

# ANÁLISE DA POTABILIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES PROTEGIDAS PELO MÉTODO SOLO CIMENTO NO MUNICÍPIO DE PALMAS-PR

## ANALYSIS OF POTABILITY OF WATER SPRINGS PROTECTED BY THE SOIL CEMENT METHOD IN PALMAS, PARANÁ

Edilaine dos Santos <sup>1</sup>

Dr. Rafael Pires de Oliveira <sup>2</sup>

D.O.I. 10.5281/zenodo.8015495

### RESUMO

O presente trabalho foi realizado no município de Palmas, Paraná, entre os meses de dezembro de 2018 e outubro de 2019, e teve como objetivo analisar os aspectos microbiológicos, físicos e químicos de algumas nascentes protegidas pelo método solo cimento. Para a pesquisa, foram selecionadas sete nascentes, algumas localizadas próximas a grande circulação de pessoas e outras em zonas rurais e que são utilizadas para consumo pelos moradores locais. Foram coletadas duas amostras de cada nascente e para os resultados conflitantes uma terceira coleta foi realizada. As amostras foram recolhidas em frascos esterilizados diretamente da nascente e encaminhadas ao laboratório de Microbiologia do Instituto Federal do Paraná, *Campus* Palmas. Para determinação de coliformes totais e *E. coli*, utilizou-se o meio de cultura *Aquatest coli*<sup>®</sup> e para determinação dos parâmetros pH e turbidez, utilizou-se o peagômetro digital e o turbidímetro, respectivamente. De acordo com os resultados, seis das sete nascentes analisadas estão contaminadas por bactérias do grupo coliformes totais e *E. coli*. Em relação ao pH, todas possuem águas levemente ácidas. Quase todas as nascentes apresentaram valores de turbidez em acordo com a Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914 de 12/12/2011. Conclui-se, portanto, que a água da maior parte das nascentes não atende aos padrões de potabilidade e que seu consumo é um fator de risco para a saúde de quem a utiliza. A proteção solo cimento não foi suficiente para impedir a contaminação dos mananciais, sendo necessárias medidas de tratamento adequado às águas antes do consumo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coliformes. Contaminação de água. *E. coli*.

### ABSTRACT

The present work was carried out in the municipality of Palmas, Paraná, between the months of december 2018 and october 2019, and aimed to analyze the microbiological, physical and chemical aspects of some water springs protected by the soil cement method. For the research, seven springs were selected, some located close to the large circulation of people and others in rural areas and which are used for consumption by local residents. Two samples were collected from each spring and for conflicting results, a third collection was performed. The collection was carried out in sterile flasks, directly from the spring and sent to the Microbiology laboratory of the Federal Institute of Paraná, *Campus* Palmas. For the determination of total coliforms and *E. coli*, the *Aquatest coli*<sup>®</sup> culture medium was used, and to determine the pH and turbidity parameters, a digital pH meter and the turbidimeter were used. According to the results, six of the seven springs analyzed are contaminated by bacteria from the total coliform and thermotolerant group. Regarding pH, all have slightly acidic waters. For turbidity, almost all springs showed values according to the legislation. It is concluded, therefore that the water of most springs does not meet the potability standards and that its consumption is a risk factor for the health of those who use it. Soil cement protection was not sufficient to prevent the contamination of water sources, requiring proper water treatment before consumption.

**KEYWORDS:** Coliforms. Water contamination. *E. coli*.

## 1. INTRODUÇÃO

Durante séculos, a qualidade da água foi avaliada apenas por aspectos estéticos como a aparência, sabor e odor. Além disso, observa-se que foram necessárias décadas de conhecimento científico e tecnológico até ser reconhecido, por órgãos competentes, que

<sup>1</sup> Discente; Instituto Federal do Paraná;

<sup>2</sup> Docente; Colégio Militar de Curitiba; rafaelpires85@protonmail.com

uma fonte de água impura pode conter microrganismos danosos à saúde e ser a causadora de muitas doenças. Com isso, criaram-se padrões de potabilidade e métodos de tratamento da água para o consumo humano (PÁDUA, 2009).

Nos dias atuais, sabe-se que somente propriedades organolépticas não são suficientes para julgar a potabilidade de um manancial. Ademais, muitos vírus, bactérias, protozoários e helmintos têm em comum sua origem entérica e podem ser transmitidos a partir da água, causando enfermidades como a cólera, a hepatite, a febre tifoide e paratifoide, a gastroenterite, a salmonelose e as diarreias (MORMUL e col., 2006).

No Brasil, a portaria do Ministério da Saúde Nº 2914 de 12/12/2011 regulamenta procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011). Para a avaliação da qualidade microbiológica da água, a portaria supracitada exige exames de indicadores específicos de contaminação fecal, no qual se analisa a presença de bactérias pertencentes ao grupo coliforme, principalmente, da espécie *Escherichia coli* (*E. coli*). Nesse sentido, ressalta-se que a água para consumo humano não deve conter estes organismos em 100 mililitros de amostra (PARANÁ, 2010).

Os coliformes são um grupo formado por bactérias na forma de bastonetes, gram negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas à 35 °C. Inclui gêneros e espécies que vivem no trato gastrointestinal de humanos e outros animais homeotérmicos (MORMUL e col., 2006). Desse modo, ao se considerar que *as bactérias possuem ciclo de vida curto quando não estão em seus hospedeiros, é possível afirmar que o monitoramento desses indicadores de contaminação é uma ótima alternativa para saber se as fontes de poluição são constantes no meio estudado* (FELIPPE; JÚNIOR, 2012)

Para a garantia da qualidade da água, a turbidez e o potencial hidrogeniônico (pH) também são parâmetros considerados na sua análise de potabilidade. Assim, recomenda-se que o pH da água, no sistema de distribuição, seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5, porém não é estabelecido valores ideais para água *in natura*. Já para a turbidez, o valor deve ser obrigatoriamente menor ou igual a 5,0 uT (BRASIL, 2006, 2011).

O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos. A turbidez, por outro lado, pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido, provocada por partículas presentes na água, como fragmentos de argila, silte,



plâncton, microrganismos, e matéria orgânica e inorgânica particulada (BRASIL, 2006; LIBÂNIO, 2010).

Sabe-se, ainda, que vários fatores contribuem para a alteração da qualidade da água dos mananciais e representam fontes de contaminação. Na área urbana, podem ser citados os esgotos domésticos e industriais não tratados, ao passo que, na zona rural, o destino final e inadequado do esgoto e do lixo, bem como a modernização da agricultura e pecuária (CRISPIM e col., 2012; SANTOS e col., 2015).

Assim, destaca-se que toda água para consumo humano deve ser analisada quanto a sua potabilidade, inclusive a água que vem diretamente das nascentes, haja vista que elas podem estar sujeitas à contaminação e à poluição (SÃO PAULO, 2009). Segundo Castro e Gomes (2001 apud Venzel e col., 2016, p. 5), é difícil estabelecer um receituário generalizado de técnicas para a conservação de nascentes, mas pode-se fazer algumas recomendações básicas, como protegê-las contra qualquer agente externo que venha a romper o equilíbrio vigente.

Portanto, salienta-se que práticas vegetativas de conservação, como manter a mata ciliar no entorno da nascente, não construir currais e fossas sépticas e não usar adubos e agrotóxicos próximo à fonte de água são fatores fundamentais para promover a potabilidade do manancial (BERMAR e col., 2012; PARANÁ, 2010).

Na literatura, cita-se também a utilização de técnicas mecânicas de conservação, como por exemplo a construção da estrutura solo cimento. Essa estrutura é construída no entorno da nascente e têm como objetivo evitar a contaminação da água já em seu afloramento, permitindo que a água seja protegida contra partículas do solo, contra o pó trazido pelo vento, restos vegetais, dejetos de animais silvestres ou de criação, entre outros (BERMAR e col., 2012; SÃO PAULO, 2009).

Essa técnica consiste em limpar o entorno das nascentes retirando materiais orgânicos como raízes, folhas, galhos e lama. Na sequência, preenche-se toda a nascente com pedras limpas e, em seguida, instalam-se as tubulações. Com as pedras, objetiva-se filtrar a água, já as tubulações servem para permitir o escoamento. Para a tubulação, são necessários três canos de 50 mm de largura, um para receber o tratamento de desinfecção com água sanitária, outro que será usado para captação da água e mais um que servirá como lã de vidro. Para a tubulação de limpeza, que esgotará a nascente no período da desinfecção, deve ser usado um cano de 100 mm de largura. Por fim, a cabeceira é vedada com uma mistura feita com solo peneirado, cimento e água na proporção de 3 por 1 (CRISPIM e col., 2012).



No município de Palmas, Paraná, criou-se em 2015, com apoio da Prefeitura Municipal e vereadores, um projeto de preservação de nascentes chamado “Proteja uma Nascente”. O projeto envolve ações de educação ambiental e, desde 2018, vem construindo a estrutura solo cimento em torno de nascentes degradadas, visando, dessa forma, melhorar a qualidade da água para consumo humano. Entretanto, a qualidade da água dessas nascentes nunca foi avaliada e monitorada e a população faz uso direto de alguns desses mananciais para o consumo, sem nenhum processo de desinfecção ou cloração.

Dessa forma, diante dos riscos que o consumo da água *in natura* pode apresentar à saúde, o presente trabalho teve por objetivo analisar aspectos microbiológicos, físicos e químicos de algumas nascentes protegidas pelo método solo cimento, em diferentes locais no município de Palmas, Paraná.

## **2.METODOLOGIA**

### **2.1 Pontos de coleta**

O Projeto “Proteja uma Nascente”, citado anteriormente, possui 86 nascentes protegidas pelo método solo cimento (Figura 1), todas localizadas no município de Palmas-PR. Entretanto, observou-se que nenhuma delas é monitorada. Dentre essas nascentes, foram escolhidas nascentes com tempo mínimo de dois meses de instalação, de acordo com o critério de maior uso pela população local, próximos a circulação de pessoas e que apresentaram aval dos responsáveis pelas propriedades, totalizando 7 nascentes.

A figura 2 indica a localização de cada uma das nascentes e suas posições geográficas, sendo que a numeração de cada nascente está de acordo com a ordem de implantação e cadastro pelo projeto.

A área rural do município onde se encontram as nascentes 2, 24 e 69, é essencialmente agrícola, é possível observar a criação de bovinos, cultivo de soja e outras culturas, além disso as nascentes possuem pouca ou nenhuma mata ciliar em seu entorno. A água utilizada para o consumo de humanos e animais é coletada diretamente das nascentes através de encanamentos, ademais o esgoto doméstico não recebe nenhum tipo de tratamento e é despejado diretamente em fossas negras ou sépticas.

A nascente 5, localiza-se próxima ao centro da cidade de Palmas-PR, numa área Municipal de lazer chamada Parque da Gruta. Este local, recebe diariamente uma grande

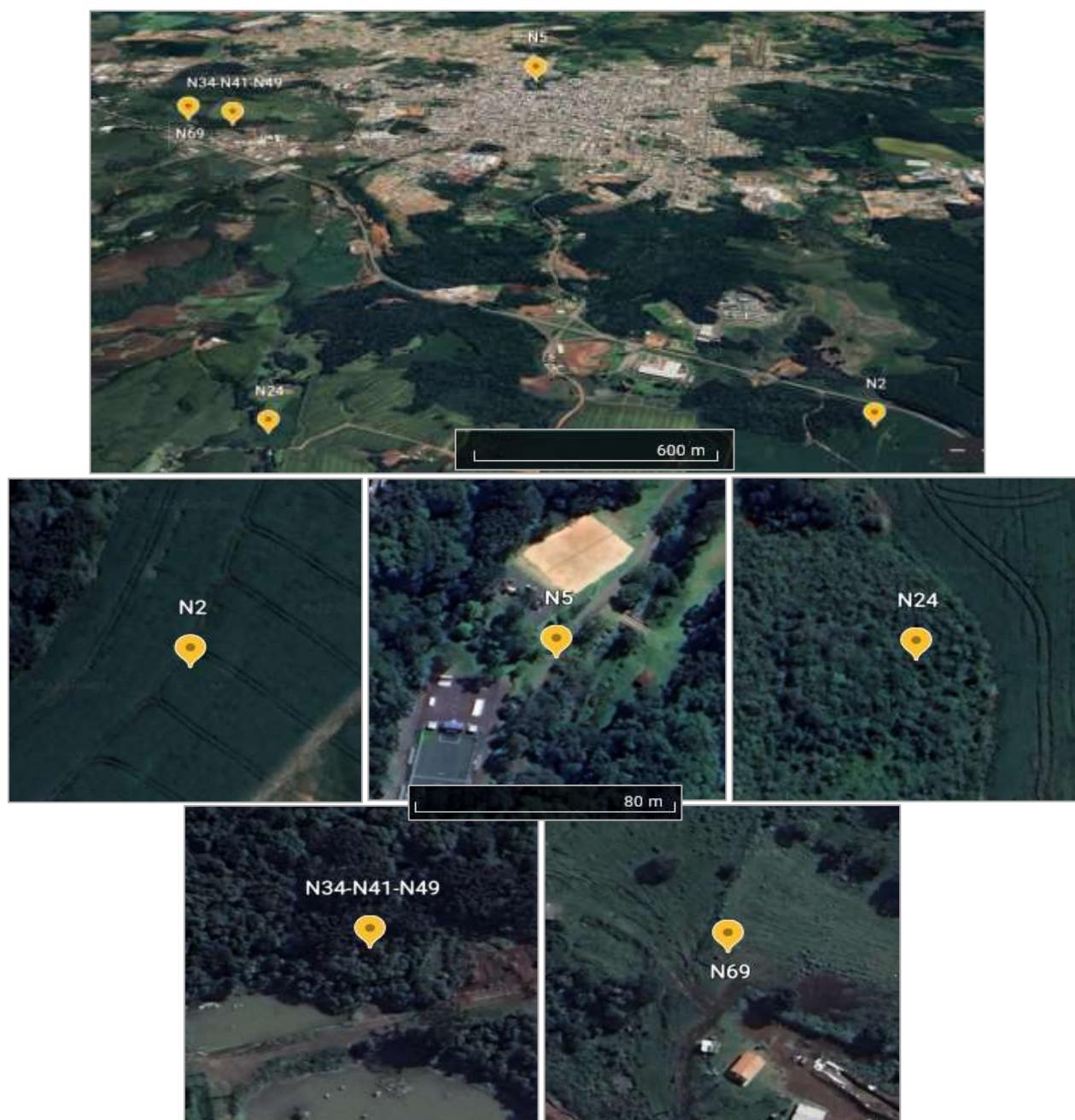


quantidade de visitantes. A nascente fica situada num ponto de fácil acesso de animais e humanos, além disso, a vegetação presente não protege todo o entorno da nascente.

As nascentes 34, 41 e 49 situam-se próximas a entrada da Reserva Ambiental, às margens da rodovia PRC-280. Nessa área, o estado de conservação da mata ciliar foi considerado bom em comparação às demais, no entanto, não possuem o raio mínimo de 50 metros ao redor da nascente como dispõe a Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). No local, foram encontrados copos descartáveis ao lado das nascentes, indicando o consumo dessas águas por visitantes da área. Além disso, as nascentes não estão protegidas do contato direto de animais silvestres.



**Figura 1 - Nascente Nº 5, protegida com o método solo cimento em Palmas, Paraná.** Fonte: Autores



**Figura 2. Localização das nascentes (N) analisadas no município de Palmas, PR.**

N2 ( $26^{\circ}31'08.4''\text{S } 51^{\circ}58'55.2''\text{W}$ ), N24 ( $26^{\circ}31'11.0''\text{S } 52^{\circ}00'10.0''\text{W}$ ) e N69 ( $26^{\circ}29'21.0''\text{S } 52^{\circ}00'54.0''\text{W}$ ) estão localizadas em propriedades rurais particulares. N5 ( $26^{\circ}28'48.0''\text{S } 51^{\circ}59'34.8''\text{W}$ ) localizada no parque da Gruta. N34, N41, N49 ( $26^{\circ}29'24.0''\text{S } 52^{\circ}00'43.2''\text{W}$ ) localizadas na Reserva Ambiental.

## 2.2 Coleta das amostras

Foram coletadas duas amostras de cada nascente, em diferentes datas, entre os meses de dezembro de 2018 e outubro de 2019 e para os resultados conflitantes, uma terceira coleta foi realizada. Foi seguido um período mínimo de 48h após chuvas, visando dessa forma evitar mudanças na qualidade da água.

A área rural onde se encontra a nascente 24, foi um dos primeiros locais onde foi possível contatar o proprietário e receber autorização de acesso. Sua primeira coleta foi realizada no mês de dezembro de 2018, sendo que a segunda coleta só foi possível ser realizada no início do mês de março de 2019, haja visto que se encontra em um local afastado e de mais difícil acesso.

No final do mês de maio de 2019, foi realizada a primeira coleta das amostras das nascentes 34, 41 e 49, localizadas na Reserva Ambiental. Devido aos períodos chuvosos, foi necessário aguardar até o início do mês de agosto para a segunda coleta. Para não haver interpretação duvidosa em relação a potabilidade das nascentes 34 e 49, uma terceira coleta foi realizada no início do mês seguinte (setembro).

Para a nascente 5, localizada no Parque da Gruta e para a nascente 69, localizada em uma área rural, a coleta foi realizada no início de agosto e início de setembro de 2019.

Após conseguir contatar o proprietário do local onde se encontra a nascente 02, as coletas foram realizadas no final de setembro e final de outubro de 2019.

A coleta foi realizada em frascos esterilizados, com capacidade para 400mL de água, diretamente da nascente. Posteriormente, o recipiente com a amostra foi identificado e encaminhado imediatamente ao laboratório de Microbiologia do Instituto Federal do Paraná, *Campus* Palmas para as devidas análises microbiológica, física e química.

## 2.3 Análise físico-química

Para determinação do pH, utilizou-se de um peagâmetro com leitura digital, o qual realiza a medida pelo método potenciométrico. Para a análise, o eletrodo do aparelho foi colocado diretamente em frascos de água *in natura*, contendo 100mL cada.

Para a medida de turbidez, utilizou-se um turbidímetro com leitura digital, o qual opera segundo o princípio nefelométrico. Para a análise, foram utilizados 40 ml de amostra de água *in natura*, as quais foram distribuídas em 4 cubetas de 10ml, com padrões de 0,1,



20, 100 e 800 NTU cada uma. As cubetas foram introduzidas no aparelho uma por vez e o resultado final foi expresso pela Unidade de Turbidez (uT).

## 2.4 Análise microbiológica

Para determinação de coliformes totais e termotolerantes, utilizou-se o meio de cultura *Aquatest coli*<sup>®</sup> (LABORCLIN, 2019). Foram acrescentados 200 µl da solução de ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) a 15% em 100 ml de água para quelar metais presentes que possam interferir no desenvolvimento dos coliformes. Em seguida, as amostras em análise foram inoculadas no meio de cultura e transferidas para cinco tubos de ensaio esterilizados, na proporção de 20 ml cada e incubadas por 24h a 35°C em estufa.

Após este período, foi analisada a cor do meio de cultura que, quando amarela, indica presença de coliformes totais e sua turvação indica crescimento. Além disso, as amostras também foram expostas à luz ultravioleta e, se a presença fluorescência, indicou a presença da bactéria *Escherichia coli*. Para a identificação dos coliformes, tomou-se por base que, como *Enterobacteriaceae* beta-galactosidase positivos, hidrolisam o orto-nitrofenil-galactopiranosídeo (ONPG), desenvolvendo coloração amarela. A *Escherichia coli* é diferenciada dos demais coliformes pela capacidade de produzir beta-glicuronidase que, em presença do 4-methyl-umbelipheril-b-D-glucuronide (MUG), produz fluorescência quando em exposição à luz ultravioleta. Por último, realizou-se a determinação dos coliformes, com base no número mais provável por mililitro (NMP/ml), conforme manual do fabricante (LABORCLIN, 2019).

## 3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Testes físicos e químicos

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises de pH e turbidez de cada nascente. Conforme observado, as nascentes 2, 41 e 69 foram as únicas que apresentaram em uma das análises (1ª, 2ª e 1ª), valores de turbidez em desacordo com a Portaria 2914/MS (BRASIL, 2011). Os valores das nascentes 2 e 69 diminuíram significativamente na 2ª análise (uT= 3,58 e uT= 1,7), já a nascente 41 apresentou um bom resultado na sua 1ª coleta (uT= 1,92), o que pode significar que os valores alterados da 2ª coleta (uT= 5,57) foram casos específicos e isolados. Além disso, conforme já relatado no estudo de



Medeiros e col. (2016), os períodos de chuva podem aumentar a concentração de sólidos em suspensão na água, interferindo dessa forma, no valor da turbidez. Apesar das coletas terem sido realizadas num período sem chuvas afim de evitar mudanças na qualidade da água, alterações de turbidez ainda são possíveis em mananciais que não possuem em seu entorno a presença de mata ciliar, como é o caso da nascente 69, que se encontra em meio a um campo de pastagem e da nascente 2, próxima a uma área de lavoura.

As nascentes 5, 24, 34 e 49 foram as que obtiveram os melhores resultados de turbidez em duas análises consecutivas (Tabela 1). Jardim (2010), ao estudar a qualidade da água de nascentes, verificou que as nascentes com maior porcentagem de floresta apresentam os menores valores de turbidez, logo os baixos valores de turbidez dessas nascentes podem ser explicados pela presença da mata ciliar ao seu entorno, que apesar de ser em pequena quantidade, está contribuindo para barrar a passagem de sólidos em direção à água.

Já em relação ao parâmetro pH, todas as nascentes apresentaram amostras de água com pH abaixo de 7 e a maioria abaixo de 6 (Tabela 1), o que significa que possuem águas ácidas. Como já relatado anteriormente, a Portaria 2.914/MS (BRASIL, 2011), recomenda que o pH da água se encontre numa faixa entre 6 a 9,5, assim apenas a nascente 5 atendeu a essa orientação em duas amostras consecutivas, apresentando valores de (6,18 e 6,05) respectivamente, conforme Tabela 1. Os resultados obtidos foram semelhantes aos de Agrizzi e col. (2018), onde todas as nascentes analisadas apresentaram pH ligeiramente ácido. Segundo esse autor, apesar dos valores estarem fora dos limites determinados pela legislação, são considerados normais para ambientes naturais, onde o pH varia entre 4 e 9. Estudos ainda relatam que a acidificação da água pode ser influenciada por fatores como: tipo de solo, matéria orgânica em decomposição responsável pela formação do ácido húmico, ou ainda, ter origem subterrânea (AGRIZZI e col., 2018; ARAÚJO, 2006).



Tabela 1 - Valores de turbidez e pH da água de nascentes protegidas pelo método solo cimento em Palmas, Paraná.

Turbidez (uT*)							
Nascentes	2	5	24	34	41	49	69
1ª coleta	5,3**	3,2	2,58	0,1	1,92	0,1	8,32**
2ª coleta	3,58	1,1	0,59	1,12	5,57**	2,47	1,7
pH							
Nascentes	2	5	24	34	41	49	69
1ª coleta	5,76	6,18	5,4	5,92	6,97	5,95	5,93
2ª coleta	5,83	6,05	5,43	5,94	5,09	6,19	5,79

\* Unidade de turbidez.

\*\* Valor não atende ao padrão estabelecido pela legislação.

### 3.2 Prova qualitativa de coliformes totais e *E. coli* (presença/ausência)

Na Figura 3, é possível observar a distribuição da porcentagem das amostras contaminadas e não contaminadas por coliformes totais. Observa-se, que dentre as análises realizadas, 81% indicaram contaminação por esses microrganismos. Em relação a bactéria *E. coli*, foi possível verificar contaminação em 62% das amostras (Figura 4).

As nascentes 34 e 49 foram as únicas que apresentaram resultados negativos de contaminação por coliformes totais e por *E. coli*, consecutivamente, em sua 2ª análise (Tabela 2), sendo necessária uma 3ª coleta para confirmação da potabilidade. Segundo a Portaria 2.914/MS (BRASIL, 2011), quando houver interpretação duvidosa nas reações típicas dos ensaios analíticos na determinação de coliformes totais e *E. coli*, deve-se fazer a recoleta.

Em relação aos coliformes totais, verificou-se um grave problema de contaminação. De acordo com a Tabela 2, foram encontrados apenas 3 resultados negativos, os quais foram obtidos na 2ª e 3ª coleta da nascente 34, e na 2ª coleta da nascente 49, correspondendo a 19% das análises realizadas (Figura 3). Enquanto as demais (2, 5, 24, 41 e 69), esses microrganismos estavam presentes em 81% das amostras (Figura 3).

Para os resultados de contaminação por *E. coli*, houve uma variação entre as análises realizadas (Tabela 2). Nas nascentes 41 e 69 esses microrganismos foram encontrados na 1ª e na 2ª análise. As nascentes 2 e 24 apresentaram contaminação apenas

na sua 2ª coleta, ao passo que, para a nascente 5, o resultado foi positivo apenas na 1ª. Por último, essa bactéria estava presente na 1ª e na 3ª amostra de água da nascente 49.

A nascente 34, obteve consecutivamente, valores ausentes de coliformes totais e *E. coli* em sua 2ª e 3ª coleta (Tabela 2). Dessa forma, do ponto de vista microbiológico, foi possível confirmar a potabilidade da água desse manancial, pois os resultados obtidos estão de acordo com a legislação vigente.

Esses resultados demonstram também, que a frequência de contaminação por coliformes totais e *E. coli* é constante nesses mananciais (Figuras 3 e 4), e que, em algum momento a água dessas nascentes entraram em contato com dejetos de animais e/ou humanos. Ressalta-se também que, em virtude desses resultados, pode-se dizer que a qualidade da água dessas nascentes está favorável à transmissão de diversas doenças infectocontagiosas.

Em seu estudo, Villwock e col. (2018), analisaram a qualidade microbiológica da água de algumas nascentes antes e após a implantação da proteção solo cimento. Os resultados demonstraram que mesmo havendo uma melhora em alguns aspectos, a frequência de contaminação por coliformes totais e termotolerantes se manteve ou aumentou. Segundo ele, isso pode ser explicado pelo fato das nascentes ainda estarem num processo de depuração, ou então, pela falta de manutenção adequada após a implantação da estrutura, que é vital para uma constante qualidade. A falta de manutenção adequada também foi detectada nas nascentes analisadas no presente estudo, uma vez que não foi observada a presença do tubo de desinfecção, que deveria estar situado na parte superior da estrutura solo cimento. Segundo o coordenador do Projeto, o receio de que a fonte pudesse ser contaminada pela ação de vândalos fez com que os moradores locais optassem pela não instalação desse tubo de limpeza.

Ainda, de acordo com Amaral e col. (2003), fontes de água com baixa profundidade são mais suscetíveis à contaminação devido a percolação rápida de microrganismos em direção à água subterrânea, principalmente em períodos de alta pluviosidade. Silva e Araújo (2003), baseiam-se também na possibilidade de que o solo pode ser a fonte de contaminação de bactérias do grupo coliformes totais. Durante o presente estudo, foi observado que nenhuma das nascentes possuem grandes profundidades, portanto acredita-se que esse fator pode ter sido um dos motivos que facilitou as contaminações.



Figura 3 - Frequência de contaminação por coliformes totais em amostras de água de nascentes protegidas pelo método solo-cimento em Palmas, Paraná.

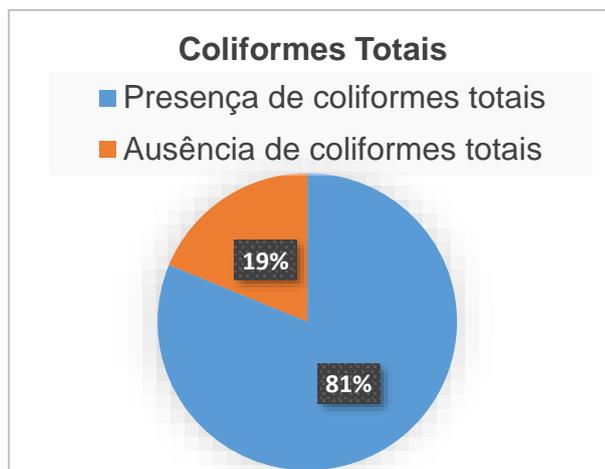


Figura 4 - Frequência de contaminação por *Escherichia coli* em amostras de água de nascentes protegidas pelo método solo cimento em Palmas, Paraná

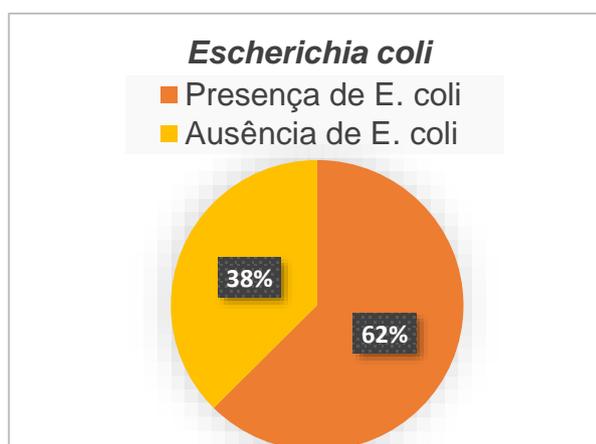


Tabela 2 - Análise qualitativa de coliformes totais e *Escherichia coli*.

<b>Coliformes totais</b>							
<b>Nascentes</b>	2	5	24	34	41	49	69
<b>1ª coleta</b>	+	+	+	+	+		+
<b>2ª coleta</b>	+	+	+	Ausente	+	Ausente	+
<b>3ª coleta</b>	-	-	-	Ausente	-	+	-
<b>Escherichia coli</b>							
<b>Nascentes</b>	2	5	24	34	41	49	69

<b>1ª coleta</b>	Ausente	+	Ausente	+	+	+	+
<b>2ª coleta</b>	+	Ausente	+	Ausente	+	Ausente	+
<b>3ª coleta</b>	-	-	-	Ausente	-	+	-

(+) Presença; (-) Sem informações de coleta.

### 3.3 Prova quantitativa de coliformes totais e *E. coli*

A quantificação dos coliformes totais e *E. coli* foi realizada utilizando como base a Tabela 3. A legislação determina que a água para consumo humano não deve conter esses organismos indicadores em 100 ml de amostra, dessa forma o crescimento em pelo menos um tubo da prova quantitativa caracteriza a amostra como imprópria para o consumo humano (LABORCLIN, 2019).

A Tabela 4, demonstra que as nascentes 2, 41 e 69 apresentaram os maiores índices de contaminação por coliformes totais (NMP/100 ml = > 8) nas duas análises realizadas. As nascentes 2 e 69 estão localizadas na zona rural e é possível que a falta de saneamento possa facilitar a contaminação. Já a nascente 41 está numa área mais protegida, com uma certa vegetação no entorno, porém não suficiente para impedir a contaminação por fezes de animais da localidade, por exemplo. Em relação a *E.coli*, foram observados graves problemas de contaminação nas nascentes 41 e 69, já que o NMP/100 ml desses microrganismos foi maior que 8 em ambas as coletas. Esses resultados, caracterizam essas duas nascentes (41 e 69) como as mais impróprias para o consumo humano, do ponto de vista microbiológico.

As nascentes 34 e 49 foram as únicas que apresentaram valores ausentes de coliformes totais e *E. coli* na sua 2ª análise (Tabela 4), em virtude disso, como já comentado anteriormente, foi necessário realizar uma terceira coleta com a finalidade de observar se foram casos isolados. Após a terceira coleta, verificou-se uma nova contaminação por coliformes totais e *E. coli* na nascente 49 (Tabela 4), no entanto, comparado com o primeiro resultado (NMP/100 ml = >8), houve uma redução significativa na quantidade dessas bactérias (NMP/100 ml = 1,1). Já para a nascente 34, os resultados continuaram negativos para os dois grupos de microrganismos (Tabela 4), esse fato pode estar associado aos baixos valores de turbidez (Tabela 1), sendo que essa nascente foi a que apresentou a melhor média para esse parâmetro (uT = 1,01). Para Oliveira e col. (2008), o material em suspensão na água (turbidez), quando elevado, pode acomodar partículas com grandes quantidades de poluentes e até microrganismos patogênicos. Portanto, pode-se concluir



que baixos valores de turbidez apresentam menos partículas propensas a contaminar a água com agentes infecciosos.

Tabela 3 - Prova quantitativa de coliformes totais e *Escherichia coli*

Nº de tubos Positivos	NMP/dl de amostra
0	<1,1
1	1,1
2	2,6
3	4,6
4	8,0
5	>8,0

Fonte: Laborclin produtos para laboratórios Ltda.

Tabela 4 - Índice de NMP/100 ml de amostra analisada para coliformes totais e *E. coli*.

Coliformes totais							
<b>Nascente</b>	2	4	24	34	41	49	69
<b>1ª coleta</b>	>8	>8	1,1	8	>8	>8	>8
<b>2ª coleta</b>	>8	2,6	>8	Ausente	>8	Ausente	>8
<b>3ª coleta</b>	-	-	-	Ausente	-	1,1	-
<i>Escherichia coli</i>							
<b>Nascentes</b>	2	4	24	34	41	49	69
<b>1ª coleta</b>	Ausente	>8	Ausente	8	>8	>8	>8
<b>2ª coleta</b>	>8	Ausente	>8	Ausente	>8	Ausente	>8
<b>3ª coleta</b>	-	-	-	Ausente	-	1,1	-

(-) Sem informações de coleta.

A sequência de dois resultados negativos de contaminação por coliformes totais e *E. coli*, demonstram as boas condições microbiológicas da nascente 34 em relação às demais, caracterizando-a como própria para consumo humano. É importante ressaltar que essa nascente não está livre de uma recontaminação no futuro, portanto é indispensável um contínuo monitoramento de sua potabilidade.

Para todas as outras nascentes (2, 5, 24, 41, 49 e 69), foram observados valores de NMP/100 ml de coliformes totais maiores do que 1 (Tabela 4). Já em relação a *E. coli*, as



nascentes 2, 5, 24 e 49, apresentaram grandes variações no NMP/100 ml entre as análises realizadas, oscilando entre valores negativos e altos índices de contaminação (Tabela 4).

Tais relatos são facilmente encontrados na literatura, Valias e col. (2002) constataram que a água proveniente de lençóis subterrâneos de propriedades rurais apresenta precária qualidade higiênico-sanitária, em concordância com os resultados obtidos nas nascentes 2, 24 e 69 do presente estudo, localizadas em áreas rurais, de propriedade particular. Andrade e Giacomelli (2012) verificaram em seu estudo que nascentes com raio de vegetação menor que 50 metros obtiveram as mesmas médias de contaminação por coliformes termotolerantes que aquelas sem nenhum tipo de mata ciliar no seu entorno. Desta forma, ressalta-se que, durante o período de caracterização das áreas de estudo, foi observado que nenhuma das nascentes possuía em seu entorno mata ciliar num raio maior que 50 metros, fundamentando desta maneira a importância da preservação não só da área de afloramento da água.

Vários fatores podem ter contribuído para tais resultados, entre eles o fato dessas águas não receberem nenhum tipo de tratamento e desinfecção antes do consumo. Associado a isso, cita-se também a pouca ou nenhuma mata ciliar em torno das nascentes, facilitando assim a constante contaminação desses mananciais, o que acaba tornando a presença da proteção solo cimento insuficiente para impedir a contaminação da água. A circulação de pessoas, animais de criação, a existência de lavouras e a ausência de rede de esgoto adequada no entorno dessas nascentes pode contribuir para a má qualidade da água, podendo ainda ocasionar a presença de outros contaminantes na água não avaliados neste trabalho.

#### **4.CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos na análise das sete nascentes protegidas pelo método solo cimento demonstraram que o parâmetro turbidez foi o que mais atendeu ao padrão estabelecido pela legislação, mostrando valores alterados em apenas três nascentes (2, 41 e 69).

Os valores de pH de todas as nascentes estudadas foram ácidos ou ligeiramente ácidos, variando entre 5 e 6,19, sendo que apenas a nascente 5 atendeu as recomendações da Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde em sua 1ª e 2ª análise.

Em relação as análises de coliformes totais e *E.coli*, apenas a nascente 34 demonstrou-se temporariamente apta para o consumo humano.



Portanto, se houver a necessidade e intenção de utilizar a água dessas nascentes para o consumo humano, cabe à autoridade de saúde pública do município adotar e/ou estimular medidas para promover um tratamento adequado a essas águas, eliminando os microrganismos prejudiciais à saúde, ou então exercer uma intervenção direta, interrompendo o consumo e divulgando à população sobre os riscos de ingerir água sem tratamento.

## 5. AGRADECIMENTOS

O presente projeto recebeu auxílio financeiro do Instituto Federal do Paraná – Campus Palmas, por meio do Edital n. 01/2018-2019 PROAP.

## 6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIZZI, D.V.; CECÍLIO, R.A.; ZANETTI, S.S.; GARCIA, G.O.; AMARAL, A.A.; FIRMINO, E.F.A.; MENDES, N.G.S. Qualidade da água de nascentes do Assentamento Paraíso. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, n. 3, p. 557-568, maio/jun. 2018.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

ANDRADE, M. A. A.; GIACOMELLI, A.F. Diagnóstico e plano de ação para a recuperação de nascentes do Rio Rancho Mundo – Corbélia – PR. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, p. 90 -108, 2012.

ARAÚJO, A.E.M. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e índice de qualidade da água no Rio Saúde, em razão da precipitação (maio a dezembro de 2004): estudo de caso.** Dissertação (mestrado em Meteorologia: Processos de Superfície Terrestre) - Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas, Maceió, 2006.

BERMAR, A.N.; PEREIRA, E.P.; TEIXEIRA, L.A.S.; MARIUSSI, V.; PEREIRA, V.C. Proteção e Recuperação de nascentes em pequenas propriedades rurais do Município de Assis Chateaubriand- PR. **Cadernos de Agroecologia**, Medianeira, v. 7, n. 1, p. 1-4, 2012.

BRASIL. **Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012.** Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília, DF, 2012.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011.** Diário Oficial da União, 2011.

CRISPIM, J.Q.; MALYSZ, S.T.; CARDOSO, O.; JUNIOR, S.N.P. 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.



FELIPPE, M.F; JÚNIOR, A.P.M. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizontem. **Revista Geografias**, *Belo Horizonte*, v. 8, n. 2, p. 8-23, 2012.

JARDIM, P. B. **Qualidade de água de nascentes como reflexo do manejo do uso e ocupação do solo e conservação da mata ciliar, no município de Ouro Branco, MG**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

LABORCLIN - produtos para laboratórios Ltda. Aquateste Coli. Disponível em: <<http://www.interlabdist.com.br/dados/produtos/bula/doc/1016748ca7bcb1dc7c.pdf>>. Acesso em: 02 de mar. 2019.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 3. Ed. 2010.

MEDEIROS, S.; CARVALHO, R.; SOUZA, L.; BARBOSA, A. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.11, n. 3, p. 711-730, jul. /set. 2016.

MORMUL, R.P.; KWIATKOWSKI, A.; ZERBINI, D.L.N.; FREITAS, A.A.; ALMEIDA, A.C.G. Avaliação da Qualidade da Água em Nascentes da Favela São Francisco de Campo Mourão/PR. **Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 1, n. 1, p. 35-40, 2006.

OLIVEIRA, V.; SILVA, M.; MEDEIROS, C.; JESUS, V.; PIO, E.; PILLON, J.; DE LIMA, R.; BOMBO, A.; GODOY, B.; DETONI, A.; CONTER, P.; BARONI JÚNIOR, M.; FRANCISCO, A.; BADDO, B.; BROTA, G.; DA PAIXÃO FILHO, J.; DE OLIVEIRA NETO, A.; DE ALMEIDA, G.; ROSSINI, A.; PELEGRINI, R. Avaliações Físicas, Químicas e Biológicas da Micro bacia do Córrego Modeneis em Limeira - SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 1, p. 86-96, jan. /abr. 2008.

PÁDUA, V.L. (Coord.). **Remoção de microrganismos emergentes e micro contaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

PARANÁ (Estado). Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Nascentes protegidas e recuperadas*. Curitiba: SEMA, 24p. 2010.

SANTOS, E.P.P.; VEIGA, W.A.; GONÇALVES, M.R.S.; THOMÉ, M.P.M. Coliformes Totais e Termo tolerantes em água de nascentes utilizadas para o consumo humano na zona rural do município de Varre-Sai, RJ. **Scientia Plena**, vol. 11, num. 05, p. 1-6, 2015.

SÃO PAULO (Estado). Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Departamento de Proteção da Biodiversidade. **Cadernos da Mata Ciliar**. São Paulo: SMA, n. 1, 2009.

SILVA, R.C.A.; ARAÚJO, T.M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

VALIAS, A.P.G.S.; ROQUETO, M.A.; HORNINK, D.G.; KOROIVA, E.H.; VIEIRA, F.C.; ROSA, G.M.; SILVA, M.A.M.L. Avaliação da Qualidade Microbiológica de Águas de Poços Rasos e de Nascentes de Propriedades Rurais do Município de São João da Boa Vista - São Paulo. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 5, n. 1, p. 021-028, 2002.

VENZEL, S.M.; PAIXÃO, M.V.S.; PAIXÃO, G.P.; PAIXÃO, P.P. Revitalização de nascentes. **Natureza on line**, v. 14, n. 2, p. 1-6, 2016.



VILLWOCK, F.H.; CIBOTO, D.E.; CRISPIM, J.Q.; WILLWOCK, R. Recuperação e proteção de nascentes: o caso da comunidade Palmital 43, município de Mato Rico – Pr. **Geofronter**, Campo Grande, v. 4, n. 4, p. 140-153, 2018.

