



Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Qualidade físico-química e microbiológica da água em reservatórios subterrâneos na cidade de Vitória da Conquista-BA para fins de potabilidade

Physical-chemical and microbiological quality of water in underground reservoirs in the city of Vitória da Conquista-BA for potability purposes

Aline Aguiar Dourado¹; Lorena Lima Ferraz¹; Adeid Rodrigues Santos Silva²; Felizardo Adenilson Rocha¹ ✉

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia.

² Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Bahia.

✉ alyneh.dourado@gmail.com, lorenalferraz@gmail.com, adeid-rodriques@hotmail.com, felizardoar@hotmail.com

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar e apresentar os resultados do monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da água subterrânea da cidade de Vitória da Conquista, localizada no sudoeste da Bahia, verificando sua conformidade com a legislação. Foram escolhidos seis poços tubulares distribuídos na área urbana da cidade e que atendem residências, condomínios e instituições federais de ensino. O estudo analisou os parâmetros temperatura, pH, potencial de oxirredução (ORP), turbidez, cor, sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), salinidade, coliformes totais e coliformes termotolerantes ao longo de sete meses de monitoramento mensal ininterrupto. Foi observado que os parâmetros pH, cor, turbidez, DBO e oxigênio dissolvido encontram-se fora da faixa permitida na maioria dos poços analisados. Um dos poços apresentou contaminação por coliformes totais e termotolerantes, se mostrando imprópria para consumo humano. Conclui-se que os poços estudados carecem de tratamento convencional ou simplificado para atingir os níveis de potabilidade aceitáveis. O monitoramento das variáveis físico-químicas e microbiológicas ajudou a melhorar o banco de dados sobre a qualidade das águas subterrâneas da cidade.

Palavras-chave:

Água subterrânea.
padrões de potabilidade.
consumo humano.

Keywords

Groundwater.
potability standards.
human consumption.

Abstract

The objective of this study was to evaluate and present the results of the monitoring of the physical-chemical and microbiological quality of the underground water of the city of Vitória da Conquista, located in southwest Bahia, verifying its conformity with the Legislation. Six tubular wells were selected to serve residential, condominiums and federal educational institutions distributed in the urban area of the municipality. The study analyzed the following parameters: temperature, pH, oxireduction potential, turbidity, color, dissolved total solids, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, salinity, total coliforms and coliforms thermotolerant over seven months of uninterrupted monthly monitoring. It has been observed that the pH, color, turbidity, biochemical oxygen demand and dissolved oxygen parameters are outside the permitted range in most of the analyzed wells. One of the wells presented contamination by thermotolerant and total coliforms, showing itself unfit for human consumption. It is concluded that the studied wells lack conventional or simplified treatment to achieve acceptable drinking levels. The monitoring of the physico-chemical and microbiological variables helped to improve the database on the quality of the groundwater of the city.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v32i2.29156>

1. INTRODUÇÃO

A marcha da urbanização e o intenso processo de expansão demográfica tem provocado o uso desordenado da terra, sendo fatores que impactam drasticamente a disponibilidade e qualidade das águas em uma bacia hidrográfica. Por motivos de escassez das águas superfi-

ciais, tem-se notado um significativo aumento do consumo dos recursos hídricos subterrâneos, uma vez que o uso dessas fontes para atividades humanas apresenta baixo custo e, na maioria das vezes, boa qualidade natural (REBOUÇAS, 2002). Estima-se que, no Brasil, mais de 40% da população utiliza água proveniente de fontes subterrâneas para diversos fins (HIRATA, ZOBY e OLIVEIRA, 2010).

No país, aliado à crescente utilização de reservatórios subterrâneos, Zoby (2008) destaca o aumento na quantidade de poços construídos sem critérios técnicos adequados. Dessa forma, a qualidade da água armazenada é colocada em risco, uma vez que, em locais inadequados, a perfuração pode colocar em contato as águas superficiais mais suscetíveis a contaminações, com as águas mais profundas (ANA, 2007).

A garantia de água que atenda aos padrões de potabilidade para o consumo humano é questão relevante para a saúde pública. No Brasil, a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, definida na portaria nº 2914 de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece os valores máximos permitidos (VMP) para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas para uma água ser considerada potável. Portanto, a água só é considerada própria para consumo quando ela se encontra dentro dos limites estabelecidos pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, logo, caso os parâmetros se encontrem fora dos limites, a água é considerada inadequada para fins de potabilidade (BRASIL, 2011).

Entre os vários ensaios possíveis para verificar a qualidade da água, tem-se a análise de coliformes totais e coliformes termotolerantes. A avaliação microbiológica possui papel de destaque na determinação da qualidade hídrica, visto que há grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal que pode se encontrar presente na água, tornando-a inadequada para consumo (BETTEGA, 2006).

O município de Vitória da Conquista possui a terceira maior população do estado da Bahia, com aproximadamente 340 mil habitantes. Devido à constante falta de água superficial para abastecimento da região, o consumo de água subterrânea é elevado tanto nas atividades industriais quanto domiciliares, tornando-se comum a existência de poços subterrâneos no setor da construção civil. No entanto, não existem estudos que avaliem a qualidade da água subterrânea para consumo humano na região.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados do monitoramento da qualidade da água subterrânea, durante o período de sete meses, em diferentes poços artesanais distribuídos na cidade, verificando a qualidade da água em termos das variáveis físico-químicas e microbiológicas para fins de potabilidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento foi conduzido no município de Vitória da Conquista, região sudoeste da Bahia, situada a 14° 53' de latitude sul e 40° 48' de longitude oeste. A cidade conta com um clima tropical de altitude pela sua elevação, com média de 923 m e mais de 1 100 m nos bairros mais altos. A pluviosidade média anual é de 717 mm, com estação seca de maio a setembro.

Foram selecionados seis poços artesanais (Figura 1) existentes na cidade em diferentes bairros, realizando análises mensais em triplicata, durante sete meses, dos parâmetros Temperatura, pH, Potencial de Oxirredução (ORP), Turbidez, Cor, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Salinidade, Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes. As coletas foram realizadas entre os meses de janeiro e julho de 2017.

A Tabela 1 corresponde a caracterização de cada poço e como foram enumerados para organização dos resultados.

Figura 1. Localização dos poços de coleta. Fonte: Autores (2018).

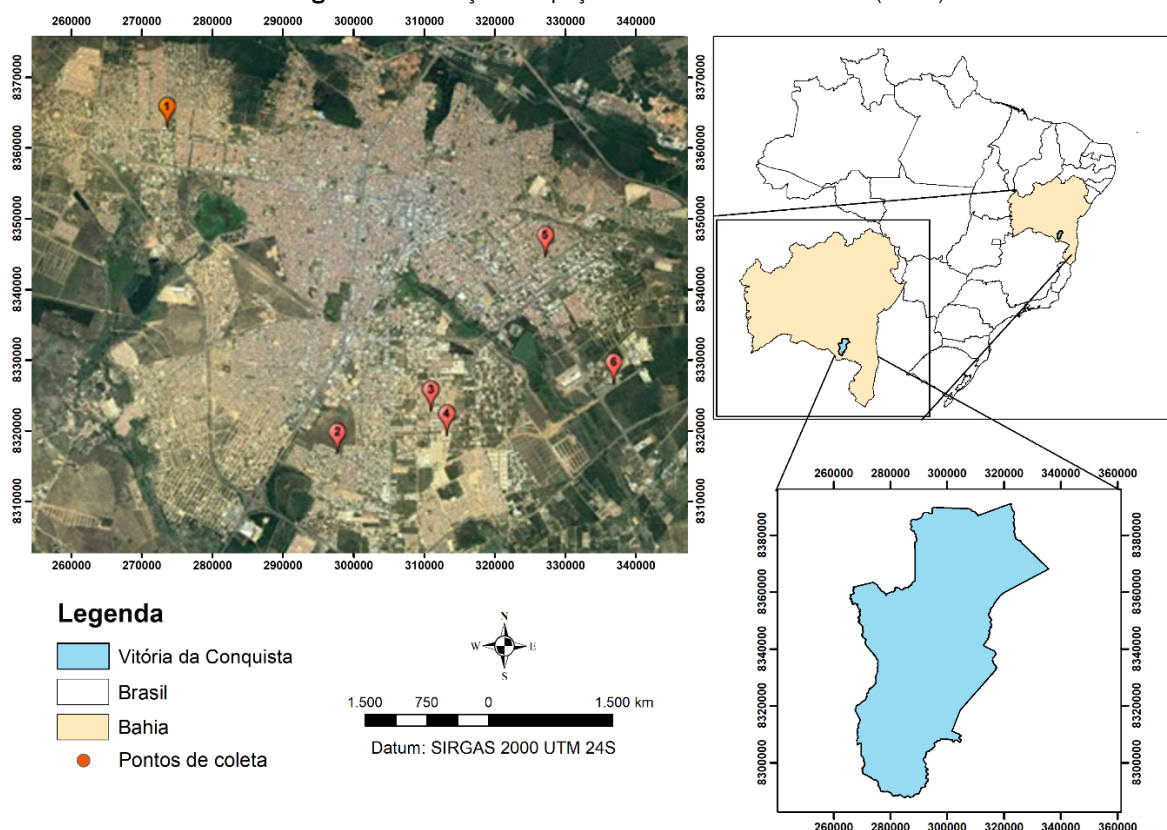


Tabela 1. Caracterização dos poços tubulares em estudo.

	Local	Bairro	Profundidade	Tempo de perfuração
Poço 1	IFBA	Zabelê	50 m	24 meses
Poço 2	Condomínio A	Morada dos Pássaros	200 m	20 meses
Poço 3	Condomínio B	Jardim Guanabara	30 m	33 meses
Poço 4	Condomínio C	Alto da Boa Vista	60 m	40 meses
Poço 5	Residência	Candeias	31 m	42 meses
Poço 6	UFBA	Candeias	44 m	42 meses

No procedimento de coletas das amostras de água para análise de cor, turbidez, OD, sólidos totais dissolvidos e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foram empregados recipientes de polietileno com capacidade de um litro, conforme recomendações de Baird (2017). As amostras foram acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo, mantendo a temperatura em torno de 4 °C, para conservação até a análise. Posteriormente, as análises das variáveis foram realizadas no Laboratório de Água e Esgoto do Instituto Federal da Bahia, campus Vitória da Conquista.

Para a avaliação da presença de coliformes, os recipientes de vidro foram devidamente esterilizados em autoclave e, após coleta das amostras, foram analisadas em até 24 horas (BAIRD, 2017). A determinação dos valores das variáveis físico-químicas pH, salinidade, condutividade elétrica, potencial de oxirredução foi realizada in loco, empregando a sonda multiparâmetro, marca HORIBA modelo U52g.

A constatação da presença de *Escherichia coli* é obtida através da ação da enzima β -glucuronidase, que é caracteristicamente produzida pela *Escherichia coli*, sobre o substrato 4-metilumbeliferil- β -D-glucuronídeo (MUG); quando o MUG é degradado, o produto resultante (4-metilumbeliferona) apresenta fluorescência azul sob luz ultravioleta (360nm) (COVERT et al., 1989).

Para determinação de coliformes totais e termotolerantes empregando as técnicas dos substratos enzimáticos, foi aplicada a análise em cartelas. Para a contagem, utilizou-se os sistemas Quanti-tray® compostos por flaconetes com meios de cultura e cartelas estéreis com 50 e 96 cavidades, respectivamente. O Quanti-tray® permite determinar NMP de 1 a 200 coliformes por 100mL. Os resultados de coliformes totais e termotolerantes foram obtidos simultaneamente, consultando a tabelas do número mais provável (NMP), conforme descrito em Silva et al. (2000).

Os resultados das análises experimentais foram submetidos a tratamento estatístico para determinação dos valores médios de cada parâmetro, além do erro médio e desvio padrão. Os resultados foram comparados com a portaria do Ministério da Saúde n° 2.914/2011 e a Resolução CONAMA n° 357/2005, com o objetivo de verificar se os valores obtidos se encontram nos limites estabelecidos por estas resoluções. Para os parâmetros que não possuem faixa de valores definidos pelas regulamentações, procedeu-se a comparação com a literatura consultada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

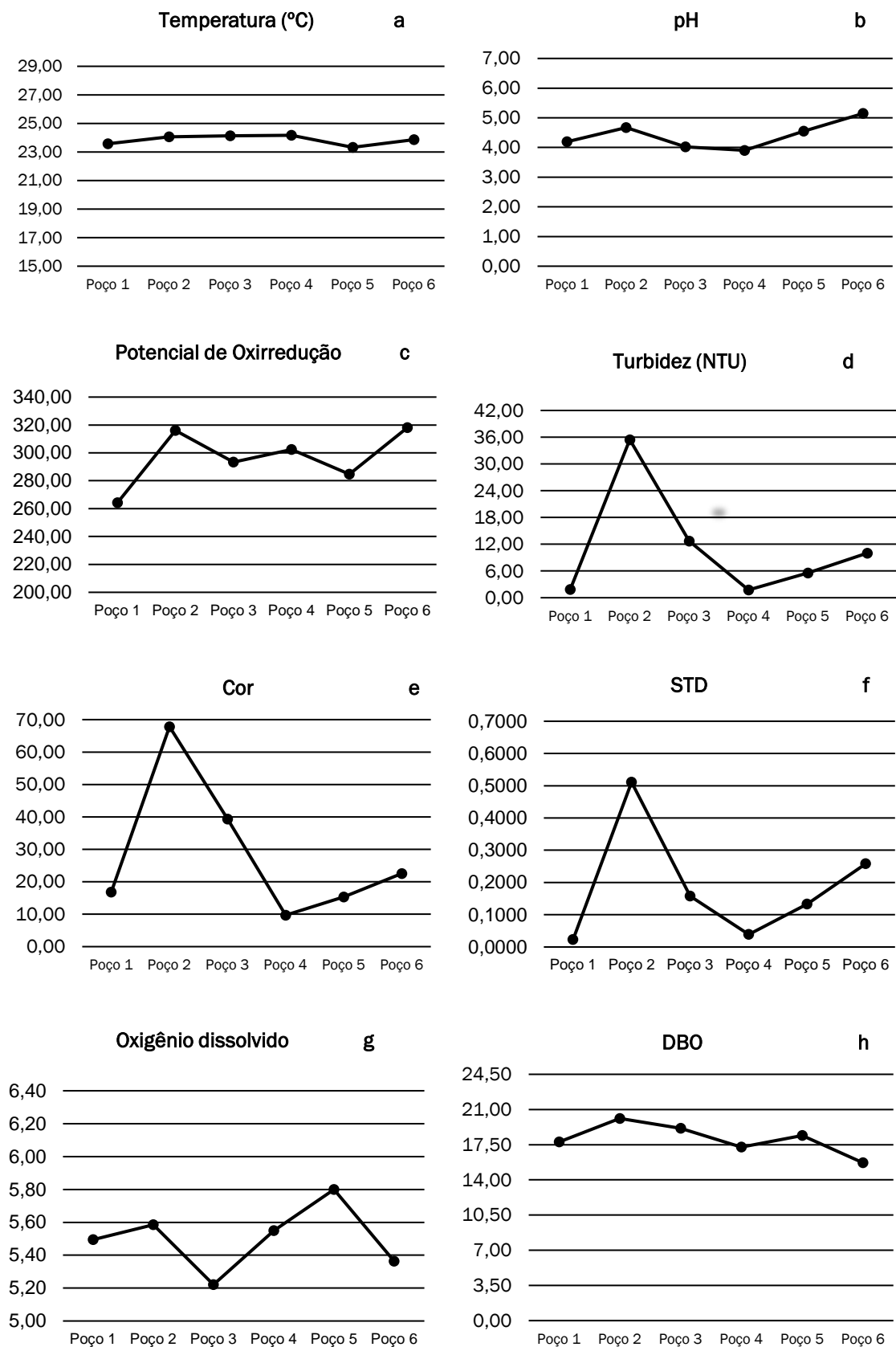
Na Tabela 2 são apresentados os valores médios encontrados de cada parâmetro físico-químico e microbiológico após sete meses de análises mensais ininterruptas e em triplicata.

Tabela 2. Parâmetros de análise físico-químicos dos poços analisados, onde ORP: Potencial de oxirredução, STD: Sólidos totais dissolvidos, OD: Oxigênio dissolvido e DBO: Demanda bioquímica de oxigênio.

Parâmetro		Poço 1	Poço 2	Poço 3	Poço 4	Poço 5	Poço 6
Temperatura (°C)	Média	23,6	24,1	24,1	24,2	23,3	23,9
	Desvio padrão	1,3	1,7	1,8	1,7	1,3	1,6
	Erro padrão	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
	Regulamentação			-			
pH	Média	4,2	4,7	4,0	3,9	4,6	5,1
	Desvio padrão	0,6	1,0	0,6	0,8	0,3	0,7
	Erro padrão	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
	Portaria n° 2914/2011			6 a 9,5			
	CONAMA n° 357/2005			6,0 a 9,0			
ORP (mV)	Média	264,2	316,0	293,4	302,4	284,7	318,1
	Desvio padrão	51,7	61,0	27,7	61,1	41,5	69,1
	Erro padrão	11,3	13,3	6,1	13,3	9,1	15,1
	Jardim (2014)			-400 a 400			
Turbidez (NTU)	Média	1,9	35,5	12,7	1,8	15,4	10,0
	Desvio padrão	1,3	38,6	7,2	0,7	4,8	9,9
	Erro padrão	0,3	8,4	1,6	0,2	1,1	2,2
	Portaria n° 2914/2011			5,0			
Cor (µH)	Média	16,9	67,8	39,4	9,7	15,4	22,6
	Desvio padrão	12,1	41,9	22,4	8,8	11,0	25,0
	Erro padrão	2,6	9,1	4,9	1,9	2,4	5,5
	Portaria n° 2914/2011			15,0			
STD (mg/L)	Média	0,0	0,5	0,2	0,0	0,1	0,3
	Desvio padrão	0,0	0,3	0,2	0,0	0,1	0,1
	Erro padrão	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	Portaria n° 2914/2011			1000,0			
OD (mg/L)	Média	5,5	5,6	5,2	5,6	5,8	5,4
	Desvio padrão	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,6
	Erro padrão	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
	Feitosa (1997)			0 a 5,0			
DBO (mg/L)	média	17,8	20,1	19,1	17,3	18,4	15,7
	desvio padrão	4,3	5,8	6,1	4,0	5,3	4,9
	erro padrão	1,0	1,3	1,3	0,9	1,2	1,1
	CONAMA n° 357/2005			5,0			
Salinidade (ppt)	Média	0,01	0,03	0,04	0,04	0,01	0,03
	Desvio padrão	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01
	Erro padrão	0	0	0	0	0	0
	Regulamentação			-			

A temperatura das amostras não apresentou grande variação entre os poços, como apresentado na Figura 2a, oscilando entre 23,33°C e 24,17°C com o erro padrão na faixa entre 0,29 e 0,38. Além disso, não foi encontrada resoluções que regulamentem o valor máximo permitido para tal parâmetro.

Figura 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos de cada poço estudado.



No presente estudo, os poços analisados apresentaram valores de pH mínimo e máximo igual 3,04 e 6,70, respectivamente, entretanto as médias dos reservatórios durante os meses de monitoramento encontraram-se entre 3,90 a 5,14, com erro padrão de 0,06 e 0,21. Casali (2008), afirma que os valores de pH podem variar de acordo com a composição química das águas, também influenciadas pela formação geológica e pelo o nível de contaminação, além da interferência do sistema de captação e armazenamento.

A Portaria do MS n° 2914/2011 e a Resolução CONAMA n° 357/2005 recomendam que o pH da água no sistema de distribuição esteja entre 6 a 9,5. Contudo, todos os poços analisados encontram-se fora da faixa estipulada por estas regulamentações, apresentando-se entre 3,9 (Poço 4) e 5,1 (Poço 6). As amostras também se apresentam fora da faixa estabelecida por Moura et. al. (2009), que afirma que o pH de águas subterrâneas varia entre 5,5 a 8,5, podendo ser influenciado pela alcalinidade da água.

O potencial de Oxirredução da água (ORP) é a tendência de uma substância a receber elétrons, permitindo avaliar o processo de oxirredução da matéria orgânica, determinando quais microrganismos podem se desenvolver em um determinado meio (JARDIM, 2014). Assim, a análise apresentou o ORP variando de 201 mV a 509 mV entre as réplicas analisadas, contudo, obtiveram-se as médias dos pontos amostrais variando entre 264 e 318 mV. Os valores de ORP estão dentro da faixa aceitável estabelecida por Jardim (2014), que afirma que, para águas subterrâneas, o ORP está estável quando se encontra entre os valores de -400 e 400 mV.

A turbidez em águas indica a presença de sólidos suspensos, o que interfere em sua transparência. Para água de poços, a Portaria n° 2.914/11 permite que esse parâmetro varie até no máximo 5 NTU. Na Figura 2d, observa-se que apenas os poços 1 e 4 estão dentro dos valores estabelecidos pela regulamentação para a potabilidade da água destinada a consumo humano.

O poço 2 apresentou um alto valor de turbidez e erro padrão ao compará-lo com a legislação e os demais poços. Esse fato pode ser justificado pela profundidade do reservatório e o seu tempo de perfuração, além de apresentar problemas de manutenção, evidenciado durante as coletas. Visto isso, interferências externas podem ter influenciado as análises.

Em relação à cor, a portaria n° 2.914/11 determina o valor máximo de 15 µH para a potabilidade da água, uma vez que, quanto maior o valor da cor aparente, maior será a quantidade de partículas sólidas em suspensão. Assim, é observado na Figura 2e que apenas o poço 4 está atendendo a recomendação da legislação no Ministério da Saúde. Entretanto, segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005, que dispõe sobre a classificação das águas naturais, os demais pontos podem se enquadrar na classe II, pois a resolução permite que este parâmetro tenha um valor de até 75 µH e orienta o tratamento convencional para fins de abastecimento humano.

Os sólidos totais são a soma de todas os constituintes minerais presentes na água, com o padrão de potabilidade estabelecido pela portaria n° 2.914/11, não podendo ultrapassar 1000 mg/L. Nas amostras coletadas para estudo, as médias variaram de 0,0233mg/L a 0,5110 mg/L, adequando-se aos valores estipulados para este parâmetro.

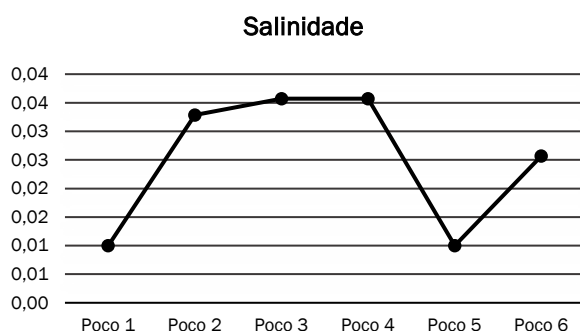
Paludo (2010), afirma que as variáveis cor, turbidez e os sólidos totais podem estar relacionadas, uma vez que os três parâmetros indicam a presença de partículas sólidas em suspensão, indício da presença de matéria orgânica que serve de nutrientes para o desenvolvimento de microrganismos. Para isto, Casali (2008) afirma que podem ser empregados tratamentos convencionais com filtros de areia, além de limpeza e manutenção frequente das fontes, poços e das caixas de armazenamento.

Analisando o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), as amostras apresentaram valores mínimo e máximo de 4,30 mg/L e 6,65 mg/L, respectivamente. Os valores normalmente encontrados em águas subterrâneas são de 0 a 5 mg/L, segundo Feitosa (1997). A média do OD das amostras em cada poço variou entre 5,22 e 5,80 mg/L, como é visto na Figura 2g. Apesar das amostras estarem acima do valor normalmente encontrado, este parâmetro não é estipulado pela Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Os valores de DBO em todas as análises se apresentaram altos, com médias entorno de 15,7 e 20,11 mg/L, uma vez que a Resolução CONAMA n° 357/2005 determina valores de até 5 mg/L para águas de Classe III. Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não se encontrem fora da faixa (BRASIL, 2011).

A Resolução CONAMA 357/2005 e a portaria n° 2.914/2011 do MS, não atribuem valores para a salinidade em relação a potabilidade, que refere-se à medida dos teores de sais dissolvidos na água. Na Figura 3, vemos que a salinidade ficou abaixo de 0,04 ppt, sendo considerada água doce segundo a Resolução n° 357/05.

Figura 3. Média de salinidade nos poços analisados.



A análise microbiológica feita durante o estudo apontou contaminação elevada por coliformes apenas no poço 2. Segundo a Portaria do MS nº. 2.914/11, a contaminação por fatores externos é característica de água potável. Houve ausência de coliformes totais em 100 ml de água para 95% das amostras coletadas, mas a presença de uma unidade formadora (UFL) de colônia em 100 ml de água, torna-a imprópria ao consumo.

A Tabela 3, disposta abaixo, descreve os resultados encontrados para cada poço analisado através da utilização do método do substrato cromogênio enzimático Colilert, que segundo Marquezi (2010), possui maior confiabilidade em relação ao método dos tubos múltiplos, uma vez que realiza o cruzamento de dados obtidos após a encubação de cartelas, e através da tabela do número mais provável (NMP), aponta o valor estimado de colônias em 100 mL. O poço 2 apresentou 12, 1 e 3 UFC de coliformes totais nos meses de janeiro, fevereiro e junho, respectivamente e 10, 8 e 1 UFC de coliformes termotolerantes nas amostras do mês de janeiro, março e junho, nesta ordem. Todas as demais amostras coletadas durante todo o período de monitoramento testaram negativo para a presença de coliformes totais e termotolerantes.

Tabela 3. Análise microbiológica em cada poço entre janeiro e julho de 2017.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Coliformes Totais							
Poço 1	-	-	-	-	-	-	-
Poço 2	12	1	-	-	-	3	-
Poço 3	-	-	-	-	-	-	-
Poço 4	-	-	-	-	-	-	-
Poço 5	-	-	-	-	-	-	-
Poço 6	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Termotolerantes							
Poço 1	-	-	-	-	-	-	-
Poço 2	10	-	8	-	-	1	-
Poço 3	-	-	-	-	-	-	-
Poço 4	-	-	-	-	-	-	-
Poço 5	-	-	-	-	-	-	-
Poço 6	-	-	-	-	-	-	-

4. CONCLUSÕES

1. Todos os reservatórios analisados apresentaram pelo menos um parâmetro fora da faixa aceitável para consumo humano.
2. O poço 2 apresentou contaminação por coliformes totais e coliformes termotolerantes, estando imprópria para fins de potabilidade.
3. Os poços estudados carecem de tratamento convencional ou simplificado para atingir os níveis de potabilidade aceitáveis.
4. A água dos poços subterrâneos da cidade se classifica como doce por apresentar valores de salinidade menores que 0,04.
5. O monitoramento das variáveis físico-químicas e microbiológicas ajudou a melhorar o banco de dados sobre a qualidade das águas subterrâneas da cidade.

REFERÊNCIAS

- BAIRD, R. B. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. Ed. Washington: American Public Health Association, 2017.
- BETTEGA, J. M. P. R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISK, G.; BARBOSA, C. A. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.30, n.5, pp.950-954, 2006.
- Brasil. CONAMA. (2005). 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. 2005.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2011). 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. 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília: ANA, 2007. 113p.
- CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do rio Grande do Sul**. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2008, 173p.
- COVERT, T.C.; SHADIX, L.C.; RICE, E.W.; HAINES, J.R.; FREYBERG, R.W. Evaluation of the auto-analysis Colilert test for detection and enumeration of total coliforms. **Appl. Environ. Microb.**, v.54, p.215-229, 1989.
- FEITOSA, F. A. C. **Hidrogeologia, conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, LAB-HID,1997, 389p.
- HIRATA, R.; ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. Água subterrânea: reserva estratégica ou mergencial. In: Bicudo, Tundisi, Scheuenstuhl (Org.). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. Cap. IX, p.149-161, 2010.
- JARDIM, W. F. Medição e interpretação de valores do potencial redox (EH) em matrizes ambientais, **Química Nova**, vol. 37, n. 7, p. 1233-1235, 2014.
- PALUDO, D. **Qualidade da Água nos Poços Artesianos do Município de Santa Clara do Sul**. CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL. Lajeado, 2010, 75p. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharel em Química Industrial. Centro Universitário Univates, Lajeado, 2010.
- SILVA, N.; SILVEIRA, N. F. A.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CATANÚSIO NETO, R. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. Campinas: ITAL/ Núcleo de Microbiologia, 2000. 99p. (Manual Técnico).
- ZOBY, J. L. G. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Agência Nacional de Águas, Brasília – DF.