



## ANÁLISE DA POTABILIDADE DAS ÁGUAS DOS POÇOS ARTESIANOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO LUÍS – MA

### ANALYSIS OF WATER POTABILITY OF WELLS ARTESIANS OF THE METROPOLITAN REGION OF SÃO LUÍS – MA

Ivaneide Ferreira do Carmo<sup>1</sup>, Neuriane Silva Lima<sup>2</sup>,  
Jéssica Jakeline Xavier de Almeida<sup>3</sup>, Aline Nunes Andrade<sup>4</sup>, Wolia Costa Gomes<sup>5</sup>,

**RESUMO:** O recurso hídrico é de suma importância para a manutenção da vida e principalmente para a saúde humana. A qualidade da água se tornou uma questão de interesse para a saúde no final do século XIX e início do século XX. Anteriormente, a qualidade da água era associada apenas a aspectos estéticos e sensoriais, tais como a cor, gosto e odor, sendo apenas estas características inadequadas para uma qualificação precisa da potabilidade da água. A Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, no Brasil, determina os parâmetros de qualidade da potabilidade da água para a população, nos quais os utilizados nessa pesquisa foram: Condutividade, Turbidez, pH, Nitrito, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais e Salinidade. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi apresentar através de análises físico-químicas a potabilidade das águas dos poços das cidades maranhenses Paço do Lumiar, Raposa, São José de Ribamar e São Luís. Os resultados obtidos se mostraram satisfatórios de acordo com os parâmetros exigidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** poços artesianos; potabilidade; parâmetros físico-químicos.

**ABSTRACT:** The water resource is of paramount importance for the maintenance of life and especially for human health. Water quality has become a matter of health concern in the late nineteenth and early twentieth centuries. Previously, water quality was associated only with aesthetic and sensory aspects, such as color, taste and odor, but these characteristics were inadequate for an accurate qualification of water potability. Ministry of Health Ordinance No. 2,914 / 11, in Brazil, determines the quality parameters of potable water for the population, in which the ones used in this research were: Conductivity, Turbidity, pH, Nitrite, Nitrate, Total Dissolved Solids and Salinity. Thus, the objective of this research was to present, through physical-chemical analyzes, the potability of the water from the wells of the cities of Paço do Lumiar, Raposa, São José de Ribamar and São Luís. The results obtained were satisfactory according to the required parameters

**KEYWORDS:** artesian wells; potability; physical-chemical parameters.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental – Universidade Ceuma. E-mail: ivaneidecarmo@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental – Universidade Ceuma. E-mail: neurianylima@gmail.com

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental – Universidade Ceuma. E-mail: jessicaengambientall@gmail.com

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Civil – Universidade Ceuma. E-mail: aline\_nunes1@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutorado em Engenharia de Processos, Mestrado em Meio Ambiente. E-mail: woliacg@gmail.com



## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a vida do ser humano e demais seres vivos, além de ser suporte imprescindível aos ecossistemas. Utilizada para o consumo humano e para as atividades socioeconômicas, é retirada de rios, lagos, represas e aquíferos, tendo influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento das populações (MINAYO et al, 2000). “É fonte de energia para hidrelétricas, de irrigação para a agricultura e têm múltiplas utilizações na indústria. ” (RIBEIRO; ROLIM, 2017, p 10).

A necessidade de um abastecimento com água de qualidade, aumento da cobertura desse serviço e outros como o esgotamento sanitário e o controle de sua qualidade, se tornam imprescindíveis para garantir a qualidade de vida da população, e estes preceitos devem ser considerados como básicos e essenciais (SÁ et al., 2005).

Uma das mais importantes reservas de água é o manancial subterrâneo. Muitas das vezes, para que seja consumida, esta água não precisa de tratamento, por conta do processo de filtragem natural que ocorre no subsolo. Fazem parte deste manancial: poços rasos e profundos, nascentes e galerias de infiltração. Os aquíferos são as camadas subterrâneas que contem água, sendo formações geológicas com poros ou espaços abertos (fissuras ou fraturas) em seu interior (PHILIPPI apud PALUDO, 2010).

As águas subterrâneas correm riscos de sofrerem contaminação, mesmo estando menos expostas que águas de rios e lagos, podendo ocorrer por meio da disposição inadequada do lixo, vazamentos de oleodutos, fossas sépticas, uso de fertilizantes e agrotóxicos, dentre outros fatores. (MONTEIRO, 2018).

Diante disso, é importante ressaltar que o risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio urbano, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que muitas vezes são captadas em poços velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (STUKEL et al., 1990).

Percebe-se que a escassez hídrica é um problema de domínio mundial e que no caso brasileiro, apesar de ser um país privilegiado por grandes reservatórios naturais de água doce, grande



parte dos estados ocorre escassez hídrica, o que se torna uma preocupação enorme de que a água venha a faltar (RIBEIRO; ROLIM, 2017).

O objetivo deste trabalho é avaliar por meio de análises físico-químicas a potabilidade das águas dos poços artesanais dos municípios de São Luís-MA, São José do Ribamar-MA, Paço do Lumiar-MA e Raposa-MA.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

Segundo Lopes (2018), a Região Metropolitana da Grande São Luís-MA é composta pelos municípios de Alcântara-MA, Axixá-MA, Bacabeira-MA, Cachoeira Grande-MA, Icatu-MA, Morros-MA, Presidente Juscelino-MA, Paço do Lumiar-MA, Raposa-MA, Rosário-MA, Santa Rita-MA, São José de Ribamar-MA e da própria São Luís-MA foi instituída pela Lei Complementar N° 174/2015.

Os municípios escolhidos para as análises dos parâmetros da qualidade da água dos poços artesanais foram do Raposa-MA (P1), Paço do Lumiar-MA (P2) e São José de Ribamar-MA (P3) por serem mais próximos a grande São Luís-MA (P4) como mostrado na Figura 1.

**Figura 1** – Mapa dos poços coletados nos municípios de São Luís-MA, Raposa-MA, Paço do Lumiar-MA e São Jose de Ribamar-MA.



Fonte: Google Earth, 2019.



Segundo o IBGE 2010 a área territorial estimada para 2018 de São Luís-MA é de 582,974 km<sup>2</sup>, sendo a de São José de Ribamar-MA de 180,233 km<sup>2</sup>, Paço do Lumiar-MA com 126,803 km<sup>2</sup> e Raposa-MA com 79,823 km<sup>2</sup>.

**Tabela 01:** Localização geográfica e altitude dos quatro poços coletados da região metropolitana de São Luís-MA.

POÇOS	Coordenadas Geográficas	
	Latitude	Longitude
RAPOSA-MA	2° 26' 44.19" S	44° 6' 1.05" O
PAÇO DO LUMIAR-MA	2° 31' 27.47" S	44° 6' 10.84" O
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR-MA	2° 32' 30.22" S	44° 4' 4.90" O
SÃO LUÍS-MA	2° 32' 13.87" S	44° 16' 7.27" O

Fonte: Autores, 2019.

## 2.2 Coleta das Amostras

As amostras foram coletadas em quatro poços artesanais, sendo um em cada cidade (Figura 1), todos com profundidade média de 15 m que compõe o sistema aquífero da região. As coletas das amostras foram feitas nos dias 23 e 25 de abril de 2019, no período da manhã. No local de cada poço foram registrados os dados geográficos, utilizando o GPS Garmin Dakota 20. As amostras passaram por um processo de higiene e assepsia, onde primeiramente utilizou-se álcool 70% nas tubulações de saída e deixando escorrer a água corrente por 5 minutos, em seguida foi feita a coleta, as mesmas foram acondicionadas em recipiente térmico para posterior análise no Laboratório Ciência do Ambiente - LACAM da Universidade do CEUMA -UniCEUMA, em seguida fez-se análises físico-químicas das amostras utilizando as metodologias de acordo com a Portaria nº. 2.914, de 12/12/2011, do Ministério da Saúde, Resolução CONAMA nº 396 de 03 de abril de 2008 que dispõe sobre as diretrizes para avaliação da qualidade das águas subterrâneas e Standard Methods for the examination of Water and Wastewaters (APHA, 2005).

Os parâmetros utilizados nessa pesquisa foram: Condutividade, Turbidez, pH, Nitrito, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais e Salinidade. A determinação de Nitrato e Nitrito foi realizada através do Multiparâmetro Fotômetro, já a Turbidez foi verificado por meio do Turbidímetro e analisou-se: pH, Condutividade, Sólidos Dissolvidos Totais e Salinidade. Cada parâmetro foi analisado em equipamento específico (Tabela 2).



## 2.3 Processamento e análise de dados

Para a avaliação dos dados gerados da qualidade da água dos poços artesianos os parâmetros estudados foram comparados com os valores estabelecidos pela Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 e pela Resolução CONAMA nº 396 de 03 de abril de 2008 que dispõe sobre as diretrizes para avaliação da qualidade das águas subterrâneas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Parâmetros Físico-químico

Os resultados da determinação dos parâmetros físico-químicos descritos anteriormente são apresentados na Tabela 2:

**Tabela 2:** Resultados dos parâmetros físico-químico de água analisadas de poços artesianos.

Parâmetros	Equipamentos	P1	P2	P3	P4	Valores de Referência
pH	pHmetro	5,6	6,5	6,6	6,7	6,0 a 9,5.
Nitrito (mg/l)	Fotômetro	0,05	0,05	0,1	0,05	1 mg/L
Nitrato (mg/l)	Fotômetro	17,23	20,4	16,6	2,5	10 mg/L
Turbidez (NTU)	Turbidímetro	0.33	0	0	0.77	5 NTU
Salinidade (%)	Multiparâmetro	$2,1 \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^{-6}$	$3,5 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-5}$	0,5 %
Condutividade ( $\mu\text{s/cm}$ )	Conduvímetero	414,66	711	656	143	100 $\mu\text{s/cm}$
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	Multiparâmetro	622	47,2	328	81	1000 mg/L <sup>-1</sup>

Fonte: Autores, 2019.

#### 3.1.1 pH (Potencial Hidrogeniônico)

A Ponte de Hidrogênio, ou somente pH, está relacionado a concentração de íons de hidrogênio, uma característica imprescindível para a qualidade da água, a sua representação é através de uma escala, onde o pH 7 indica a neutralidade da água, e os valores abaixo do pH 7 indica que a água se encontra ácida enquanto que acima do pH 7 a água está alcalina. A capacidade de dissolução de gases e diversas substâncias que a água possui, é uma condicionante para estar disponível para consumo, ou seja, sua potabilidade, pois quanto menor é o valor do seu pH mais solúvel é a água, portanto mais substâncias podem estar presentes em seu meio. (COSTA, A. S., 2018).

De acordo com os padrões de classificação e de potabilidade da água, pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 o pH recomendado para águas no sistema de distribuição deve estar entre 6,0 e 9,5. Em quase todas as amostras os poços estão dentro dos valores permitido, exceto



no P1 que o pH foi de 5,6, um pouco abaixo do valor considerado mínimo pela Portaria. O pH com valores acima de 8,5 da água é provável estar associados à incrustação de carbonatos de cálcio, da mesma forma que valores inferiores a 6,5 são favoráveis a processos de corrosão de materiais como concreto e certos metais (ZERWES et al., 2015).

### **3.1.2 Nitrito**

O nitrito é um dos nutrientes importantes para forma mais oxidada de nitrogênio, e se estrutura ao fim da decomposição biológica, tanto em sistemas de tratamento de água quanto em mananciais de água natural. Assim, o íon nitrito indica que há processos biológicos no meio em decorrência da existência de poluentes orgânicos, como por exemplo, pela a existência de fossas sépticas próximas aos poços (OLIVEIRA et al., 2019). Os valores encontrados do nitrito, apresentaram-se satisfatórios e dentro dos valores máximos estabelecidos pela Portaria 2.914/11- MS em todos os municípios.

### **3.1.3 Nitrato**

O Nitrato é um composto de nitrogênio com oxigênio no estado de oxidação mais alto que pode ocorrer com o elemento nitrogênio. As fontes de poluição por nitrato são as decomposições de compostos orgânicos nitrogenados, oriundo de esgoto doméstico (POHLING apud TAVARES et al., 2012).

Em relação ao nitrato o P4 foi o único a apresentar o valor bem abaixo do valor máximo da Portaria 2.914/11- MS, o que se mostra ideal para consumo humano, já os demais poços apresentaram valores acima do valor máximo permitido, assim evidencia-se que estes poços estão recebendo nutrientes como dejetos humanos (por fossas), de resíduos domésticos, industriais ou fertilizantes, o que demonstra um início de contaminação destes poços artesianos (BIGUELINI et al., 2012).

### **3.1.4 Turbidez**

A turbidez da água é geralmente influenciada pela presença de material sólido em suspensão no meio, o que afeta a transparência da mesma. Ela pode ocorrer como consequência de processos erosivos, existência de detritos orgânicos ou de maneira antrópica pelo contato com os esgotos domésticos (SILVA; BARBOSA; SILVA, 2018). O valor máximo de turbidez permitido pela Portaria o Ministério da Saúde nº 2.914/2011 é de 5,0 NTU para águas subterrâneas, sendo assim, todos estão de acordo com a portaria.



### **3.1.5 Salinidade**

A análise de salinidade é realizada para verificar a presença de sais dissolvidos em água como cloretos, bicarbonatos, sulfatos entre outros que podem causar sabor salino. E a presença de cloretos de forma intensa, pode indicar a poluição por esgotos domésticos (BRAGA et al., 2005).

Os resultados apresentaram-se de acordo com os valores máximos estabelecidos pela Portaria 2.914/11- MS em todos os municípios.

### **3.1.6 Condutividade Elétrica**

Ao contrário dos valores de condutividade que em todos os poços expressaram valores muito elevados. A condutividade elétrica da água é determinada pela capacidade que esta tem de conduzir corrente elétrica, levando em consideração que para isto acontecer ela depende da presença e do teor de sais dissolvidos. Tem alguns macronutrientes que são íons responsáveis pelos valores de condutividade elétrica, como cálcio, magnésio, potássio, e sódio, além de carbonato, sulfato e cloreto (ZILLMER, VARELLA, ROSSETE, 2006). Não representa nenhum risco à saúde humana, mas, pelo seu valor, pode-se calcular a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), o qual oferece risco, pois, quando em excesso, tornam a água desagradável ao paladar, corroendo as tubulações e o seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea, possibilitando a formação de cálculos renais (SANTOS; MOHR, 2013).

### **3.1.7 Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)**

Os valores encontrados da condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (STD) estão diretamente relacionados, pois a presença de íons dissolvidos na água contribui para a condução de eletricidade (Lima, França e Loiola apud OLIVEIRA et al., 2019). Os sólidos dissolvidos totais encontraram-se de acordo com os valores máximos estabelecidos pela Portaria 2.914/11- MS que não pode ultrapassar 1000 mg L<sup>-1</sup> em todos os municípios.

## **CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados das análises físico-químicas com base a Portaria 2.914/11- MS os parâmetros nitrato e condutividade foram os que mais apresentaram fora dos valores permitidos pela portaria. Portanto, as águas desses poços artesianos necessitam de controle sanitário para garantir efetivamente a sua qualidade para o consumo humano.



Uma ação a ser tomada é a de ter um acompanhamento de análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas desses poços para que haja um controle de qualidade, caso ocorra um resultado de má qualidade será necessário um tratamento apropriado. Assim, como uma maior fiscalização dos órgãos competentes para que as diretrizes sejam cumpridas e é de suma importância que haja trabalhos posteriores para analisar possíveis poluições e/ou contaminações nesses poços por meio de ações humanas nas proximidades.

## REFERÊNCIAS

APHA (2005) Métodos Padrão para o Exame de Água e Efluentes. 21ª Edição, Associação Americana de Saúde Pública / Associação Americana de Águas / Federação de Meio Ambiente, Washington DC.

BRASIL. Resolução CONAMA no 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa da União, Brasília, DF, 07 abr. 2008.

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental**. 2ª edição. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

BIGUELINI, C. P.; GUMY, M. P. **Saúde ambiental: índices de nitrato em águas subterrâneas de poços profundos na região sudoeste do Paraná**. Revista Faz Ciência, v. 14, n. 20, p. 153, 2012.

COSTA, A. S. **Avaliação da qualidade da água de poços artesianos no município de Magalhães de Almeida-MA**. 2018.

GOOGLE. **Google Earth**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 15 maio 2019.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Brasília-BR, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 3 jul. 2019.

OLIVEIRA, T. W. S. et al. Aspecto da sazonalidade nos parâmetros físico – químicos da água dos poços, Raposa - Maranhão, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo - SP, 2019. n.3, Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2019, São Paulo.





MINAYO, M. C. S.; HARTZ, Z. M. A.; BUSS, P. M. **Qualidade de vida e saúde: um debate necessário**. Ciências saúde coletiva, v. 5, n. 1, p. 7-18, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria MS nº 2914, de 12/12/2011: **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. 2011.

MONTEIRO, G. F. **Análises físico-químicas das águas de poços tipo cacimba na cidade de Areia - PB**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/11100/1/GFM03082018.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 213p., 2006.

PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesanais do município de Santa Clara do Sul**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) - CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES, Lajeado-RS, 2010. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/458/3/DiegoPaludo.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2019.

SÁ, L. L. C. et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento – Belém do Pará, Brasil. **SciELO**, Brasília-BR, set 2005. n.3, Epidemiol. Serv. Saude, 2005, Brasília.

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e Qualidade da Água: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, Ijuí-RS, 2013. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/2877>. Acesso em: 15 maio 2019.

SILVA, L. P.; BARBOSA, J. P.; SILVA, G. A. Análise exploratória de dados da qualidade da água de poços amazonas na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo - SP, janeiro 2018. n. 1, Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2018, São Paulo. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28941/18844>. Acesso em: 2 jul. 2019.

STUKEL, T. A. et al. A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies. *Environ Sci Technol* 1990;24:571-5.



RIBEIRO, L. G. G.; ROLIM, N. D. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias do Sul - RS, 2017. Disponível em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/4149/2912>. Acesso em: 27 jun. 2019.

TAVARES, A. J. et al. Análise físico-química da água dos poços IPE e IFRN – Campus Apodi. In: VII CONNEPI - CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012, Palmas-TO. **Anais [...]**. Palmas-TO: IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1238/1149>. Acesso em: 3 jul. 2019.

ZERWES, C. M. et al. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. *Ciência e Natura*, Santa Maria-RS, set-dez 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaenatura/article/view/17385>. Acesso em: 15 maio 2019.

ZILLMER, T. A.; VARELLA, R. F.; ROSSETE, A. N. Evaluation of physico-chemical characteristics of water in the salgadinho stream, Nova Xavantina-MT. **Holos Environment**. v. 7, n. 2, p. 123-138, 2006.