

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS CAPTADAS DE FONTES NATURAIS UTILIZADAS PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO TIGRE – JOAÇABA, SC

Eduarda de Magalhães Dias Frinhaní*
Renata Signori*

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água de fontes naturais utilizadas para consumo humano e animal, localizadas em propriedades rurais. Para isso, foram analisadas as águas coletadas de 20 fontes localizadas na área rural da bacia hidrográfica do Rio do Tigre em Joaçaba, SC. Os parâmetros físico-químicos analisados foram condutividade, cor aparente, pH, sólidos totais dissolvidos, turbidez, nitrogênio amoniacal, cloreto total, fósforo e nitrato, e os microbiológicos foram coliformes totais e termotolerantes e bactérias heterotróficas. Os resultados mostraram que 100% das amostras analisadas apresentaram contaminação por coliformes totais e termotolerantes. Nos resultados da turbidez, 20% apresentaram valor superior ao estipulado. Concentrações de nitrato próximas a 5 mg L⁻¹ para 15% das amostras alertam para contaminação antropogênica. Durante a realização das coletas foram verificadas também as formas de proteção, manutenção e uso e ocupação do solo ao redor das fontes.

Palavras-chave: Água. Parâmetros físico-químicos. Parâmetros microbiológicos. Zona rural.

1 INTRODUÇÃO

As nascentes são fontes de água que surgem em determinados locais da superfície do solo e são facilmente encontradas no meio rural, sendo também conhecidas por olho d'água, mina, cabeceira e corpo d'água (CRISPIM et al., 2012). Para Calheiros (2009), nascente é o afloramento do lençol freático, que vai originar a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios).

Em determinadas regiões, principalmente no âmbito rural, muitos agricultores utilizam as nascentes como fonte de água para o próprio consumo. Porém, deve-se priorizar o uso racional e adequado, visando à preservação e conservação desse recurso natural, além da qualidade da água que é consumida (BERMAR et al., 2012).

As contaminações das fontes podem estar relacionadas a comportamentos hidrogeológicos específicos e fatores externos, como chuvas eventuais, regimes de fertilização e características geológicas (ROURA, 2013). De acordo com Amaral et al. (2003), a deposição diária de resíduos orgânico e animal no solo, prática muito disseminada no meio rural, aumenta o risco da contaminação das águas subterrâneas.

Calheiros et al. (2009) afirmam que a área adjacente à nascente, Área de Preservação Permanente (APP), deve ser toda cercada, a fim de evitar a penetração de animais, homens e veículos. A proibição de se fazer qualquer tipo de uso dessa área é para evitar que a nascente fique sujeita à erosão e que as atividades agrícolas de preparo do solo, como adubação, plantio, cultivos, colheita e transporte dos produtos levem trabalhadores, máquinas e animais de tração para o local, contaminando física, biológica e quimicamente a água. Os animais devem ser afastados ao máximo da nascente, pois mesmo que eles não tenham livre acesso à água, seus dejetos contaminam o terreno e, nos períodos de chuvas,

* renata.signori@hotmail.com

acabam por contaminar a água. A forma de proteção mais utilizada dentro da área de proteção permanente (APP) é o modelo Caxambu, que apresenta baixo custo de construção e dispensa limpeza periódica da fonte.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Rio do Tigre, localizada no município de Joaçaba, SC. Um levantamento prévio da localização das nascentes foi feito durante a realização da Fase 1 do Projeto de “Renaturalização do Rio do Tigre”.

Para cada fonte estudada foram realizadas duas coletas no período de julho a novembro de 2014, com intervalo de um mês entre elas. Os parâmetros analisados foram comparados aos padrões estipulados pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (2011).

A localização das fontes amostradas foram georreferenciadas utilizando GPS de navegação, para posterior geração de um mapa contendo a localização delas. As fontes e seu entorno foram fotografadas e observações a respeito da forma de proteção, uso e ocupação do solo foram registradas. A temperatura do ar e o índice pluviométrico no dia e 24 horas antes da coleta foram fornecidas pelo Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto de Joaçaba (Simac).

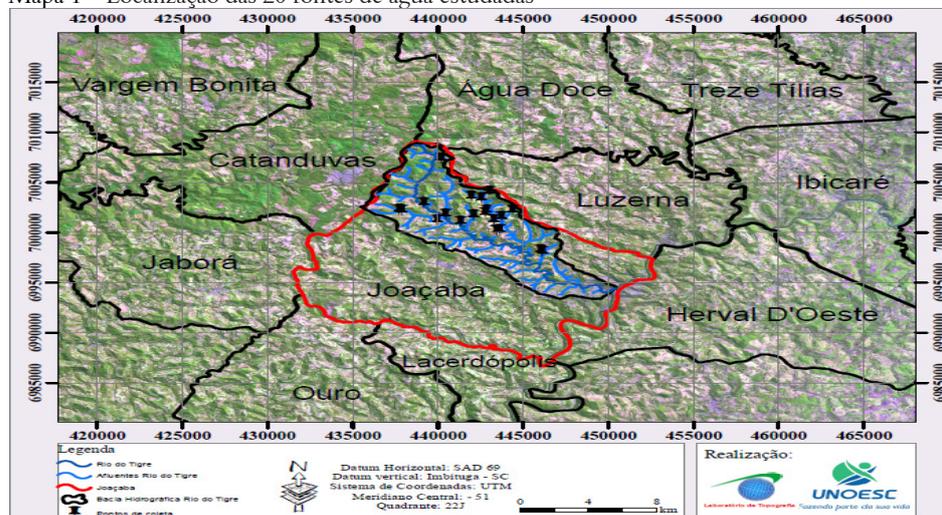
As amostras para análises físico-química e microbiológica foram coletadas e acondicionadas em frascos próprios, segundo as recomendações do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21th edition*, (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005). As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento e Águas da Unoesc de Joaçaba.

O pH das amostras foi determinado utilizando pHmetro Microprocessado Quimis; os sólidos dissolvidos e a condutividade elétrica, utilizando Condutímetro Microprocessado Quimis; os parâmetros fósforo total, nitrato e nitrogênio amoniacal foram determinados utilizando espectrofotômetro PHARO 300 e respectivos kits colorimétricos da Merck; a cor também foi determinada utilizando espectrofotômetro PHARO 300; a turbidez foi analisada pelo turbidímetro HI 88713 – ISSO Hanna Instruments; o cloreto foi analisado pelo método de titulação argentométrica; bactérias heterotróficas foram determinadas pela contagem em placas com meio de cultura; e coliformes totais e termotolerantes foram analisados pelo método de contagem de tubos múltiplos, utilizando o meio de cultura Fluorocult LMX.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio do Tigre é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe. Possui uma área de 86,344 km² localizada integralmente no Município de Joaçaba, SC. (LINDNER et al., 2004). Durante a realização do projeto, amostras de água de 20 fontes foram coletadas, totalizando 40 amostras. O Mapa 1 apresenta a localização das 20 fontes estudadas.

Mapa 1 – Localização das 20 fontes de água estudadas



Fonte: os autores.

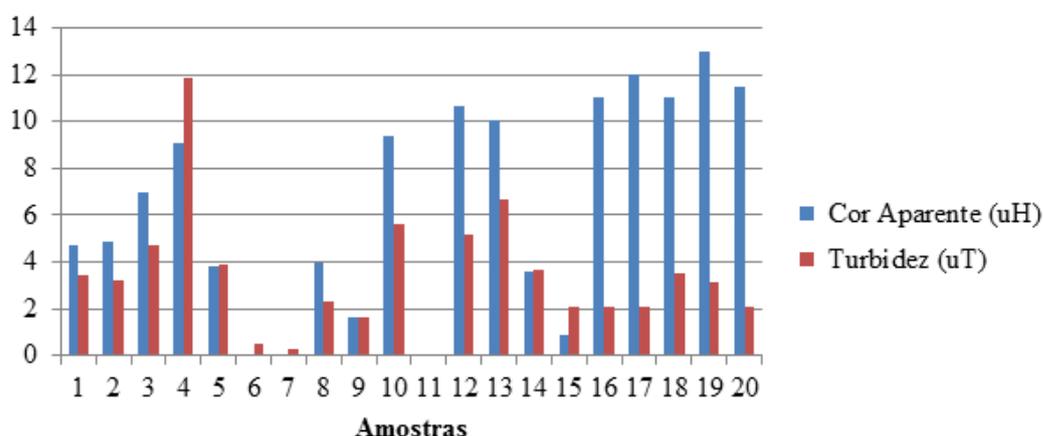
3.1 PARÂMETROS FÍSICOS DE QUALIDADE PARA ÁGUA POTÁVEL

A temperatura média das 20 fontes amostradas foi 18,9 °C, com mínima de 17 °C e máxima de 21,5 °C. As duas principais fontes de calor são o sol e o gradiente geotérmico no subsolo. Outras fontes de calor são as reações químicas exotérmicas e as desintegrações radioativas (CONCEIÇÃO et al., 2009). A variação da temperatura na água controla os valores de pH e as reações químicas (MANASSÉS, 2009).

A turbidez e a cor aparente representam a transparência da água. A turbidez se deve a substâncias em suspensão ou coloidais e as medidas são feitas baseando-se na intensidade luminosa que atravessa a água (CONCEIÇÃO et al., 2009). A turbidez pode ser causada principalmente por areia, argila e microrganismos em geral. Logo, pode-se observar que esse aspecto tem forte relação com a contaminação biológica da água, ou seja, quanto maior a turbidez, maior a probabilidade de se encontrarem microrganismos na água (CORDEIRO, 2008).

Segundo Libânio (2008), a cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas, denominadas coloides, finamente dispersas, de origem predominantemente orgânica e dimensão inferior a 1µm. Pode também ser resultado da presença de compostos de ferro e manganês ou do lançamento de diversos tipos de resíduos industriais. Os compostos orgânicos que conferem cor às águas naturais são provenientes basicamente da decomposição de matéria orgânica vegetal, do metabolismo de microrganismos presentes no solo e das atividades antrópicas, como descargas de efluentes domésticos ou industriais e lixiviação de vias urbanas e solos agriculturáveis. No Gráfico 1 são apresentados os resultados valores de cor aparente e turbidez.

Gráfico 1 – Valores de cor aparente e turbidez das amostras de água das fontes analisadas



Fonte: o

A Portaria n. 2914/2011 estabelece valor máximo de 5,0 uT para turbidez e 15 uH para cor aparente. Das amostras analisadas, quatro apresentaram turbidez superior ao estipulado. Os valores médios de turbidez observados para as amostras 4 e 10 podem ser em razão das chuvas que ocorreram na véspera da coleta, 4,6 mm para a amostra 4 e 9,6 mm para a amostra 10. Todas as amostras apresentaram cor aparente conforme estabelecido na portaria.

A condutividade elétrica indica a capacidade da água natural de transmitir a corrente elétrica em razão da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, sendo, por consequência, diretamente proporcional à concentração iônica. Águas naturais apresentam comumente condutividade elétrica inferior a 100 µS/cm (LIBÂNIO, 2008). O valor da condutividade depende da quantidade de sais dissolvidos na água.

A determinação da condutividade elétrica permite estimar, de modo rápido, a quantidade de sólidos totais dissolvidos presentes na água (CORDEIRO, 2008). Os sólidos totais dissolvidos representam o total de teores de todos os constituintes minerais presentes na água (MANASSÉS, 2009). Vários fatores podem influenciar a composição iônica, como geologia, regime de chuvas, temperatura e pH (CONCEIÇÃO et al., 2009).

O valor máximo permitido pela Portaria n. 2914/2011 para sólidos dissolvidos é de 1000 mg L⁻¹, a menor concentração de sólidos dissolvidos encontrada foi de 14,4 mg L⁻¹, com concentração média de 37,4 mg L⁻¹ e a máxima de 82,3 mg L⁻¹, bem inferiores ao estipulado. Para condutividade elétrica, a portaria n. 2914/2011 não apresenta valor, o mínimo foi 29,2 µS/cm, o médio, 76,1 µS/cm e o máximo, 162 µS/cm.

Roura et al. (2013) observaram altos valores de condutividade em amostras de água de fonte na cidade de Osona/Espanha. Os valores da condutividade elétrica variaram de $407 \mu\text{S cm}^{-1}$ na fonte com menor concentração de nitrato a $1343 \mu\text{S cm}^{-1}$ na fonte com maior concentração de nitrato. A condutividade elétrica dependia da geologia do local onde a nascente foi localizada. Várias nascentes mostraram um aumento na condutividade elétrica nos últimos sete meses do levantamento, pelo fato de ocorrerem chuvas esparsas.

3.2 PARÂMETROS QUÍMICOS

O Potencial Hidrogeniônico (pH) consiste na concentração dos íons H^+ nas águas e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático (LIBÂNIO, 2008). Nos sistemas de abastecimento, águas com valores baixos de pH tendem a ser mais corrosivas ou agressivas a certos metais e paredes de concreto, enquanto águas com valor elevado de pH tendem a formar incrustações (CORDEIRO, 2008).

A faixa permitida pela Portaria n. 2914/2011 para pH é entre 6 e 9,5. Das amostras analisadas, todas apresentaram pH menor que 9,5 e nove delas apresentaram pH abaixo de 6, não atendendo às normas da portaria n. 2914/2011. Os valores variaram em mínimo, 5,5, médio, 6 e máximo, 6,7 e esses valores de pH podem ser influenciados pelo pH da água da chuva, principal forma de recarga das fontes naturais. Estudos indicam que o pH natural da água das chuvas é em torno de 5,6, valor que ocorre naturalmente em razão do equilíbrio com a concentração de gás carbônico na atmosfera (CUNHA et al., 2009).

Concentrações variáveis de cloretos fazem-se presentes na maioria das águas naturais superficiais e subterrâneas. Sua origem pode advir da dissolução de sais, da intrusão de águas salinas e do lançamento de efluentes domésticos e industriais. Apesar de não apresentar significado sanitário, maiores concentrações de cloretos conferem sabor à água de consumo e maior índice de rejeição por parte da população abastecida (LIBÂNIO, 2008).

A Portaria n. 2914/2011 estabelece um valor máximo 250 mg L^{-1} para cloreto; os resultados obtidos mostram que as águas analisadas estão dentro dos padrões de aceitação para o consumo humano. Os valores variaram em mínimo, $4,7 \text{ mg L}^{-1}$, médio, $8,2 \text{ mg L}^{-1}$ e máximo, 14 mg L^{-1} .

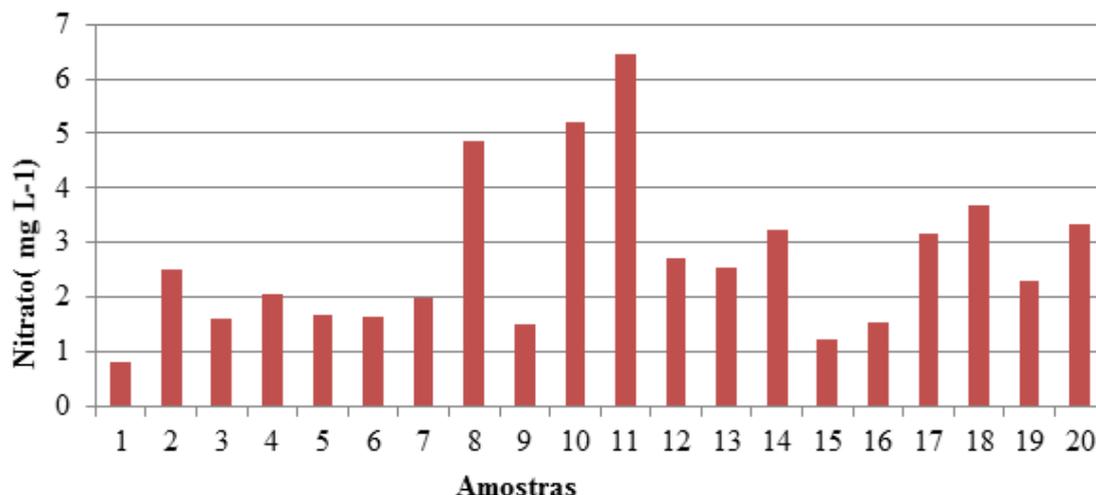
Segundo Resende (2002), as diversas formas de nitrogênio presentes na natureza, a amônia (NH_3) e, em especial, o nitrato (NO_3^-) podem ser causas da perda de qualidade da água. A amônia originada no solo ou aplicada via fertilizante tende a ser rapidamente convertida em íon amônio (NH_4^+) e esse, por sua vez, é convertido em nitrito e posteriormente a nitrato pelo processo microbiano da nitrificação (LIBÂNIO, 2008).

Nas soluções aquosas, a amônia pode se apresentar sob as formas ionizadas (NH_4^+) ou não ionizadas (NH_3). Essas espécies de amônia são intercambiáveis e a soma das suas concentrações constitui a amônia total ou o nitrogênio amoniacal total. O equilíbrio entre as diferentes espécies de amônia depende das características físicas e químicas dos corpos d'água. Elevações do pH ou da temperatura deslocam o equilíbrio químico no sentido da amônia não ionizada. Embora alguma toxicidade possa ser atribuída à amônia ionizada, a forma não ionizada é reconhecidamente a espécie mais tóxica da amônia (REIS et al., 2009).

O valor máximo permitido pela Portaria n. 2914/2011 é $1,5 \text{ mg L}^{-1}$. Todos os valores foram inferiores ao permitido variando em mínimo, $0,01 \text{ mg L}^{-1}$, médio, $0,049 \text{ mg L}^{-1}$ e máximo, $0,12 \text{ mg L}^{-1}$.

Um dos problemas que vem afetando a qualidade da água consiste na presença de substâncias nocivas ao ser humano e aos animais, como os nitratos, pois a adubação das culturas com fertilizantes químicos e orgânicos pode levar à contaminação da água de abastecimento por esses compostos químicos (NUNES et al., 2010).

O consumo por longos períodos de água com altos teores de nitrato pode causar metemoglobinemia, conhecida também como a Síndrome do Bebê Azul, uma doença na qual há a produção anormal de metemoglobina no sangue. Essa é uma espécie de hemoglobina, porém, ela não libera de forma eficaz o oxigênio para os tecidos do corpo, causando o câncer gástrico, com sintomas como perda de peso, fadiga, náuseas, vômitos e desconforto na região abdominal (KAMINISHIKAWAHARA, 2011). No Gráfico 2 estão apresentadas as concentrações de Nitrato.

Gráfico 2 – Concentrações de Nitrato (NO_3^-) em mg L^{-1} para as amostras analisadas

Fonte: os autores.

O valor máximo permitido pela Portaria n. 2914/2011 para o nitrato é de 10 mg L^{-1} . Das 20 amostras analisadas, todas apresentaram valores inferiores ao permitido, observando-se que três amostras apresentaram valores próximos ou superiores a 5 mg L^{-1} . Para Cajazeiras (2007), concentrações de nitrato superiores a 5 mg L^{-1} já indicam uma alteração do equilíbrio natural, principalmente por influência antrópica sobre a qualidade das águas subterrâneas. Assim, essa concentração foi adotada como um valor de alerta.

As amostras que apresentaram concentrações próximas a 5 mg L^{-1} de nitrato, como as fontes 8, 10 e 11, possuíam plantações próximas. A fonte 8 tinha plantação de milho com aproximadamente 10 metros de distância. Próximo da fonte 10 havia plantação de pasto, a aproximadamente 5 metros de distância. E por último, na fonte 11 havia plantação de milho na parte de cima da fonte, com 20 metros de distância, aproximadamente.

Roura et al. (2013) realizaram uma pesquisa na região de Osona (Espanha), com o objetivo de investigar o nitrato nas águas subterrâneas. 13 nascentes foram amostradas na região e a água das nascentes selecionadas foi monitorada de janeiro de 2010 até fevereiro de 2011. Nos resultados obtidos, a concentração média de nitrato em nascentes variou de 8 a 391 mg L^{-1} . Em apenas quatro de 13 nascentes a concentração de nitrato foi abaixo do limiar para a água potável, enquanto os níveis médios de nitrato foram acima de 200 mg L^{-1} em quatro casos. As concentrações mais elevadas foram em nascentes localizadas em formações sedimentares com atividade agrícola em suas áreas de recarga, enquanto os menores valores foram encontrados em nascentes em rochas cristalinas e em áreas florestadas.

O fósforo apresenta-se nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico, originando-se da dissolução de compostos do solo e decomposição da matéria orgânica. Por atividade antrópica, o aporte de fósforo aos corpos d'água pode ocorrer por lançamento de despejos domésticos e industriais, fertilizantes e lixiviação de criatórios de animais (LIBÂNIO, 2008). O fósforo é um elemento fundamental para o metabolismo dos seres vivos e sua presença em águas naturais depende das características das rochas da região (CANATO, 2014).

No que se refere à saúde, o enriquecimento da água com o fósforo não traz problemas, já que se trata de um elemento requerido em elevadas quantidades pelos animais. Entretanto, esse enriquecimento traz sérios problemas em termos de desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos em razão do processo de eutrofização (RESENDE, 2002).

A portaria n. 2914/2011 não estabelece padrão para o parâmetro fósforo, os valores das amostras variam em mínimo, $0,095 \text{ mg L}^{-1}$, médio, $0,023 \text{ mg L}^{-1}$ e máximo, $0,37 \text{ mg L}^{-1}$. A resolução Conama 357 estabelece que águas classe 1, destinadas ao consumo humano após tratamento simplificado, podem apresentar concentração máxima de $0,02 \text{ mg L}$ de fósforo. Dessa forma, as amostras apresentaram concentração superior ao estipulado na referida resolução.

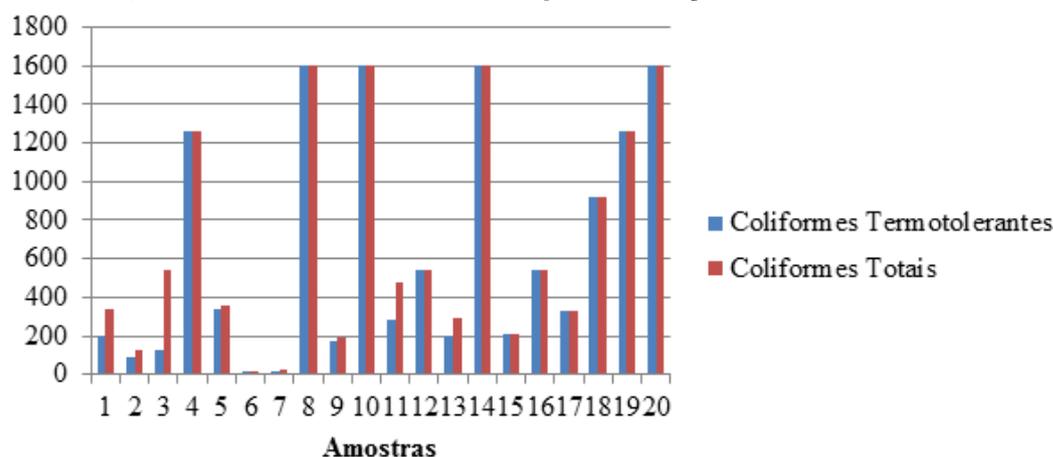
3.3 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

A contagem de bactérias heterotróficas revela informações sobre a qualidade da água de uma forma ampla. Inclui a detecção de bactérias ou esporos de bactérias de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes. A importância da determinação da densidade de bactérias considera que um aumento na população bacteriana pode comprometer a detecção de bactérias do grupo coliformes. Apesar de a maioria das bactérias heterotróficas não ser patogênica, elas podem representar riscos à saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando o aparecimento de odores e sabores desagradáveis (DOMINGUES et al., 2007).

O valor máximo permitido pela Portaria n. 2914/2011 para bactérias heterotróficas é 500 UFC/mL. As amostras analisadas apresentaram valores inferiores ao permitido, o mínimo foi 12 UFC/mL, o médio, 198,4 UFC/mL e máximo, 463 UFC/mL.

Segundo Libânio (2008), as bactérias do grupo coliformes habitam normalmente o trato intestinal dos animais de sangue quente, servindo, portanto, como indicadores da contaminação de uma amostra de água por fezes. A *Escherichia coli* é uma das mais antigas bactérias que parasitam o homem, e seu *habitat* natural é o intestino. Apesar de fazer parte da flora intestinal, ela pode causar doenças severas, como a gastroenterite, que é caracterizada por uma infecção que atinge o sistema gastrointestinal, causando diarreias, cólicas intestinais e vômitos (FELSKI; ANAISSI; QUINÁIA, 2008). No Gráfico 3 são apresentados os resultados de coliformes totais e termotolerantes.

Gráfico 3 – Concentração de coliformes totais e termotolerantes presentes em águas naturais em NMP/100mL



Fonte: os autores.

Nas análises realizadas, observou-se que todas as amostras estão em desconformidade com a Portaria n. 2914/2011, a qual estabelece a ausência de coliformes totais e termotolerantes.

As fontes 3, 7 e 9 foram as únicas que apresentaram proteção na forma de Caxambu, e todas as amostras foram coletadas no cano de saída da água. Apesar de as três fontes apresentarem umas das menores concentrações de coliformes, a proteção do tipo Caxambu não evitou sua contaminação. De acordo com Calheiros (2009), o sistema do tipo Caxambu é recomendado para a proteção das fontes, pois impede o contato direto da água da fonte com a água das chuvas e outros contaminantes presentes no solo.

As fontes 8, 10, 14 e 20 apresentaram coliformes totais e termotolerantes iguais a 1600 NMP/100mL. Com exceção da amostra 10, que foi coletada no cano de saída da água, as outras três amostras foram coletadas diretamente da fonte. As fontes 8 e 10 ficavam perto do aviário de cada propriedade e durante a coleta observou-se a presença de bovinos a, aproximadamente, 20 metros de distância. As fontes 8 e 14 eram protegidas com telha de barro; na fonte 10, a proteção era feita com madeira e telha de barro e na fonte 20, com estrutura de tijolos e uma telha de fibrocimento usada como tampa. Observou-se que o local onde ficam as fontes é um ambiente exposto ao sol e às chuvas.

Lucas et al. (2014) realizaram análises físico-químicas e microbiológicas com o objetivo de analisar a qualidade da água de fontes naturais utilizadas para consumo humano pela população no Município de Maruim, em Sergipe. Os resultados mostraram que na área de estudo, 100% das amostras de águas encontravam-se contaminadas por coliformes

totais, com valores que variaram de 23 NMP/100mL a 2.800.000 NMP/100mL e para *Escherichia Coli*, 3,6 NMP/100mL a 2.800.000 NMP/100mL. Durante as coletas, observou-se um ambiente insalubre, sem cobertura, com exposição da água ao sol e às chuvas.

No entanto, deve-se deixar claro que a contaminação microbiológica da água não impossibilita seu aproveitamento da mesma para consumo humano. É apenas um indicativo da qualidade e que muitas vezes um tratamento simplificado da água pode deixá-la apta para o abastecimento público. Seria interessante um monitoramento realizado pelo consumidor pelo menos duas vezes ao ano, ajudando, assim, a controlar principalmente a contaminação microbiológica. A falta de informação também é um dos fatores que talvez levaram aos altos valores dos parâmetros analisados, pois o consumidor, sabendo dos riscos, tem mais interesse em realizar limpezas e fazer uma proteção adequada.

4 CONCLUSÃO

As fontes analisadas distinguem-se quanto ao tipo de proteção e manutenção utilizada e as formas de uso do solo do local onde cada uma se encontra. Como observado durante as coletas, as propriedades rurais visitadas têm como base econômica a agricultura e a criação de animais, atividades de grande potencial contaminante. As coletas demonstram que o uso e ocupação do solo ao redor da fonte com atividades antrópicas podem ser responsáveis por alterar as características físico-químicas e microbiológicas das águas analisadas. De forma geral, das 20 fontes amostradas, nove são utilizadas para consumo doméstico, incluindo higiene pessoal, limpeza da casa e preparo de alimentos, e 16 utilizam a água da fonte para dessedentação de animais. Todas as amostras analisadas apresentaram contaminação por coliformes totais e termotolerantes e bactérias heterotróficas, observando-se que três das fontes analisadas apresentavam proteção tipo Caxambu. Os consumidores de água de fontes naturais devem ser orientados quanto à importância de proteção e manutenção adequada das fontes, além do monitoramento das águas e de tratamento, caso necessário.

Physicochemical and microbiological quality of water collected from natural sources used to supply on the countryside of the watershed of Rio do Tigre – Joaçaba, SC

Abstract

The objective of the study was to evaluate the physical-chemical and microbiological quality of water from natural sources used for human and animal consumption, located in rural properties. For this, we analyzed the water collected from 20 sources located in rural watershed of the river Tigre in Joaçaba, SC. The physical-chemical parameters analyzed were conductivity, apparent color, pH, total dissolved solids, turbidity, ammonia nitrogen, total chloride, phosphorus and nitrate, and the microbiological one were total and fecal coliforms and heterotrophic bacteria. The results showed that 100% of the analyzed samples showed levels of total and fecal coliforms. In the results of turbidity, 20% showed values higher than stipulates. Nitrate concentrations near 5 mg L⁻¹ for 15% of the samples warn to anthropogenic contamination. During the performance of the collections were also observed forms of protection, maintenance and use and occupation of the soil around the sources.

Keywords: Water. Physico-chemical parameter. Microbiological parameter. Countryside.

REFERÊNCIAS

LUCAS, A. A. T. et al. Qualidade da água para consumo humano a sub-bacia hidrográfica do Rio Ganhamoroba. In INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2., 2014, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2014.

AMARAL, Luiz Augusto do et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, 2003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the examination of Water & Wastewater. 21. ed. **Centennial Edition**, Baltimore, 2005.

BERMAR, Andressa Nascimento et al. Proteção e recuperação de nascentes em pequenas propriedades rurais no Município de Assis Chateaubriand-PR. **Cadernos de Agroecologia**, v. 7, n. 1, 2012.

BRASIL. Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 dez. 2011.

CONCEIÇÃO, Fabiano Tomazini da et al. Hidrogeoquímica do Aquífero Guarani na área urbana de Ribeirão Preto (SP). **Geociências**, São Paulo: Ed. Unesp, v. 28, n. 1, p. 65-77, 2009.

CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira. Preservação e Recuperação das nascentes de Água e Vida. **Cadernos da Mata Ciliar**, São Paulo, v. 1, 2009.

CRISPIM, J. Q. et al. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica Rio do Campo no Município de Campo Mourão – PR. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 781-790, 2012.

CORDEIRO, Willians Salles. **Alternativa de tratamento de água para comunidades rurais**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos, Rio de Janeiro, 2008.

CUNHA, Gilberto Rocca et al. Dinâmica do pH da água das chuvas em Passo Fundo, RS. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 339-346, abr. 2009.

CANATO, Helena de Mello. et al. Caracterização Hidrogeoquímica do Aquífero Adamantina na Área urbana do município de Bauru, SP. **Ciência e Engenharia**, v. 23, n. 2, p. 39-47, jul./dez. 2014.

CAJAZEIRAS, Cláudio Cesar de Aguiar. **Qualidade e Uso das Águas Subterrâneas e a Relação com Doenças de Veiculação Hídrica, Região de Crajubar, CE**. 2007. 131 p. Dissertação (Mestrado em Geologia)–Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

DOMINGUES, Vanessa Oliveira et al. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: comparação entre duas metodologias. **Saúde**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 15-19, 2007.

FELSKI, G.; ANAISSI, F. J.; QUINÁIA, S. P. Avaliação da qualidade da água consumida pela população do município de Guarapuava, Paraná. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, ano 3, v. 1, p. 1-25, 2008.

KAMINISHIKAWAHARA, Katia Kaori. **Contaminação por nitrato do Aquífero Bauru em Meio Urbano**. São Paulo, 2011.

LINDNER, Elfride Anrain et al. Utilização de imagem LANDSAT 7/ETM+ para o estudo da Bacia Hidrográfica do Rio do Tigre – Joaçaba, SC, Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 29., 2004, San Juan de Porto Rico. **Anais...** San Juan de Porto Rico: AIDIS, 2004. v. 1.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de água**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2008.

MANASSÉS, Fábio. **Caracterização hidroquímica da água subterrânea da formação serra geral na região sudoeste do estado do Paraná**. 2009. 136 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

NUNES, Ana Paula et al. Qualidade da água subterrânea e a percepção dos consumidores em propriedade rurais. **Nucleus**, v. 7, n. 2, out. 2010.

REIS, José Antonio Tosta dos et al. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng Sanit Ambient.**, v. 14, n. 3, jul./set. 2009.

ROURA, Mercè Boy et al. Temporal analysis of spring water data to assess nitrate inputs to groundwater in an agricultural area (Osona, NE Spain). **Science of the Total Environment**, 2013.