

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DE POÇOS DA REGIÃO DE LAGARTO/SE

ANALYSIS OF PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATER FROM WELLS IN LAGARTO/SE

Maria Vitória Carvalho Souza

Técnica de nível médio em Edificações pelo Instituto Federal de Sergipe-Campus Lagarto.
E-mail: maria.souza085@academico.ifs.edu.br

Bruna dos Santos Costa

Discente do curso técnico de nível médio em Edificações no IFS-Campus Lagarto.
E-mail: bruna.costa086@academico.ifs.edu.br

David de Paiva Gomes Neto

Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Sergipe
Professor da Coordenadoria de Edificações do IFS-Campus Lagarto.
E-mail: david.neto@academico.ifs.edu.br

Marcela Matos Silva Santos

Pós-graduação Lato Sensu MBA em Construções Sustentáveis pela Universidade Cidade de São Paulo
Engenheira Civil.
E-mail: engenheiramarcela@yahoo.com.br

Kayc Araújo Trindade

Pós-graduação em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Estácio de Sá
Técnico de laboratório do IFS-Campus Lagarto.
E-mail: kayc.trindade@academico.ifs.edu.br

Resumo: A água é um recurso extremamente importante para a sobrevivência na Terra. O Brasil, além de detentor de um grande volume de águas superficiais, apresenta vasta exploração das suas águas subterrâneas por meio de poços artesianos. Com o consumo dessas águas pelo ser humano, tornam-se imprescindíveis os estudos voltados à avaliação da sua qualidade, considerando que a depender da localização onde o poço é perfurado, a água pode apresentar contaminantes químicos e/ou biológicos, que eventualmente possam causar um problema de saúde pública. Visando contribuir com esses estudos, o presente trabalho determinou as características físico-químicas e microbiológicas da água fornecida por oito poços públicos (de uso coletivo) no Município de Lagarto, Estado de Sergipe, por meio de um kit de potabilidade da Água, da marca Alfakit. Foram realizadas análises de alcalinidade, amônia, cloretos, dureza total, ferro, oxigênio consumido, pH, coliformes totais, coliformes termotolerantes (*Escherichia*

Coli) e turbidez. Os resultados mostraram que três poços apresentaram contaminação por coliformes termotolerantes, portanto, de acordo com as normas vigentes, não possuem qualidade adequada para o consumo humano sem uma adequada desinfecção.

Palavras-Chave: águas subterrâneas; poços; contaminantes; consumo.

Abstract: Water is an extremely important resource for survival on Earth. Brazil, in addition to having a large volume of surface water, has extensive exploration of its groundwater through artesian wells. With the water consumption by human beings, studies aimed at analyzing their quality are essential, considering that depending on the location where the well is drilled, the water may end up acquiring chemical and/or biological contaminants, which may eventually cause a public health problem. This study

analyzed the physical-chemical and microbiological characteristics of the water supplied by eight public wells (for collective use) in the Municipality of Lagarto, State of Sergipe, through a Water Potability Kit, branded Alfakit. Analyzes of alkalinity, ammonia, chlorides, total hardness, iron, oxygen consumed, pH, total coliforms, *Escherichia Coli* and turbidity were performed. Despite the positive results for most of the parameters analyzed, in three wells coliforms were detected that can make it impossible for the local population to consume their water.

Keywords: groundwater; wheels; contaminants; consumption.

INTRODUÇÃO

Segundo Manzione (2015), a história da evolução da humanidade está inteiramente relacionada com a história do uso das águas subterrâneas, na qual essas tinham um papel muito importante nas antigas civilizações, principalmente para as regiões áridas do mundo. Por volta de 8.000 a.C., já existiam desenhos que relatavam a captação dessas águas nos Montes Atlas, localizados entre Marrocos e Argélia. As cidades romanas, etruscas e as gregas também optaram pelo consumo das águas subterrâneas. Na Fenícia, especialmente na cidade de Tiro, os cidadãos eram completamente abastecidos com esse tipo de recurso. Dessa forma, a água era sinônimo de desenvolvimento, pois contribuía para o transporte, a navegação e ainda, para o cultivo de alimentos. Com isso, à medida que crescia a ânsia por esse solvente universal, aconteciam mais avanços nos instrumentos utilizados e no aumento das profundidades dos poços. Nesse contexto, a captação das águas subterrâneas dependia das condições hidrogeológicas das localidades e do nível tecnológico dessas civilizações, por exemplo, no Egito, as escavações aconteciam por meio de sondagens do subsolo, já na Pérsia, destacaram-se as obras de redes de poços e túneis intitulados por “*Qanats*”.

Em 1.126 d.C, na França (na cidade de Artois) perfurou-se o primeiro poço jorrante do mundo, surgindo assim, o nome “artesiano” usado até os dias atuais para designar perfurações que jorram água naturalmente. Apenas depois deste episódio gálico é que o ocidente teve avanços nesta área. Dando um salto no tempo, com o início da Revolução Industrial (por

volta do ano de 1760), o uso das águas subterrâneas ganhou muito destaque, já que conforme os centros urbanos e as atividades industriais se desenvolviam, também crescia proporcionalmente a necessidade da captação da água. Já no Brasil, os “cacimbões”, como eram denominados os poços, foram muito utilizados no período colonial. Desde então, a água subterrânea vem sendo vista como uma opção secundária ou mesmo complementar em relação às águas superficiais (MANZIONE, 2015).

Além disso, como explica Souza (2009), o consumo das águas subterrâneas nas regiões brasileiras possui especificidades de acordo com as necessidades locais. Na região Nordeste esses bens hídricos são predominantemente usufruídos para abastecimento público e para a irrigação, por ser justamente uma zona que se caracteriza pela escassez em recursos hídricos superficiais. Resende *et al.* (2009) apontam que a unidade federativa sergipana, até o ano de 2009, detinha 3.900 poços tubulares e que apenas 1.800 permaneciam ativos. Avançando para o centro-sul do estado, no município de Lagarto, um projeto realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) publicado em 2002 permitiu constatar a existência de 303 poços tubulares cadastrados no distrito de Lagarto e, dentre esses, 74 eram poços públicos, usados por parte considerável da população local (BOMFIM *et al.*, 2002), notando-se, assim, a relevância desse bem para o cotidiano dos cidadãos lagartenses.

Quanto às características construtivas dos poços brasileiros, Telles (2012) cognomina que a perfuração de poços no Brasil se configura como imediata e descontrolada, causando impasses na construção (já que muitos dos poços são construídos sem requisitos técnicos). Nessa lógica, as condições estruturais de poços antigos são desconhecidas (totalmente ou parcialmente). Consoante a isso, Souza (2009), reforça que os poços artesianos precisam ser construídos através de parâmetros técnicos normatizados para que não haja contaminação dos aquíferos. A localização dos poços, as manutenções frequentes e a própria execução da obra são fatores que auxiliam na prevenção de riscos ao bem-estar de seus consumidores.

As organizações, legislações e normatizações surgiram nas últimas décadas para nortear as perfurações dos poços, suas construções e as análises da qualidade da água, do ponto de vista físico-

químico e microbiológico. Souza (2009) afirma que a década de 1970 marcou o surgimento das primeiras organizações em apoio à exploração das águas subterrâneas. Porém, foi principalmente a partir da década de 1990 que o enfoque em pesquisas neste campo ganhou relevância, buscando diálogos sobre a fragilidade e a contaminação dos aquíferos, ou seja, essa temática se tornou multidisciplinar, abrangendo-se para a Biologia, Química e meio ambiente. Já nas legislaturas mais recentes, Freitas (2007) aponta que o Decreto 5.440, de 4 de maio de 2005, válido para todo território brasileiro, foi publicado visando estabelecer orientações sobre o monitoramento da qualidade da água em redes de abastecimento e instruir a divulgação de informações aos usuários sobre sua qualidade para consumo humano. No que diz respeito às águas subterrâneas, essas são bens dos Estados, como consta na Constituição Federal no art. 26, inc. I. Contudo, o impasse sobre a utilização inadequada da água, a poluição e o desperdício excedem as normas jurídicas, uma vez que esse revés faz parte de um sistema cultural. Dessa forma, se torna imprescindível a correlação entre as políticas públicas e o corpo social, para que se haja um retardamento de uma crise hídrica.

Considerando a problemática exposta e objetivando contribuir com os estudos direcionados para a qualidade das águas subterrâneas, o presente trabalho objetivou conhecer as características físico-químicas e microbiológicas da água fornecida por oito poços públicos (ou seja, de uso coletivo) do município de Lagarto, localizado na região centro-sul de Sergipe. Esse estudo se mostra relevante, uma vez que não há estudos divulgados sobre a qualidade da água desses poços, largamente utilizados pela população local. Desse modo, o levantamento possibilitou observar que as localizações desses poços são dispersas nas regiões urbana (centro e periferia) e rural (povoados) da cidade, sendo que a maioria deles se situa próximo a residências, a lavouras (pequenas plantações) e/ou à criação de animais, que conforme explana Silva *et al.* (2014), são exposições que podem liberar contaminantes que inviabilizariam a potabilidade da água, podendo levar a um problema de saúde pública.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os poços selecionados

Considerando o extenso território que abrange o município de Lagarto e a grande quantidade de poços

individuais e coletivos, foram selecionados oito poços de uso coletivo para o estudo, apresentados na tabela 1, situados em áreas onde há um considerável consumo de águas subterrâneas por parte da população local.

Tabela 1- Legenda dos poços. **Fonte:** Acervo pessoal.

Poço	Localidade
A1	Bairro Queiroz
A2	Bairro Horta
A3	Bairro Loiola
A4	Bairro Cidade Nova
A5	Povoado Santo Antônio
A6	Bairro Boa Vista
A7	Povoado Carcará
A8	Povoado Quilombo

A partir disso, é muito importante compreender a localização dos poços selecionados, bem como seu entorno, visto que, de acordo com Coelho *et al.* (2017), a potabilidade da água é um resultado da utilização e da ocupação do solo na bacia hidrográfica onde se localiza.

Coleta das amostras

No processo de coleta, as amostras foram retiradas diretamente da saída das torneiras dos poços (Figura 1) e armazenadas em garrafas PET de 1 litro.

Figura 1 - Coleta das amostras. **Fonte:** Acervo pessoal.



Antes do armazenamento, as garrafas foram lavadas em seu interior com a própria água do poço para a sua devida ambientação. As torneiras foram higienizadas, com álcool 70%, sendo feita a liberação de uma primeira porção de água nas torneiras, por alguns segundos, antes da coleta definitiva. Daí, as amostras foram identificadas, acondicionadas em uma caixa térmica e levadas para a análise imediata. Por fim, em laboratório, realizou-se a análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

As análises

Para a determinação dos parâmetros da água dos poços, foi utilizado um kit de potabilidade da Água, da marca Alfakit. Foram determinados resultados para os seguintes parâmetros: alcalinidade, amônia, cloretos, dureza total, ferro, oxigênio consumido, pH, coliformes totais, coliformes termotolerantes (*Escherichia Coli*) e turbidez.

Para a obtenção dos resultados de alcalinidade, amônia, cloretos, dureza total, ferro, oxigênio consumido e pH, utilizou-se o método de comparação colorimétrica, usando reagentes disponibilizados pelo kit de potabilidade. Os testes para a detecção de coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia Coli*), foram realizados com o uso de cartelas, denominadas *colipaper*, que contém meio de cultura em forma de gel desidratado para a verificação e contagem de colônias de coliformes. Quanto à turbidez, foi utilizada uma haste metálica medidora de turbidez, fornecida pelo kit, inserindo-a em uma garrafa de dois litros contendo a água coletada, realizando-se, então, a leitura do valor de turbidez diretamente na escala da haste.

Os resultados foram confrontados com a Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e o seu padrão de potabilidade e com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, tendo como referência o levantamento das localizações geográficas dos poços selecionados, foram observadas as suas proximidades, a fim de relacionar com possíveis contaminantes das águas.

Constatou-se que os poços A2 (Bairro Horta), A5 (Povoado Santo Antônio), A6 (Bairro Boa Vista), A7 (Povoado Carcará) e A8 (Povoado Quilombo) se situam próximos a lavouras e/ou à criação de animais. Enquanto os poços A1 (Bairro Queiroz), A3 (Bairro Loiola) e A4 (Bairro Cidade Nova) se encontram próximos às residências. Tais posições deixam os poços mais vulneráveis à contaminação. Isso se dá, na área rural, por exemplo, por meio da utilização de produtos agrotóxicos e pesticidas em áreas de cultivo (COELHO et al., 2017) ou pelas fezes dos animais depositadas no solo. Já na região urbana, a água do subsolo pode ser contaminada pelo contato com despejos inadequados de lixo ou fossas sépticas, por exemplo.

Dessa forma, tanto as fezes humanas, provenientes das fossas sépticas, quanto de animais podem implicar na presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, microrganismos patogênicos que funcionam como indicadores de contaminação, descartando-se, assim, a potabilidade da água, pois pode ocasionar infecções na população consumidora.

A Tabela 2 e a Tabela 3 mostram os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados com o kit de potabilidade.

Primeiramente, com relação à alcalinidade, apesar das normas não instituírem um limite fixo, ao analisar os resultados, o valor do poço A7 chamou a atenção, mostrando-se elevado, e segundo a Fundação Nacional de Saúde (2014), percentuais altos podem incomodar o paladar.

Para os resultados de amônia, cloreto, dureza total e ferro, todos os poços apresentaram valores dentro dos limites permitidos pela Portaria GM/MS nº 888. Quanto à cor e à turbidez, os valores se mostraram mínimos e adequados. Esses parâmetros podem estar correlacionados, pois ambos se referem à existência de materiais sólidos em suspensão, que podem interferir na transparência da água.

No que se refere ao oxigênio consumido, todos os poços se mostraram dentro das adequações. Uma exceção foi o poço A5, que apesar de não exceder o limite preconizado pela legislação, atingiu o valor máximo admissível, podendo assim, apresentar uma

concentração de matéria orgânica em decomposição na água.

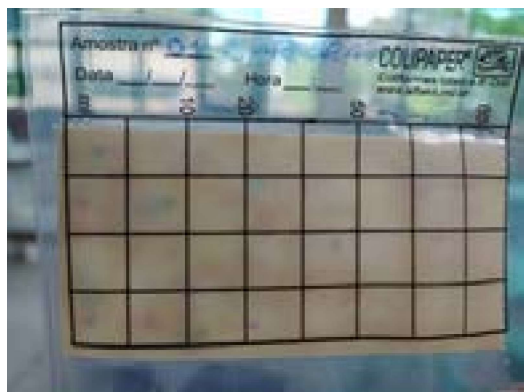
No tocante ao pH, a resolução nº 357 do CONAMA recomenda que seja de 6,0 a 9,0 em águas doces. Sendo assim, as amostras apresentaram resultados de pH dentro do permitido, com exceção do poço A6. Este valor se encontra na escala ácida de pH, podendo ser atribuído à presença de vários fatores, tais como oxidação de matéria orgânica, concentração de CO₂ e temperatura da água. Logo, esse resultado pode prejudicar a qualidade das águas, uma vez que valores baixos de pH as tornam mais corrosivas e agressivas.

Em relação à presença de coliformes totais, quatro poços testaram positivos e quatro, negativos (Tabela 3). Desses quatro, três poços (A4, A7 e A8) acusaram também a presença de *Escherichia Coli* (coliformes termotolerantes). Assim, pode-se afirmar que 50% dos poços analisados não estão de acordo com os padrões da norma, pelo fato de apresentarem algum dos grupos de coliformes. Essas contaminações podem ter sido causadas pela proximidade que alguns poços, como o A7 (Figura 2) e A8 têm com lavouras e criação de animais, e o poço A4 com possíveis fossas sépticas.

PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICOS									
Parâmetros analisados	Limites *	Poço A1 (Queiroz)	Poço A2 (Horta)	Poço A3 (Loiola)	Poço A4 (Cidade Nova)	Poço A5 (Santo Antônio)	Poço A6 (Boa Vista)	Poço A7 (Carcará)	Poço A8 (Quilombo)
Alcalinidade (mg/L)	**	90	110	50	120	160	0	280	160
Amônia (mg/L)	1,2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloretos (mg/L)	250	110	70	100	60	90	190	140	120
Cor (mg/L)	15	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Dureza Total (mg/L)	500	90	120	70	80	190	120	260	130
Ferro (mg/L)	0,3	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Turbidez (uT)	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oxigênio consumido (mg/L)	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	1,0
pH (un. pH)	6-9,5	7	7	6	7	7	4	8	7

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS									
Parâmetros analisados	Limites	Poço A1 (Queiroz)	Poço A2 (Horta)	Poço A3 (Loiola)	Poço A4 (Cidade Nova)	Poço A5 (Santo Antônio)	Poço A6 (Boa Vista)	Poço A7 (Carcará)	Poço A8 (Quilombo)
Coliformes totais (UFC/100 mL)	Ausência	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Presente
Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)	Ausência	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Presente

Figura 2 – Análise de Coliformes totais e *E. Coli* do poço A7.



Fonte: Acervo pessoal.

Nesse contexto, é válido elencar que o Ministério da Saúde aceita a presença de coliformes totais apenas na ausência de *Escherichia coli* (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Logo, a detecção de *E. coli* nos poços A4, A7 e A8 é um indicativo para que a população consumidora não utilize essas águas, evitando assim o contágio com doenças de veiculação hídrica. Além disso, como recomendado pelas normas vigentes, ações corretivas devem ser feitas, para que as águas sejam desinfetadas, e amostras novas precisam ser coletadas até que os resultados sejam adequados quanto aos dois grupos de coliformes.

CONCLUSÃO

A potabilidade da água é uma questão de saúde pública. Com a contaminação desse recurso hídrico subterrâneo, grande parte da população poderá ser atingida, considerando o grande alcance dos poços subterrâneos no município de Lagarto. De um modo geral, as águas dos poços coletivos selecionados apresentaram bons resultados quanto à sua qualidade, porém três deles acusaram a presença de coliformes totais e também *Escherichia coli* (coliformes termotolerantes). Mais estudos tornam-se necessários, considerando que a análise de coliformes pelo kit de potabilidade é qualitativa, indicando apenas presença ou ausência desses patógenos. Conclui-se que o projeto tem muita importância científica e social, pois a análise desses parâmetros determina as características necessárias para que a água chegue até a população de forma mais segura e confiável, com o intuito de que seja possível utilizá-la para consumo humano, evitando assim possíveis doenças nos consumidores.

Ademais, os dados obtidos podem ser usados ainda para promover uma futura melhoria da qualidade das águas analisadas.

AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores são gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de Iniciação Científica e ao Instituto Federal de Sergipe (IFS), *Campus* Lagarto, pelo apoio e por fornecer espaços físicos para a execução do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G. da; BENVENUTI, S. M. P. **Projeto cadastro da infra-estrutura hídrica do Nordeste**. Estado de Sergipe. Diagnóstico do município de Lagarto. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria GM/MS Nº 888 de 04 de maio de 2021. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 de maio de 2021.

COELHO, S. C. et al. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. **Ambiente e Água**, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 156-167, fev./2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/q6YqwDvZ5ctjNMYs3fzD8bg/?lang=pt>. Acesso em: 1 ago. 2021.

FREITAS, V. P. D. et al. **Águas: Aspectos Jurídicos e Ambientais**. 3. ed. Curitiba: Juruá Editora, 2007. p. 18-28.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. 2014.

MANZIONE, R. L. **Águas Subterrâneas: Conceitos**

e Aplicações sob uma Visão Multidisciplinar. 1. ed. São Paulo: Paco Editorial, 2015. p. 25-47.

RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM JR, A. de. **Atlas de qualidade da água subterrânea no Estado de Sergipe com fins de irrigação**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

SILVA, D. D. da *et al.* **Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 19, n. 1, p. 43-52, 2014.

SOUZA, L. C. D. Águas subterrâneas e a legislação brasileira. 22. ed. Curitiba: Juruá, 2009. p. 30-120.

TELLES, D. D. A. (org.) *et al.* **Ciclo Ambiental da Água da chuva à gestão**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2012. p. 129.

OLIVEIRA, M. M. et al. Análise físico-química e microbiológica de águas de poços artesianos de uso independente. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 624-639, out. 2018. ISSN 2238-8753. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6971/4078>.

ZERWES, C. M. et al. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natureza**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 651-663, 2015. Disponível em: <<https://dx.doi.org/105902/2179460X17385>>.