

---

# Avaliação da contaminação de nitrato e *Escherichia coli* em água subterrânea no município de Carapicuíba (SP)

*Evaluation of nitrate and Escherichia coli contamination on groundwater in the city of Carapicuíba (SP)*

Ariaveni Flores de Oliveira<sup>1</sup>, Renata Bazante Rodrigues<sup>1</sup>, Maria Eduarda da Costa Silva<sup>1</sup>, João Pedro de Farias Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Biomedicina da Universidade Paulista, Alphaville-SP, Brasil.

---

## Resumo

**Objetivo** – Verificar a concentração de nitrato e a presença ou ausência de bactérias da espécie *Escherichia coli* em amostras de água subterrânea (poços) destinadas ao consumo humano e comparar os resultados aos Valores Máximos Permitidos (VMP) pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde. **Métodos** – Durante um ano (2017-2018), semestralmente, foram coletadas amostras de águas consumidas por moradores em diferentes pontos: poços 1 e 2, ambos sem tratamento e com o auxílio de amostradores descartáveis do tipo bailer e; torneiras, denominados S1 e S2, água tratada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e destinadas ao abastecimento público. Esses últimos como grupo controle, pois não foram identificados poços de monitoramento ou nascentes próximas sem contaminação. As amostras em frascos apropriados foram preservadas em caixas térmicas ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) e encaminhadas para análise química e microbiológica, seguindo os protocolos de coletas da CETESB e USEPA e os métodos 4500-NO<sub>3</sub>-B e 9215c da APHA. As análises físico-químicas, tais como pH, OD, temperatura, cloro livre, condutividade elétrica e profundidade foram realizadas em campo com equipamentos, tais como multiparâmetro da marca Hanna Hi 9828 e outros. **Resultados** – Verificou-se que as águas subterrâneas são de natureza rasas (poços com profundidade < 20 m) e suas águas ligeiramente ácida (pH=5,0). Em ambos os poços houve a presença de bactérias *E. coli* e elevada concentração do íon nitrato (>18 mg/L) no período seco e chuvoso, estando em não conformidade ao VMP dado pela Portaria 2.914. As amostras S1 e S2 apresentaram ausência de *E. coli* e valores abaixo de 0,5 mg/L de N-NO<sub>3</sub>. Informação dos parâmetros de qualidade nos rótulos. O levantamento de alguns rótulos, mostrou que em cinco marcas de água envasadas, três delas estão não conforme a VMP ora citada (NO<sub>3</sub>-N > 10 mg/L). **Conclusão** – O presente estudo demonstrou que para fins de potabilidade a água dos poços está imprópria para o consumo humano.

**Descritores:** *Escherichia coli*; Água subterrânea

## Abstract

**Objective** – To verify nitrate concentration, the presence or absence of *Escherichia coli* bacterium in groundwater samples (wells) intended for human consumption, and to compare the results to Maximum Permitted Values (MPV) by Portaria 2.914 of the Ministry of Health. **Methods** – During one year (2017-2018), samples of water consumed by residents at different points were taken every semester: wells 1 and 2, both without treatment and with the aid of disposable samplers of the bailer type; taps, called S1 and S2, water treated by the Basic Sanitation Company of the State of São Paulo (SABESP) and intended for public supply. The latter as a control group because no monitoring wells or nearby springs were identified without contamination. The samples in appropriate flasks were preserved in thermal boxes ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) and sent for chemical and microbiological analysis, following CETESB and USEPA collection protocols and APHA methods 4500-NO<sub>3</sub>-B and 9215c. Physical-chemical analyzes, such as pH, OD, temperature, free chlorine, electrical conductivity and depth were performed in the field with equipment such as multi-parameter, Hanna brand and others. **Results** – Groundwaters were found to be shallow (wells with depth <20 m) and their waters slightly acidic (pH = 5.0). In both wells, the presence of *E. coli* bacteria and high concentration of nitrate ion (> 18 mg / L) in the dry and rainy season were observed, being in non-compliance with the MPV given by Portaria 2.914. Samples S1 and S2 showed absence of *E. coli* and values below 0.5 mg / L of N-NO<sub>3</sub>. Information on the quality parameters on the labels. The survey of some labels showed that in five bottled watermarks, three of them are contaminated by nitrate according to the MPV (NO<sub>3</sub>-N > 10 mg / L). **Conclusion** – The present study demonstrates that drinking water from wells is unfit for human consumption.

**Descriptors:** *Escherichia coli*; Groundwater

---

## Introdução

Em pleno século XXI, a carência de saneamento básico na Cidade de São Paulo e em seus municípios é uma realidade vivenciada por muitos moradores, considerada em números expressivos, habitantes da maior cidade da América Latina. A população sofre com a má distribuição de água potável, no qual determinados mananciais recebem tratamento pelas Companhias de Abastecimento Público, como a SABESP, e com a falta de tratamento do esgoto, além do difícil acesso à coleta de lixo e seu destino final, os impactos

gerados são negativos ao meio ambiente e à saúde das pessoas.<sup>1</sup>

O excesso de matéria orgânica advinda das atividades humanas, tais como resto de alimentos, dejetos humanos e animais, efluentes domésticos e industriais, além de outras substâncias orgânicas, causa a chamada “eutrofização da matriz”, ou seja, excesso de nutrientes na água, no solo, em sedimentos, entre outras matrizes.<sup>2</sup>

Desse modo, quando a matriz alvo se torna rica em nutrientes, estabelece-se uma reação bioquímica ini-

ciada pelos microrganismos decompositores habitantes daquele ambiente. Entretanto, o resultado dessa decomposição poderá se tornar uma fonte de contaminação, principalmente quando os compostos resultantes são da cadeia do elemento químico nitrogênio (amônia, nitrito e nitrato) e esses estão em excesso em fontes, tais como nascentes, mananciais superficiais e subterrâneos destinados ao consumo direto ou indireto do homem.<sup>2</sup>

O nitrato é a forma iônica no processo de quebra pelas bactérias *Nitrobacter* constituindo se durante a oxidação do nitrito. Em águas subterrâneas o nitrato é o contaminante mais disseminado, por ser facilmente dissolvido em água, tornando se uma ameaça para os recursos hídricos.<sup>3</sup>

De acordo com a portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, água potável é aquela que atende ao padrão de potabilidade e não oferece riscos à saúde, obedecendo aos padrões de qualidade. A concentração aceitável de nitrato em água potável não poderá exceder 10mg/L de N ou 44mg/L de NO<sub>3</sub> sendo prejudicial seu consumo quando superior a esse valor.<sup>4</sup>

Diversos autores relatam diversas doenças pelo consumo excessivo de nitrato nas células da hemoglobina, dando origem a metemoglobinemia e em células do sistema gástrico causando câncer gástrico. É de fundamental importância análises e pesquisas de nitrato em água potável, considerando que é um problema de saúde pública e pode trazer sérios riscos à saúde humana.<sup>5</sup>

Fonte de águas subterrâneas tem sido aproveitada por populações de áreas urbana e rural devido baixo custo, pela escassez de águas superficiais, e pelo aumento populacional. Estudos demonstram que é frequente a contaminação de aquíferos por contaminante nitrato, colocando em risco a saúde dos usuários.<sup>6</sup>

Devido ao aumento da contaminação de nitrato presente nas águas subterrâneas e outras fontes hídricas destinadas ao consumo humano, o presente trabalho irá investigar dois principais parâmetros relacionados a potabilidade, de acordo com a Portaria 2.914 do Ministério da Saúde: I) a concentração do íon nitrato (N-NO<sub>3</sub> mg/L) e II) presença ou ausência de colônias presentes de bactérias da espécie *Escherichia coli* (UFC/mL) que são consumidas por duas famílias moradoras da região de Carapicuíba região oeste de São Paulo.<sup>6</sup>

Com o crescente aumento na utilização de água advinda de fontes alternativas e a frequente presença do contaminante nitrato em águas de poços, faz-se necessária uma análise dos possíveis níveis de contaminação por nitrato (N-NO<sub>3</sub>) e microbiológica (*Escherichia coli*). É de extrema importância uma avaliação dessas águas implementando metodologias de prevenção e eliminação de possíveis contaminantes.<sup>7</sup>

A água potável é aquela que não oferece riscos à saúde, respeitando os padrões de potabilidade. A água destinada ao consumo humano não deve conter substâncias químicas e tóxicas com características que a classifique imprópria para o consumo humano.<sup>8</sup>

Em águas subterrâneas o contaminante nitrato ocorre com maior incidência, podendo causar graves problemas de saúde. A disposição inadequada de resíduos sólidos na superfície gera uma concentração de nitrato devido a sua decomposição podendo culminar os lençóis freáticos contaminando-os e consequentemente os recursos hídricos.<sup>9</sup>

A análise de compostos nitrogenados em águas de consumo tem uma ampla relevância, devido ao seu potencial sendo capaz de ocasionar malefícios a saúde humana. O consumo de nitrato com concentrações acima de 10 mg/L está relacionado ao surgimento de patologias como metahemoglobinemia e câncer gástrico.<sup>10</sup>

A metahemoglobinemia ocorre quando a hemoglobina (Hb) é oxidada a metahemoglobina (Methb) por agentes oxidantes como o nitrato, sendo esta última forma (Methb) incapaz de transportar oxigênio aos tecidos. Em fetos humanos, a concentração de nitrato circulante no sangue da mãe pode passar pelo cordão umbilical, pois este nitrato se encontra na forma de ion.<sup>11</sup>

Quando o bebê nasce, ele pode apresentar uma característica peculiar de coloração escura do tecido epitelial. Sua epiderme apresenta manchas escuras (azuladas e roxas), devido à insuficiência de oxigênio esse quadro é preocupante devido à substituição do ferro pelo nitrato na hemoglobina esta doença é conhecida popularmente como Síndrome do bebê azul.<sup>11</sup>

Em crianças menores de 6 meses de idade a indução a metahemoglobinemia pode estar relacionada com o pH intestinal mais alcalino proporcionando o crescimento de bactérias conversoras de nitrato em nitrito. Entretanto, a metahemoglobinemia pode ser induzida por vários fatores como anomalias congênitas e na forma adquirida pela exposição a inúmeros agentes oxidantes.<sup>12</sup>

Outra patologia que tem ligação com o consumo de nitrato através da dieta é o câncer gástrico. A reação de agentes nitrosantes como o nitrato com aminas, levam a formação de compostos nitrosos que são substâncias químicas classificadas como carcinogênicas.<sup>13</sup>

## Métodos

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Paulista em 8 de dezembro de 2017 sob o número 2.424.203 (Anexo 1).

## Localização

A amostragem foi realizada durante o segundo e o primeiro semestre de 2017 e 2018, respectivamente, em duas residências que utilizam água de poços para o consumo humano (ponto 1 e 2) e também são abastecidas com água tratada pela SABESP, dos quais, duas fontes diretas (água da torneira ou água da rua da SABESP) foram avaliados e nomeados de S1 e S2, ambos no Município de Carapicuíba, localizado na região oeste da cidade de São Paulo (Fig.1), para o diagnóstico de íon nitrato ( $\text{N-NO}_3^-$ ) e ausência ou presença de bactérias patogênicas *Escherichia coli*.

Seguiram-se as Normas e protocolos de Agências Ambientais Brasileiras e Estrangeiras como referências nos processos de amostragem e análise microbiológica, química e físico-química nas águas de poços e em água de abastecimento público. Protocolos da American Public Health Association – APHA, United States Environmental Agency – USEPA e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, além de outras referências bibliográficas.

No momento de cada coleta, um questionário contemplando vinte questões foi aplicado a cada voluntário sobre o conhecimento da qualidade e os fins de uso da água de seus poços. Dentro dessas vinte questões, destacam-se o uso de desinfetantes (hipoclorito de sódio) e/ou filtros para retenção de particulados sólidos em poços.



Figura 1. Mapa dos bairros Cidade Ariston e Jardim Carapicuíba, pertencentes à Carapicuíba (adaptado de IBGE, 2017)

## Estudos de Contaminantes

### Íon nitrato

As águas de poços foram coletadas com amostradores descartáveis do tipo bailers (Fig. 2) e, em seguida foram transferidas para frascos de polipropileno com capacidade de 250 mL, preservadas em caixas térmicas com temperatura controlada ( $4^\circ\text{C} \pm 2$ ), conforme o

método analítico APHA 4500- $\text{NO}_3^-$ -B via espectrofotômetro UV e visível (Fig.3). As amostras foram encaminhadas ao laboratório de análises ambientais Acquasys Ltda, credenciado para o método citado acima sob o número 0808 do INMETRO.

Dentre os métodos analíticos utilizados para determinação de nitrato em águas a espectrofotometria vem se destacando, todavia, a técnica deve ser realizada com cautela para que possíveis interferentes não coloquem em risco a qualidade da técnica.

Para a medição do nitrato foram utilizados os comprimentos de onda de 220 nm, inicialmente, as amostras dos poços foram filtradas para garantia de resultado de apenas íon nitrato dissolvido, na qual foi utilizada uma membrana filtrante de celulose quantitativa. Todas as amostras foram analisadas em duplicatas para relacionar o valor obtido pela absorbância relativa à possível presença da matéria orgânica como interferente nos resultados.



Figura 2. Amostrador Bailer.  
Foto de: Renata Bazante (2018)

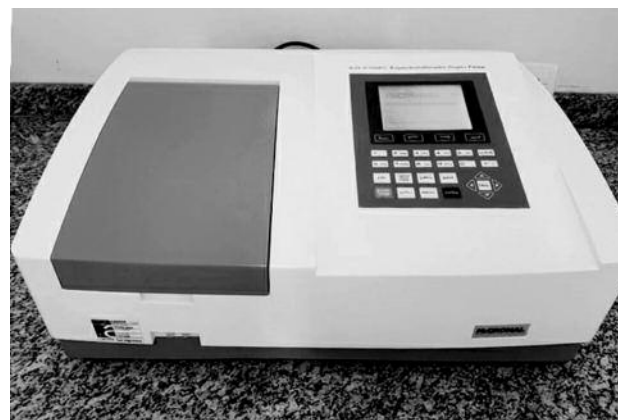


Figura 3. Equipamento espectrofotômetro utilizado na técnica para determinação de nitrato. (Modelo AJAX-6100P6 espectrofotômetro duplo feixe). Foto de: Renata Bazante (2018)

## *Escherichia coli*

Partes das amostras de água foram encaminhadas para o laboratório de Biologia da Universidade Paulista – UNIP (campus Alphaville) através do Instituto de Ciência e Saúde (ICS-UNIP) para o diagnóstico microbiológico da bactéria patogênica *Escherichia coli*. O método 9215c de semeadura foi o Spread Plate (APHA, 2001), adaptado às condições laboratoriais e sem diluição (1,0 ml), utilizando primeiramente para o cultivo o meio seletivo - Ágar Mac Conkey, sempre em duplicata, incluindo o controle de campo e laboratorial (Fig.4). O crescimento de colônias de bactérias foi em estufa com a temperatura controlada de  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  (Fig. 5). Após 48 horas de crescimento foi utilizado o meio de cultura M-Endo Agar Les meio seletivo e diferencial, adaptado as condições laboratoriais (Fig.6). Após o período de incubação de 24 horas a  $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$  colônias com características típicas foram observadas, conferindo as colônias de coliformes (termotolerantes) uma coloração escura característica com brilho metálico esverdeado.



**Figura 4.** Meio de Cultura Mac Conkey. Foto de: Renata Bazante (2018)



**Figura 5.** Estufa para crescimento de colôniabacteriana. Foto de: Renata Bazante (2018)



**Figura 6.** Colônias de coliformes no meio M- Endo Agar Les. Foto de: Ariaveni Flores Oliveira (2018)

## *Análise físico-química*

As análises físico-químicas foram realizadas em campo com o uso do equipamento multiparâmetro da marca Hanna, modelo HI 9828. Este equipamento forneceu os seguintes parâmetros em tempo remoto: condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ ); temperatura ( $^\circ\text{C}$ ); potencial hidrogênio iônico (pH), Oxigênio Dissolvido (mg/L). Este foi calibrado com reagentes específicos de acordo com o manual do fabricante e foi verificada a presença de Cloro Total através do teste Fotométrico com reagentes químicos, proporcionando uma leitura de até 3,5 mg/L, de acordo com a norma 330.5 da USEPA.

Foi realizado um mapa georreferenciado da região de estudo, determinando as coordenadas geográficas dos pontos de coleta. (Tabela 1).

Foi realizado um levantamento da concentração de nitrato nos relatórios anuais da SABESP, esses dados estão disponíveis a todos os cidadãos que buscam informações sobre a qualidade da água de diversas represas, dentre as quais a represa Cantareira que abastece Carapicuíba. Complementando o estudo, partindo da premissa que fontes hídricas de nascentes são po-

táveis ao consumo humano, um novo levantamento da concentração do íon nitrato em rótulo foi verificado em cinco marcas diferentes. Essas marcas são comercializadas em garrafas PET em toda cidade de São Paulo.

## Resultados

De acordo com os resultados da qualidade das águas subterrâneas e observando sua localização, nota-se que a área estudada compreende os bairros de Cidade Ariston e Jardim Carapicuíba e o atual parque Gabriel Chucre, localizado na área onde situava o antigo lixão de Carapicuíba somando mais 3,5 km e compreendendo uma área de 4,95 km de estudo.

## Microbiológico

A análise microbiológica demonstrou presença da bactéria *Escherichia coli* em todas as amostras nos períodos chuvoso e seco, exceto nas amostras de água tratada pela companhia de Saneamento SABESP. As Tabelas 2 e 3 abaixo mostram os resultados microbiológicos durante os períodos chuvoso e seco.

## Físico-Químico

De acordo com a portaria 2.914 do Ministério da Saúde, o resultado foi insatisfatório para o parâmetro Cloro total em todas as amostras, durante os períodos seco e chuvoso, ou seja, o valor estava fora da faixa do VMP (Valor máximo permitido) – Tabelas 4 e 5.

**Tabela 1. Dados do Georreferenciamento dos pontos de coleta**

Poços	Latitude	Longitude
Ponto 1	X-311.320,13	Y-7.396.500,29
Ponto 2	X-312.967,15	Y-7.396.470,25

**Tabela 2. Resultado Microbiológico das amostras de água consumida (Período Seco)**

Amostra	<i>E. coli</i> (VMP Ausência / 100 ml)
P1	Ausente
P2	Presente
S1	Ausente
S2	Ausente

VMP: Valor Máximo Permitido (de acordo com a portaria 2.914/11 do MS) para amostra em duplicata; P = poço; S = Sabesp

**Tabela 3. Resultado Microbiológico das amostras de água consumida (Período Chuvoso)**

Amostra	<i>E. coli</i> (VMP Ausência / 100 ml)
P1	Presente
P2	Presente
S1	Ausente
S2	Ausente

VMP: Valor Máximo Permitido (de acordo com a portaria 2.914/11 do MS) para amostra em duplicata; P = poço; S = Sabesp

**Tabela 4. Resultado das análises físico-químicas das amostras de água (Período Seco)**

Poço	Profundidade (m)	pH	Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ )	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Cloro total(mg/L-Cl)	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Água
1	2.32	5.30	225	1.4	0.06	21.60	
2	5.40	4.60	215	3.0	0.00	19.43	

**Valores Máximos Permitidos (VMP): pH entre 6,0 até 9,5. Cloro total entre 0,2 a 5,0 mg/L. Os demais parâmetros não possuem valores estabelecidos pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde**

Tabela 5. Resultado das análises físico-químicas das amostras de água (Período Chuvoso)

Poço	Profundidade (m)	pH	Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ )	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Cloro total(mg/L-Cl)	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Água
1	2.32	5	260	0.02	0.00	23.4	
2	5.40	5	200	7.00	0.0	29.0	

Valores Máximos Permitidos (VMP): pH entre 6,0 até 9,5. Cloro total entre 0,2 a 5,0 mg/L. Os demais parâmetros não possuem valores estabelecidos pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde

Tabela 6. Resultado do íon nitrato durante o período seco, chuvoso e a média desses em poços rasos

Concentração de Nitrato em Poços (Período Seco)				
Poço	Amostra	Duplicata	Média	Desvio Padrão
Poço 1	18,58	18,58	18,58	0,00
Poço 2	18,98	18,98	18,98	0,00
Concentração de Nitrato em Poços (Período Chuvoso)				
Poço	Amostra	Duplicata	Média	Desvio Padrão
Poço 1	18,39	18,68	18,54	0,21
Poço 2	18,75	18,95	18,85	0,14
Média da Concentração de Nitrato em Poços (Período Seco e Chuvoso)				
Poço	Chuvoso	Seco	Média	Desvio Padrão
Poço 1	18,54	18,58	18,56	0,03
Poço 2	18,85	18,98	18,92	0,09

Avaliando o pH das águas dos poços, os resultados obtidos estão ligeiramente ácidos, ou seja, fora do pH exigido pela portaria 2.914. (Tabelas 4 e 5). A condutividade elétrica e o oxigênio dissolvido, assim como a temperatura não são parâmetros avaliados de acordo com exigência à potabilidade. Entretanto, quando avaliamos essa água para outros fins, como a portaria 357 do CONAMA, observamos que pode ser um potencial efluente de rios próximos e que seu nível de Oxigênio Dissolvido está abaixo de 5,0 mg/L, valor ruim para a sobrevivência de organismos aquáticos, tais peixes e outros organismos. Isso pode significar um aumento de matéria orgânica e uma possível eutrofização do ambiente.

### Íon Nitrato

A média semestral de coleta para o íon nitrato encontrada para os dois poços foi de  $18,56 \pm 0,03$  e  $18,92 \pm 0,09$  de N-NO-3 mg/L, respectivamente, durante os períodos de chuva e seca. Valor muito acima do exigido pela portaria 2.914 do MS. Não houve redução considerável da concentração do íon nitrato nas águas, mesmo no período de maior pluviosidade que poderia proporcionar uma possível diluição e consequentemente diminuição. Isso pode significar que poços rasos são mais suscetíveis à contaminação antropogênica, uma vez que a água pluvial escorre e pode ser contaminada pelo descarte de esgoto doméstico ao céu aberto e pelas fossas negras que estão pró-

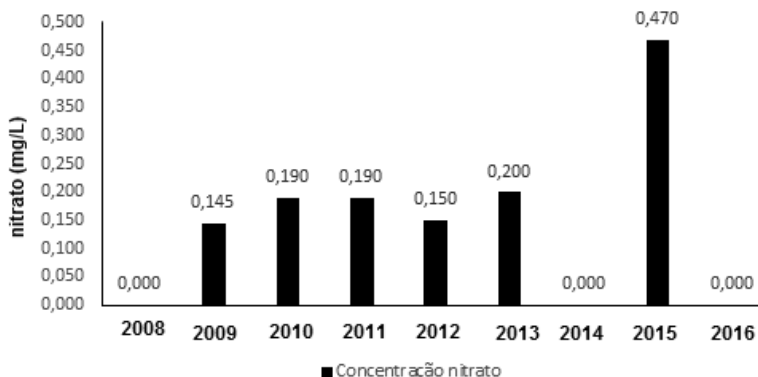


Figura 7. Resultado da concentração de nitrato (mg/L) na água durante os anos de 2008 a 2016 do Sistema Cantareira Período Seco

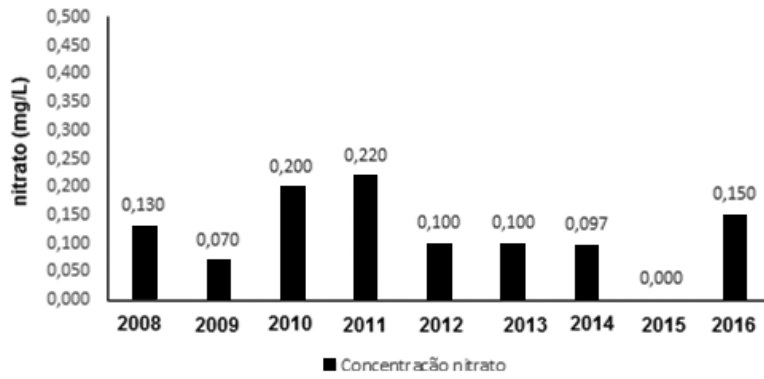


Figura 8. Resultado da concentração de nitrato (mg/L) na água durante os anos de 2008 a 2016 do Sistema Cantareira Período Chuvoso

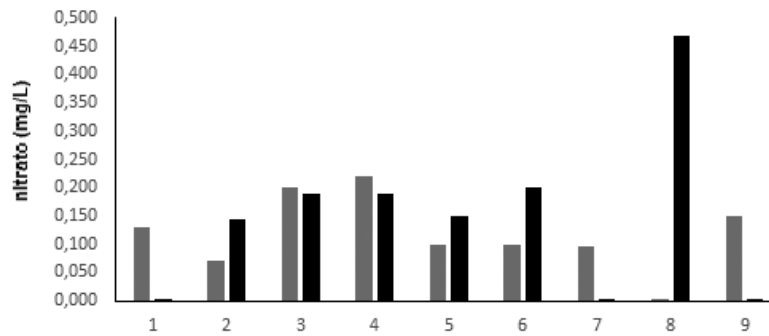


Figura 9. Comparação temporal dos resultados de nitrato (mg/L) da água da represa Cantareira

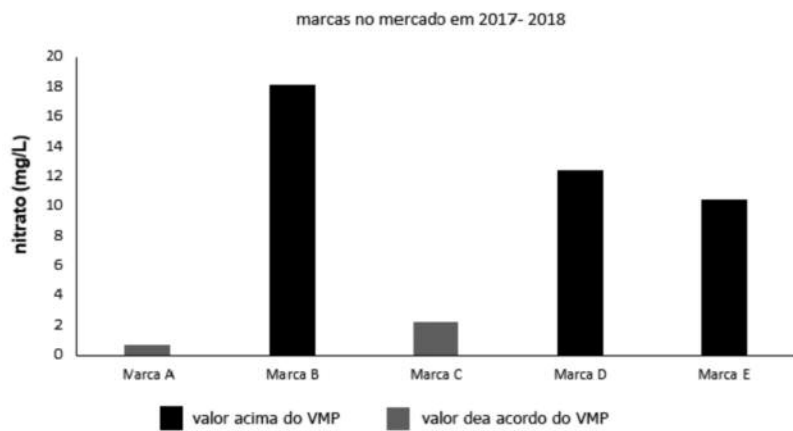


Figura 10. Concentração de Nitrato (mg/L) versus Marcas de Água Mineral. VMP = Valor Máximo Permitido

ximas (<30 metros). Segue Tabela 6 com os resultados detalhados de cada ponto e sua média.

### *Íon nitrato nos relatórios anuais disponibilizados pela SABESP da represa Cantareira*

O levantamento realizado nos relatórios anuais disponibilizados pela SABESP da represa Cantareira que abastece o Município de Carapicuíba demonstrou conformidade com a Portaria 2.914 do MS atendendo aos padrões de potabilidade para nitrato. O valor mais alto da concentração do nitrato nas águas da represa Cantareira foi 0,47 mg/L durante a estiagem e de 0,22 mg/L no período chuvoso. Os gráficos abaixo (Fig.7 e 8) representam os valores obtidos durante a última década e a comparação temporal (períodos seco e chuvoso – Fig. 9).

Observa-se que não foram realizados testes para nitrato durante o ano de 2014, 2016 no período seco, e no ano de 2015 no período chuvoso, portanto para este valor considerou-se zero apenas para efeito de compilação de dados no gráfico.

### *Valor do Íon nitrato nos rótulos das garrafas de água envasadas*

O levantamento realizado da concentração de nitrato descrita no rótulo de 5 marcas de água envasadas para avaliar a conformidade dada pela portaria 2.914 do MS, resultou em apenas duas marcas de acordo, nomeadas de A e C e as outras três marcas, nomeadas B, D e E, apresentaram-se acima dos valores permitidos. O gráfico abaixo compara os valores obtidos das cinco marcas pesquisadas (Fig.10).

## **Discussão**

O Ministério da Saúde estabelece pela Portaria 2.914 Valores Máximos Permitidos (VMP) para determinados parâmetros físico-químicos, tais como pH, por exemplo, o valor estipulado de pH para água potável é entre 6,0 a 9,5.

De acordo com o resultado do pH da água dos poços 1 e 2, os dados indicaram que ambos os poços estão impróprios para consumo humano, pois o valor encontrado foi de 5,0, ligeiramente ácidas e não estabelece correlação temporal. Neste contexto a água ácida provoca um maior potencial hidrogeniônico, devido à escala logarítmica.

O sangue tem o pH em torno de 7.45 isto significa que substâncias ácidas promovem uma situação metabólica no nosso corpo que estimula a perda óssea, causando osteoporose acentuada à medida que envelhecemos.

O uso de hipoclorito de sódio ou potássio na água é utilizado para desinfecção da água, com objetivos de eliminar bactérias e outros microrganismos; um modo

rápido de desinfetar a água para uso e consumo humano. O ministério da Saúde portaria 2.914 estabelece que para o parâmetro cloro total os valores máximos permitidos entre 0,2 e 5,0 mg/L.<sup>14</sup>

Os resultados de cloro total nos períodos de seca e chuva nos poços foram equivalentes à zero. De acordo com a portaria 2.914, para água potável o valor está fora do VMP, indicando ausência de cloro na água.

A condutividade elétrica representa a quantidade de íons dissolvidos na água, sendo assim quanto mais íons dissolvidos na água maior será o valor da condutividade elétrica. Para esse parâmetro não há valores máximos permitidos na portaria 2.914.<sup>15</sup>

O oxigênio dissolvido é um parâmetro utilizado para avaliar a quantidade de oxigênio dissolvido na água; esse parâmetro é extremamente importante para a manutenção da vida aquática, embora a portaria 2.914 não defina como parâmetro, este se encontra na portaria 357 do CONAMA que estabelece que para o parâmetro oxigênio dissolvido não seja inferior a 6mg/L.<sup>15</sup>

As amostras analisadas apresentaram valores bem abaixo do permitido de oxigênio dissolvido demonstrando a presença de matéria orgânica. Dessa forma, tanto fontes subterrâneas e superficiais merecem atenção, pois a água é fonte de vida.

A temperatura da água varia ao longo do dia, entretanto a deposição de efluentes nos recursos hídricos contribui para um maior aumento da temperatura da água influenciando o ciclo biológico dos microrganismos e a manutenção de vidas aquáticas, esse parâmetro citado acima não tem valores estabelecidos pelo Ministério da Saúde.<sup>14</sup>

Segundo o Ministério da Saúde Portaria 2.914 a água para consumo humano deve apresentar ausência total de coliformes totais. Um dos parâmetros microbiológicos utilizados como indicador de qualidade da água é a bactéria *Escherichia coli*, na qual deve estar totalmente ausente em 100 mL de água. Os poços 1 e 2 apresentaram a bactéria *Escherichia coli* nos períodos de chuva e seca, isto indica contaminação fecal e um sério problema na saúde dos consumidores.

Nas mesmas residências onde foram estudados os poços, torneiras com ligação direta da água da SABESP foram analisadas para efeito de comparação da qualidade, pois esta recebe tratamento para potabilidade. De acordo com os resultados, todas as amostras coletadas apresentaram ausência total de *Escherichia coli* em ambos períodos – chuva e seca – atendendo ao padrão microbiológico de potabilidade.

O nitrato é um dos contaminantes de maior prevalência em águas subterrâneas, devido a sua capacidade de dissolução. No Brasil a portaria 2.914 do Ministério da Saúde estabelece que em água potável o limite de nitrato não deverá exceder 10,0 mg/L de N ou 44 mg/L de NO<sub>3</sub>-34.



Diante desses valores e o efeito do nitrato na saúde, considera-se valores acima do VMP uma ameaça à saúde humana. De acordo com a profundidade dessa água, os poços podem ser classificados, em rasos ou profundos, ou seja, poços rasos são os menores que 20 metros de profundidade.

A maioria se contamina facilmente devido a construção irregular ou proximidade com fontes de contaminação, tais como fossas negras numa distância menor que 30 metros dos poços. Esses poços são susceptíveis a contaminações por nitrato.<sup>9</sup>

Devido ao aumento de águas subterrâneas contaminadas por nitrato há uma preocupação com o monitoramento dessas águas em consequência dos malefícios que esse contaminante pode trazer a saúde humana. Outro agravante observado, ao redor dos poços analisados, foi às construções próximas de fossas e esgotos a céu aberto e, um ambiente com circulação de animais e depósito de lixo reciclados, que podem atrair insetos e outros animais, como roedores.

Levantamento histórico sobre a cidade de Carapicuíba mostra que o município agregava um dos maiores lixões a céu aberto da cidade de São Paulo, isto significa que a área desse lixão era de aproximadamente 130 mil m<sup>2</sup>. Todo lixo do município era depositado sem tratamento, o que gerou uma contaminação no solo de Carapicuíba. Sendo assim, não se pode excluir a possibilidade de que a contaminação dessas águas subterrâneas tenha sido contaminada também por esses resíduos sólidos, uma vez depositados incorretamente e, já que as localidades estudadas estão situadas próximas a este antigo lixão. O ponto 1 está aproximadamente a 3,5 km do antigo lixão e o ponto 2 a 2,5 km demonstrando um raio de foco de contaminação.

No levantamento de dados da concentração de nitrato no sistema Cantareira realizada em relatórios anuais da SABESP, este apresentou para o nitrato um VMP dentro do permitido pela portaria. Tendo em vista que essa água é uma das principais fontes hídricas que abastece a cidade de São Paulo, incluindo o município de Carapicuíba, a média foi de 0,13 durante o período chuvoso e 0,22 para período seco muito abaixo do VMP estabelecido pela 2.914 do MS.

A verificação da concentração de nitrato nos rótulos de 5 garrafas de água mineral apontou para duas marcas chamadas de A e C. Essas marcas estavam dentro dos valores máximos permitidos, respectivamente; porém, três marcas (B, D e E) observou-se que estavam acima do valor máximo permitido pela Portaria 2.914 do MS, isto é, acima de 10 mg/L. Nesse sentido, classificando as marcas B, D e E como impróprias para o consumo humano. Os dados obtidos no levantamento realizado nas águas envasadas mostram que essas empresas que comercializam essas águas necessitam de uma fiscalização e um monitoramento constante.

Um estudo realizado no ano de 2015 na cidade de São Paulo analisou os seguintes contaminantes, nitrato e nitrito nas garrafas envasadas e constatou que algumas amostras apresentaram maior concentração de nitrato ao informado pelo rótulo.<sup>16</sup>

É necessário estabelecer parâmetros rígidos para comercialização dessas águas minerais, tendo em vista os efeitos maléficos de seu consumo em longo prazo diretamente na saúde da população.

## Conclusão

O presente estudo apontou que a concentração de nitrato nas águas subterrâneas (poços) em todos os testes apresentou resultados acima dos valores máximos permitidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, além da presença de *Escherichia coli* em um dos poços no período seco e presente nos dois poços no período chuvoso, respectivamente. Ao observar esses dados e compará-los com os parâmetros de potabilidade, conclui-se que essas águas subterrâneas se apresentam impróprias para consumo humano. Foi apresentado todos os resultados do estudo à comunidade que consome essas águas e orientado acerca dos riscos das respectivas fontes. Dessa forma, se faz necessário desenvolvimento de políticas públicas e ações que visem os primeiros cuidados com a saúde de comunidades com iniciativas de sanear e intervir em melhorias da qualidade dessas águas, garantindo sua potabilidade e promover a saúde para todos.

## Referências

1. Leoneti AB, Prado EL, Oliveira SVWB. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. *Rev Administração Pública*; 2011; 45 (2): 331-48.
2. Yamagushi RB. Especificação de alumínio em águas subterrâneas na região do manancial Billings: Aplicação da radiação ionizante na digestão amostral para fins analíticos e na proposta de remediação [Tese]. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; 2013.
3. Costa DD, Kempka AP, Skoronsk E. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato: O Panorama do problema no Brasil, suas consequências e soluções potenciais. *Rev. Eletr Prodema*; 2016; 10 (2): 49-61.
4. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 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* 14 de dezembro 2011; Seção 1.
5. Varnier C, Hirata R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque ecológico do Tiete São Paulo Brasil. *Rev. Águas Subterrâneas*; 2002; nº 16.

6. Varnier C, Iritani MA, Viotti M, Oda GH, Ferreira LMR. Nitrato nas águas Subterrâneas dos Sistemas Aquífero Bauru Área Urbana do Município de Marília SP. *Rev Inst Geol*; 2010; 1(2): 1-21.
7. Biguelini CP, Gumy MP. Saúde Ambiental: Índices de Nitrato em águas subterrâneas de poços profundos na região Sudoeste do Paraná. *Rev Faz Ciênc*. 2012; 14 (20): 153-75.
8. Saling C, Graff A, Oliveira EC, Böckel WJ. Avaliação da qualidade da água de poços rasos no município de Colinas – RS. *Rev. Tecno – Lógica*; 2017; 21 (2): 59-64.
9. Silva D, Mioglierini R, Silva E, Lima Z, Moura I. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). *Rev. Eng San Amb*; 2014; 19(1): 43-52.
10. Bezerra A, Rocha, Nogueira E, Araújo F, Farias M, Brandão M, Pantoja L. Teor de nitrato nas águas subterrâneas da região metropolitana de Fortaleza Ceara: um alerta. *Semina Ciênc Biol Saúde*; 2017; 38(2): 129-36.
11. Nascimento TS, Pereira ROL, Mello HLD, Costa J. Metemoglobinemia: do diagnóstico ao tratamento. *Rev. Bras Anestesiol*; 2008; 58(6): 651-64.
12. Abreu e Lima LR, Gallas FRBG. Metahemoglobinemia durante a utilização de óxido nítrico em criança submetida a transplante cardíaco: relato de caso. *Rev Med*. 2017; 96(2): 125-30.
13. Baú FC, Huth A. Fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento do câncer gástrico e de esôfago. *Rev. Contexto Saúde*; 2011; 11(21): 16-24.
14. Araújo GFR, Tonani KAA, Juliao FC, Cardoso OS, Alves RIS, Ragazzi M, et al. Qualidade físico química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. *Rev. O mundo da Saúde*. 2011; 35(1): 98-104.
15. Macedo TL, Rempel C, Maciel MJ. Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos em município do Vale do Taquari RS. *Tecnológica*; 2018; 22(1): 58-65.
16. Milanez TV, Souza A, Bernardo PEM. Nitrato e Nitrito em água mineral envasada comercializada na cidade de São Paulo. *Bol Inst Adolfo Lutz*. 2015; 25(1): 12-4.

**Endereço para correspondência:**

Ariaveni Flores de Oliveira  
Av. Yojiro Takaoka, 3500 – Santana do Parnaíba  
São Paulo-SP, CEP 06541-038  
Brasil

E-mail: ariavenioliver@hotmail.com, renatabazante@hotmail.com

Recebido em 20 de abril de 2020  
Aceito em 14 de maio de 2020