



## ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATURETÊ/RS

Raphael Corrêa Medeiros – medeiroscg@yahoo.com.br

Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, UFSM – Campus Frederico Westphalen. Linha 7 de Setembro, BR 386, Km 40; Frederico Westphalen - RS;

Angélica Tasca - angeltasca@hotmail.com

Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, UFSM – Campus Frederico Westphalen;

Andressa Bammesberger - abammesberger@hotmail.com

Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, UFSM – Campus Frederico Westphalen;

Rúbia Carla Passaglia - rubiacpassaglia@gmail.com

Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, UFSM – Campus Frederico Westphalen;

Taiara Damke - taiara\_damke@hotmail.com

Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, UFSM – Campus Frederico Westphalen.

**Resumo:** *As nascentes são locais onde a água emerge do solo, passando a contribuir para os pequenos riachos, e esses para os maiores, até formar o rio principal de uma bacia hidrográfica. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física, química e bacteriológica da água de quatro principais nascentes do rio Caturetê, localizado no município de Sarandi-RS, em períodos seco e chuvoso. Foi observado correlação da qualidade das nascentes em dois trechos distintos: com presença e ausência de mata ciliar, bem com o enquadramento de cada nascente na Resolução CONAMA 357/05. Pode-se verificar que a chuva exerceu influência na qualidade da água das quatro nascentes para os parâmetros: turbidez, nitrato, nitrogênio amoniacal, alcalinidade e condutividade elétrica. Apesar de as nascentes apresentarem diferenças em relação à presença de vegetações em seu entorno, não houve diferenças significativas na qualidade da água. Os resultados obtidos mostraram que nenhuma das nascentes analisadas do rio Caturetê se enquadram na classe I da Resolução CONAMA 357/05. Esta reprovação está relacionada aos parâmetros exigidos pela legislação, principalmente DBO, nitrogênio amoniacal e coliformes totais.*

**Palavras-chave:** *Qualidade da água, escoamento superficial, águas pluviais.*



## ANALYSIS OF WATER QUALITY OF RIVER BASIN OF SPRINGS CATURETÊ / RS

**Abstract:** *As springs are places where water emerges from the ground, passing contribute the small streams and this for biggest to form the main river in a watershed. This study aimed to evaluate the physical, chemical and bacteriological water four main sources of the river Caturetê, located in the municipality of Sarandi -RS , at different times , dry and rainy. The quality of the springs correlation was observed in two distinct parts: with presence and absence of riparian vegetation and the framing of each source in CONAMA 357/05 Resolution. One can see that the rain had an influence on the water quality of the four springs to the parameters: turbidity, nitrate, ammonia nitrogen, alkalinity and electrical conductivity. Although the sources present differences in the presence of vegetation in its surroundings, there were no significant differences in water quality. The results also showed that the sources of the river Caturetê not fall into the class I of CONAMA 357/05 Resolution. This failure is related to the parameters required by law, especially DBO, ammonia nitrogen and total coliforms.*

**Keywords:** Water quality, runoff, rain.

### 1. INTRODUÇÃO

As nascentes são definidas como manifestações superficiais de lençóis subterrâneos, que dão origem a cursos d'água (VALENTE & GOMES, 2005). Essas minas de água podem fazer parte de áreas frágeis, e por assim serem, desempenham um papel essencial para manutenção da qualidade, quantidade e garantia de perenidade da água dos córregos, ribeirões e rios (MOTA, 1995). Quando elas são alteradas por ações antrópicas perdem suas capacidades naturais, como a infiltração da água e a recarga do lençol freático, comprometendo assim a sua produção de água em quantidade e qualidade (RODRIGUES, 2006).

Conforme a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre o Novo Código Florestal, nascente é um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água (BRASIL, 2012). De acordo com o artigo 4º da Lei Federal 12.651, que institui o Código Florestal, "todas as nascentes mesmo que intermitentes, devem possuir um raio mínimo de 50m de preservação da mata ciliar".

É importante ressaltar que as nascentes além de disponibilizarem água, também garantem uma boa distribuição da mesma no decorrer do tempo, pois a bacia hidrográfica consegue absorver e armazenar a água em seu lençol subterrâneo e cedê-la aos poucos, aos cursos d'água, garantindo a vazão, sobretudo nos períodos de seca (CALHEIROS *et al.*, 2004).

Além disso, desempenham papel essencial no atendimento de áreas rurais difusas, que não teriam condições de receber o abastecimento de água pelo sistema público, devido as grandes distâncias dos centros de captação e tratamento de água e em função da dispersão espacial dos pontos de demanda (RODRIGUES, 2003). Isso implica uma maior valorização e uso coerente dos serviços prestados pelas nascentes (BRAGA & SILVA, 2009).

A ação antrópica é um fator determinante na perturbação das nascentes, o que faz com que a sensibilização e a preservação por parte das populações quanto à importância das nascentes, sejam de valia para que as mesmas não sejam degradadas (Calixto *et al.*, 2004).

De acordo com Castro (2007), são vários os fatores que auxiliam na degradação das nascentes, sendo os principais:

- Remoção da cobertura vegetal: inicia ou acelera a erosão do solo sob a ação da chuva e do vento;



- Queimadas: influenciam na destruição da matéria orgânica presente no solo, e, conseqüentemente, na eliminação dos microrganismos benéficos presentes no solo, que atuam na decomposição de restos de plantas e animais;
- Sistema agropastoril e pecuário intensivo: o pisoteio por parte dos animais torna a superfície do solo próximo às nascentes, compactado, e isso diminuirá sua capacidade de infiltração, ficando o mesmo sujeito à erosão laminar e, conseqüentemente, provocando não só a contaminação da água por partículas do solo, turvando-a, como também, e o que é pior, provocando até mesmo soterramento da nascente;
- Uso intensivo de mecanização: contribui para a disposição de fertilizantes e agrotóxicos no solo, afetando direta ou indiretamente, na qualidade das águas próximas a essas áreas.

Para que ocorra uma gestão adequada das nascentes, o primeiro passo é o monitoramento da qualidade da água, a fim de levantar dados que permitam diagnosticar as mudanças originadas por ações antrópicas ou naturais, no uso e na ocupação do solo e a partir disso se possa ter um entendimento das verdadeiras influências de cada processo de degradação (QUEIROZ *et al.*, 2010; SANTOS, 2006).

Este trabalho está fundamentado em coletas e análises da qualidade da água de nascentes do rio Caturetê, visto que atualmente o rio encontra-se fragilizado por falta de mata ciliar e que a cidade, no qual está inserido, vem se desenvolvendo em seu entorno. Sendo assim, o estudo da relação entre os diferentes usos do solo, a escassez de mata ciliar e a qualidade da água do rio Caturetê será de grande valia para o município de Sarandi-RS, pois permitirá um maior conhecimento da importância da preservação e do monitoramento da qualidade do rio, o qual é responsável pelo suprimento de água de toda a cidade.

## 2. OBJETIVO

### 2.1. Objetivo geral

Verificar a influência da mata ciliar e o uso e ocupação do solo, bem como da influência da chuva, sobre a qualidade física, química e biológica da água, de nascentes da bacia hidrográfica do rio Caturetê, situado na cidade de Sarandi- RS.

### 2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade da água de nascentes da bacia hidrográfica do rio Caturetê, através de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, em período seco e chuvoso;
- Identificar impactos ambientais nas proximidades das nascentes;
- Verificar a influência da chuva na qualidade da água das nascentes.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Caracterização e localização da área

A efetivação do estudo de diagnóstico ambiental das nascentes do rio Caturetê partiu de uma pesquisa conceitual, de duas visitas no local antes das coletas, e conversas informais com os responsáveis pelas áreas onde estão localizadas as nascentes. Além disso, para facilitar a localização das principais nascentes do rio Caturetê, foi feito registro das coordenadas das nascentes.

Inicialmente, foram escolhidas quatro principais nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Caturetê e anotadas suas respectivas coordenadas geográficas com uso de equipamentos GPS.



Em campo, foram coletadas informações sobre as atividades desenvolvidas próximas a cada nascente, observando os diferentes usos e ocupação do solo, cultivo agrícola, proximidade de residências, presença ou ausência de mata ciliar, como pode ser analisada na tabela 1.

Tabela 1 – Características observadas no entorno das nascentes estudadas

| PARÂMETROS                 | OBSERVAÇÕES REALIZADAS |                       |                    |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|
| Mata Ciliar                | Presença               | Degradação            | Ausência           |
| Esgoto                     | Esgoto Doméstico       | Esgoto Industrial     | Sem esgoto         |
| Uso por animais            | Presença               | Apenas marcas         | Ausência           |
| Uso por humanos            | Presença               | Apenas marcas         | Ausência           |
| Resíduos                   | Presença               | Pouca presença        | Ausência           |
| Proximidade de residências | Menos de 50 metros     | Entre 50 e 100 metros | Mais de 100 metros |
| Cultivo agrícola           | Presença               | Ausência              | Tipo               |

### 3.2. Coleta de amostras

As coletas foram realizadas em duas etapas, sendo a primeira coleta em um período seco, denominado 'P1', e a segunda coleta em um período chuvoso nomeado como 'P2', a fim de observar as alterações no comportamento ambiental e a influência da precipitação e da mata ciliar na qualidade das águas. A coleta da água no período seco (P1) ocorreu no dia 03 de novembro de 2015 e a do período chuvoso (P2) no dia 13 de dezembro de 2015.

Antes da realização das coletas, questionou-se aos proprietários de cada terreno sobre a aceitação ou não da participação neste projeto e onde estavam localizadas as nascentes. Todos consentiram e, assim, solicitou-se a cada um que assinasse um termo de aceitação, autorizando que a coleta e as análises fossem realizadas.

As amostras foram coletadas no período matutino, diretamente das nascentes, armazenadas dentro de uma caixa térmica de isopor com gelo, a fim de manter as suas características naturais, e posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen, RS.

### 3.3. Parâmetros de qualidade da água

Para avaliar a qualidade da água das nascentes foram analisados os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos: alcalinidade, dureza, condutividade elétrica, pH, turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, fósforo, nitrogênio, coliformes fecais e *Escherichia coli*.

Na tabela 2, constam os parâmetros físicos e químicos analisados e os respectivos métodos de análises. Os métodos realizados tem como base o *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* (2005) e Tedesco et al (1995).

Para as análises físicas e químicas, foram coletados 1000 mL de amostra em garrafas de polietileno (PET), com capacidade de 500 mL cada uma, previamente esterilizadas com solução de hipoclorito de sódio.

Quanto aos parâmetros biológicos, analisou-se a presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* através de duas repetições. Para a realização destas duas análises, a amostra foi coletada através de frascos estéreis transparentes de 100 mL e com tampa de rosca.

Tabela 2 – Parâmetros de qualidade da água e respectivos métodos de análise.

| PARÂMETRO              | MÉTODO                       |
|------------------------|------------------------------|
| Dureza                 | Titulométrico                |
| Alcalinidade           | Titulométrico                |
| Fósforo                | Espectrofotométrico          |
| Turbidez               | Nefelométrico                |
| pH                     | Eletrométrico                |
| Nitrogênio             | Tedesco <i>et al.</i> (1995) |
| Condutividade elétrica | Condutimétrico               |
| Coliformes Totais      | Tubos múltiplos              |
| <i>E. coli</i>         | Tubos múltiplos              |

A técnica empregada para a determinação de coliformes totais e *E. coli* foi tubos múltiplos, um método probabilístico a partir do qual é possível determinar o Número Mais Provável (NMP) de bactérias do grupo coliforme. O meio de cultura utilizado foi o substrato cromogênico Colilert®.

### 3.4. Análise dos resultados

Para a análise estatística dos dados, foi realizada a análise de variância (ANOVA) seguida do Teste de Tukey, através do Microsoft Excel®. Como nível de significância, adotou-se  $p < 0,05$ .

O intuito do teste foi avaliar se a época (seca ou chuvosa) influenciava na qualidade da água das nascentes.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados de qualidade da água das nascentes, bem como o enquadramento de cada uma delas, de acordo com a Resolução CONAMA 357 de 2005.

Tabela 3: Resultados da qualidade da água das nascentes e enquadramento.

| Nascentes        | pH   | Turbidez (UNT) | Cond. Elétrica ( $\mu\text{s}$ ) | Alcalinidade (mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ) | Fósforo (mg/l)   | Nitrato+Nitrito (mg/l) |
|------------------|------|----------------|----------------------------------|---|------------------|------------------------|
| <b>SEM CHUVA</b> |      |                |                                  |   |                  |                        |
| N1               | 5,28 | 0,63           | 26,60                            | 25,00                                       | <LQ <sup>1</sup> | 6,18                   |
| N2               | 5,41 | 0,82           | 48,30                            | 24,33                                       | <LQ <sup>1</sup> | 4,55                   |



|                  |      |       |       |       |                  |      |
|------------------|------|-------|-------|-------|------------------|------|
| N3               | 5,64 | 1,05  | 66,90 | 32,33 | <LQ <sup>1</sup> | 4,78 |
| N4               | 6,02 | 7,70  | 29,40 | 25,33 | <LQ <sup>1</sup> | 4,78 |
| Classe           | I    | I     | -     | -     | I                | I    |
| <b>COM CHUVA</b> |      |       |       |       |                  |      |
| N1               | 5,19 | 6,20  | 30,50 | 11,00 | <LQ <sup>1</sup> | 8,75 |
| N2               | 5,55 | 8,20  | 23,80 | 11,33 | <LQ <sup>1</sup> | 5,77 |
| N3               | 5,22 | 10,80 | 18,66 | 32,33 | <LQ <sup>1</sup> | 6,30 |
| N4               | 5,54 | 6,90  | 11,40 | 13,00 | <LQ <sup>1</sup> | 9,27 |
| Classe           | I    | I     | -     | -     | I                | I    |

Tabela 4: Resultados de outros parâmetros analisados e respectivos enquadramentos.

| Nascentes        | Amônia<br>(mg/l) | DBO<br>(mg/l)    | Coliformes<br>Totais (NMP/<br>100ml) | <i>E. coli</i><br>(NMP/ 100ml) | Dureza (mg/l) |
|------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| <b>SEM CHUVA</b> |                  |                  |                                      |                                |               |
| N1               | 2,33             | 5                | 0                                    | 0                              | 8,33          |
| N2               | 2,45             | OFL <sup>2</sup> | 920                                  | 170                            | 5,00          |
| N3               | 2,91             | UFL <sup>3</sup> | 130                                  | <1600                          | 12,60         |
| N4               | 2,21             | 2                | 1600                                 | 0                              | 10,30         |
| Classe           | I                | I                | -                                    | I                              | -             |
| <b>COM CHUVA</b> |                  |                  |                                      |                                |               |
| N1               | 4,20             | UFL <sup>3</sup> | 0                                    | 0                              | 0,00          |
| N2               | 3,15             | 2                | 23                                   | 23                             | 1,00          |
| N3               | 5,60             | 2                | >1600                                | 0                              | 12,00         |
| N4               | 5,42             | UFL <sup>3</sup> | 0                                    | 0                              | 0,00          |
| Classe           | III              | I                | -                                    | I                              | -             |



<sup>1</sup>Valores abaixo do limite de quantificação (LQ = 0,056).

<sup>2</sup>Valores abaixo da capacidade de medição.

<sup>3</sup>Valores abaixo do limite de quantificação (LQ = 0,056).

#### 4.1. pH

O pH é uma das variáveis ambientais mais importantes na análise da qualidade das águas, porém suas alterações podem estar relacionadas a inúmeros fatores, como dissolução de rochas, lançamento de dejetos industriais e domésticos e crescimentos de algas (LIBÂNIO, 2010).

O parâmetro pH de praticamente todas as nascentes encontravam-se abaixo do valor estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 que é entre 6 e 9, apresentando uma média 5,59 para o período sem chuva e 5,38 para período chuvoso.

Diante dos resultados obtidos, verificou-se que a água das quatro nascentes apresentava-se levemente ácida. Isso pode estar relacionado com a característica do solo e rochas da região e características físico-químicas da água (CUNHA *et al.*, 2012).

O pH é influenciado pela quantidade de matéria orgânica presente nas nascentes, pois quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, uma vez que para a decomposição da mesma são produzidos muitas substâncias ácidas como, por exemplo, o ácido húmico (FARIAS, 2006).

Com relação à matéria orgânica, no local da coleta, foi observada, durante as visitas nas nascentes N3 e N4, a presença intensa de folhas e madeiras em estágio de decomposição: a qual, então, pode interferir no pH da água analisada.

#### 4.2. Turbidez

A turbidez da água pode estar associada à variação de penetração de luz, ocasionada por quantidades de partículas em suspensão. Deve-se ter uma atenção a elevados valores de turbidez, pois estes podem limitar a penetração de raios solares, restringindo o processo de fotossíntese e diminuindo a reposição de oxigênio no curso d'água (PINTO, 2003).

De acordo com os resultados descritos nos quadros e tabela acima, a N1 foi a nascente que apresentou os menores resultados de turbidez, porém todas elas se enquadram na classe I da Resolução CONAMA 357/05 que determina valor máximo de turbidez de até 40 UNT.

Na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 14/12/2011, é estipulado o valor máximo de turbidez é de 5,0 UNT para água de consumo humano. Os resultados das análises mostram que a N1, N2 e N3 no período seco estariam de acordo com o valor máximo permitido, enquanto que no período chuvoso todas as nascentes estariam acima do limite estipulado pela portaria.

Primavesi *et al.* (2002) indicaram valores maiores para turbidez em nascentes com áreas agricultáveis em seu entorno do que em áreas com vegetação, enfatizando assim, a função da mata ciliar na retenção de sólidos que possivelmente atingiriam as águas.

A N4, mesmo estando com seu entorno protegido por mata ciliar, foi a nascente que apresentou maiores valores de turbidez, principalmente no período chuvoso. Isto pode estar relacionado ao fato que, próximo ao local, havia presença de uma estrada de terra: em decorrência do aumento da pluviosidade pode ocorrer o processo de erosão e lixiviação, e através do escoamento superficial os sedimentos podem ser carregados para a nascente.

Contudo, normalmente a turbidez não apresenta inconvenientes sanitários, mas importância estética. O que vale ressaltar é que os materiais suspensos podem servir de abrigo aos microrganismos patogênicos (VON SPERLING, 2005).



### 4.3. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica está relacionada à transmitância de corrente elétrica através da água em função de substâncias dissolvidas (LIBÂNIO, 2010).

As legislações nacionais vigentes não estabelecem padrões para a condutividade elétrica. De acordo Segundo Ministério da Saúde (2006), as águas naturais apresentam teores de condutividade em torno de 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , enquanto que em ambientes poluídos por efluentes domésticos ou industriais esses valores podem atingir até 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Quanto maior o valor de condutividade elétrica significa que mais salobra é a água.

A média da condutividade elétrica no período chuvoso foi de 42,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo que o maior valor constatado foi na nascente N1. No período sem chuva a média foi de 21  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e a nascente que apresentou maior valor foi a N3.

A N3 com presença de cobertura florestal ao seu entorno, foi a nascente que apresentou os maiores valores, podendo estar relacionado às ações antrópicas realizadas próximo ao local, como possível despejo de efluentes domésticos.

### 4.4. Alcalinidade

A alcalinidade indica a quantidade de íons carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos capazes de neutralizar os ácidos. Este parâmetro serve para expressar a capacidade tampão da água (MORAES, 2008).

Assim como a condutividade elétrica, a alcalinidade não possui valores máximos permitidos pelas legislações nacionais. A média de alcalinidade no período chuvoso foi de 16,9 mg/L e no período sem chuva de 26,7 mg/L.

### 4.5. Fósforo

O fósforo é um nutriente essencial que precisa ser controlado devido principalmente à eutrofização das águas, que altera sua qualidade. O fósforo pode estar presente na forma iônica como íon fosfato. Geralmente em esgoto sanitário, o fósforo aparece principalmente como fósforo orgânico, polifosfato e ortofosfato, o qual provém das excreções humanas e de animais, como também de alimentos (LIBÂNIO, 2010).

As análises de água do período chuvoso e seco apresentaram valores abaixo do limite de quantificação, ou seja, todas as nascentes analisadas em ambos os períodos se enquadram na classe I da Resolução CONAMA 357/05 que determina valores de até 0,020 mg/L de fósforo em ambientes lânticos.

### 4.6. Nitrogênio Amoniacal

A amônia é uma substância nitrogenada que pode estar presente em águas subterrâneas e superficiais. Valores altos de amônia na água podem indicar risco à saúde humana por ser uma substância tóxica (RICHTER, 2009).

As quatro nascentes, no período sem chuva, apresentaram um valor médio de 2,4 mg/L de amônia, enquadrando-as na classe I da resolução CONAMA 357/05, que exige valores de até 3,7 mg/L para  $\text{pH} \leq 7,5$ .

As nascentes N3 e N4 no período chuvoso apresentaram valores de 5,6 e 5,3, respectivamente, enquadrando-as como classe III da Resolução CONAMA 357/05 que determina valores de 13,3 mg/L para  $\text{pH} \leq 7,5$ . Os valores de amônia na N3 também pode caracterizar poluição por despejos domésticos, devido a mesma estar localizada próximo a uma residência (AZEVEDO, 2005).



Azevedo (2005) relata que, normalmente, a concentração de amônia é baixa devido a sua fácil adsorção por partículas de solo ou devido à nitrificação.

#### 4.7. Nitrato

O nitrato é uma substância química oriunda do nitrogênio que, em baixas concentrações, se encontra de forma natural tanto na água como no solo, porém estas baixas concentrações podem ser alteradas devido ao uso intensivo de fertilizantes em áreas agrícolas e lançamentos inadequados de efluentes domésticos no solo ou recursos hídricos (ROSSI *et al.*; 2007).

A média de nitrato e nitrito no período chuvoso foi de 7,5 mg/L e no período sem chuva de 5 mg/L, portanto, todas as nascentes analisadas em ambos os períodos enquadram-se na classe I da Resolução CONAMA 357/05 que determina valores de nitrato até 10 mg/l.

A N1 foi a nascente que apresentou maiores valores de nitrato e nitrito, tanto no período sem chuva e no período com chuva. O uso de fertilizantes nitrogenados na área agricultável que circunda esta nascente pode ter influenciando estes resultados.

Em particular, o nitrato pode atingir os lençóis freáticos e as nascentes, ocasionando a contaminação das águas, estas se utilizadas para consumo humano podem ocasionar cianose infantil e câncer no estômago (CUNHA *et al.*, 2012; BURT,1993).

Com relação à Resolução CONAMA 396/08, o valor máximo permitido para nitrato é de 10 mg/L. Em relação aos resultados descritos nos quadros em anexo, os valores das quatro nascentes encontram-se de acordo com o valor determinado pela mesma.

#### 4.8. Coliformes Totais

Coliformes totais representam diversos grupos de bactérias que podem ser encontradas nas fezes de animais homeotermos, e que são capazes de sobreviver no meio aquático (LIBÂNIO, 2010).

Os resultados obtidos para coliformes totais mostraram que apenas a N1 nos dois períodos e a N4 no período chuvoso não estavam contaminadas, o resultado da N1 pode estar associado a mesma se encontrar em uma encosta, dificultando a contaminação por escoamento superficial. O resultado da N4 pode estar associado a mata ciliar que circunda a nascente, contribuindo na retenção de sólidos contendo coliformes totais.

Os valores de coliformes totais da N3 podem estar relacionados com a presença de uma propriedade próxima ao local de coleta de água, pois o escoamento das águas superficiais e a pequena distância em relação à fossa séptica da propriedade podem ter contribuído para a contaminação.

Em alguns casos, a presença de coliformes totais em água, pode não ser indicativa de contaminação fecal, pois algumas bactérias que fazem parte deste grupo não são exclusivamente entéricas.

Tanto a Resolução CONAMA 357/05 quanto a Portaria MS 2914/11, não estabelecem valores limites para coliformes totais, portanto sua comparação com a legislação ambiental não foi possível.

#### 4.9. *Escherichia coli*

A *E.coli* é uma bactéria do gênero *Escherichia* do grupo termotolerantes que se apresenta em elevada concentração nas fezes de animais de sangue quente, por isso serve como importante indicador de contaminação fecal das águas (LIBÂNIO, 2010).

De acordo com a Portaria nº 2914/2011, das quatro nascentes analisadas, apenas a N1 não se encontra contaminada, de acordo com o que preconiza a legislação.

Acredita-se que a N1 apresentou resultado negativo por estar situada longe de residências e por ser uma nascente de encosta, dificultando a contaminação por escoamento superficial. A N4 no período sem chuva não se encontra contaminada, isso pode estar relacionado com a presença de mata ciliar em seu entorno e por estar situada longe de residências.



O resultado positivo para *E. coli* da nascente N2 pode estar associado à falta de mata ciliar em seu entorno, o que facilita a contaminação por escoamento superficial.

Como a Resolução CONAMA 357/05 apresenta valores padrões apenas para coliformes termotolerantes, a comparação com os resultados de *E. coli* foi realizada mesmo assim, pelo fato de que esta bactéria pertence ao grupo de coliformes termotolerantes. Assim sendo, apenas a N3 no período sem chuva não se enquadraria como curso d'água de Classe I, conforme dita esta Resolução.

#### 4.10. Dureza

A dureza pode servir como um indicador de presença de sais de metais alcalinos terrosos, cálcio e magnésio, ou outros metais como bário, ferro, manganês, estrôncio e zinco, sendo que normalmente estes se encontram em uma forma complexa (LIBÂNIO, 2010).

A portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO<sub>3</sub> como o valor máximo permitido para água potável.

Em termos de tratamento e abastecimento público de água, a classificação da dureza de uma água é:

- dureza < 50 mg/L de CaCO<sub>3</sub>: água mole;
- dureza entre 50 e 150 mg/L de CaCO<sub>3</sub>: dureza moderada;
- dureza entre 150 e 300 mg/L de CaCO<sub>3</sub>: água dura;
- dureza > 300 mg/L de CaCO<sub>3</sub>: água muito dura (VON SPERLING, 2005).

Portanto, todas as nascentes analisadas se classificam como água mole, tanto no período sem chuva quanto no período com chuva, com respaldo a N1 e N4 as quais não apresentaram dureza no período com chuva.

#### 4.11. Análise Estatística

Os resultados das análises das quatro nascentes foram submetidos à análise estatística do Teste de Tukey (Tabela 4) através do programa Microsoft Excel, para determinar a existência ou não de diferença sobre a qualidade da água no período chuvoso e não chuvoso. A obtenção de valores de  $p \leq 0,05$  afirma que há diferença, e valores superiores, que esta diferença é inexistente.

Tabela 4 – Valores de  $p$ , resultantes do Teste de Tukey.

| Parâmetros   | Valor de $p$ |
|--|--------------|
| Turbidez (UNT)                                     | 0,016        |
| Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 0,04         |
| Alcalinidade ( $\text{mgCaCO}_3/\text{l}$ )        | 0,02         |
| Fósforo ( $\text{mg}/\text{l}$ )                   | <LQ          |
| Amônia ( $\text{mg}/\text{l}$ )                    | 0,006        |
| DBO ( $\text{mg}/\text{l}$ )                       | 0,15         |
| Coliformes (NMP/100 ml)                            | 0,16         |
| <i>E. coli</i> (NMP/100 ml)                        | 0,17         |
| Dureza ( $\text{mgCaCO}_3/\text{l}$ )              | 0,07         |



|                        |      |
|------------------------|------|
| pH                     | 0,15 |
| Nitrato+Nitrito (mg/l) | 0,02 |

Fonte: Autor.

Houve diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) para os seguintes parâmetros: nitrogênio amoniacal, nitrato, alcalinidade, turbidez e condutividade elétrica, vindo a indicar que a chuva exerce influência sobre a qualidade da água das nascentes.

A influência da alta pluviosidade na turbidez pode estar associada ao processo de erosão das encostas das nascentes e das áreas agricultáveis que não estão protegidas por vegetação. O processo de erosão ocasiona a desagregação das partículas de solo, sendo que estas podem ser transportadas para dentro das nascentes através do escoamento superficial.

Os resultados de nitrogênio amoniacal, nitrato, alcalinidade e dureza podem estar relacionados com o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas nas áreas de plantio localizadas próximo as nascentes, e com o aumento do fluxo de água no período chuvoso essas substâncias são conduzidas através do escoamento superficial, comprometendo a qualidade das nascentes.

## 5. CONCLUSÃO

A chuva exerce influência direta na qualidade da água das quatro nascentes do rio Caturetê, sendo os parâmetros turbidez, nitrato, nitrogênio amoniacal, alcalinidade e condutividade elétrica os que mais indicaram esse diferencial.

Apesar das nascentes N3 e N4 apresentarem vegetações em seu entorno, não houve diferenças significativas na qualidade da água, talvez situadas muito próximas a áreas agricultáveis e residências, havendo contribuição de esgoto doméstico e substâncias fertilizantes.

Assim sendo, entende-se que para ser mantida a qualidade de uma água, na maioria das vezes, a mata ciliar não é condição suficiente, ou seja são vários os fatores interligados que influenciam na qualidade da água como, a presença/ausência de efluentes próximos, agricultura, utilização de agrotóxicos, entre outros que devem ser pensados juntos, afim de evitar a contaminação e degradação do meio.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA; AWWA; WEF . 2005. **Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater**. 21st ed, American Public Health Association, Washington. 1600p.

AZEVEDO, R. P. Caracterização de água subterrânea de poços tubulares em comunidades rurais na Amazônia sujeitas à inundação periódica. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande - MS, 2005.

BRAGA R. A. P.; SILVA C. E. M. (2009). Adequação ambiental de assentamentos rurais na bacia do rio Natuba-PE. In Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, Nov. 2009. 18 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Revoga a Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 149, n. 102, p. 1-8, 28 maio 2012. Seção 1.



BRASIL. Ministério da Saúde Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 14 jun. 2011.

BURT, T. P. ; HEATHWAITE, A. G. ; TRUDGILL, S. T. Nitrato de processo, padrões e gestão. Chichester, John Wiley, cap.15, p. 404-8, 1993.

CALHEIROS, R. O.; Recuperação e conservação de nascentes. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiá, Piracicaba - São Paulo, 53p, 2004.

CALIXTO, Juliana Sena; GALIZONI, Flávia M.; SANTOS, Isaías F. dos; SANTOS, Nicolau M.; RIBEIRO, Eduardo M. Agricultores Familiares E Nascentes: construção de estratégias participativas de conservação no Médio Jequitinhonha, MG. In: XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural: SOBER - Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Anais.... 2004.

CASTRO, P. S.; LIMA, F. Z.; LOPES, J. D. S. Recuperação e Conservação de Nascentes. Viçosa: CPT, 2007. 272 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, 18 de mar. de 2005, p. 58-65.

CUNHA, H. F. A. et al. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. Revista Ambiente & Água, v.7, n.3, p. 155-165, 2012.

FARIAS, M. S. S. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e tratamento de água. Campinas-SP; Ed. Átomo, 2010. 3ª ed. 494 p.

MARTINS, T. F.; ALLONSO, J. J.; MANCINI, S. D. Avaliação da disponibilidade hídrica do sistema de captação de água superficial para abastecimento público da região urbana do município de Itu/SP. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, CD-ROM, set. 2011.

MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 187 p.  
NETO, M. E. et al. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do Médio Itapecuru, MA. In: Arquivos do Instituto Biológico. Anais.... São Paulo, v. 79, n. 3, p. 397 – 403, jul./set., 2012.

PINTO, A. L. Saneamento Básico e Qualidade das Águas Subterrâneas. In: Moretti, Edvaldo C. E Calixto, Maria José M. S. (Org.); Geografia e Produção Regional: Sociedade e Ambiente. Campo Grande-MS, Editora da UFMS; p.11-55. 2003.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; PRIMAVESI, A. C.; OLIVEIRA, H. T. Water quality of the Canchim's Creek watershed in São Carlos, SP, Brasil, occupied by beef and dairy cattle activities. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 209-218, jun. 2002.



QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; VILAS BOAS, M. A. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró-RN, v. 5, n. 4, p. 200-210, out./dez. 2010.

RICHTER, C. A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p. 2009.

RODRIGUES, V. A. Aspectos da sustentabilidade das microbacias hidrográficas. Workshop em Manejo de Bacias Hidrográficas. Botucatu: UNESP/FCA/DRN, São Paulo, 2003, p. 70.

RODRIGUES, V. A.; BUCCI, L. A. Manejo de micro bacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais. Botucatu, FEPAF; 2006.

ROSSI, P.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N. Curvas de distribuição de efluentes do íon nitrato em amostras de solo deformadas e indeformadas. Artigo (graduação) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, Piracicaba. 2007.

TOLEDO, L. G. de. Monitoramento dos impactos ambientais das atividades agrícolas na qualidade das águas superficiais. In: Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura. Anais... Passo Fundo – RS, 2004, p. 27-30.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa – MG, 2005, 210 p.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Volume 1: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2005.