

Estudo de Caso sobre a Qualidade da Água de um Poço Tubular na Cidade de Rio Largo - Alagoas

Izabella de O. Gonçalves¹; Iago G. F. Brandão²; Alan J. D. de Freitas³; Johnnatan D. de Freitas⁴; Demetrius M. Pereira⁵.

¹Instituto Federal de Alagoas - Campus Maceió; ²Instituto Federal de Alagoas - Campus Marechal Deodoro; ³Instituto Federal de Alagoas - Campus Maceió; ⁴Instituto Federal de Alagoas - Campus Maceió ; ⁵Instituto Federal de Alagoas - Campus Maceió
iog1@aluno.ifal.edu.br.

Palavras-Chave: Monitoramento ambiental; Água subterrânea; Poço artesiano

Introdução

A água é indispensável para a saúde humana, sendo fundamental para funções vitais como hidratação, regulação da temperatura corporal e transporte de nutrientes. O consumo adequado previne doenças e promove o bem-estar, mas a qualidade da água também é crucial, pois a ingestão de água contaminada pode representar riscos à saúde. A mesma é um direito básico para todos os cidadãos brasileiros, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU). No entanto, em muitas partes do Brasil, esse direito é ignorado e não é garantido. Para resolver esse problema, muitas vezes é necessário recorrer à escavação de poços como uma solução alternativa para suprir a falta de sistemas de abastecimento de água. Essa prática é especialmente comum em áreas rurais e remotas do país, onde a infraestrutura de água é limitada (VENDRAME, Zilda, 2022; Clínica Sim, 2017).

A preservação da qualidade da água proveniente de fontes naturais, como poços, minas, nascentes e lagos, destinada ao consumo humano, requer atenção por parte das autoridades sanitárias e dos consumidores em geral. Diversos fatores podem contribuir para o aumento da contaminação das águas subterrâneas utilizadas para consumo, tais como sistemas de distribuição por tubulações antigas, localização inadequada de reservatórios e descarte inadequado de resíduos nos corpos d'água. Ressaltando que a água pode ser contaminada por excrementos de origem humana e animal, tornando-se um veículo de transmissão de agentes patogênicos causadores de doenças infecciosas e parasitárias, as quais têm um impacto direto na saúde daqueles que a consomem (MALHEIROS *et al.*, 2009; FREITAS, Marcelo *et al.*, 1998).

As águas de poços artesianos são recursos de águas de captação de águas subterrâneas de modo privado ou comercial sendo fundamental na proteção da saúde pública e na promoção do acesso a água de qualidade, contribuindo para o bem-estar e desenvolvimento sustentável das comunidades locais, como aquelas situadas em Rio Largo-AL. A água subterrânea, aliada à escassez ou à falta de disponibilidade, é uma fonte primária frequentemente explorada para atender à demanda hídrica. Refere-se à água que circula abaixo da superfície terrestre, infiltrando-se através de poros e fissuras em rochas sedimentares e compactadas. Esse fluxo ocorre em caminhos definidos por porosidade e permeabilidade, resultando na formação de reservatórios subterrâneos. Durante esse processo, as águas subterrâneas passam por um processo de depuração natural, envolvendo interações físico-químicas e bacteriológicas, o que as torna mais adequadas para o consumo humano (ABAS, 2018; OLIVEIRA, Michael *et al*, 2018).

Este estudo busca avaliar a adequação da água subterrânea para consumo humano, em conformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA nº 396/2008. A pesquisa visa identificar potenciais fontes de contaminação e subsidiar a adoção de medidas corretivas e preventivas que assegurem a qualidade do abastecimento. Para isso, foram monitorados parâmetros físicos, químicos e microbiológicos

em um ponto de coleta no município de Rio Largo - AL verificando-se sua conformidade com os padrões de potabilidade.

Material e Métodos

Georreferenciação

A georreferenciação da área de coleta foi realizada com apoio do Google Maps, seguida da caracterização ambiental da região. A amostra foi coletada no município de Rio Largo-AL, garantindo uma amostragem representativa. O ponto nomeado como: Poço 1, Vila Minha Aldeia, Avenida Intendente Júlio Calheiros, nº 278 com coordenadas: -9.477518; -35.835890.

Análise *in situ*

Com a utilização de uma sonda multiparâmetros, de modelo HI 9829, da marca *HANNA* e de um *Pocket Colorimeter II* da marca *HACH*, determinou-se as propriedades físico-químicas no ponto de coleta, onde, obteve-se dados referentes aos parâmetros de pH, temperatura, condutividade, cloramina, cloro total e cloro livre.

Amostragem

A coleta seguiu a metodologia de amostragem composta da CETESB, conforme o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, com alíquotas de 2,5 L armazenadas em caixas de isopor para preservação. Para análise microbiológica, as amostras foram acondicionadas em recipientes com tiossulfato de sódio e transportadas em gelo de água destilada bi-filtrada, garantindo a integridade biológica até o laboratório.

Análises Microbiológicas

O Método dos Tubos Múltiplos foi empregado para determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes. Cada amostra foi testada em duas baterias de 45 tubos de ensaio com Tubos de Durham, utilizando os meios Verde Bile Brilhante e Caldo EC. Após esterilização em autoclave (AV 75, *Digitale*) e armazenamento refrigerado, 1 mL da amostra foi inoculado nos tubos iniciais, seguido por diluições seriadas de 10^{-1} a 10^{-3} . A incubação ocorreu a 35 °C e 45 °C, respectivamente, e os testes foram realizados diretamente como confirmativos, sem fase presuntiva.

Análises físico-químicas

Para o apuramento dos parâmetros físico-químicos Condutividade, Cor, pH e Turbidez, utilizou-se dos equipamentos previamente calibrados, Condutivímetro CD-830 INSTRUTHEM, DLA-COR DEL LAB, pHmetro NI PHM NOVA INSTRUMENTS e Turbidímetro DLT-WV DEL LAB. Com o auxílio de um bêquer, coletou-se 50 mL da amostra e em seguida foram introduzidos os eletrodos para leitura e obtenção dos dados.

Análises químicas

As determinações de dureza total, cálcio e magnésio, acidez, alcalinidade e cloretos foram quantificadas através de métodos volumétricos, a partir de volumetria de Complexação, Precipitação e Ácido-Base, respectivamente: Dureza total, cálcio, magnésio, acidez, alcalinidade e cloretos. Cada titulação foi realizada em triplicata, utilizando soluções preparadas e padronizadas de EDTA 0,01 mol/L, H₂SO₄ 0,01 mol/L, NaOH 0,02 mol/L e AgNO₃ 0,0141 mol/L, com indicadores Murexida, Negro de Eriochrome Black T, Fenolftaleína, Alaranjado de metila e Cromato de potássio. O ponto final das titulações foi visualizado para registro dos resultados.

Resultados e Discussão

As amostras coletadas em Rio Largo-AL foram analisadas conforme os critérios da Portaria GM/MS nº 888/2021 e da Resolução CONAMA nº 357/2005. Conforme a tabela 1, o poço estudado, atendeu as comunidades locais, o mesmo foi classificado como Solução

Alternativa Coletiva (SAC). De acordo com a Resolução CONAMA nº 396, capítulo II, e com base nos dados obtidos, enquadram-se na Classe 2 de águas subterrâneas.

Tabela 1: Resultados das análises físicas.

Data da coleta	16/09/2023	14/10/2023	24/11/2023	18/12/2023	25/01/2024	26/02/2024	VMP
PARÂMETROS							
Clima	Céu nublado	Céu nublado	Céu claro	Céu nublado	Céu nublado	Céu claro	---
Temperatura	25,89 °C	26,02 °C	27,81 °C	26,46 °C	27,90 °C	28,51 °C	---
pH	4,05	3,94	3,83	3,86	4,15	3,95	---
Conduktividade elétrica	269 uS/cm	203 uS/cm	273 uS/cm	199 uS/cm	250 uS/cm	400 uS/cm	---
Cloro livre	0	0	0	0	0	0	---
Cloro total	0	0	0	0	0	0	---
Turbidez	0,09 NTU	0,08 NTU	0,12 NTU	0,1 NTU	0,07 NTU	0,08 NTU	5 NTU
Cor	2,5 uC	2,5 uC	2,5 uC	2 uC	1 uC	4 uC	15 uC
Data da coleta	25/03/2024	25/04/2024	27/05/2024	24/06/2024	25/07/2024	22/08/2024	VMP
PARÂMETROS							
Clima	Céu claro	Céu claro	Céu claro	Céu claro	Céu claro	Céu claro	---
Temperatura	27,23 °C	27,24 °C	25,92 °C	25,71 °C	24,33 °C	26,40 °C	---
pH	3,98	4	3,78	3,89	4,08	4,08	---
Conduktividade elétrica	126 uS/cm	352 uS/cm	342 uS/cm	247 uS/cm	240 uS/cm	229 uS/cm	---
Cloro livre	0	0	0	0	0	0	---
Cloro total	0	0	0	0	0	0	---
Turbidez	0,07 NTU	0,07 NTU	0,08 NTU	0,07 NTU	0,04 NTU	0,09 NTU	5 NTU
Cor	3 uC	2 uC	5 uC	21 uC	5 uC	2 uC	15 uC

Fonte: Autores, 2024

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, a análise dos parâmetros físico-químicos da água do poço tubular em Rio Largo obteve alguns pontos de atenção. Em relação ao pH, os valores variaram de 3,78 a 4,15 ao longo das coletas no período de 12 meses, sempre abaixo do intervalo recomendado de 6,0 a 9,5 para águas subterrâneas destinadas ao consumo humano. Esse comportamento indica acidez acentuada, possivelmente decorrente de características geoquímicas locais, como a presença de ácidos húmicos provenientes da matéria orgânica, ou ainda da composição mineralógica do aquífero. A literatura indica que valores tão baixos de pH, inferiores a 4,5, podem estar associados à acidez por ácidos minerais fortes (FUNASA, 2014), o que compromete a potabilidade da água e exige tratamento para correção da acidez.

A Portaria GM/MS n.º 888, assim como outras legislações nacionais, não estabelece valores máximos permitidos para a condutividade elétrica em águas destinadas ao consumo humano. Contudo, este parâmetro é amplamente utilizado como indicador indireto da concentração de sais dissolvidos, sendo fundamental para monitorar a qualidade da água subterrânea. Valores elevados podem indicar processos de salinização ou contaminação por efluentes, enquanto valores muito baixos podem sugerir baixa mineralização da água. No entanto, a condutividade elétrica variou de 126 µS/cm a 400 µS/cm ao longo das coletas, valores considerados baixos, ao observar que as maiores leituras foram registradas em fevereiro de 2024 (400 µS/cm) e em abril de 2024 (352 µS/cm), o que pode estar relacionado à variação sazonal do regime de chuvas e à recarga do aquífero, influenciando a concentração de sólidos totais dissolvidos.

Nos parâmetros de turbidez, os valores mantiveram-se bastante baixos (0,04 a 0,12 NTU), muito abaixo do Valor Máximo Permitido estabelecido pela Portaria GM/MS n.º 888/2021 (5 NTU). Esse resultado indica que a água apresenta baixa presença de sólidos suspensos e material particulado, sendo um indicativo positivo de qualidade.

No que se refere à cor aparente, as análises revelaram variações de 2 a 21 uC, sendo que, em algumas coletas como em 18/12/2023 e 24/06/2024, os valores ultrapassaram o VMP de 15 uC. Esse parâmetro está geralmente relacionado à presença de substâncias húmicas e matéria orgânica dissolvida, podendo afetar tanto a aceitação estética da água quanto sua qualidade química.

Já em relação ao cloro livre e total, observa-se ausência em todas as análises. Embora a água subterrânea geralmente não contenha cloro naturalmente, a ausência desse parâmetro reforça a necessidade de desinfecção antes de sua utilização para consumo humano, visto que o cloro é essencial para garantir a potabilidade ao eliminar possíveis microrganismos patogênicos.

Os resultados expressos na Tabela 2 indicam os resultados das análises químicas. Que, a água do poço analisado se enquadra como água macia, considerando que a dureza total variou entre 22,04 e 82,66 mg/L de CaCO₃, estando muito abaixo do limite máximo permitido de 300 mg/L (Portaria GM/MS n.º 888/2021). Essa classificação é comum em águas subterrâneas pouco mineralizadas e reflete, principalmente, as características litológicas da região de captação. Entretanto, em alguns períodos, especialmente em julho de 2024 (82,66 mg/L), observou-se um aumento na dureza, o que pode estar associado a variações sazonais e ao incremento de íons cálcio e magnésio na água.

Tabela 2: Resultados das análises químicas.

Data da coleta	16/09/2023	14/10/2023	24/11/2023	18/12/2023	25/01/2024	26/02/2024	VMP
PARÂMETROS							
Clima	Céu nublado	Céu nublado	Céu claro	Céu nublado	Céu nublado	Céu claro	---
Dureza Total mg/L de CaCO ₃	32,04	35,6	42	24,36	22,04	22,04	300
Cálcio mg/L de CaCO ₃	9,37	13,12	25,2	16,24	8,12	9,28	---
Magnésio mg/L de CaCO ₃	22,67	22,48	16,8	8,12	13,92	12,76	---
Cloreto mg/L de CaCO ₃	18,14	20,76	12,56	10,83	15,96	23,94	250
Acidez mg/L de CaCO ₃	57,31	45,6	55,73	15,68	48,48	37,66	---
Alcalinidade mg/L de CaCO ₃	16,84	8,4	14,22	24,24	16,57	32,32	---
Data da coleta	25/03/2024	25/04/2024	27/05/2024	24/06/2024	25/07/2024	22/08/2024	VMP
PARÂMETROS							
Clima	Céu claro	Céu claro	Céu claro	Céu claro	Céu claro	Céu claro	---
Dureza Total mg/L de CaCO ₃	39,02	36,96	43,97	82,66	80	56	300
Cálcio mg/L de CaCO ₃	11,76	18,48	11,64	21,33	18,66	10,66	---
Magnésio mg/L de CaCO ₃	27,26	18,48	32,33	61,33	61,34	45,44	---
Cloreto mg/L de CaCO ₃	25,14	15,32	21,83	23,99	36,65	31,32	250
Acidez mg/L de CaCO ₃	56,56	61,94	49,14	61,3	30,66	28	---
Alcalinidade mg/L de CaCO ₃	12,05	13,56	25,6	12,57	74,66	32	---

Fonte: Autores, 2024

Quanto aos parâmetros químicos das concentrações de cálcio (9,28 a 23,33 mg/L) e magnésio (8,12 a 61,33 mg/L) também foram baixas, contribuindo para a baixa dureza observada e indicando fraca mineralização da água. Os teores de cloreto oscilaram entre 10,83 e 36,65 mg/L, valores muito inferiores ao máximo permitido de 250 mg/L, afastando a possibilidade de contaminação por intrusão salina ou efluentes. A acidez (31,26 a 57,31 mg/L de CaCO₃) e a alcalinidade (8,44 a 74,66 mg/L de CaCO₃) apresentaram variações moderadas,

mas não ultrapassaram limites críticos, apenas refletindo a tendência de pH ácido já identificada nas análises físico-químicas que, apesar das variações, os resultados demonstram que a água apresenta baixa a moderada capacidade de neutralização da acidez, o que ajuda a explicar a manutenção de pH ácido nas amostras.

Conforme os resultados expressos na tabela 3, e conforme estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, os critérios bacteriológicos para água destinada ao consumo humano exigem a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em uma amostra de 100 mL de água.

Tabela 3: Resultados microbiológicos das amostras de águas subterrâneas estudadas.

Data da coleta	16/09/2023	14/10/2023	24/11/2023	18/12/2023	25/01/2024	26/02/2024	VMP
PARÂMETROS							
Coliformes totais	Ausente	15 NMP/100 mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
Coliforme termotolerantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
Data da coleta	25/03/2024	25/04/2024	27/05/2024	24/06/2024	25/07/2024	22/08/2024	VMP
PARÂMETROS							
Coliformes totais	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
Coliforme termotolerantes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL

Fonte: Autores, 2024

Ao longo do período de setembro de 2023 a agosto de 2024, os resultados microbiológicos indicaram ausência de microrganismos patogênicos em praticamente todas as amostras, mantendo o valor da concentração (NMP) constantemente abaixo de 0,3, conforme a tabela de VALE, Patrícia, 2001. Contudo, na coleta de 14/10/2023 foi registrado um resultado de 15 NMP/100 mL de coliformes totais, diferindo dos demais meses em que não houve detecção. De acordo com a Portaria GM/MS n.º 888/2021, a água destinada ao consumo humano deve apresentar ausência de coliformes totais e de *Escherichia coli* em 100 mL de amostra, o que torna esse resultado fora do padrão estabelecido pela legislação. A detecção de coliformes, ainda que em quantidade relativamente baixa, sugere possível contaminação por matéria orgânica ou falhas nas barreiras de proteção do aquífero, representando risco potencial à qualidade microbiológica da água. Assim, esse episódio comprometeu a potabilidade da amostra naquele período específico, embora os demais resultados tenham permanecido em conformidade com a norma vigente.

Os coliformes totais são microrganismos gram-negativos, de forma bacilar, que podem ser aeróbios ou anaeróbios facultativos. Estes organismos não formam esporos, são negativos para a enzima oxidase e têm a capacidade de fermentar a lactose, produzindo ácido, gás e aldeído em presença de sais biliares ou agentes tensoativos. Este processo ocorre a uma temperatura de $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante um período de 24 a 48 horas. Além disso, os coliformes totais podem exibir atividade da enzima β -galactosidase. Por outro lado, os coliformes termotolerantes constituem um subgrupo dentro do grupo coliforme que são capazes de fermentar a lactose a uma temperatura de $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas. Um exemplo proeminente desse subgrupo é a *Escherichia coli*, uma bactéria de origem fecal, que é considerada um indicador altamente específico de contaminação fecal e possível presença de microrganismos patogênicos (FUNASA, 2014). Segundo Tortora, Funke e Case (2012), a água subterrânea, ao atravessar as camadas do solo, é submetida a um processo de filtração que resulta na remoção de uma parcela significativa de microrganismos. Como resultado, as fontes de água provenientes de poços profundos tendem a exibir uma qualidade adequada para consumo humano.

Apesar dos resultados negativos para coliformes, o lençol freático e os aquíferos permanecem suscetíveis à contaminação. Estudos em Duque de Caxias (RJ) já demonstraram essa vulnerabilidade, sobretudo em áreas de alta densidade urbana sem saneamento adequado,

onde o uso de fossas sépticas e sumidouros favorece o risco de poluição da água subterrânea (FREITAS, Marcelo B.; ALMEIDA, Liz Maria de., 1998).

Conclusões

A análise da água subterrânea do poço tubular em Rio Largo - AL demonstrou boa qualidade em vários parâmetros, mas também revelou limitações que comprometem sua potabilidade. Os resultados físico-químicos indicaram baixa mineralização, refletida em condutividade elétrica, dureza total, cálcio, magnésio e cloretos abaixo dos limites da Portaria GM/MS nº 888/2021, afastando a hipótese de contaminação por intrusão salina. Contudo, o pH apresentou valores constantemente ácidos, o que pode comprometer a distribuição e consumo. A cor aparente também ultrapassou o VMP em alguns momentos, sugerindo presença de substâncias húmicas.

No aspecto microbiológico, predominou a ausência de patógenos, confirmando a proteção natural do aquífero, mas foi detectado um episódio isolado de coliformes totais, revelando vulnerabilidade pontual à contaminação.

Diante disso, embora a água analisada apresenta bons indicadores de qualidade, necessita de correções, especialmente quanto ao pH e à desinfecção com cloro, além de monitoramento contínuo e medidas preventivas para garantir uma segurança como fonte de abastecimento humano e atender plenamente às normas de potabilidade.

Agradecimentos

Agradecemos ao IFAL Campus Maceió, as bolsas de fomentos CNPq, PRPPI, CAPES, FAPEAL, FINEP e ao Laboratório de Pesquisa do grupo GSAQCM pelo apoio institucional, científico e estrutural ao desenvolvimento deste trabalho.

Referências

ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. 2018. Disponível em <<http://www.abas.org/educacao.php>> Acesso em 25 de agosto de 2025.

CLINICASIM. Importância da água: benefícios do consumo diário, 2017. Disponível em:<<https://clinicasim-com.cdn.ampproject.org/v/s/clinicasim.com/blog/vida-saudavel/8-beneficios-do-consumo-diario-de-agua>.> Acesso em: 28 de agosto de 2025.

CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. 2005. Disponível em<cetesb.sp.gov.br> Acesso em 02 de setembro de 2025.

FREITAS, Marcelo B.; ALMEIDA, Liz Maria de. **Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário.** In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 10, 1998, São Paulo. Anais.** Disponível em:<<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1188>>. Acesso em: 28 de agosto de 2025.

FUNASA. Portaria Nº 586, 14 de Julho de 2014. 2014. Disponível em <Ministério da Saúde> Acesso em 03 de setembro de 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. 2021. Disponível em <Ministério da Saúde (saude.gov.br)> Acesso em: 02 de setembro de 2025.

MALHEIROS, P.S.; SCHÄFER, D.F.; HERBERT, I.M.; CAPUANI, S.M.; SILVA, E.M.;



64º Congresso Brasileiro de Química
04 a 07 de novembro de 2025
Belo Horizonte - MG

SARDIGLIA, C.U.; SCAPIN, D.; ROSSI, E.M.; BRANDELLI, A. **Contaminação bacteriológica de águas subterrâneas da região oeste de Santa Catarina, Brasil.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 305-308, 2009.

OLIVEIRA, Michael *et al.* **Análise físico-química e microbiológica de águas de poços Artesianos de uso independente, 2018.** Disponível em:
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18839>. Acesso em: 28 de abril de 2024

VALE, Patrícia. **Tabela de número mais provável. 2001.** Disponível em <<https://pt.slideshare.net/slideshow/tabela-nmp/41169459>> Acesso em 03 de setembro de 2025

VASCONCELOS, Mickaelon *et al.* Aplicação da condutividade elétrica da água nos estudos hidrogeológicos da região nordeste do Brasil. 2016. Disponível em <aplicacao_da_condutividade_eletrica.pdf> Acesso em 03 de setembro de 2025.

VENDRAME, Zilda. **Poços são alternativas para abastecimento em áreas rurais. 2022.** Disponível em:<https://www.poder360.com.br/opiniao/pocos-sao-alternativa-para-abastecimento-em-areas-rurais/>. Acesso em: 02 de setembro de 2025.