

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA DOS POÇOS DE JUÇATUBA-MA

Cinthyá C. Lopes¹; Ana. C.J. Mendonça¹; Thiago O. Araújo¹; José M. S. de A. Lima¹; Alamgir Khan¹; Raquel M. T. Fernandes¹

¹Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)- Campus Paulo VI – Curso de Química Licenciatura.

Palavras-Chave: Água, Parâmetros, Potabilidade.

Introdução

A História nos evidencia que as primeiras civilizações se estabeleceram em regiões próximas a rios e o sucesso destas se deve aos preciosos sistemas de irrigação criados para cultivo e plantação. Paralelamente, atualmente a presença da sociedade nos centros urbanos só é possível com a adoção de sistemas de fornecimento de água

A água é uma das substâncias mais importantes para o ser humano, sendo utilizada nas mais diversas atividades desenvolvidas ao longo do dia. Sua presença na natureza é crucial para manutenção da vida de muitas espécies. Além do ser humano possui cerca de 65% de seu corpo composto por água, ela é vital para a ocorrência de inúmeras reações químicas no corpo para produção de energia (Bruni, 1994). A absorção de determinados nutrientes que realizam funções bioquímicas no organismo, como vitaminas C e do complexo B, apenas ocorre mediante a participação deste solvente.

Na natureza, a água não é encontrada de forma pura, pois, por ser um solvente universal, geralmente dissolve a maioria das substâncias com quem tem contato. Desse modo, quando se inicia a precipitação, os gases presentes na atmosfera são dissolvidos pela água e, posteriormente, esta realiza o transporte de espécies hidrossolúveis pelo solo (Menezes, Machado e Nascimento, 2011).

Contudo, quando seu tratamento e seu manejo ocorrem de forma inadequada, serve como veículo para propagação de doenças causadas por microrganismos como diarreia, amebíase, leptospirose, giardíase etc. De tal maneira que entre 2016 e 2019, 28,4% dos surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar, que se tinha informações, foram causados por meio da água (Brasil, 2020).

Atualmente, no planeta, de 2,5% da água doce existente, 30% desta é subterrânea e 1% está presente nos rios (ANA, [20-]). Para que esteja própria para ingestão, ela precisa estar situada dentro dos padrões físico, químico, organoléptico e biológico legais estabelecidos. Sabendo disso, é crucial salientar que no Brasil nem todos os brasileiros têm acesso à água potável proveniente de sistemas de abastecimento. Para tanto, tornou-se oportuno a utilização de soluções alternativas como, por exemplo, os poços artesianos, para suprir a necessidade desta parcela da população.

Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar de forma integrada a qualidade da água dos poços artesianos de Juçatuba-SJR, levando, em consideração os parâmetros físico-químicos e microbiológicos a partir dos padrões determinados pelo CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 518/2004 e a Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021. Além de fornecer respostas quanto ao grau de potabilidade da água para a população local.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A pesquisa ocorreu na comunidade de Juçatuba, no município de São José de Ribamar-MA; a qual está distante 20km da capital São Luís. Caracteriza-se pela presença principalmente de latossolos amarelo, argissolos e solo de mangues rasos além de áreas com elevada declividade (Lopes, Borges, 2012). A agricultura de subsistência, pesca e o extrativismo são as

principais rendas da população. Devido às áreas com alta salinidade, apicuns, a população se beneficia também da criação de camarões como atividade econômica (Filho,2015).

Coleta das amostras

A coleta das amostras foi realizada, em triplicada, em três poços situados em Juçatuba, em maio de 2024. Foram armazenadas em frascos estéreis de 500 mL para posterior análises, as quais ocorreram no Laboratório Parcelso, situado na Vila dos Contêineres, e no Laboratório 1 do Curso de Ciências Biológicas, ambos localizados na Universidade Estadual do Maranhão-UEMA.

Análise Físico-química

Os parâmetros físico-químicos observados com o auxílio do medidor de pH (digital) e das fitas de parâmetro foram: potencial hidrogeniônico, nitrato, carbonato, nitrito, nitrito, cloro livre, ferro, dureza total, chumbo, cobre, cloro total, bromo, alcalinidade total, fluoreto, condutividade e salinidade.

Previamente, o medidor digital foi calibrado. Para tanto, os eletrodos foram lavados com água destilada e secos, calibrados com as soluções padrão de pH 4 e 7, posteriormente, limpos e enxutos. Em seguida, os eletrodos foram imersos nas amostras e analisou-se os parâmetros em triplicata.

Para a análise por meio das fitas de parâmetro Drinking Water®, ao serem submersas nas amostras durante 2 segundos, esperou-se 30 segundos para realizar a leitura.

Análise Microbiológica

Para o ensaio bacteriológico, usou-se o teste cromogênico e fluorogênico, o qual é aprovado pelas instituições APHA/AWWA/WEF, atua como meio de cultura seletivo, pois possibilita o crescimento das bactérias gram-negativas. Sob esse viés, a sua utilização é essencial para detectar a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* de forma qualitativa.

Para tal, colocou-se 100 mL de cada amostra em tubos, posteriormente, o COLItest® foi adicionado e a mistura foi homogeneizada. Aquele foi evidenciado pela presença da coloração amarelada após a incubação da amostra a 37°C na estufa. Enquanto para detecção de *E. coli*, adicionou-se 10mL da mistura e 3 gotas do reagente de Kovacs. A existência da enterobactéria é evidenciada mediante a emissão fluorescente ao ser exposta à luz ultravioleta e a visualização da ocorrência de aréola avermelhada nas amostras devido à produção de indol pelo microrganismo (LKP Diagnósticos, Inc).

Resultados e Discussão

Na seguinte tabela (tabela 1), tem-se os resultados da análise físico-química dos poços.

Tabela 1. Análises Físico-químicas das amostras de água dos poços de Juçatuba/MA.

Parâmetros	Poço 1			Poço 2			Poço 3			Unidade de medida	VMP*
	A1	A2	A 3	A1	A2	A3	A1	A2	A3		
pH	4,65	4,52	4,50	4,60	4,57	4,60	5,19	5,20	5,21	---	6-9,5
Condutividade	134	133	132	124	124	125	123	123	122	µS/cm	NE**
Salinidade	67	66	66	62	62	62	61	62	61	Ppm	NE**
Fluoreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L	1,5
Nitrato	25	25	25	10	10	25	0	0	0	Mg/L N	10,0
Nitrito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L N	1,0
Carbonato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L	300
Dureza Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L	300
Cloro livre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L	5
Ferro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L Fe	0,3

Chumbo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L Pb	0,01
Cobre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/LCu	2
Cloro Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L Cl	0,01
Bromo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Mg/L	NE**
Alcalinidade Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mg/L(CaCO ₃)	NE**

* Valores Máximos Permitidos

** Não Especificado

Fonte: Autoria Própria (2024).

O pH mede a concentração de íons H_3O^+ presentes na solução. Sabe-se que quando está acima de 7 é básico e abaixo da neutralidade, ácido. A Portaria 518/2004 afirma que, para os padrões de potabilidade, a água própria para o consumo humano precisa estar na faixa de 6 a 9. Percebe-se que os resultados estão abaixo do intervalo permitido pela legislação. Isso pode ser explicado pelos tipos de solos altamente ácidos presentes na região, visto que as características da água são influenciadas pela parâmetros físico-químicos da região que é encontrada. Está em conformidade é essencial, pois pH do líquido está estreitamente relacionado com a regulação do pH sanguíneo do ser humano (Almeida e Filho, 2018).

A condutividade mede a capacidade que uma solução aquosa tem de conduzir corrente elétrica. Quando possui altos valores, pode-se inferir que há presença expressa de íons na amostra. Nos estudos de Kuli (2022), é abordado que os índices elevados de condutividade são favorecidos pela geologia e pelas contaminações provocadas pela ação do homem. Os valores de condutividade estão entre 130 a 140 $\mu S/cm$. Atualmente, não há o valor padrão definido para potabilidade, contudo pesquisas evidenciam que as água naturais possuem condutividade entre 10 e 100 $\mu S/cm$ e, quando contaminadas, valores superiores a 1000 $\mu S/cm$ (Brasil, 2006). Silva et al (2017), ao avaliar o padrão físico-químico dos poços artesianos de Remigio- PB, constatou que sua condutividade variou de 370 a 557,1 $\mu S/cm$.

Para ser ingerida, um dos parâmetros necessários a ser analisado é a salinidade, a qual mede a quantidade de sais dissolvidos. O Conama nº 518/2004 e a Portaria nº 888 não estabelecem o limite máximo permissível. A Resolução nº 357/2005 declara que corpos de água com salinidade menor ou igual 0,5% (5000 ppm), quando classificadas em classe 1 a 3, seu consumo é permitido desde que haja o devido tratamento. Contudo não especifica acerca das soluções alternativas de abastecimento de água (SAC).

A fluoretação na água é essencial para redução da ocorrência de cáries, principalmente, em comunidades empobrecidas. A eficiência do flúor está relacionada com fortalecimento do esmalte, o favorecimento da remineralização, e a mudança na ecologia bucal (Funasa, 2012).

Obteve-se as concentrações dos poços 3, P₂A₁ e P₂A₂ estão de acordo com o limite estabelecido. Enquanto, as demais amostras possuem valores acima. Teixeira e Silva (2023) relatam que o aumento deste parâmetro está associado ao desencadeamento de doenças como câncer e metahemoglobinemia, a qual ocorre mediante a transformação de nitrato em nitrito e, posteriormente, este oxida o ferro presente na hemoglobina.

Segundo Teixeira e Silva (2023), a disposição inadequada de resíduos sólidos contribui para a elevação da concentração de nitrato. Em Juçatuba, há um lixão, no qual diariamente a comunidade despeja o lixo a céu aberto, mesmo havendo coleta diária pela prefeitura (Filho, 2015). Outro fator que proporciona o aumento dos valores é a utilização de fertilizantes para agricultura. Em quantidades elevadas na água, o nitrito desencadeia os mesmos tipos de doença que o nitrato.

Alcalinidade total mostra a capacidade da amostra em neutralizar ácidos. Nas águas subterrâneas, a alcalinidade total se deve a concentrações de carbonatos (Moura, 2021). Além disso, esse padrão auxiliar no controle de corrosão das tubulações (Fernandes, 1989). Esse parâmetro não causa problemas a saúde, contudo é fundamental para dosagem de produtos químicos (Haacke et al., 2019). A Resolução 518/2004 e a Portaria nº888 não informa VMP,

porém a Portaria 2.914/2011 afirma que sua concentração máxima para consumo deve ser 500 mg/L. Percebe-se que seu valor baixíssimo se deve à concentração dos íons carbonatos abaixo do limite.

Os demais parâmetros como carbonato, cloro livre, ferro, chumbo, cloro total e dureza total estão em consonância com a legislação.

A seguir, estão agrupados os resultados das análises microbiológicas (Quadro 1).

Quadro 1. Análise microbiológica dos Poços de Juçatuba/ MA.

Amostras	Coliformes Totais	<i>Escherichia coli</i>
P₁A₁	Negativo	Negativo
P₁A₂	Negativo	Negativo
P₁A₃	Negativo	Negativo
P₂A₁	Negativo	Negativo
P₂A₂	Negativo	Negativo
P₂A₃	Negativo	Negativo
P₃A₁	Negativo	Negativo
P₃A₂	Negativo	Negativo
P₃A₃	Negativo	Negativo

Fonte: Autoria Própria (2024).

A grande parcela das bactérias é benéfica para o ser humano, atuam na produção de alimentos, na reciclagem da matéria orgânica, participam do ciclo do nitrogênio etc. No entanto, a minoria causa danos aos demais seres vivos e, muitas vezes, fatais. Com isso, a análise microbiana do grupo coliformes fecais é essencial para determinar a qualidade hídrica, a possível existência de patógenos na água e contaminação por esgotos domésticos. Por habitar na microbiota intestinal dos animais, a identificação da *E. coli* indica que o líquido entrou em contato com fezes (Brasil, 2006). Além disso, quando presente na água, sua quantidade é proporcional à concentração de matéria fecal (Boni et al, 2020).

Nos estudos de Barbosa et al. (2018), a análise físico-química e microbiológicas do poço que abastece uma empresa privada em São Luís/MA apresentou resultados negativos para coliformes totais e *E. coli*. Através dos ensaios, percebe-se que a ausência desses grupos nas amostras de 100 mL está em consonância com os padrões microbianos determinados (CONAMA, 2005).

Logo, infere-se que dentre os resultados analisados, somente os parâmetros pH, condutividade e nitrato não estão de acordo com as legislações vigentes.

Conclusões

Conclui-se que avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológico da água é fundamental para garantir qualidade quanto ao fornecimento deste recurso. A pesquisa colocou em evidência a necessidade de alguns ajustes quanto aos padrões físico-químicos, pois não atendem aos valores máximos delimitados e estabelecidos em território nacional. É de suma importância que os órgãos competentes realizem os ajustes para melhoria da qualidade da água dos poços da região. Além disso, ficou evidente a necessidade/importância do recurso com elevados níveis de potabilidade.

Agradecimentos

À orientadora, Profa. Dra. Raquel Trindade Fernandes, por apoiar seus alunos na pesquisa. Aos amigos do grupo de pesquisa, a minha família e à Universidade Estadual do Maranhão.

Referências

Agência nacional de água e saneamento básico (ANA). Governo do Brasil, [20-]. Água no mundo. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>. Acesso em: 14 maio 2024.

Almeida, C.A.N.; Filho, D.R. Potencial hidrogeniônico da água e sua influência no organismo humano: um artigo de revisão. **International Journal of Nutrology**, v.1, p 16-23.

Araújo, D. L.; Andrade, R. F. Qualidade Físico-Química e Microbiológica da Água Utilizada em Bebedouros de Instituições de Ensino no Brasil: Revisão Sistemática da Literatura / Physical-Chemical and Microbiological Quality of Water Used in Drinking Fountains in Educational Institutions in Brazil: Systematic Literature Review. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 7301–7324, 2020. DOI: 10.34119/bjhrv3n4-009. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/12609>. Acesso em: 22 maio. 2024.

Barbosa et al. Análise físico-química e microbiológica da água de poços artesianos em condomínios no município de Vitória da Conquista – BA. **Research Society and Development**, v.11, n.7, 2022.

Barbosa et al. Análise físico-química e bacteriológica da água de abastecimento destinada para o consumo humano em uma empresa privada em SÃO LUÍS – MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 58., 2018, São Luís. Anais eletrônicos[...]. UFMA: São Luís, 2018. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/anais.html>. Acesso em: 22 maio 2024.

Bruni, J.C. Água e vida. **Tempo Social**, p 53-56,1994Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 518. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2004.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico Informe sobre surtos notificados de doenças transmitidas por água e alimentos – Brasil, 2016-2019**. Brasília: Ministério da Saúde, v. 51, n.32, 7 ago. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/informe-sobre-surtos-notificados-de-doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos-2013-brasil-2016-2019.pdf/view>. Acesso em: 19 maio. 2024.

Brasil. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=9900c8f2cb83af0aJmltdHM9MTcxNjMzNjAwmCZpZ3VpZD0zMGE0ZTYwYy0wNjBmLTYxYmItMTcwYi1mMjU4MDdkNjYwYWlmaW5zaWQ9NTIyMQ&ptn=3&ver=2&hsh=3&fc lid=30a4e60c060f61bb170bf25807d660ab&psq=ministerio+vigilancia+e+controle+da+qualidade+da+%c3%a1g ua&u=a1aHR0cHM6Ly9idnNtcy5zYXVkb3ZS5nb3YuYnIvYnZzL3B1YmNjY2Fjb2VzL3ZpZ2lsYW5jaWFfY29udHJvbGVvcXVhbGkYWRIX2FndWEucGRm&ntb=1>. Acesso em: 22 maio 2024.

Brasil. Portaria 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: https://bvsm.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_24_05_2021_rep.html. Acesso em: 22 maio 2024.

Brasil. Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: http://bvsm.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 22 maio 2024.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 518. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2004.

Fernandes, J. L. A. **Alcalinidade total das águas naturais**.1989. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Química) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1989.

Filho, J. F. C. O impacto da política de crédito fundiário na sobreposição de territórios entre a comunidade quilombola de Juçatuba e o assentamento bom jardim, município de São José de Ribamar (MA). 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de desenvolvimento Socioespacial e Regional, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.

Haacke et al. Análise alcalinidade, dureza e condutividade em amostras do rio Itajaí-Mirim. In: FORMAÇÃO ACADÊMICA E CIENTÍFICA E CULTURAL E HUMANÍSTICA..., 2., Brusque. Anais eletrônicos [...]. IFC:



Brusque. Disponível

em:

<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=c04772eb62a6a255JmltdHM9MTcxNjQyMjQwMCZpZ3VpZD0zMGE0ZTYwYy0wNjBmLTYxYmItMTcwYi1mMjU4MDdkNjYwYWImaW5zaWQ9NTE5NA&pntn=3&ver=2&hsh=3&fclid=30a4e60c-060f-61bb-170b-f25807d660ab&psq=N%c3%81LISE+DE+ALCALINIDADE%2c+DUREZA+E+CONDUTIVIDADE+EM+A+MOSTRAS+DO+RIO+ITAJA%c3%8d-MIRIM+referenciar&u=a1aHR0cHM6Ly9jb3JlLnVrL2Rvd25sb2FkL3BkZi8zMzMTk3MzQucGRm&ntb=1>. Acesso em: 22 maio 2024.

Kulis, J.F. **Análise físico-química de água de poços do município de Rebouças-Paraná**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal do Paraná, Irati, 2022.

Lopes, M. A; Borges, D.V. **Caracterização geomorfológica do espaço agrário dos povoados de bom jardim e Juatuba, São José de Ribamar-MA**. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 9º, 2012, Rio de Janeiro. Anais do 9º SINAGEO.

Menezes, J.C; Machado, C.A; Nascimento, R.O. Uma análise científica da água. In: V COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”,5., 2011. Anais eletrônicos[...]. Sergipe: EDUCON,2011.

Disponível

em:

<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=17162f344112d1aeJmltdHM9MTcxNTczMTIwMCZpZ3VpZD0zMGE0ZTYwYy0wNjBmLTYxYmItMTcwYi1mMjU4MDdkNjYwYWImaW5zaWQ9NTQzMA&pntn=3&ver=2&hsh=3&fclid=30a4e60c060f61bb170bf25807d660ab&psq=uma+an%c3%a1lise+cient%c3%adfica+da+%c3%a1gua&u=a1aHR0cHM6Ly9yaS51ZnMuYnIvYml0c3RyZWZlL3JpdWZzLzEwNDcxLzE3LzZkLnBkZg&ntb=1>.

Acesso em: 15 maio 2024.

Silva et al. Parâmetros Físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de RemígioPB. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017.

Teixeira, E. C., Silva, R. A. A importância da análise nitrato em águas destinadas ao consumo humano. Livro Da IV Mostra Dos Trabalhos De Conclusão De Curso Da Especialização Em Vigilância Laboratorial Em Saúde Pública. Jardim do Seridó: Agron Science, 2023. cap. 37, p 244-249.