

1021 – DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O MUNICÍPIO DE RIACHÃO DO POÇO - PB

Renata Meira de Lima ⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB.

Pedro Lucena Barreto ⁽²⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB.

Vivian Stumpf Madeira ⁽³⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Mestre em Engenharia Química pela UFSC. Doutora em Engenharia Química pela UFSC.

Gracielle Ferreira de Souza ⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela UFPB. Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental pela UFPB.

Liana Filgueira Albuquerque ⁽⁵⁾

Engenheira Química pela Universidade Católica de Pernambuco, UNICAP. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Doutora em Engenharia Química pela UFRN.

Endereço ⁽¹⁾: Universidade Federal da Paraíba - Campus I. - Departamento de Engenharia Química - Laboratório de Cromatografia e Quimiometria Aplicada (LACQUA). Castelo Branco, João Pessoa - PB - CEP: 58051900 - Brasil - e-mail: renatameiradl@hotmail.com

RESUMO

A água é um elemento chave para a vida na Terra e a sua má qualidade acarreta em diversas Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), como amebíase, cólera, diarreia, leptospirose e esquistossomose. No período de 2008 a 2019, a região nordeste do Brasil apresentou altos índices de ocorrência de DRSAI e liderou o ranking de número de internações e despesas gastas com doenças de veiculação hídrica, como as diarreicas, dengue e esquistossomose. Portanto, dada a importância da qualidade da água, foi realizado um diagnóstico inicial da qualidade da água do município de Riachão do Poço/PB a partir de dados primários e secundários. Esse município é abastecido exclusivamente por manancial subterrâneo e o seu Sistema de Abastecimento de Água é composto por 14 poços artesianos e 22 reservatórios elevados. A água consumida por sua população é distribuída de forma bruta, sem tratamento e desinfecção. O diagnóstico foi desenvolvido em duas etapas, sendo a primeira a análise dos dados secundários, disponíveis na plataforma do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), e a segunda através de análises físico-químicas e microbiológicas (dados primários) em diversas amostras coletadas nos pontos principais de abastecimento no município. Os dados primários e secundários referentes a qualidade da água que abastece a população do município de Riachão do Poço convergem entre si, apresentando valores de turbidez abaixo do Valor Máximo Permitido (VMP), pH dentro da faixa estabelecida pela legislação e presença de Coliformes Totais e *Escherichia coli*. Em Riachão do Poço, foi observado que as maiores inconformidades com o padrão de potabilidade são referentes à presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, altas concentrações de nitrato e elevada salinidade, tornando grande parte da água deste município imprópria para consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, Diagnóstico, Riachão do Poço.

INTRODUÇÃO

A água desempenha funções vitais para o equilíbrio e manutenção da vida na Terra. Além de constituir cerca de 70% do peso corporal do ser humano, ela também desempenha papéis indispensáveis para nossa saúde, como participação nas reações químicas, regulação de temperatura e transporte de nutrientes, constituindo-se como elemento chave para a vida (MARIN-MORALES et al., 2015).

O Brasil ainda carece de melhorias para democratização do fornecimento deste recurso vital, com destaque para região Nordeste, que contém o segundo pior índice de abastecimento de água do país, com apenas 74,9%

da sua população atendida com rede de água, sendo a segunda região com maiores perdas do recurso, totalizando 46,2% de todo o montante distribuído na região (SNIS, 2021).

Uma água de qualidade está ligada de forma intrínseca com a saúde da população, e quando não tratada acarreta diversas doenças como amebíase, cólera, diarreia, leptospirose, esquistossomose, entre outras (BRASIL, 2022). No período de 2008 a 2019, houve um total de 11.881.430 casos de doenças relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) no Brasil, onde as principais doenças causadoras de óbitos foram diarreia, disenteria e Doença de Chagas. O Nordeste ocupou a segunda posição de maiores índices de DRSAI de todas as ocorrências do país (AGÊNCIA BRASIL, 2021).

Se tratando das doenças de veiculação hídrica, como as diarreicas, dengue e esquistossomose, em 2019, o Nordeste foi detentor da maior média diária de mortes do país, a qual ultrapassou 2,9 mortes por dia. Além disso, o Nordeste também liderou o ranking de número de internações e despesas gastas com essas doenças, somando R\$ 42,9 milhões (TRATA BRASIL, 2021).

Neste contexto, observa-se a importância de garantir que a água fornecida não ofereça riscos à saúde da população. Assim, no Brasil os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade estão descritos na Portaria GM/MS Nº 888 de maio de 2021.

No presente trabalho, foi realizado um diagnóstico inicial da qualidade da água do município de Riachão do Poço/PB, avaliando-se os dados secundários e os dados primários. Os dados secundários caracterizam-se pelos os dados disponíveis na plataforma do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), que são fornecidos rotineiramente pelos profissionais do setor saúde (Vigilância) e responsáveis pelos serviços de abastecimento de água (Controle). Já os dados primários foram gerados através das análises físico-químicas e microbiológicas em diversas amostras coletadas nos pontos principais de distribuição de água no município.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia foi dividida em duas etapas, a primeira consiste na análise dos dados secundários coletados no Sisagua no período de 2019 - 2021. Na segunda etapa foram feitas coletas de águas nos principais pontos de abastecimento de água do município de Riachão do Poço, após as coletas foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas no Laboratório de Cromatografia e Quimiometria Aplicada (LACQUA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), campus I em João Pessoa/PB.

O diagnóstico de qualidade da água foi realizado a partir da interpretação e análises dos dados secundários e primários com base nas diretrizes da Portaria GM/MS Nº 888 de 2021.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município Riachão do Poço é localizado na Microrregião Riachão do Poço e na Mesorregião Mata Paraibana do Estado da Paraíba. Possui área equivalente 40,46 km² (IBGE, 2022) e com uma população estimada de 4.571 pessoas para o ano de 2021. O Sistema de Abastecimento de Água de Riachão do Poço é composto por 14 poços artesianos e 22 reservatórios elevados, dessa maneira, a água consumida por sua população tem origem, exclusivamente, de poços artesianos e é distribuída de forma bruta, sem tratamento.

PRIMEIRA ETAPA: ANÁLISE DOS DADOS SECUNDÁRIOS DA ÁGUA DISTRIBUÍDA

Os dados secundários caracterizados pelos parâmetros de pH, turbidez, cor aparente, coliformes totais e *Escherichia coli* foram coletados na plataforma do Sisagua no período de 2019 - 2021, além disso alguns dados foram disponibilizados pelos representantes da vigilância em saúde e operadores do abastecimento municipal. Para a análise comparativa dos dados em relação à conformidade com os valores máximos permitidos pela legislação, foram elaborados gráficos através da ferramenta Python.

SEGUNDA ETAPA: COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DOS DADOS PRIMÁRIOS

A escolha dos pontos de coletas, priorizou os poços que abastecem a maior região e os poços localizados em pontos estratégicos como escolas, hospitais e creche. Dessa maneira, foram coletadas amostras de águas em 5

poços artesanais e 3 reservatórios distribuídos na zona rural e urbana do município (Figura 1). Cada ponto de coleta foi georreferenciado e registrado as suas coordenadas geográficas (Tabela 1).

Tabela 1: Identificação dos pontos de coleta em Riachão do Poço.

Coordenadas Geográficas		Código do GPS	Identificação do Ponto
Latitude (Y)	Longitude(X)		
-35°15'46,5"	-07°08'50,2"	P012	Poço do Campo
-35°15'47,0"	-07°09'10,0"	P018	Poço do Popou
-35°15'48,2"	-07°08'42,2"	P022	Poço do Centro
-35°15'58,8"	-07°09'56,1"	P005	Reservatório da Sra. Gislene
-35°16'21,2"	-07°08'27,4"	P027	Poço do Sr. Antônio do Fumo (Sítio Boa Vista)
-35°15'55,7"	-07°09'28,9"	P031	Poço do Sr. Nino Hozório (Poço Primavera)
-35°15'25,0"	-07°09'47,2"	P010	Reservatório II
-35°15'30,4"	-07°09'08,0"	P003	Reservatório do Anexo

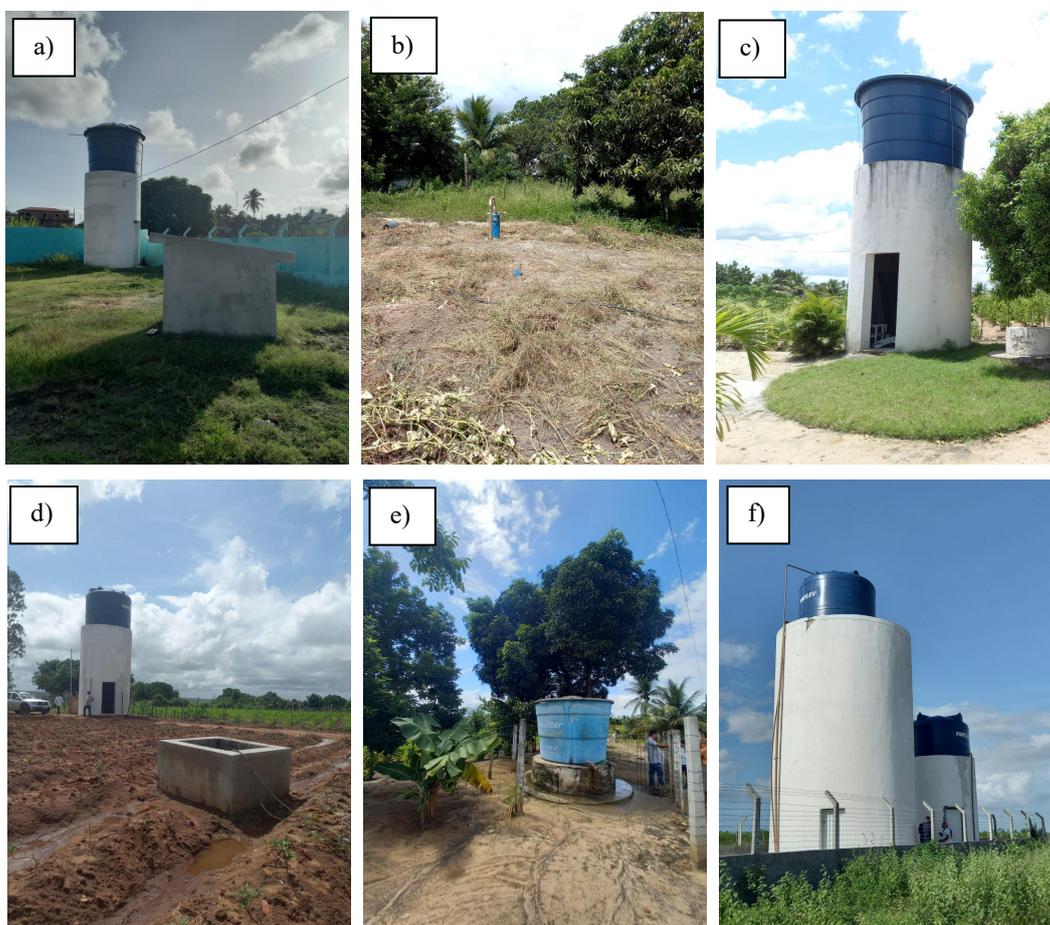


Figura 1: Pontos de coletas. a) Poço do Campo (P012); b) Poço do Popou (P018); c) Reservatório da Sra. Gislene (P005); d) Poço do Sr. Antônio do Fumo (P027); e) (Poço do Sr. Nino Hozório (P031); f) Reservatório II (P010).

A coleta foi realizada nos dias 28 e 29 de abril de 2022 e para cada ponto georreferenciado, foram coletadas duas amostras, uma para as análises físico-químicas e outra para as análises microbiológicas. Para as análises físico-químicas, todas as amostras de água foram coletadas em frascos de plásticos com 1 L de capacidade, acondicionadas em caixa de isopor com gelo e encaminhadas ao LACQUA, sendo conservadas em

refrigerador ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) até a realização das análises (Figura 2). Para as análises microbiológicas, as amostras foram coletadas em frascos de plásticos estéril de 100 mL, contendo tiosulfato de sódio. Durante todo o período de amostragem, foi seguido todo o procedimento de coleta e transporte, como uso de luvas de látex (Figura 2 – a) e refrigeração, seguindo as diretrizes do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011).

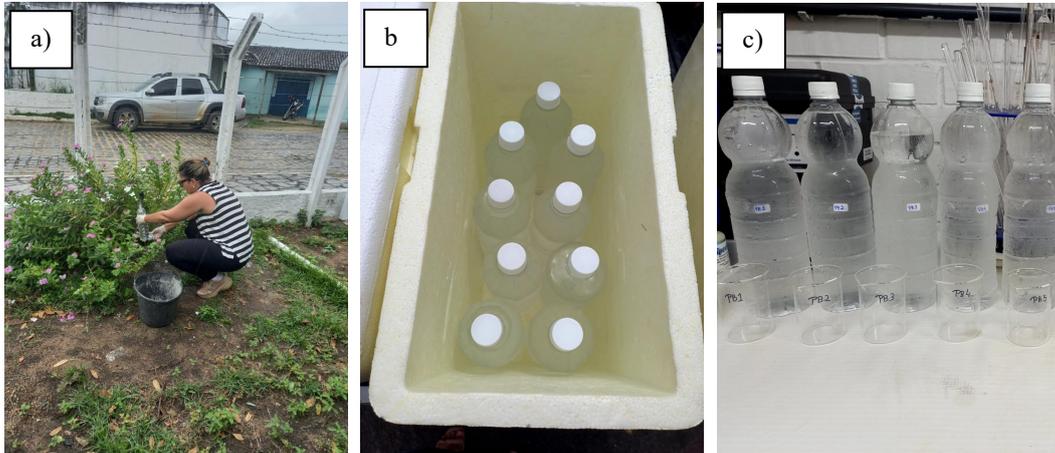


Figura 2: Amostras coletadas a) Coleta na torneira abastecida pelo ponto P022; b) Amostras acondicionadas em caixa de isopor para transporte; c) Amostras prontas para a realização das análises no laboratório.

A caracterização das amostras compreendeu as análises básicas como pH, turbidez, cor aparente e verdadeira, coliformes totais/*Escherichia coli*, fluoreto e cloro residual livre, alguns metais (ferro, manganês, alumínio, zinco, cobre e cromo) e demais parâmetros analisados (nitrito, nitrogênio, fósforo, cloreto, dureza, salinidade e condutividade). As análises físico-químicas foram feitas a partir de métodos colorimétricos, utilizando-se o espectrofotômetro de UV-Vis (UV-1280, Shimadzu), e titulométricos, e as análises microbiológicas foram feitas através do teste Colilert, aprovado pela EPA (Environmental Protection Agency). As metodologias analíticas utilizadas para determinação dos parâmetros atendem às normas contidas no American Public Health Association (APHA, 2017), conforme Art. 22 da Portaria nº 888.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PRIMEIRA ETAPA: ANÁLISE DOS DADOS SECUNDÁRIOS DA ÁGUA DISTRIBUÍDA

No período de 2019 a 2021, a vigilância municipal coletou um total de 117 amostras de água em pontos diversos no perímetro da área urbana e rural do município de Riachão do Poço. Foram coletadas 49 amostras no ano de 2019, 33 amostras no ano de 2020 e 35 amostras no ano de 2021. Da quantidade total de amostras, apenas 13 amostras foram coletadas em pontos semelhantes nos três anos, retratando as alterações anuais na escolha dos pontos de coletas.

Foram disponibilizados apenas os dados referente as análises básicas dos parâmetros pH, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*. Na Tabela 2, mostra que apenas uma porcentagem pequena destes pontos obteve análises de todos os parâmetros básicos supracitados no período estudado, retratando uma defasagem das informações.

O ano de 2019 apresentou uma quantidade superior de dados em relação aos anos de 2020 e 2021, possuindo resultados de pH e turbidez para todos os pontos de coleta. No ano de 2020, foram analisados os parâmetros pH, turbidez e cor aparente, enquanto no ano de 2021, foi verificado apenas a turbidez das amostras. Assim, observa-se que existem muitas lacunas quanto à qualidade da água que está sendo consumida no município, devido à falta de dados ou por dados incompletos inseridos na plataforma do Sisagua.

Para todas as amostras analisadas, considerando que as amostras dos poços foram coletadas em pontos de consumo, os valores de pH, cor e turbidez encontram-se dentro do padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Apenas umas das amostras referente a um poço artesiano na região urbana

apresentou valor de turbidez de 7.18 uT no ano de 2021, acima do valor máximo permitido (VMP) igual a 5 uT (Tabela 2).

Tabela 2: Resumo dos parâmetros analíticos da qualidade da água (n total = 117)

Parâmetros	2019		2020		2021		VMP ⁽¹⁾ (Portaria GM/MS nº 888/2021)
	Mínimo - Máximo	Nº de dados disponíveis	Mínimo - Máximo	Nº de dados disponíveis	Mínimo - Máximo	Nº de dados disponíveis	
pH	5.5 - 8.5	49 (49) ⁽⁴⁾	6 - 7.8	18 (33)	-	-	6.5 - 9
Turbidez (uT) ⁽²⁾	0,35 - 2,35	49 (49)	0.40 - 4.52	33 (33)	0.01 - 7.18	35 (35)	5 uT
Cor Aparente (uH) ⁽³⁾	-	-	0.56 - 7.40	10 (33)	-	-	15 uH

(1) Valor Máximo Permitido; (2) Unidade de Turbidez; (3) Unidade de Hazen (mg Pt-Co/L); (4) número de análises referente ao parâmetro (número total de amostras analisadas por ano)

A Figura 3, mostra que para a maioria das amostras coletadas para análise microbiológica foi constatada a presença de coliformes totais em todos os anos analisados e a presença de *Escherichia coli* foi observada para uma grande parcela das amostras.

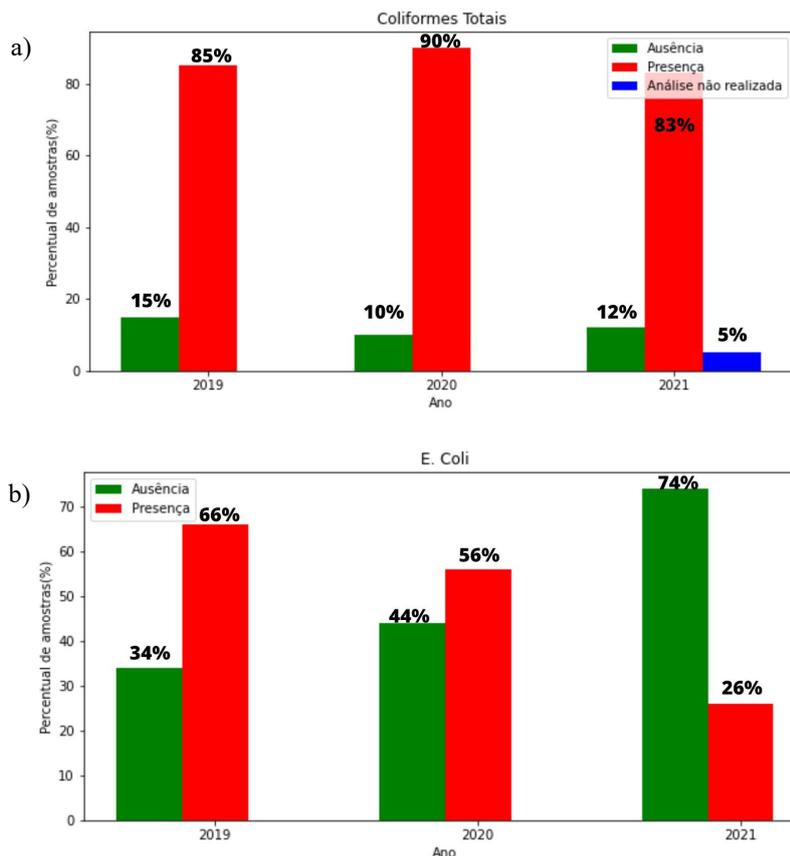


Figura 3: Gráficos anual para análises microbiológicas: a) Análises de *Escherichia coli*.; b) Análises de coliformes fecais.

SEGUNDA ETAPA: COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DOS DADOS PRIMÁRIOS

Os resultados obtidos para os parâmetros pH, Turbidez, Cor Aparente, Fluoreto, Coliformes Totais e E. Coli, são mostrados na Tabela 3. Os valores de pH estão dentro da faixa recomendada pelo Ministério da Saúde (MS) e a cor aparente está muito acima do VMP para a amostra P027, 45,62 uH. Em todas as amostras foi constatada a presença de coliformes totais, o que está de acordo com o resultado obtido nas análises dos dados

secundários coletados no Sisagua, exceto na amostra P018. Há presença de *Escherichia coli* nas amostras P031 e P003, indicando contaminação da água de origem fecal.

Tabela 3: Resultados dos parâmetros básicos.

Amostra	pH	Turbidez (uT ⁽ⁱⁱⁱ⁾)	Cor aparente (uH ⁽ⁱⁱ⁾)	Coliformes totais (Ausência/Presença)	<i>Escherichia coli</i> (Ausência/Presença)	Fluoreto (F ⁻) (mg/L)
P012	6,83	<LQI*	<LQI*	Presença	Ausência	1,03
P018	6,08	<LQI*	<LQI*	Ausência	Ausência	0,25
P022	6,76	<LQI*	<LQI*	Presença	Ausência	0,99
P005	6,07	<LQI*	<LQI*	Presença	Ausência	0,06
P027	6,10	4,16	45,62	Presença	Ausência	0,27
P031	6,62	<LQI*	<LQI*	Presença	Presença	0,18
P010	5,97	<LQI*	<LQI*	Presença	Ausência	0,04
P003	6,07	<LQI*	<LQI*	Presença	Presença	0,14

*LQI (Limite de Quantificação Inferior): Turbidez = 1 uT; Cor aparente = 1 uH; F⁻ = 0,10 mg/L.

uH⁽ⁱⁱ⁾ = unidade Hazen (mgPt-Co/L)

uT⁽ⁱⁱⁱ⁾ = unidade de Turbidez

Na Tabela 4 mostra os resultados obtidos para as análises de metais. As concentrações de manganês na amostra P022 e de cromo nas amostras P005 e P027 encontram-se acima do VMP. As demais amostras demonstraram resultados dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS N° 888.

Tabela 4: Resultados das análises de metais para o município de Riachão do Poço.

Amostra	Metais (mg/L)					
	Ferro	Manganês	Alumínio	Zinco	Cobre	Cromo
P012	<LQI*	0,12	<LQI*	<LQI*	<LQI*	<LQI*
P018	<LQI*	<LQI*	<LQI*	0,01	<LQI*	<LQI*
P022	0,18	0,21	<LQI*	<LQI*	0,13	<LQI*
P005	<LQI*	<LQI*	<LQI*	0,02	0,34	0,11
P027	0,17	0,11	<LQI*	0,09	<LQI*	0,16
P031	<LQI*	<LQI*	<LQI*	0,01	<LQI*	<LQI*
P010	<LQI*	<LQI*	<LQI*	0,05	<LQI*	<LQI*
P003	<LQI*	<LQI*	<LQI*	0,01	<LQI*	<LQI*

*LQI (Limite de Quantificação Inferior mg/L): Fe = 0,10; Mn = 0,0; Al = 0,10; Zn = 0,01; Cu = 0,10; Cr = 0,10

Na Tabela 5, são mostrados os resultados obtidos para os parâmetros Nitrato, Fosfato, Cloreto, Dureza, Condutividade e Salinidade. As amostras P012 e P022 obtiveram concentrações de cloreto e dureza total acima do padrão de potabilidade, enquanto a amostra P003 obteve apenas a concentração de cloreto. Esse resultado corrobora com os seus respectivos valores de salinidade acima de 0,5%, caracterizando-as como águas salobras.

Tabela 5: Resultados dos demais parâmetros analisados.

Amostra	Nitrato (NO ₃ ⁻) (mg/L)	Fosfato (PO ₄ ⁻) (mg/L)	Cloreto (Cl ⁻) (mg/L)	Dureza total (mg/L)	Salinidade (%)	Condutividade (uS/cm)
P012	6,15	0,93	265,17	364,33	1,61	1536

Tabela 5: Resultados dos demais parâmetros analisados. continuação

Amostra	Nitrato (NO ₃ ⁻) (mg/L)	Fosfato (PO ₄ ⁻) (mg/L)	Cloreto (Cl) (mg/L)	Dureza total (mg/L)	Salinidade (%)	Condutividade (uS/cm)
P018	93,64	1,97	188,03	196,18	0,95	928
P022	1,54	1,25	371,23	492,44	1,95	1834
P005	20,68	1,10	161,99	164,15	0,74	733
P027	7,44	2,03	21,21	44,04	0,3	307
P031	56,00	2,79	44,36	56,05	0,37	377
P010	67,02	0,96	59,78	36,03	0,42	432
P003	31,98	1,25	269,99	272,24	1,19	1148

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os dados primários e secundários referentes a qualidade da água que abastece a população do município de Riachão do Poço convergem entre si. Valores baixos de turbidez, valores de pH dentro da faixa recomendada pelo Ministério da Saúde, e a presença de Coliformes Totais e *Escherichia coli*, foram encontrados tanto nas análises primárias quanto nos dados secundários fornecidos pelo município. Embora a presença, por si só, de coliformes totais não implique o comprometimento da água, indica a possibilidade da presença de bactérias patogênicas. Com relação a presença de metais, não foram constatados valores elevados de Ferro e Manganês, comumente encontrado em águas subterrâneas. Porém, elevadas concentrações de nitrato, associadas a presença de *E. Coli*, indicam contaminação proveniente de efluentes domésticos.

CONCLUSÕES

Os dados de controle e vigilância da água são de domínio público e devem constar no Sisagua, porém foi observado que se encontram incompletos ou até mesmo não constam no sistema. Isso impossibilita o desenvolvimento do pensamento crítico da população quanto à qualidade da água que está sendo consumida, necessitando de um melhor planejamento para a geração e cadastramento de dados, quantitativa e qualitativamente, garantindo a inserção rotineira dos dados na plataforma.

O descaso com que a qualidade da água vem sendo tratada pelo poder público é inadmissível e vai tornando-se evidente ao adentrar em cidades menores e mais longes da capital. Em Riachão do Poço, foi observado que as maiores inconformidades com o padrão de potabilidade são referentes à presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, altas concentrações de nitrato e elevada salinidade, tornando grande parte da água deste município imprópria para consumo humano.

Portanto, além da necessidade da aplicação do controle e da vigilância da qualidade da água, deve haver um tratamento dessa água antes de ser distribuída à população. A inserção de um sistema simples de desinfecção e o controle de cloro residual na água são medidas essenciais para combater a presença de coliformes e *Escherichia coli*, impedindo, assim, a propagação das doenças de veiculação hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Guia Nacional De Coleta E Preservação De Amostras. 2011.
2. AGÊNCIA BRASIL (Brasil) (org.). Falta de saneamento provocou 0,9% das mortes no país em uma década: Atlas de saneamento analisou o período de 2008 a 2019. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/falta-de-saneamento-provocou-09-das-mortes-no-pais-em-uma-decada>. Acesso em: 30 dez. 2022
3. APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – SMEWW. American Public Health Association – APHA, 23th ed., Washington – USA, 2017. APHA, Standard Methods for the examination of Water and Wastewater – SMEWW.
4. BRASIL. Gov.Br. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Social. Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento- SNIS 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis>. Acesso em: 29 dez. 2022.

5. BRASIL. Gov.Br. Ministério da Saúde (ed.). Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA). 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha>. Acesso em: 25 dez. 2022.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília (DF), 2021.
7. MARIN-MORALES, M. A. et al. Importância da água para a vida e garantia de manutenção da sua qualidade. *Coleção Brasileira de Micro-organismos de Ambiente e Indústria*, p. 1–14, 2015. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/boletim-das-aguas/artigos-cientificos/importancia-da-agua-para-a-vida-e-garantia-de-manutencao-da-sua-qualidade/view#:~:text=Mapa%20do%20site-,Import%C3%A2ncia%20da%20%C3%A1gua%20para%20a%20vida%20e%20garantia%20de%20manuten%C3%A7%C3%A3o,aquelas%20que%20podem%20contamin%C3%A1%20Da..> Acesso em: 26 dez. 2022.
8. TRATA BRASIL. Com mais de 273 mil internações por doenças de veiculação hídrica, falta de saneamento básico faz Brasil gastar R\$ 108 milhões com hospitalizações. DSSBR, 2021. Disponível em: <https://dssbr.ensp.fiocruz.br/wp-content/uploads/2021/11/2.pdf>.