



AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA PARA POTABILIDADE E IRRIGAÇÃO: ESTUDO NOS BAIRROS SÃO FRANCISCO E ARAPIRACA, PAULISTANA – PI

Maria Jarlene S. Santos¹; Naedja V. Pontes¹; Ijan de C. Silva¹; Vinícius Igor A. B. de Araújo¹; Talita Fernanda C. Gentil²; Herdivânia P. de Sousa³, José Carlos Justino da Silva¹.

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). E-mail: mariajarlenesilva6@gmail.com

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA).

3 Universidade Federal do Ceará (UFC).

Palavras-Chave: qualidade da água; poço artesiano; *Escherichia coli*.

Introdução

A água é essencial para os seres humanos, animais e plantas, sendo usada para saciar a sede, preparar alimentos, higiene pessoal, além de influenciar as atividades econômicas (FUNASA, 2014). No sertão nordestino a escassez da água faz com que a população procure por meios de abastecimentos, é muito comum a perfuração de poços artesianos para suprir a necessidade desse recurso, essa medida é ainda mais presente na zona rural. Para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, pois esse recurso pode tornar-se significativo no suprimento hídrico da população (Sousa *et al.*, 2021).

A água para consumo humano deve ser potável, ou seja, deve atender ao padrão de potabilidade estabelecido em norma pelo Ministério da Saúde, e não oferecer riscos à saúde. Se a água para consumo humano não tiver boa qualidade, ou seja, não for potável, pode causar doenças, como Febre Tifoide, Cólera, diarreias, esquistossomose e até Hepatite (FUNASA, 2014). Logo, se faz necessário uma análise qualitativa da água proveniente dessas fontes de abastecimento, a fim de determinar se o recurso natural extraído desses locais possui propriedades satisfatórias para o consumo humano e por vezes para a irrigação. A relevância dessas análises se explica pelo fato de que o corpo humano precisa dos componentes básicos da água potável para desenvolver suas atividades, logo, no caso dessa água ter alterações em sua composição isso poderá causar impactos negativos a saúde humana (Sousa *et al.*, 2021).

Ao contrário das águas superficiais, as águas subterrâneas não se revelam facilmente aos olhos, fato que compromete sua gestão: longe dos olhos, longe do coração. A natureza velada desse recurso subterrâneo acoberta sua importância social, ambiental e econômica, bem como dificulta o diagnóstico sobre sua situação e a consolidação de políticas públicas específicas. A percepção da sociedade sobre a existência desse recurso e sua importância econômica e ambiental é deficiente mesmo nos municípios ou setores econômicos onde essas águas constituem a principal fonte hídrica. O desconhecimento sobre seu papel e das ações necessárias para a sua proteção torna os aquíferos mais vulneráveis ao risco de contaminação ou ao mau uso, o que pode acarretar, neste último caso, sua superexploração. (Hidrata *et al.*, 2019).

É perceptível a importância de pesquisar a qualidade físico química da água subterrânea



para consumo humano e irrigação, pois contribui para a sociedade e torna o invisível, visível, e incentivar a proteção desse patrimônio hídrico e ambiental, alertando também sobre os riscos de contaminantes para consumo humano. A falta de conhecimento hidrográfico para a escavação dos poços pode ressaltar em águas com alto teor de sais, tornando-se inadequada ao consumo humano e levando a necessidade de um tratamento adequado para a sua utilização (Sousa *et al.*, 2021).

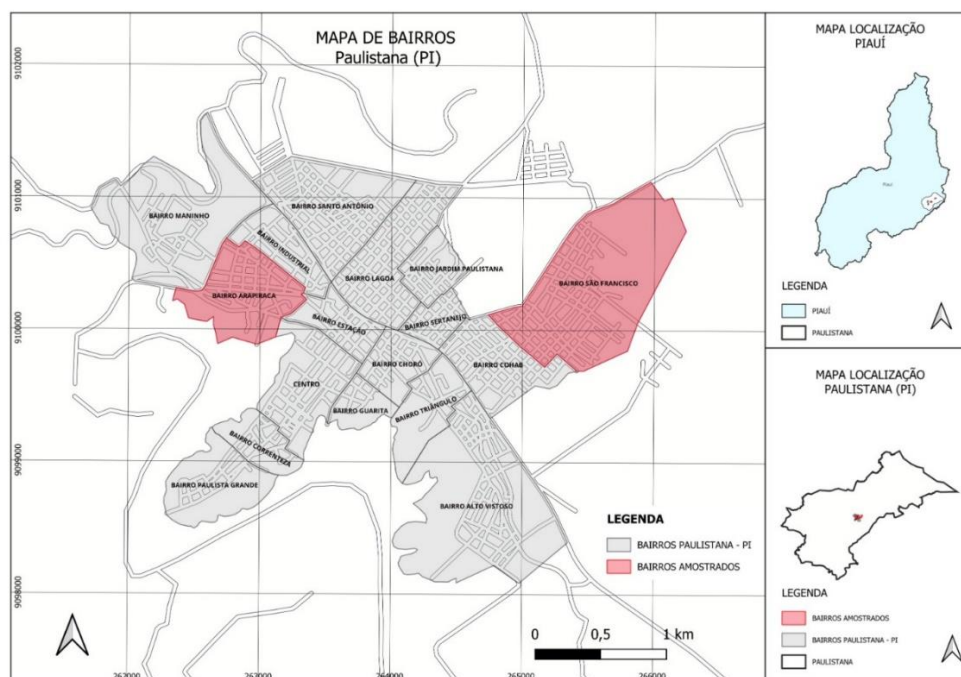
Segundo o Instituto Água e Saneamento (2023), em paulistana (PI), 61,7% da população recebe água potável por rede geral de distribuição, geralmente vinculada a serviços públicos de abastecimento. Cerca de 3.499 habitantes não possuem água encanada em seus domicílios e precisam se abastecer com uso de carro-pipa ou outros recursos. A população que utiliza poço artesiano para suprir a falta de água chega a 1.395, cerca de 6,6% da população. Nesse contexto, é fundamental investigar os principais indicadores físico-químico e microbiológicos, com o objetivo de não apenas diagnosticar a situação atual, mas também fornecer subsídios técnicos para garantir a conformidade com os padrões de potabilidade vigente e a proteção da saúde da população local.

Ciente do papel social e informativo sobre o controle da qualidade da água do município de Paulistana - PI, o presente trabalho tem por objetivo, contribuir no monitoramento da qualidade da água através das análises físico-químicas e microbiológicas dos bairros São Francisco e Arapiraca.

Material e Métodos

A localização da área de estudo e dos respectivos bairros de amostragem está representada no mapa da Figura 1. Foi realizada amostragem pontual em dois poços particulares localizados nos bairros Arapiraca e São Francisco, cujas localizações exatas foram mantidas em anonimato para resguardar a privacidade dos proprietários.

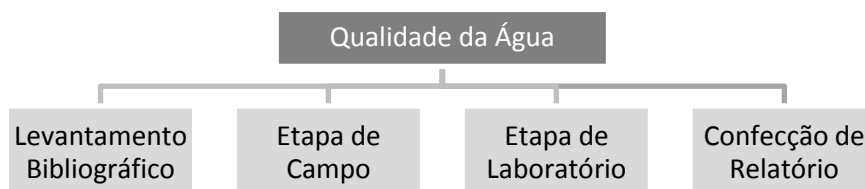
Figura 1: Localização dos bairros onde foram realizadas as coletas de água.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a realização desta pesquisa foi estabelecida uma série de procedimentos rotineiros:

Figura 2: Fluxograma das atividades desenvolvidas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A) Levantamento Bibliográfico: Foi realizado um levantamento bibliográfico referente a trabalhos anteriores desenvolvidos na área de estudo acerca dos aspectos hidrogeológicos e de qualidade da água. Adicionalmente, elaborou-se o mapa de localização das amostragens com auxílio de softwares de geoprocessamento.

B) Etapa de Campo: Realização de coleta de amostras de água. Para assegurar o controle de monitoramento baseado na norma ISSO 5667/06 em adição ao controle de tomada e conservação de amostras, foi seguido Standard Methods 1060 A, B e C para análises laboratoriais onde obedeceu aos seguintes itens:

- i. Coletar a amostra de água com uma limpeza prévia na parte externa da torneira (álcool), deixando a água correr durante 5 minutos.
- ii. Diminuiu-se a vazão da torneira e deixou-se correr um filete pouco intenso de água.
- iii. Retirou-se a tampa, do frasco previamente identificado, evitando que a tampa entre em contato com qualquer objeto, colheu-se 500 mL de água, tampou-se o frasco em seguida.
- iv. Armazenamento das amostras em uma caixa isotérmica com gelo até chegar ao laboratório.

C) Etapa de Laboratório: As análises foram realizadas em triplicata, sendo processadas em equipamentos e utilizando produtos químicos específicos tendo como referência o *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW) e também métodos analíticos internos do laboratório Controle de Qualidade do Meio Ambiente (LAB-LAM-ME) do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) para as seguintes características: Cor aparente, Nitrogênio (N) - Nitratos, Nitrogênio (N) - Nitritos, Dureza total, Cloretos totais, pH, Contagem de Coliformes Termotolerantes, Contagem de *Escherichia Coli*, Ferro (Fe) total, Magnésio (Mg) total, Sólidos Dissolvidos totais, Potássio (K), Cálcio (Ca), Sulfatos Total, Turbidez. As análises microbiológicas seguiram as normas estabelecidas pelo SMEWW através do método dos tubos múltiplos, sendo um teste presuntivo e outro confirmativo. Os parâmetros de qualidade de água para a irrigação foram analisados no laboratório de Soluções Agrícolas Integradas (SOLOAGRI) seguindo as normas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) para as seguintes características: pH, Dureza, Condutividade Elétrica, RAS, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu, Fe, Mn, Zn, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- .

D) Confecção de Relatório: Para a avaliação da potabilidade da água, os resultados foram comparados da Portaria do GM/MS N° 888, de 2021 e para irrigação foram comparados com a EMBRAPA. Os resultados foram tabulados em Microsoft Excel e analisados, fazendo o tratamento e integração dos dados coletados nas três etapas iniciais citadas.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas para fins de potabilidade, realizadas no laboratório do SENAI com amostras de água coletadas nos poços artesianos dos bairros São Francisco e Arapiraca, no município de Paulistana – PI, foram integrados e estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos para potabilidade dos poços dos bairros São Francisco e Arapiraca.

Ensaio	São Francisco	Arapiraca	Unidade	Limite aceitável
pH (ac)	7,20	7,14	--	6.0 – 9.5
Cloretos Totais (ac)	35,5	759	mg/L Cl	250 mg/L Cl máx.
Sólidos Dissolvidos Totais	860	1.600	mg/L	1000 mg/L máx.
Nitrogênio (N) – Nitratos	<1,0	13,8	mg/L-N NO ₃ ⁻	10 mg/L – N NO ₃ máx.
Nitrogênio (N) – Nitritos	<0,20	<0,20	mg/L-N NO ₂ ⁻	1.0 mg/L – N NO ₂ máx.
Cor Aparente (ac)	<5,0	<5,0	mgPt-Co/L	15 mgPt-Co/L máx.
Dureza Total (CaCO ₃)	342	1900	mg/L CaCO ₃	500 mg/L CaCO ₃ máx.
Cálcio (Ca)	29,16	32,77	mg/L	100 mg/L máx.
Ferro (Fe) Total	<0,3	<0,3	mg/L	0.3 mg/L máx.
Magnésio (Mg) Total	10,4	9,56	mg/L	500 mg/L máx.
Potássio (K) (ac)	9,24	9,36	mg/L	--
Sulfatos Total (ac)	66,3	50,7	mg/L SO ₄ ²⁻	250 mg/L SO ₄ máx.
Turbidez (ac)	<1,0	<1,0	NTU	5.0 NTU máx.
Coliformes Termotolerantes (ac)	200	<1,0	NMP/100mL	Ausência 100 ml
<i>Escherichia Coli</i> (ac)	14	<1,0	NMP/100mL	Ausência 100 ml

***Resultados em negrito e sublinhado apresentam valores acima do aceitável.**

Analisando os resultados da amostra de água do bairro São Francisco, observou-se que os parâmetros físico-químicos estão dentro dos limites aceitáveis do Ministério da Saúde, com exceção dos parâmetros microbiológicos, onde os coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* apresentam valores muito acima do aceitável, podendo acarretar impactos diretos à saúde do consumidor. A presença desse grupo em águas subterrâneas, como as de poços, é um indicador de contaminação antropogênica, a qual está diretamente associada ao despejo de efluentes domésticos. Assim, a má qualidade microbiológica das águas relaciona-se diretamente a doenças diarreicas de veiculação hídrica, como febre tifoide, cólera, hepatite A e giardíase. O consumo de água imprópria tem sido relacionado a vários surtos epidêmicos e a elevadas taxas de mortalidade infantil (Ribeiro *et al.*, 2021; Carnaúbas *et al.*, 2021; Rocha *et al.*, 2020). A presença de coliformes termotolerantes e de *Escherichia coli* não é tolerada em amostras destinadas ao consumo humano, independentemente da concentração (Brasil, 2021). Essa



contaminação afeta diretamente a saúde da população; portanto, as águas de poço, quando consumidas sem nenhum tratamento, podem acarretar o desenvolvimento de diarreias e infecções urinárias (Baima *et al.*, 2023).

Analisando os resultados da amostra de água do bairro Arapiraca, nota-se que os parâmetros microbiológicos e a maioria dos ensaios físico-químicos estão em conformidade com os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Contudo, os parâmetros de Cloretos Totais, Sólidos Dissolvidos Totais e Nitrogênio Nitrato apresentaram valores de 759 mg/L Cl, 1.600 mg/L e 13,8 mg/L-N, superando os limites máximos permitidos de 250 mg/L, 1.000 mg/L e 10 mg/L-N, respectivamente. Essa inconformidade pode acarretar impactos diretos à saúde do consumidor. A presença de Cloretos totais na água subterrânea provém da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar e ainda podem advir dos esgotos domésticos ou industriais, em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas (FUNASA, 2014). A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014) define que a água potável deve ter, no máximo, 1000 mg/L de Sólidos Dissolvidos Totais, ultrapassar esse valor é um sinal de alerta: costuma indicar o lançamento incorreto de esgotos na fonte de água e compromete suas propriedades organolépticas – deixando a água com gosto, odor ou aspecto desagradáveis para o consumo. A presença do íon Nitrato na água subterrânea quando acima do permitido pela legislação, torna-se prejudicial à saúde, pois pode estar relacionada com o desencadeamento de câncer gastrointestinal e esôfago em adultos, câncer de tireoide e outros distúrbios dessa glândula, além de metemoglobinemia em bebês de até três meses de idade e em adultos com deficiência enzimática, condição conhecida como ‘Síndrome do Bebê Azul’. (Verly *et al.*, 2017).

Os resultados das análises físico-químicas para fins de irrigação, realizadas no laboratório SOLOAGRI com amostras de água coletadas nos poços artesianos dos bairros São Francisco e Arapiraca, em Paulistana – PI foram integrados e estão apresentados na tabela 2. Na tabela 3, temos a classificação quanto a dureza, salinização e sodificação adotados como parâmetros pela EMBRAPA (Almeida, 2010).

Tabela 2: Resultado dos parâmetros físico-químicos para irrigação dos poços dos bairros São Francisco e Arapiraca.

Ensaio	Arapiraca	São Francisco	Unidade	Limite aceitável
pH	7,9	7,03	--	6,0 – 8,5
Condutividade elétrica (C.E)	4,15	1,56	dS/m	--
Dureza (CaCO ₃)	102,19	43,79	mg.L ⁻¹	--
Razão de adsorção de sódio (RAS)	1,92	2,06	mmol _c .L ⁻¹	0 – 15
Sódio (Na ⁺)	8,52	5,22	mmol _c .L ⁻¹	--
Potássio (K ⁺)	0,21	0,37	mmol _c .L ⁻¹	0 – 2
Cálcio (Ca ²⁺)	36,72	5,62	mmol _c .L ⁻¹	0 - 20
Magnésio Mg ²⁺	2,52	7,22	mmol _c .L ⁻¹	0 – 5,0
Cobre (Cu)	0,01	0,01	mg.dm ⁻³	0,20
Ferro (Fe)	0,02	0,11	mg.dm ⁻³	5,0
Manganês (Mn)	0,01	0,51	mg.dm ⁻³	0,20
Zinco (Zn)	0,01	0,03	mg.dm ⁻³	2,0
Carbonato CO ₃ ²⁻	0,00	0,00	mmol _c .L ⁻¹	0 – 0,1
Bicarbonatos HCO ₃ ⁻	6,00	8,80	mmol _c .L ⁻¹	0 – 10
Cloreto Cl ⁻	38,10	8,10	mmol _c .L ⁻¹	0 – 30

***Resultados em negrito e sublinhado apresentam valores acima do aceitável.**



Tabela 3: Classificação quanto a dureza, salinização e sodificação.

Dureza com base em CaCO_3	Branda	Moderada	Dura	Muito Dura
	0 - 75	75 - 150	150 - 300	>300
Salinização (dS/m)	C1 (0 - 0,25) Risco Baixo	C2 (0,26 - 0,75) Risco Médio	C3 (0,76 - 2,25) Risco Alto	C4 (2,26 - 5,00) Risco Muito Alto
Sodificação (RAS)	S1 (0-10) Risco Baixo	S2 (11 - 18) Risco Médio	S3 (19 - 26) Risco Alto	S4 (27 - 30) Risco Muito Alto

Fonte: Almeida (2010).

Os resultados da amostra de água para irrigação do bairro Arapiraca demonstraram que a maioria dos parâmetros físico-químicos está dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pela EMBRAPA (Almeida, 2010). Contudo, observa-se que o Cálcio e Cloreto apresentaram valores de $36,72 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$ e $38,10 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$, superando os limites máximos permitidos de $20 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$ e $30 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$, respectivamente. A presença do íon Cloro na água tem maior potencial de toxicidade nas plantas quando apresenta concentrações elevadas, podendo afetar diretamente o rendimento das plantas (Gomes, 2019). O Cálcio presente na água tem tendências de precipitação, acarretando o aumento de proporção de sódio nessas águas, fazendo com que haja um decréscimo na sua concentração, afetando as tubulações e os emissores (Gomes, 2019). A classificação desta água é C4S1, com dureza moderada possuindo risco baixo de sodificação. Contudo, a Condutividade Elétrica (tabela 3) permite de forma indireta estimar a concentração total de sais presentes na água, a CE tem proporcionalidade à concentração iônica (Gomes, 2019). Logo, águas classificadas como C4 possuem muito alta salinidade, não é apropriada para irrigação sob condições normais, porém pode ser usada ocasionalmente, em circunstâncias muito especiais. Os solos devem ser permeáveis, a drenagem adequada, devendo ser aplicada água em excesso para se obter uma boa lixiviação de sais, e mesmo assim devem ser explorados com culturas altamente tolerantes aos sais (Richards, 1954).

Na análise de água para irrigação do bairro São Francisco, o Magnésio foi o único parâmetro fora da conformidade, apresentando o valor $7,22 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$, o que ultrapassa o limite máximo aceitável de $5,0 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$ estabelecidos pela EMBRAPA (Almeida, 2010). O Magnésio é considerado um íon de potencial tóxico, concentrações elevadas influenciam de forma negativa na produtividade das plantas, restringindo na disponibilidade de nutrientes e causando queimaduras nas folhas das plantas (Dias *et al*, 2016). A classificação desta água é C3S1, sua dureza é branda possuindo risco baixo de sodificação. Águas classificadas como C3 possuem alta salinidade, não pode ser utilizada em solos com drenagem deficiente. Os riscos apresentados por esta classe de água podem ser amenizados quando o emprego do método de irrigação localizada mantendo o solo continuamente úmido (Richards, 1954).

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, as águas subterrâneas dos poços artesianos dos bairros São Francisco e Arapiraca apresentam restrições significativas para o consumo humano e para a irrigação, exigindo medidas de manejo e tratamento. Quanto a potabilidade, a água do bairro São Francisco é imprópria para o consumo direto devido à contaminação microbiológica por coliforme termotolerantes e *Escherichia coli*, indicando contaminação por efluentes domésticos e riscos de doenças de veiculação hídrica. Por outro lado, a água do bairro Arapiraca, embora



microbiologicamente adequada, inviabiliza-se para o consumo sem tratamento prévio devido ao descumprimento dos limites físico-químicos para Cloretos Totais, Sólidos Dissolvidos Totais e Nitrogênio (N)-Nitrato.

Em relação ao uso agrícola, a água do bairro Arapiraca foi classificada como C4S1 (muito alta salinidade e baixo risco de sodificação), além de apresentar excesso de cálcio e cloretos. Já o bairro São Francisco apresentou classificação C3S1 (alta salinidade e baixo risco de sodificação) e alto teor de magnésio. Em ambos os bairros, deve-se ter um cuidado com o seu uso na irrigação, pois percebemos que ambas as amostras de água podem ser utilizados na irrigação desde que sejam realizados os tratos e manejos apropriados para mitigar o efeito dessas águas perante o solo e as plantas.

Concluimos que são necessárias intervenções governamentais e de saneamento, com destaque para implantação de processos de desinfecção e dessalinização da água para consumo humano, além da orientação dos agricultores locais sobre o correto manejo da irrigação. Recomenda-se também a implementação de soluções de Internet das Coisas (IoT) e monitoramento inteligente, por meio da instalação de sensores em tempo real integrados à inteligência artificial, para acompanhar continuamente a salinidade e a turbidez em poços vulneráveis do município.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), por meio da concessão de bolsa de Iniciação Científica. Os autores expressam sua gratidão à FAPEPI pelo fomento à pesquisa.

Referências

- ALMEIDA, O. A. DE. Qualidade da água de irrigação. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Cruz das Almas – BA, 21. ed. p. 234, 2010.
- BAIMA, S. F. S.; ABOIM, E. da C.; ALMEIDA, A. D. S. de; NASCIMENTO, W. da S. do.; SOARES, H. M. de S.; LIRA, J. R. de S. Análise da qualidade da água de poços tubulares na zona urbana de Itaituba, Pará, Brasil. **Águas Subterrâneas**, 37(1), 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 de mai. 2021. Seção 1, p. 39-42. (Altera o Anexo XX da **Portaria de Consolidação GM/MS nº 5**, de 28 de setembro de 2017).
- CARNAÚBA, R. F.; NETO, J. V. F.; FERNANDEZ, L. C. S.; CARNAÚBA, R. K. L. V.; ROCHA, T. J. M.; XAVIER, V. N. Análise dos parâmetros de coliformes totais e fecais em areia de praias urbanas de Maceió, Alagoas, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12-375, 2021.
- DIAS, Nildo da S.; SOUZA, Edivan R. de.; FERREIRA, Jorge F. da S.; SOUSA NETO, Osvaldo N. de.; QUEIROZ, Ítalo S. R. de. Efeito dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES FILHO, Enéas. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems, 2016.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília: FUNASA, 2014.
- GOMES, A. O. Qualidade química de água para irrigação de poços artesianos no nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia agrícola e Ambiental) - **Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias**. Montes Claros, 2019.



HIDRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; MARCELLINI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELLINI, L. As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil. São Paulo: **Universidade de São Paulo / Instituto de Geociências**. 2019.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO (SINISA). **Municípios e saneamento BETA**. 2023. Paulistana (PI). Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pi/paulistana>. Acesso em: 07 mai. 2026.

RICHARDS, L. A. (Editor). **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**. Agriculture Handbook No. 60, USDA, 1954.

RIBEIRO, C. J.; COELHO, L. M. F.; MEROLA, Y. DE L. Avaliação da qualidade das águas de diferentes fontanários públicos de poços de Caldas, estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista Extensão & Cidadania**, v. 9, n. 21-32, 2021.

ROCHA, A. C. B. Q. DA.; ARAÚJO, A. L. C.; ANGELINI, R. Frequência de coliformes termotolerantes em praias do litoral Potiguar (Rio Grande do Norte, Brasil). **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n 11-320, 2020.

SOUSA, R. M.; DA SILVA, G. R. SILVA, B. K. DE S.; DOS SANTOS, L. L. JÚNIOR, V. M. DA S. Caracterização físico-química da água de poços artesanais no município de Patos-PB / Physical-chemical characterization of water from artesian wells in the city of Patos/PB. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 8, p. 82116-82122, 2021.

VERLY, B. S. A.; SAEKI, E. K.; STELATO, É. D. S. Importância da análise de água para a saúde pública: pesquisa de nitrato em águas de abastecimento público e poços subterrâneos. **Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo. v.09 n.1. p. 52-57, 2017.