1 and coliforms in all samples, indicate the contamination by animals or man and other organic sources, suggesting as source the cattle observed in the vicinity. We conclude that the knowledge of the basic characteristics of Bananeira River Sub-Basin could be used*

as pilot study to verify the quality of the aquatic environment in the entire MNAFTO area, which could be useful in the determination of the strategies of this Conservation Unit.

Key words: *Water quality, microbiological analysis, Conservation Unit.*

RESUMEN

*La preservación de la calidad de los recursos hídricos es una necesidad universal, exigiendo mayor atención cuando se trata de un área de preservación ambiental como la Unidad de Conservación-UC del Monumento Natural de los árboles fosilizados de Tocantins-MNAFTO. Así, el presente trabajo objetiva determinar la calidad microbiológica de la subcuenca Bananeira, localizado dentro de la UC en la Municipalidad de Filadelfia. Para el análisis microbiológico se utilizó la técnica de tubos múltiples en la determinación de coliformes fecales y totales, así como la identificación de la presencia de *Escherichia coli*. Paralelamente, se realizaron recuentos de bacterias heterotróficas. En los resultados observamos que todas las muestras están fuera de los patrones para consumo, si ésta fuera utilizada como fuente por los vecinos de las inmediaciones, o como agua para recreación. La presencia de *E. coli* en la muestra 1, indican la contaminación por animales o por el hombre y otras fuentes orgánicas, sugiriendo como fuente principal el ganado observado en las inmediaciones. Concluimos que el conocimiento de las características de base de la subcuenca Bananeira puede servir como estudio piloto para verificar la calidad del ambiente acuático en toda el área del MNAFTO, en el futuro estos datos podrían auxiliar en las estrategias de preservación de esta Unidad de Conservación.*

Palabras clave: *Calidad de las aguas, análisis microbiológico, Unidad de Conservación*

INTRODUÇÃO

O Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MNAFTO) é uma Unidade de Conservação ambiental do estado que foi criada pela lei 1.179 de outubro de 2000. Localizada no distrito de Bielândia, a 50 km de Filadélfia-To, região norte do Tocantins, o local abriga a floresta fossilizada mais completa do mundo, e seu acervo natural ocupa uma área total de 32 mil hectares de cerrado tocantinense.

A Unidade de Conservação (UC) do Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MNAFTO) chama a atenção por ser abrigo de uma diversidade de áreas ricas em fósseis vegetais, com enorme importância. Estas características somadas aos elementos paisagísticos próprios do cerrado determinam seu potencial turístico como Monumento Natural.

Conforme o Plano de Manejo (MSR/OIKOS, 2005) do MNAFTO, a unidade de conservação abriga propriedades rurais particulares, cujas atividades econômicas permitidas são a criação de bovinos e a

agricultura de subsistência, que se constituem agravantes para a preservação da Unidade de Conservação Integral (UC), somente admitidas em razão do estabelecimento do seu zoneamento que são espaços da UC que apresentam características comuns, os quais demandam graus distintos de intervenção e proteção.

A Bacia Tocantins-Araguaia apresenta grande importância econômica para a região, uma vez que como boa parte do rio Tocantins é navegável, ele serve como importante via de transporte fluvial para produtos, principalmente a soja, produzida em grande quantidade na região central do país. Além disso, a energia gerada na Usina de Tucuruí, além de abastecer grande parte das cidades da região centro-norte do Brasil é usada pelas empresas exploradoras de minérios, principalmente instaladas na serra dos Carajás, PA (MMA, 2006).

Contudo, a região desta bacia hidrográfica vem sofrendo problemas ambientais gerados pela exploração mineral e aumento das atividades agrícolas.

Enquanto a primeira atividade econômica é responsável pelo aumento da poluição de rios, a segunda tem ocasionado aumento no desflorestamento voltado para a ampliação de áreas agricultáveis.

A falta de água afeta a população, a economia, a natureza e a política. A agricultura, a pecuária e as indústrias dependem da água para obterem seus produtos e a falta desse recurso, acaba resultando no desemprego e o aumento do preço no produto final.

Os animais também dependem da água, pois ela é o habitat natural de muitos destes, e a ausência deste recurso, pode resultar na extinção de muitos seres vivos, inclusive os seres humanos. Portanto são necessários investimentos, planejamentos e acima de tudo, a compreensão de que a água não é inesgotável e de que a mesma deve ser utilizada com consciência, para que assim se possa evitar seu esgotamento.

Renomados autores afirmam que a qualidade da água é um aspecto fundamental para o êxito dos sistemas irrigados, porém, a avaliação da qualidade da mesma é, na maioria das vezes negligenciada no ato da elaboração de projetos. Em decorrência disso, a irrigação poderá resultar em efeitos negativos sobre a condução de culturas comerciais ou ainda servir de veículo de contaminação para a população, uma vez que esta irá receber e posteriormente ingerir os alimentos que receberam a água contaminada, seja durante seu manejo ou no preparo.

A água, por si mesma, não tem qualidade inerente, exceto no contexto para o qual é usada, pois sua adequabilidade depende do que pode ser feito com ela sob condições específicas de uso. Assim, a adequabilidade de uma água para irrigação depende tanto de sua própria qualidade quanto de fatores relacionados com as condições de seu uso.

Uma mesma qualidade da água pode ser considerada perfeitamente adequada para certo tipo de

uso ou cultura, mas por outro lado, pode ser inadequada para outros. Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso. Assim, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (águas para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez, não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinadas ao uso industrial.

Os primeiros padrões de qualidade das águas estabelecidos pela Resolução CONAMA 020/86, foram determinados por critérios de salinidade e de acordo com a sua qualidade segundo o seu uso (CONAMA, 1986).

Atualmente a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) enquadra os corpos de água em classes e inclui, especificamente, a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral dentro da Classe Especial. Por isso, pela legislação são garantidos os usos adequados dos recursos hídricos de acordo com a sua classificação num ambiente ecologicamente equilibrado que promova a qualidade de vida dos brasileiros.

É ressaltada ainda a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano.

A água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas. Para caracterizar uma água são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

Cada sistema lótico possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico. Neste sentido, a busca em trabalhos de campo e a obtenção de índices de qualidade de água que reflitam resumidamente e objetivamente as alterações, com ênfase para as intervenções humanas, como o uso agrícola, urbano e industrial (COUILLARD e LEFEBVRE, 1985 citado por TOLEDO e NICOLELLA, 2002).

A avaliação da qualidade microbiológica da água pode ser realizada através da identificação de indicadores de contaminação fecal e indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas. Estes organismos são amplamente utilizados como indicadores de poluição de águas naturais, já que alterações na população e atividade microbiana podem indicar transformações físicas e químicas da água, por esse motivo são sinalizadores da integridade ecológica dos ecossistemas.

Segundo manual elaborado pela Fundação Nacional de Saúde-FUNASA (BRASIL, 2014), dentre os organismos biológicos indicadores, os mais utilizados são as bactérias do grupos coliformes, cuja a presença pode sinalizar o impacto ambiental das atividades agropecuárias realizadas nas terras que ficam próximo ao córrego e nascente, o que poderiam acarretar ao longo dos anos alguns problemas nas condições de preservação.

Além disso, as atividades humanas podem interferir constantemente no ambiente natural. Por se tratar de um patrimônio de grande importância histórica e científica, é essencial se investigar a fundo as condições em que se encontram as águas que cercam uma das maiores florestas petrificadas do hemisfério Sul, nas quais a presença de coliformes fecais e totais pode ser um indicativo sobre as intervenções antrópicas

na qualidade da água dessa bacia hidrográfica e apontar indicativos para possíveis usos de manejo das lavouras.

Coliformes Fecais ou termotolerantes (CT ou Cterm) é o grupo dos microrganismos que fermentam lactose com produção de gás 44-46° C. Estes podem estar presentes em fezes, mas ocorrem também em solos, plantas e ambientes que não tenham sido contaminados por material fecal. Porém, nem todos esses organismos são patógenos, ou só habitam o trato gastrointestinal.

Estes organismos podem ser encontrados em pastagens, solos, plantas submersas e mesmo em outros lugares do organismo, sendo por isso, denominados “coliformes totais” (CT), que por sua vez, é o grupo dos microrganismos que fermentam lactose com produção de gás 33-37°C. E ainda a *Escherichia coli* que vive exclusivamente no trato digestório do ser humano e outros animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas.

Estes microrganismos estão relacionados a disponibilidade de matéria orgânica, pois se reproduzem normalmente no ambiente. O controle da presença destes elementos deve ser bastante rigoroso, principalmente quando se trata da irrigação de culturas que serão consumidas in natura, as quais não devem apresentar mais que 200 coliformes termotolerantes em 100 ml em 80% de 6 amostras coletadas durante um ano.

Nas outras culturas, embora não haja o consumo direto in natura, é necessário uma água de boa qualidade, sem coliformes, para não colocar em risco a saúde dos irrigantes (BRASIL, 2014).

Além de ser utilizada para a agricultura da região, a água da nascente do Ribeirão presente no monumento e até então analisada, além de ser empregada para irrigação de pequenas plantações da localidade, é utilizada também por animais para saciar a sede.

Visto isso é extremamente importante que sejam realizadas análises microbiológica como estas, que visem identificar o grau de potabilidade e as probabilidades desta água estar apta para consumo seja direta ou indiretamente, tendo em vista que a mesma é utilizada para irrigar plantações de pequenos agricultores rurais, além de buscar identificar como a ação humana tem contribuído para as alterações evidentes em tal ambiente.

Desta forma, a agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, todavia o aspecto “qualidade” tem sido desprezado. Assim sendo, para minimizar os problemas da utilização de água é necessário que exista planejamento e monitoramento adequado para atestar sua qualidade e para que problemas futuros possam vir a serem evitados.

Com intuito de auxiliar na preservação desta área, visto a presença de recursos hídricos lóticos na região que precisam de levantamentos e avaliações sobre seu estado de conservação, é notável a necessidade de serem realizados novos estudos voltados à qualidade ambiental, relacionada à conservação dos recursos hídricos.

Para estabelecer os critérios de uso sustentável da água na região, são necessários levantamentos que auxiliam na classificação das águas, considerando sua particularidade como monumento, onde devem ser analisados os limites máximos para alguns parâmetros, entre eles o microbiológico.

Uma vez que existem vários estudos na área das geociências no local de estudo, confirmado por Kaufmann, 2013, o presente trabalho pretende complementar as informações de base, e contribuir com os objetivos do plano de manejo do MNAFTO, explicados em MRS/OIKOS (2005) dirigidos à proteção e recuperação dos recursos hídricos do Monumento, objetivando determinar a qualidade

microbiológica dos recursos hídricos no Ribeirão Bananeira, localizado na Unidade de Conservação do MNAFTO no Município de Filadelfia, TO, para que, baseados nas observações, possam ser sugeridos mecanismos para manutenção ou recuperação da qualidade da água e do entorno, como realizado por Cunha, et al. (2013).

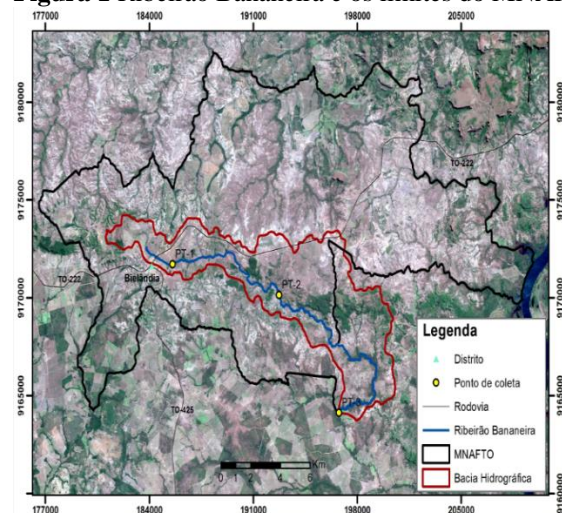
MATERIAIS E MÉTODOS

A. O Local de estudo

Segundo KAUFFMANN (2014), o Monumento Natural das Árvores Fossilizadas está situado na Amazônia Legal, no nordeste do estado do Tocantins, município de Filadelfia, distrito de Bielândia entre as coordenadas latitudinais $7^{\circ}17'45''S$ e $7^{\circ}38'34''S$ e longitudinais $47^{\circ}35'17''L$ e $48^{\circ}01'05''L$. Com vegetação do cerrado.

O MNAFTO apresenta 45.608,86 ha e perímetro de 176.595,40 m. O Ribeirão Bananeira tem uma distância 14.357,70 m e encontra-se cravado na confluência do Córrego Barreira Vermelha, por um lado, e com o Ribeirão Grotão pelo outro extremo, segundo MRS/OIKOS (b), (2005). Veja a seguir na figura 1 a demarcação do Ribeirão bananeira e extensão do MNAFTO.

Figura 1 Ribeirão Bananeira e os limites do MNAFTO.



Fonte: Benilson Pereira de Sousa, Geógrafo do Instituto Natureza do Tocantins - NATURATINS.

Os limites da bacia hidrográfica e o curso hídrico principal do Ribeirão foram determinados nesta primeira amostragem por meio de geotecnologia (geoprocessamento e sensoriamento remoto). Foram utilizados dados de Radar Interferométrico, imagem do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM, disponibilizada pelo projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, por meio da aplicação de processos geoestatístico (VALERIANO, 2005, p. 3596).

Os pontos de amostragem foram georreferenciados com auxílio de equipamento GPS de navegação e vetorizados utilizando o software ArcGIS (ESRI®-2010).

B. Coleta da água

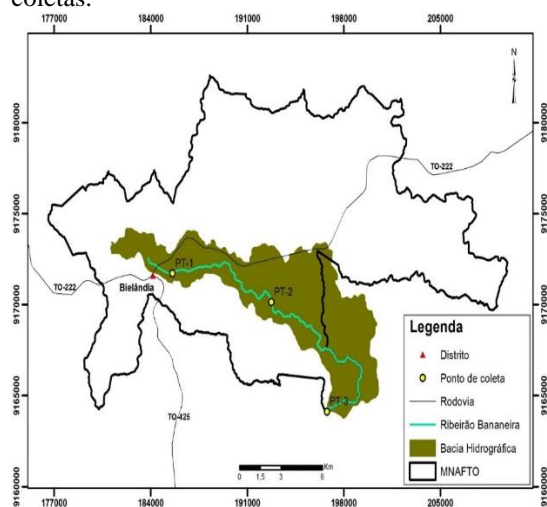
Autores como Cunha et al. (2012) indicam a importância da sazonalidade na qualidade da água, por isso pontos de coleta encontram-se distribuídos espacial e temporalmente, de acordo com a disponibilidade de reagentes e capacidade do laboratório. Foram

realizadas entradas prévias de reconhecimento do local para determinação dos pontos de coleta de água.

O procedimento de coleta da amostra de água em pontos de nascentes e corpos lóticos foi realizado segundo descrito por Donizetti, et al. (2013). A água foi coletada em três pontos pré-estabelecidos do Ribeirão Bananeira localizado no município de Filadélfia TO, onde se encontra o distrito de Bielândia (Figura 2). As amostras foram coletadas em frascos de vidro autoclaváveis de 500 ml, acondicionadas em caixa de isopor refrigerada e logo em seguida transportadas até o laboratório de Biologia da UFT-Cimba, sendo processadas no mesmo dia.

Foram determinados os microrganismos indicadores da qualidade da água: Coliformes totais, Coliformes fecais e bactérias heterotróficas, cuja metodologia de detecção está de acordo com normativa RDC N° 62/2003 –MAPA/SDA (BRASIL, 2003), pelo método de tubos múltiplos, confirmação da presença de *Escherichia coli* e contagem pelo método *pour plate*, respectivamente.

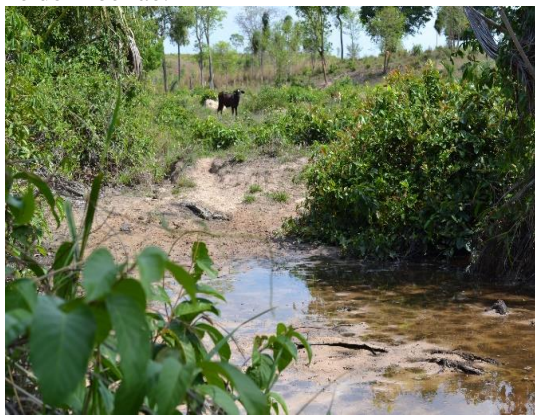
Figura 2 Demarcação dos pontos onde foram feitas as coletas.



Fonte: Benilson Pereira de Sousa, Geógrafo do Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS.

As coletas foram realizadas no período de estiagem, onde haviam somente pequenas poças de água praticamente sem correnteza (figura 3). No entorno das fazendas foi possível visualizar vários poços artesanais (figura 4). Não sabemos ao certo os reais motivos das nascentes e ribeirões estarem praticamente sem água, assim sendo, é necessário que sejam realizados levantamentos que identifiquem até que ponto a ação humana tem influências sobre estes resultados.

Figura 3 Poças praticamente sem água localizadas no entorno do Ribeirão.



Fonte: Do Pesquisador.

Figura 4 Poços artesianos encontrados no entorno da Região.



Fonte: Do pesquisador.

A primeira coleta foi programada para o mês de Setembro de 2016, uma vez que o período de chuva geralmente começa nesse mês, porém 2016 mostrou-se atípico, apresentando anomalia que se iniciou em outubro de 2015 perdurando até o ano de 2016, com déficits acumulados de disponibilidade de água no solo considerada preocupante.

Com base em estudos de Cabral (2016), devido a esta anormalidade somente foram realizados estudos iconográficos de fotografias realizadas no local, onde pode ser constatada a ausência total de água, representada pela figura 5, onde é possível observar a ponte sem o curso de água, e o leito do encontro de dois Ribeirões, o Bananeira e o Grotão, completamente seco.

Figura 5 Ponte totalmente sem curso de água durante o mês de Setembro de 2016.



Fonte: Do pesquisador.

A primeira coleta efetivamente realizada ocorreu em dois pontos, durante a última semana do mês de novembro de 2016, época de início do período chuvoso com aparente recuperação dos corpos de água do Ribeirão Bananeira, perdurando até a segunda coleta efetiva de três pontos, demarcados na figura 2.

Todos os trabalhos de visita de campo e amostragens foram realizados com auxílio do transporte fornecido pelo Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS), para deslocamento dentro da UC.

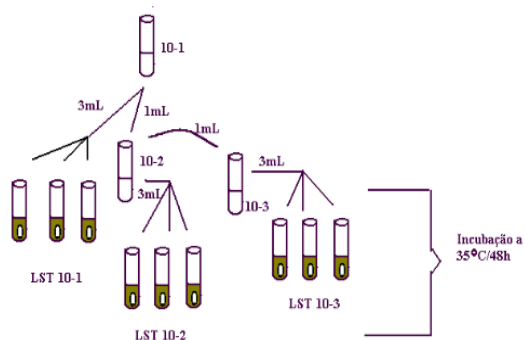
C. Avaliação microbiológica

Foi utilizada a técnica do NMP, descrito no Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater (APHA, 2001). O método do Número Mais Provável, auxilia no cálculo de probabilidade do número de bactérias encontradas na amostra analisada, consiste em três testes: o presuntivo, que estima preliminarmente a densidade do grupo bacteriano. Para o teste presuntivo deste método foi utilizado Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST), com incubação a $35 \pm 0,2$ °C por 48 h.

Utilizou-se o método de fermentação de lactose em tubos múltiplos em que foram inoculados 1 ml das diluições 10-1, 10-2 e 10-3 em três séries de três tubos contendo Caldo Lauril Triptose. Após incubação a 35 °C durante 48 horas, os tubos presuntivamente

positivos, que evidenciaram produção de gases nos tubos de Durham (figura 6).

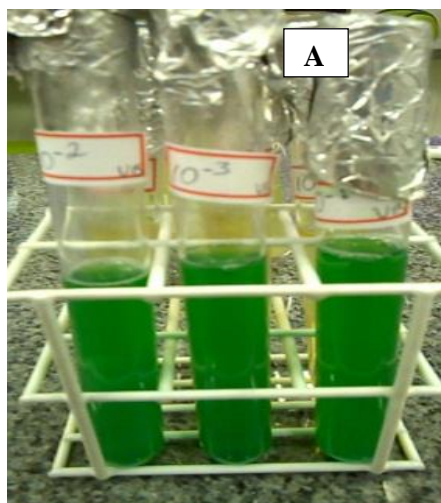
Figura 6 Esquema demonstrativo do método de fermentação de lactose em tubos múltiplos.



Fonte: Google imagens.

Ambos foram alvos de uma alçada bem carregada, os quais, submeteram-se ao teste confirmativo para enumeração de coliformes totais e termotolerantes. Para os primeiros, utilizou-se Caldo Verde Bile Brillante (CVB), e para o segundo, o caldo Escherichia coli (EC) (figuras 7 “A” e “B”), com incubação de até 48 horas em estufa a 35° e em banho-maria a 44,5°C, respectivamente.

Figura 7 “A” Tubos contendo Caldo verde Bile Brillante (CVB). “B” Tubos contendo Caldo Lauril Sulfato.



Fonte: Do pesquisador.

Os tubos que apresentaram formação de gás, foram diagnosticados como positivos a leitura das combinações, as diluições, por sua vez, foram realizadas com base na tabela de NMP. Os resultados das combinações de tubos contendo o CVB foram dedicados aos coliformes totais, enquanto os dos tubos de caldo EC resultaram-se em contagens de coliformes termotolerantes.

O teste confirmativo, onde foram utilizados tubos com caldo VBB para coliformes totais e incubados entre 35 e 37°C por 24 horas. Na fase complementar utilizou-se caldo com Escherichia coli (E.C.) para coliformes termotolerantes repicados a partir dos tubos positivos da prova presuntiva, e deixados em banho maria de 44,5 a 45°C durante 24 horas.

Os tubos positivos deste último foram repicados sobre o ágar EMB para confirmação da presença de Escherichia coli, incubadas entre 35 a 37°C por 24 horas. Neste último, o resultado positivo foi evidenciado pelo crescimento de colônias com centros enegrecidos e brilho verde metálico, segundo Siqueira (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

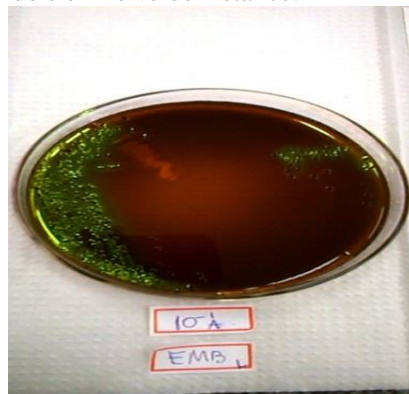
Após análise microbiológica, foi possível detectar índices elevados de bactérias indicadoras de contaminação da água, presença de Coliformes totais/fecais em todas as amostras e ainda a detecção de *Escherichia coli* no ponto 1, como mostra a tabela 1. Foram detectados valores de NMP/100mL que variam entre $4,3 \times 10^5$ e $1,8 \times 10^6$ para coliformes totais, e $2,3 \times 10^4$ a $6,8 \times 10^5$ para Coliformes termotolerantes, uma vez que este Ribeirão se enquadra na Classe Especial, estas condições somente indicam a presença de animais ou do homem em contato com esta fonte.

Desta forma, pode-se inferir que as águas do Ribeirão não são aptas para o consumo humano. Esta afirmação acompanha o resultado obtido na identificação e contagem de bactérias heterotróficas, que em conjunto apontam para a presença de matéria orgânica, como contaminante. As amostras analisadas nos diferentes pontos, de acordo com a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, não chegam a ser satisfatórias para a recreação e banho. Foram encontrados valores importantes para bactérias heterotróficas, o que indica um alto grau de matéria orgânica.

As análises microbiológicas foram realizadas no entorno das fazendas e a positividade do teste foi observada pela produção de gás no interior dos tubos de Durham. Dos tubos positivos para o meio E.C., alíquotas foram semeadas em placas de Petri contendo meio de cultura ágar eosina azul de metileno (EMB) e incubadas a 35°C a 37°C por 24 horas. Por fim, foi evidenciada a presença de *Escherichia coli* pelo

crescimento de colônias com centros enegrecidos e brilho verde metálico (figura 8).

Figura 8 Placas de petri contendo colônias com centro enegrecido e brilho verde metálico.



Fonte: Do pesquisador.

A Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde prevê que deve-se ocorrer ausência tanto de coliformes totais quanto de *E. coli* em 100 ml de água para que esta possa ser considerada apta para o consumo humano. De tal maneira, baseando-se nos resultados, pode-se influir que todas as amostras analisadas fogem dos padrões estabelecidos para o consumo, caso esta água seja utilizada como fonte pelos moradores da região.

A ocorrência de *Escherichia coli* na amostra do ponto 1 indica a contaminação fecal, o que possivelmente se deve pela presença de animais no local, entre eles bovinos, que utilizam a água para dessedentação.

Os resultados sobre a determinação do número mais provável (NMP) para coliformes totais e fecais, assim como os resultados da presença/ausência de *E. coli*, e a contagem de bactérias heterotróficas, serão apresentados adiante na tabela 1.

Tabela 1 Resultados da análise microbiológica da água do Ribeirão Bananeira no MNAFTO.

Data	Pontos amostrados*	NMP/100mL Coliformes totais	NMP/100mL Coliformes fecais	<i>Escherichia coli</i> (P/A)	Bactérias heterotróficas (UFC/mL)
Nov./2016	1	1,8 x 10 ⁶	6,8 x 10 ⁵	-----	incontável
	3	6,8 x 10 ⁵	2 x 10 ⁵	-----	incontável
Maio/2017	1	7,5 x 10 ⁵	2,3 x 10 ⁴	+	5,4 x 10 ⁴
	2	4,3 x 10 ⁵	4,3 x 10 ⁴	-	9,8 x 10 ⁴
	3	4,3 x 10 ⁵	4,3 x 10 ⁴	-	9,1 x 10 ⁴

* Pontos determinados ao longo do Ribeirão Bananeira, mostrados na figura 1.

**Presença (+)/Ausência (-)

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade de existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, uma vez que a presença de animais próximo a mananciais pode elevar o número destas bactérias. Em decorrência disso, as bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes são utilizadas como parâmetros na verificação de qualidade da água (SILVA et al. 2011).

Segundo o manual elaborado pela Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2014) estes organismos são amplamente utilizados como indicadores de poluição de águas naturais, já que alterações na população e atividade microbiana podem indicar transformações físicas e químicas da água, por isso são sinalizadores da integridade ecológica dos ecossistemas.

Mesmo com a criação de subsistências, é crucial verificar, se os moradores locais utilizam essa água para oferecer ao gado, para irrigação ou ainda para o próprio consumo. A Portaria do MS nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011, que trata da vigilância da qualidade da água para consumo humano, determina a ausência de coliformes totais e fecais em 100 ml da amostra de água, assim, todas as amostras coletadas

estariam fora dos padrões de potabilidade, como mostrado na tabela 1.

Densidades muito elevadas de microrganismos podem determinar a deterioração da qualidade da água, com o desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis e a produção de limo ou películas. As bactérias heterotróficas não são patogênicas, mas requerem um ou mais compostos orgânicos como fonte de carbono. As mesmas estão sendo utilizadas como possíveis indicadores de contaminação orgânica (MATOS e PACHECO, 2000).

No tocante ao que diz Ferreira e Tokarski (2007), as interferências numa Bacia Hidrográfica podem atingir também à jusante, onde pode existir assentamentos humanos, por isso a importância de uma boa gestão e gerenciamento das Bacias por meio da participação social nos consórcios de Usuários de Recursos Hídricos e Comitês de Bacias.

Em pesquisa realizada por Torres et al. (2008), na microbacia de Uberaga, MG, foi comprovada a deterioração ambiental como consequência da aplicação de práticas de uso do solo e dos recursos hídricos sem considerar a preservação da nascente, com diminuição da cobertura vegetal, entre outros fatores, levaram a concluir que o uso inadequado do solo na bacia estudada teria gerado a sua deterioração ambiental crescente.

Se considerarmos a região estudada, com a sua caracterização especial de Unidade de Conservação (UC) sendo área privada, porém com restrições para seu uso, devido a sua importância como Monumento de Árvores Fossilizadas, é permitida a agricultura de subsistência, onde várias dezenas de moradores dependem da água que passa nos córregos deste Ribeirão. Porém observou-se uma drástica redução da vazão do Ribeirão Bananeira durante a primeira visita de campo, onde não encontramos nenhum corpo de água corrente, fato excepcional segundo comentado pelo guia morador do local.

Muitas vezes estes eventos são efeitos do desmatamento, com retirada da mata nativa o que elimina também a permeabilidade natural da água da chuva, ocasionando o assoreamento das nascentes e rios. Fato este que se agrava se considerarmos as características de composição argilosa do solo na região, existe uma ação erosiva natural e aceleradas pela ação antrópica (SANTOS ; CARVALHO, 2004), acrescentado este efeito pelo baixo índice de pluviosidade em 2016.

CONCLUSÃO

Por se tratar de uma Unidade de Conservação, o Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MONAFTO), é cercado por uma região que abrange um grande patrimônio histórico, reconhecido por possuir uma considerável quantidade de árvores petrificadas de grande importância paleontológica. Os conhecimentos das características de base do local podem auxiliar a valorização desta unidade de conservação.

Foi detectado um número significativo, de Coliformes totais/fecais em todas as amostras e a presença de *Escherichia coli* no ponto 1, estes indicadores apontam para a contaminação fecal recente do primeiro ponto e a inocuidade da água para consumo

humano ou ainda para banho. A das possíveis causas da contaminação orgânica da água poderia ser de atividade pecuária de pequeno porte, uma vez que foi observada, *in loco*, a presença de animais que usam este ribeirão para dessedentação.

Considerando os índices pluviométricos baixos na região e a atividade de agricultura de subsistência, é preciso fortalecer e apoiar os objetivos do plano de manejo do MNAFTO, dirigidos à proteção e recuperação dos recursos hídricos do Monumento, como ponto de partida para avaliações e monitoramento da qualidade destas águas.

É fundamental, a implantação de medidas que apontem para a preservação e busca de novas pesquisas como esta, além disso, é necessário analisar até que ponto a ação humana tem influências sobre estes habitats e sobretudo como a água do Ribeirão bananeira vem sendo utilizada pelos moradores da região. Existe ainda, a necessidade da realização de novos estudos voltados à qualidade ambiental e conservação destes recursos hídricos. Vale ressaltar, também, que a presença de fossas negras e a ausência de matas ciliares podem indicar o atual cenário em que se encontram as águas que cercam uma das maiores florestas petrificadas se encontram, em parcial escassez.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins em parceria com o Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

ALVES, Eliane Cristina et al. **Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. 1. ed. Maringá: Acta Sci. Technol., [2008]. 39-48p. v.30. Disponível em:

<http://file:///C:/Users/Pc%20Home/Desktop/Downloads/3199-8599-1-PB.pdf>. Acesso em: 22 maio 2017.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Washington: APHA; 1999. Disponível em: https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMW_W_1000-3000.pdf. Acesso em: Jul 2017.

BRASIL. Ministério de Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária/ Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/SDA. Instrução Normativa N^o 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p.14, de 18 de set. de 2003. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 518/GM em 25 de Março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, 2004. **Seção 1**. 266.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS /Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014.112 p.

BRASIL, MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente n^o 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de março de 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL, MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE –MMA. **Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins- Araguaia / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos**. – Brasília: MMA, 2006.

BRASIL, Ministério de Saúde. Portaria n^o 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 14 dez. 2011.

CABRAL, J.L.S. **Avaliação parcial das condições pluviométricas no Estado do Tocantins, durante o período chuvoso 2015/2016**. Relato Técnico Científico. Núcleo Estadual de Meteorologia e Recursos Hídricos. Fundação Universidade do Tocantins. 22 p. Palmas, TO. 2016.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA (1986). Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Resoluções n. 20, de 18 de junho de 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso em: jan. de 2017.

CUNHA, H. F. A.; LIMA, D. C. I.; BRITO, P. N. de F.; CUNHA, A. C. da; SILVEIRA JUNIOR, A.M. da; BRITO, D. C. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 155-165, 2012.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. do C.; LAMPARELLI, M. C.; MENEGON JR., N. Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005– 2009). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 159-168, 2013.

FERREIRA, E.A.B.; TOKARSKI, D.J. (org.) Bacia Hidrográfica do Alto Tocantins retrato e reflexões. ECODATA. WWF - Brasil, 2007,102 p.

KAUFFMANN, M.; SECCHI, M. I.; OSTERKAMP, I. C.; BRANCO, F. R.; JASPER, A.; PIRES, E.F.; CONSTANTIN, A. **Gestão de patrimônio paleontológico, situação E ferramentas de conservação: o caso do Monumento natural das árvores fossilizadas do Tocantins**. **ESTUDO & DEBATE**, Lajeado, v. 20, n. 2, p. 115-125, 2013.

KAUFFMANN, M. **Mapeamento geológico e levantamento paleontológico do Monumento Natural das Árvores Fossilizadas, Bacia do Parnaíba, Estado do Tocantins**. 2014. 154 f. Tese (Doutorado em geociências na Área de Geologia e Recursos Naturais) Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas, SP. São Paulo, 2014.

MATOS, B.A.; PACHECO, A. **Ocorrência de microrganismos no aquífero freático do cemitério Vila Nova Cachoeirinha, São Paulo**. 1 st Joint World Congress on Groundwater. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS. Fortaleza. 2000.

MRS/OIKOS (a) Plano de manejo do Monumento Natural das Arvores Fossilizadas do Tocantins. Brasília: MRS, 2005. Planos de manejo e de uso publico no Monumento Natural das Arvores Fossilizadas do Tocantins e diagnostico biofisico e socio-economico.(**Encarte 1**). 2005.

MRS/OIKOS (b) Plano de manejo do Monumento Natural das Arvores Fossilizadas do Tocantins. Brasília: MRS, 2005. Planos de manejo e

de uso publico no Monumento Natural das Arvores Fossilizadas do Tocantins e diagnostico biofisico e socio-economico.(Encarte 4). 2005.

PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. & DEL PRETTE, M.E. **A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais.** : In Schiavetti, A. (org.). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações/ Editores Ilhéus, Ba: Editus, 2002.

293p.

SANTOS, M. E. C. M. ; CARVALHO, M. S. S. **Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís.** Rio de Janeiro, CPRM (Serviço Geológico do Brasil/DIEDIG/DEPAT), 2004.

SILVA, N. I. FONTES, L. O. TAVELLA, L. B. OLIVEIRA, J, B. OLIVEIRA, A. C. **Qualidade da água na irrigação. ACSA. Agropecuária Científica no Semiárido.** Vol. 07. Nº 03. 2011.

TOCANTINS (ESTADO). Lei Estadual nº 1.179/2000, de outubro de 2000. Cria, na área que especifica o

Monumento Natural das Árvores fossilizadas do estado do Tocantins. Ano XII – Palmas, 18 de outubro de 2000. Disponível em: <http://www.al.to.gov.br/legislacaoEstadual>. Acesso em: 12/08/2017.

TOLEDO, L.G. de; NICOLELLA, G. **Water quality index for agricultural and urban watershed use.** Sci. agric. (Piracicaba, Braz.). 59 (1), 181-186. 2002.

TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.; SILVA, A. L.; PESSOA, E. J.; SILVA, E. C.; RESENDE, E. F. **Diagnostico ambiental e análise morfométrica da microbacia do córrego Lanhoso em Uberaba, MG.** Revista Caminhos de Geografia, v.9, p.1-11, 2008.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA.** In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia, GO. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. p. 3595-3602.