

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR – CCTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM GESTÃO E SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

JONAS FERREIRA DE ALMEIDA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS NO
DISTRITO DE CACHOEIRA, POMBAL – PB

POMBAL-PB
2023

JONAS FERREIRA DE ALMEIDA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS NO
DISTRITO DE CACHOEIRA, POMBAL – PB**

Artigo apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão e Sistemas agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus Pombal, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ednaldo Barbosa Pereira Junior.

**POMBAL-PB
2023**

A447a Almeida, Jonas Ferreira de.
Análise físico-química e bacteriológica da água de poços no distrito de Cachoeira, Pombal-PB / Jonas Ferreira de Almeida. – Pombal, 2023.
21 f. : il. color.

Artigo (Mestrado em Gestão e Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.
"Orientação: Prof. Dr. Ednaldo Barbosa Pereira Junior".
Referências.

1. Recursos Hídricos. 2. Águas Subterrâneas. 3. Coliformes Fecais.
I. Pereira Junior, Ednaldo Barbosa. II. Título.

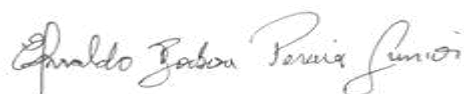
CDU 556.18(043)

JONAS FERREIRA DE ALMEIDA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS NO
DISTRITO DE CACHOEIRA, POMBAL – PB**

Artigo apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Gestão e Sistemas Agroindustriais, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus Pombal, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: 14 de junho de 2023.



Prof. Dr. Ednaldo Barbosa Pereira Junior (Orientador)
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Prof^a. Dr. Joserlan Nonato Moreira (Examinador)
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Prof^a. Dr. Eliezer da Cunha Siqueira (Examinador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

**POMBAL-PB
2023**

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS NO DISTRITO DE CACHOEIRA, POMBAL – PB

Jonas Ferreira de Almeida¹

Ednaldo Barbosa Pereira Junior²

RESUMO

O estudo buscou analisar a qualidade da água dos poços do Distrito de Cachoeira, localizado na cidade de Pombal-PB, utilizando os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, evidenciando possíveis riscos para a população que a consome. A pesquisa foi realizada inicialmente in loco, onde foram obtidas as amostras para posterior análise, logo após, estas foram levadas ao laboratório de solo e água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB – Campus Sousa. Os valores referentes a temperatura foram obtidos ainda no local, utilizando-se um termômetro digital, os demais parâmetros foram analisados em laboratório. Para a condutividade elétrica foi utilizado o condutivímetro portátil digital, já o Ph foi analisado com o auxílio do pHmetro digital. Para obtenção dos valores de Na^+ e K^+ , utilizou-se da fotometria de chama, as concentrações dos íons Ca^{++} , Mg^{++} , HCO_3^- e Cl^- , foram evidenciadas pelo método de titulometria. A análise dos coliformes fecais e totais foi realizada através da utilização do substrato cromogênico. Todos os resultados foram comparados com os valores descritos na portaria MG/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 e avaliados em triplicata para posteriormente ser efetuado o teste estatístico. Constatou-se que o poço P1 obteve resultados insatisfatórios nas concentrações de Cl^- e SDT e que o poço P2 obteve resultados insatisfatórios na avaliação de Na^+ , Cl^- e SDT, logo, ambos não atendem aos critérios descritos pela portaria em vigor. No mais, os poços P3, P4 e P5, apresentaram valores satisfatórios para todos os parâmetros físico-químicos propostos neste estudo, atendendo aos critérios de potabilidade estabelecidos. Todas as amostras analisadas obtiveram resultados satisfatórios também na análise dos coliformes fecais e totais, apresentando ausência de tais microrganismos em 100ml de água analisada, assim como descrito pela portaria em vigor. Diante dos dados obtidos ao fim do estudo, fica evidente que as amostras dos poços P1 e P2 apresentam parâmetros incompatíveis ao consumo humano, porém, podem ser destinadas a atividades domésticas. Em contrapartida, a água dos poços P3, P4 e P5 apresentam boa qualidade, estando em conformidade com os parâmetros avaliados e descritos pelo Ministério da Saúde, todavia, orienta-se a realização semestral de testes, para assegurar que não houve quaisquer tipos de contaminação, seja por químicos ou microrganismos.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Águas subterrâneas. Coliformes fecais.

PHYSICAL-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL ANALYSIS OF WATER FROM WELLS IN THE DISTRICT OF CACHOEIRA, POMBAL – PB

Jonas Ferreira de Almeida¹
Ednaldo Barbosa Pereira Junior²

ABSTRACT

The study sought to analyze the quality of water from wells in the District of Cachoeira, located in the city of Pombal-PB, using physical, chemical and bacteriological parameters, highlighting possible risks for the population that consumes it. The research was initially carried out in loco, where samples were obtained for further analysis, soon after, these were taken to the soil and water laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba – IFPB – Campus Sousa. Temperature values were obtained while still on site, using a digital thermometer, the other parameters were analyzed in the laboratory. For the electrical conductivity, a portable digital conductivity meter was used, while the Ph was analyzed with the aid of a digital pHgometer. To obtain Na⁺ and K⁺ values, flame photometry was used, the concentrations of Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, HCO₃⁻ and Cl⁻ ions were evidenced by the titration method. The analysis of fecal and total coliforms was performed using the chromogenic substrate. All results were compared with the values described in MG/MS Ordinance No. 888 of May 4, 2021 and evaluated in triplicate for later statistical testing. It was found that well P1 obtained unsatisfactory results in the concentrations of Cl⁻ and TDS and that well P2 obtained unsatisfactory results in the evaluation of Na⁺, Cl⁻ and TDS, therefore, both do not meet the criteria described by the ordinance in force. Furthermore, wells P3, P4 and P5 showed satisfactory values for all physical-chemical parameters proposed in this study, meeting the established potability criteria. All analyzed samples also obtained satisfactory results in the analysis of fecal and total coliforms, showing the absence of such microorganisms in 100ml of analyzed water, as described by the ordinance in force. Given the data obtained at the end of the study, it is evident that the samples from wells P1 and P2 have parameters incompatible with human consumption, however, they can be used for domestic activities. On the other hand, the water from wells P3, P4 and P5 are of good quality, in accordance with the parameters evaluated and described by the Ministry of Health, however, it is recommended that tests are carried out every six months to ensure that there has not been any type of contamination. , whether by chemicals or microorganisms.

Keywords: Water resources. Groundwater. Fecal coliforms.

INTRODUÇÃO

A água, elemento essencial e indispensável a vida, é um fator primordial à saúde, sendo fundamental na produção de alimentos e de outras atividades no âmbito econômico. Assim, para que essas necessidades sejam atendidas, a disponibilidade da água precisa ser suficiente e de qualidade. A qualidade desse recurso natural precisa atender a padrões bem definidos pela legislação vigente em nosso país (MARTINS; KATO, 2018).

Aponta-se que o volume de água disponível no globo terrestre varia, onde a quantidade de água salgada presente nos oceanos e nos mares corresponde a 97,5% e apenas 2,5% representam a quantidade de água doce disponível, 68,9% deste pequeno valor encontra-se em geleiras e em coberturas permanentes de neve, 29,9% é equivalente a água doce contida no subsolo e somente 0,3% são as águas contidas nos rios e lagos.(ZERWES et al., 2015).

Sendo assim, a utilização da água presente no subsolo terrestre apresenta-se como uma alternativa extremamente viável economicamente, isso porque geralmente possui uma alta qualidade, não sendo necessário tratamentos sofisticados e por ocorrerem em áreas extensas. Logo, a construção de poços artesianos facilita a captação de água para que seja utilizada no abastecimento público, industrial e comercial. As principais causas de contaminação da água contida nesses poços são advindas em sua grande parte de impurezas que vem da abertura superior do poço, contaminação no momento da coleta da água com o auxílio de cordas ou baldes, escoamento superficial, contaminação do lençol freático e entre outras fontes de contaminação (MOURA et al., 2009).

Para que a água seja considerada boa deve ser pura e saudável, ou seja, deve ser livre de impurezas tais como: matéria suspensa visível, quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas, cor, odor e gosto, ou qualquer outra matéria que possa vir a causar malefícios a nível fisiológico para quem a utiliza. Logicamente, para que seja evitada a contaminação do consumidor, a água deve passar por um processo de tratamento físico, químico e biológico visando elevar a sua qualidade (JOKOSKI et al., 2018).

Levando em consideração a qualidade da água obtida, torna-se indispensável um

acompanhamento no tocante a potabilidade, considerando o risco de ingestão de substâncias químicas fora dos padrões os quais expõe a portaria GM/MS nº888 de 2021 e o grande risco de transmissão de doenças, causadas muitas vezes por microrganismos patogênicos que podem estar presentes na água por meio de contaminação fecal. No Brasil há legislações voltadas a qualidade da água, entre essas, a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 2005, e a portaria GM/MS nº888 de 4 de maio de 2021, essas por sua vez apresentam classificações e orientações de limites máximos de cada substâncias que podem estar presentes na água, sendo essa análise realizada levando-se consideração os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (SOARES; FRANCO; ASSIS, 2021; BAGATINI; BONZANINI; OLIVEIRA, 2017).

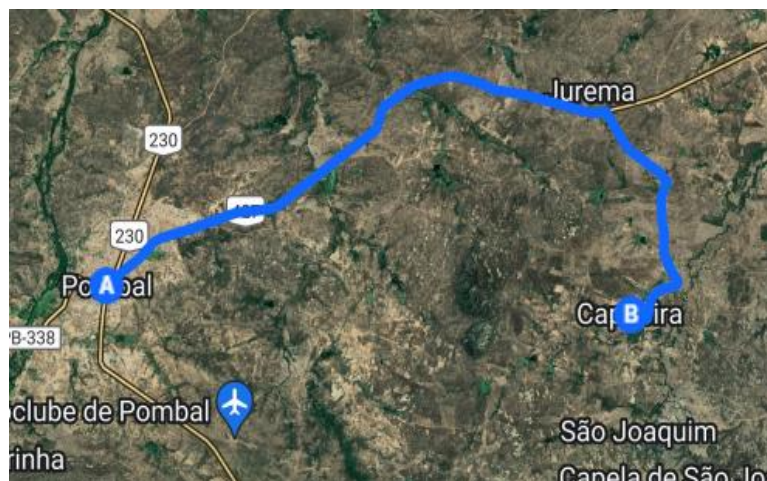
Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água dos poços do Distrito de Cachoeira, localizado na cidade de Pombal-PB, utilizando os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, evidenciando possíveis riscos para a população que a consome.

MATERIAL E METODOS

Local de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no Distrito de Cachoeira, localizado na cidade Pombal – PB (Figura.1). O Distrito divide-se em Cachoeira de cima e Cachoeira de baixo, possui aproximadamente 67 famílias totalizando 186 habitantes, dados estes obtidos com agentes de saúde da região. Situa-se a 16,5 km da cidade de Pombal, suas coordenadas geográficas são 6°46'34.2"S 37°42'12.2"W. O Distrito de cachoeira possui duas vias de abastecimento de água, o açude de “Coqueiro” e o abastecimento de origem subterrânea através da utilização de poços do tipo amazonas e artesianos. A água que vem do açude não passa por qualquer tipo de tratamento primário, e não é distribuída para as casas devido à ausência de um sistema de distribuição. Logo, a água de poço é a mais utilizada pelas famílias que o possuem, seja para utilização em atividades domésticas e cultivo a até mesmo o consumo.

Figura 1. Mapa de localização do Distrito de Cachoeira



Fonte: dados da pesquisa, 2022.

As coletas e análises foram realizadas durante o mês de novembro de 2022, os recipientes de coletas foram obtidos comercialmente estéreis e lacrados, sendo estes abertos apenas no momento de coleta e posteriormente no de análise. Foram analisados cinco poços, P1, P2, P3, P4, e P5, a quantidade de pontos e parâmetros analisados deu-se pelos recursos disponíveis durante a pesquisa.

Cada amostra foi analisada em triplicata, logo, para cada poço foi coletado três garrafas de 1 litro. O volume foi definido levando-se em consideração a quantidade de análises a serem feitas, evitando assim o risco de amostra insuficiente.

Análise Físico-química

A verificação da temperatura foi realizada no momento da coleta utilizando-se um termômetro digital da marca Incoterm[®], posicionando o sensor do aparelho em contato com a amostra e registrando os resultados obtidos em cada análise. As amostras foram então levadas para o laboratório de análise de solo e água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB campus Sousa, onde foram analisadas por ordem de prioridade levando-se em consideração o tempo, para isso foi utilizado o manual prático de análise de água da FUNASA o qual esta de acordo com as normas nacionais e internacionais dispostas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), o American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), a United States Environmental Protection Agency (USEPA), também as normas publicadas pela International Standardization Organization (ISO), e as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Para analisar o Ph foi utilizado o Ph-metro da marca Digimed[®], previamente calibrado, logo após transferiu-se para um becker aproximadamente 200ml de água onde foi realizada a análise. A condutividade foi obtida através da utilização de um condutivímetro portátil da marca Milwaukee[®], transferindo-se para um becker 200ml da água e logo em seguida realizando-se a aferição.

As concentrações de sódio e potássio foram obtidas através da utilização do fotômetro de chama previamente calibrado. Já para análise de cálcio, magnésio, bicarbonatos e cloretos foi utilizado a metodologia de titulometria. Para obtenção da concentração dos sólidos dissolvidos totais (SDT) utilizou-se da condutividade elétrica (CE) multiplicando-a por 640 (LIMA *et al.*, 2017).

Análise bacteriológica dos coliformes totais e *Escherichia coli*

A análise foi realizada em triplicata utilizando-se a metodologia do substrato cromogênio-fluorogênico o qual é baseado nas atividades enzimáticas específicas dos coliformes (β -galactosidase) e *E. Coli* (β -glucoronidase). Os meios de cultura possuem nutrientes indicadores (substrato cromogênico) que, quando hidrolisados pelas enzimas específicas dos coliformes e/ou *E. coli*, fazem com que o meio mude de cor. Logo após o período de incubação, caso seja notada a coloração amarela, é confirmada a presença de coliformes totais, quando for colocada na presença de uma lâmpada ultravioleta (365nm) e for observada a fluorescência azul é confirmada a presença de *E. coli*. (FUNASA, 2013).

O substrato utilizado foi o Colilert produzido pela INDEXX[®] laboratórios, as amostras foram colocadas em recipientes estéreis de 100ml, sendo levadas para o laboratório de análise de solo e água do IFPB campus Sousa, obedecendo o prazo máximo de 24 horas para sua análise. O substrato foi adicionado em cada 100 ml de água e as amostras foram incubadas a 35°C durante 24 horas, após este tempo, foram analisadas para verificar se houve ou não a mudança de cor do meio, indicando assim a presença ou ausência de coliformes totais e *E.coli*.

Delineamento e análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos: poço 1(P1), poço 2(P2), poço 3(P3), poço 4(P4) e poço 5(P5) com três repetições. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade, através do programa computacional - SISVAR

(FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSÃO

Pela análise estatística, ocorreram efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidades para o pH, CE, K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, HCO₃⁻, Cl⁻ e SDT. Enquanto para temperatura, CaCO₃, coliformes totais e *Escherichia coli* os valores foram discutidos de forma comparativa e ambos confrontados com a legislação vigente.

Para comparação dos valores obtidos nas análises físico-química e bacteriológica das amostras, foi considerado o que está disposto na portaria GM/MS nº 888, do dia 4 de maio de 2021, onde, há descrito os padrões que a água voltada para consumo humano deve apresentar.

Temperatura

A temperatura corresponde a um dos padrões organolépticos da água e está envolvida diretamente na sensibilidade dos organismos vivos, a qual tornam-se favorável ou não ao seu consumo, algumas águas podem passar por uma alteração térmica gerando assim o que é chamado de poluição térmica, logo a análise da temperatura da água torna-se um parâmetro bem expressivo a ser avaliado (PERCEBON; BITTENCOURT; FILHO, 2005). A tabela 1 apresenta os valores obtidos na análise da temperatura das amostras.

Tabela 01: Dados obtidos na análise da temperatura.

Local	Temperatura °C	VMP	Conclusão
P1	32.0	-	-
P2	34.9	-	-
P3	39.4	-	-
P4	34.1	-	-
P5	30.5	-	-

VMP= Valor máximo permitido

A Portaria em vigor não estabelece um valor para a temperatura da água. Observando a tabela acima nota-se que há variação entre os cinco locais de coleta, sendo que, a diferença mais expressiva corresponde ao poço de número três obtendo uma média de 39.4°C, porém tal fato pode ser explicado pelo armazenamento da água após a sua obtenção, neste ponto em específico após ser coletada pelo sistema do poço, a água é depositada em uma caixa d'água, onde a mesma

tem contato direto com a luz solar durante todo o dia.

Potencial Hidrogeniônico

O Potencial Hidrogênio tem como função medir a presença de íons de hidrogênio (H^+), caracterizando o meio ácido ou alcalino. Sua escala antilogaritmo varia de 0 a 14 onde: abaixo de 7,5 ácido, maior que 7,5 alcalino. Essas variações de pH podem ser de origem natural (degradação de rochas) e antropogênica (derramamento industrial), tendo algumas exceções, como os casos de ácidos húmicos provenientes da decomposição da vegetação (valores de pH entre 4 e 6), havendo também acidificação da água devido a poluição atmosférica através do vapor de água (FUNASA, 2014). A tabela 2 expõe os valores obtidos na análise do pH.

Tabela 02: Dados obtidos na análise do potencial Hidrogeniônico.

Local	pH	VMP	Conclusão
P1	7,9	6-9,5	Satisfatório
P2	7,6	6-9,5	Satisfatório
P3	7,9	6-9,5	Satisfatório
P4	7,3	6-9,5	Satisfatório
P5	7,9	6-9,5	Satisfatório
CV%	1.18		
DMS	0,257		

CV% = Coeficiente de variação DMS= Diferença mínima significativa VMP= Valor máximo permitido

Ao avaliar os valores obtidos na análise do pH, nota-se que, as amostras apresentam-se em conformidade com os valores estipulados pela na portaria GM/MS nº 888, do dia 4 de maio de 2021, obtendo assim um padrão satisfatório, nota-se ainda que, trata-se de amostras ligeiramente alcalinas sendo o menor valor de 7,3 e o maior de 7,9.

Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica é descrita como a capacidade de transmissão de uma corrente elétrica a qual ocorre devido a presença de substâncias dissolvidas na água, e é influenciada pelo tipo de concentração, valência, mobilidade da espécie iônica e temperatura. Está relacionada ao teor de salinidade, característica muito importante para os mananciais subterrâneos e águas superficiais próximas ao litoral a qual é passível de intrusão de água salgada, a condutividade da água relaciona a resistência elétrica ao comprimento, sendo

expressa em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (BRAGA et al., 2021). A tabela 3 exibe os resultados obtidos na análise da condutividade elétrica.

Tabela 03: Valores obtidos na análise da condutividade elétrica (CE).

Local	CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	VMP	Conclusão
P1	1.9	-	-
P2	1.7	-	-
P3	0.2	-	-
P4	0.3	-	-
P5	0.7	-	-
CV%	2.65		
DMS	0,072		

CV% = Coeficiente de variação DMS= Diferença mínima significativa VMP= Valor máximo permitido

A portaria em vigor não estabelece um valor máximo para a CE, no entanto, nota-se que as amostras P1 e P2 apresentaram uma condutividade bem mais elevada, este fato culmina com o que os autores Felipe e Neto. (2019) descrevem em seu trabalho, os autores expõem a relação da CE e dos SDT. Neste trabalho as amostras P1 e P2 obtiveram valores de SDT acima do valor máximo permitido, sendo que, estas obtiveram também valores de condutividade elétrica mais elevados quando comparados com as outras amostras. Como exposto, as amostras P3, P4 e P5 apresentaram valores abaixo de $1.0 \mu\text{S}/\text{cm}$ o que também se relaciona ao fato de que suas concentrações de SDT foram bem abaixo do valor máximo permitido.

Potássio (K^+)

O potássio é um elemento que possui muita importância para o metabolismo humano, este elemento é um dos constituintes de diversos alimentos a exemplo das carnes e frutas, não existem relatos de que sua presença na água potável seja de eventual risco a saúde de quem a consome, porém há uma certa preocupação para indivíduos de alto risco, como os acometidos por insuficiência renal, hipertensão e diabetes (SOUZA et al., 2015). Na tabela 4 estão dispostos os resultados da análise de Potássio.

Tabela 4. Valores obtidos na análise de K^+

Local	K^+ mg/L	VMP	Conclusão
P1	12,4	-	-

P2	9,36	-	-
P3	3,51	-	-
P4	3,12	-	-
P5	2,34	-	-
CV%	3.42		
DMS	0,015		

CV% = Coeficiente de variação DMS= Diferença mínima significativa VMP= Valor máximo permitido

Na portaria vigente, não há valor máximo estabelecido para a concentração de K⁺ na água. Ao observamos a tabela acima, nota-se que, o maior valor deste elemento foi obtido ao analisar a amostra P1, a qual obteve um valor de 12,4mg/L, já a amostra P2, obteve uma concentração de 9,36mg/L apresentando a segunda maior concentração, e ao verificarmos as amostras P3, P4 e P5, nota-se que as concentrações não ficaram tão distantes e seguem uma ordem decrescente de 3,51, 3,12 e 2,34 respectivamente.

Sódio Na⁺

O sódio é um elemento que apresenta fácil solubilização em água, sendo que em águas de origem subterrâneas apresenta-se em maiores concentrações quando comparado com águas superficiais, quando em concentrações elevadas, este íon pode trazer a água gosto desagradável, o que por sua vez pode inviabilizar o consumo (SOUZA et al., 2015; QUEIROZ; OLIVERIA., 2018). Na tabela 5 está descrito os valores obtidos na análise do íon Na⁺ bem como seu valor máximo estabelecido.

Tabela 5. Valores obtidos na análise de Na⁺

Local	Na⁺ mg/L	VMP	Conclusão
P1	178,2	200mg/L	Satisfatório
P2	288,2	200mg/L	Insatisfatório
P3	15,1	200mg/L	Satisfatório
P4	32,8	200mg/L	Satisfatório
P5	101,9	200mg/L	Satisfatório
CV%	10.18		
DMS	1,526		

CV% = Coeficiente de variação DMS= Diferença mínima significativa VMP= Valor máximo permitido

A legislação vigente estabelece um valor de 200mg/L de Na⁺, como exposto na tabela acima, nota-se que apenas a amostra P2 apresenta-se fora do padrão estabelecido, obtendo um

valor de 288,2mg/L. Quando comparada com o menor valor, o qual foi obtido na amostra P3, vê-se que, o poço 2 apresenta uma concentração 19 vezes maior de Na⁺.

Dureza total

A dureza total da água é obtida através da soma dos íons de cálcio (Ca⁺⁺) e magnésio (Mg⁺⁺) sendo o valor expresso em carbonato de cálcio (CaCO₃), a dureza é classificada em dois tipos, dureza temporária ou permanente. A dureza temporária é causada devido a presença de bicarbonato de cálcio e magnésio, essa por sua vez possui maior resistência a ação dos sabões e é responsável pelo aparecimento das incrustações.

Já a dureza permanente caracteriza-se pela presença de sulfatos, nitratos e cloretos, sendo está também resistente a ação dos sabões, porém, não causando incrustações, uma vez que estes sais são altamente solúveis em água (SOUZA et al., 2015). Na tabela 6 estão expressos os valores obtidos na análise de Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺, bem como a dureza total expressa em CaCO₃ e seu respectivo valor máximo permitido.

Tabela 6. Valores obtidos na análise de Ca⁺⁺/Mg⁺⁺ e dureza total.

Local	Ca ⁺⁺ mg/L	Mg ⁺⁺ mg/L	CaCO ₃ mg/L	VMP CaCO ₃	Conclusão
P1	209,2	110,8	320,0	500mg/L	Satisfatório
P2	141,2	50,0	191,2	500mg/L	Satisfatório
P3	44,0	20,1	64,1	500mg/L	Satisfatório
P4	28,0	14,5	42,5	500mg/L	Satisfatório
P5	32,0	19,4	51,4	500mg/L	Satisfatório
CV%	14.52	8.33			
DMS	0,931	0,416			

CV% = Coeficiente de variação DMS= Diferença mínima significativa VMP= Valor máximo permitido

Ao analisar os valores dispostos na tabela, vê-se que em todas as amostras os valores encontrados estão em acordo com a portaria vigente, logo todas obtiveram classificação satisfatória, nota-se ainda que as amostras P1 e P2 foram as que apresentaram uma maior dureza em comparação com as amostras P3, P4 e P5. A amostra P1 apresentou uma dureza total de 320mg/L, sendo está a amostra com a maior dureza exposta na tabela.

Segundo a OMS, a água que apresenta valores de CaCO₃ >180mg/L é classificada como água muito dura, já as que apresentam entre 120-180mg/L são consideradas duras, as que

contém concentrações entre 60-120mg/L são moderadamente duras, e por fim, em concentrações <60mg/L são classificadas como macias. Logo, vemos que os poços P1 e P2 possuem águas com muita dureza, o poço P3 possui uma água moderadamente dura e os poços P4 e P5 possuem águas macias.

No que se refere as concentrações de Ca^{++} e Mg^{++} também não é apresentada na portaria GM/MS nº 888 de 2021 valores máximos permitidos, sabe-se que ambos, em concentrações normais não apresentam quaisquer riscos à saúde, uma vez que estes contribuem para o desenvolvimento metabólico (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2018).

Alcalinidade

Em águas naturais é visto que a presença do íon carbonato é muito baixa quando comparada ao bicarbonato, em água destinada para a irrigação o CO_3^{2-} torna-se indesejável, pois, quando apresenta-se na forma de carbonato de sódio NaCO_3^2 , torna-se maléfico aos vegetais, já os íons de bicarbonato HCO_3^- não sofrem oxidação e nem se reduzem em águas naturais, porém sofre precipitação com facilidade em forma de carbonato de cálcio CaCO_3 (LIMA; LOPES; LIMA, 2014).

Estes íons estão envolvidos na alcalinidade da água, a qual está relacionada com a capacidade que a água apresenta no que se refere a neutralização de ácidos, ou seja, atuam como substâncias tampão, tal fato ocorre principalmente pela presença de carbonatos CO_3^{2-} , bicarbonatos HCO_3^- e hidróxidos OH^- (SANTOS; MOHR, 2013). A tabela 7 apresenta os valores obtidos na análise do bicarbonato.

Tabela 7. Valores obtidos na análise de HCO_3^-

Local	HCO_3^- mg/L	VMP	Conclusão
P1	456,2	-	-
P2	409,9	-	-
P3	180,5	-	-
P4	147,6	-	-
P5	324,5	-	-
CV%	4.53		
DMS	0,636		

CV% = Coeficiente de variação DMS= Diferença mínima significativa VMP= Valor máximo permitido

A portaria vigente, não estabelece um valor máximo para os íons de carbonato e bicarbonato, porém estabelece um pH na faixa de 6,0 a 9,5.

Segundo exposto por Silva et al. (2019), águas mais profundas como a dos poços possuem um valor de alcalinidade na faixa de 30-500mg/L de CaCO₃. Sousa *et al.* (2015) expõe a relação entre o pH e a alcalinidade onde, segundo o autor, amostras com pH entre 4,4 e 8,3 possuem uma alcalinidade por presença de bicarbonatos. O que é condizente com o pH encontrado nas análises, sendo o maior valor 7,9 obtido nas amostras P1, P3 e P5, e os menores valores foram 7,6 na amostra P2 e 7,3 na amostra P4.

Cloretos (Cl⁻)

Os cloretos geralmente são advindos da dissolução de minerais ou do contato com a água do mar, podendo também vir de outras fontes como os esgotos domésticos ou industriais, quando estão presentes em grande quantidade na água passam a dar a característica de um gosto salgado a mesma ou ainda podem dar propriedades laxativas.

Estão presentes em águas brutas e tratadas apresentando concentrações que podem variar entre pequenos traços até centenas de mg/L. Apresentam-se na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio (FUNASA, 2014, 2013). A tabela 8 apresenta os valores obtidos na análise de cloretos.

Tabela 8. Valores obtidos na análise de Cl⁻

Local	Cl⁻ mg/L	VMP	Conclusão
P1	424,8	250mg/L	Insatisfatório
P2	339,8	250mg/L	Insatisfatório
P3	6,7	250mg/L	Satisfatório
P4	60,1	250mg/L	Satisfatório
P5	63,7	250mg/L	Satisfatório
CV%	0.10		
DMS	0,014		

CV% = Coeficiente de variação DMS= Diferença mínima significativa VMP= Valor máximo permitido

Observa-se que as amostras coletadas dos poços P1 e P2 estão fora do padrão de potabilidade estabelecido pela portaria GM/MS nº 888 de 2021 logo, obtiveram uma classificação insatisfatória, contrapondo isto, as amostras dos poços P3, P4 e P5, mostraram-se em conformidade com o que é estabelecido, sendo assim consideradas satisfatórias. Levando-se em consideração a localidade dos poços é provável que a possível fonte de cloretos seja a dissolução de minerais.

Sólidos dissolvidos totais (STD)

Os STD trata-se da soma de todos os compostos solubilizados na água, seja de forma coloidal, molecular ou iônica, estes por sua vez quando colocados sob a visão da importância sanitária é visto que podem influenciar diretamente a utilização da água, principalmente no âmbito doméstico, pois podem alterar as características organolépticas da água tornando-as salobras ou salinas. (FELIPPE; NETO, 2019; MORAIS; ARAUJO, 2015.) A tabela 9 expõe os valores encontrados na análise dos sólidos totais dissolvidos.

Tabela 9. Valores obtidos dos Sólidos Totais Dissolvidos – STD

Local	SDT mg/L	VMP	Conclusão
P1	1.216	500mg/L	Insatisfatório
P2	1.088	500mg/L	Insatisfatório
P3	128,0	500mg/L	Satisfatório
P4	192,0	500mg/L	Satisfatório
P5	448,0	500mg/L	Satisfatório
CV%	2.65		
DMS	46,626		

CV% = Coeficiente de variação DMS= Diferença mínima significativa VMP= Valor máximo permitido

A tabela acima mensura o valor máximo permitido dos STD em 500mg/L como descrito na portaria em vigor, assim sendo, vê-se que os poços P1 e P2, não atendem ao critério estabelecido, pois ambos apresentam concentrações de SDT acima do valor de referência, logo obtiveram uma conclusão insatisfatória, ou seja, não podem ser utilizados para o consumo humano. Nas amostras P3, P4 e P5, vê-se que ambas atendem ao critério de potabilidade, sendo que o maior valor entre estas três amostras pertencem ao poço de número três, onde o valor obtido foi de 448mg/L.

Levando-se em consideração a resolução 357 de março de 2005 do CONAMA, as águas dos poços P1 e P2 são classificadas como salobras pois apresentam-se dentro da faixa de 501-1500mg/L de SDT, já as águas dos poços P3, P4 e P5, são classificadas como águas doces uma vez que se apresentam na faixa de 0-500mg/L de SDT.

Coliformes totais

Os principais microrganismos encontrados nas águas são os vírus, bactérias e os parasitas protozoários e helmintos. As bactérias causadoras de doenças presentes na água

pertencem ao grupo dos coliformes totais apresentando principalmente os gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* e *Enterobacter*, caracterizam-se como bacilos gram negativos e que são aeróbios ou anaeróbios facultativos (PONGELUPPE et al., 2009; FERNANDES; GOIS, 2015). A tabela 10 apresenta os resultados obtidos na análise dos coliformes totais.

Tabela 10: Dados obtidos na análise dos coliformes Totais.

Local	Coliformes totais	VMP	Conclusão
P1	Ausência	Ausência	Satisfatório
P2	Ausência	Ausência	Satisfatório
P3	Ausência	Ausência	Satisfatório
P4	Ausência	Ausência	Satisfatório
P5	Ausência	Ausência	Satisfatório

VMP= Valor máximo permitido

Conforme descrito na portaria GM/MS nº 888 de 2021, não deve haver presença de coliformes totais na água voltada para o consumo humano, logo, as amostras dispostas na tabela possuem um padrão satisfatório uma vez que, notou-se a ausência do grupo bacteriano quando analisado em 100ml de água.

Escherichia coli

Já o grupo dos coliformes termotolerantes ou também chamados de coliformes fecais, são um subgrupo dos coliformes que tem como principal representante a bactéria *Escherichia coli* que é advinda exclusivamente de origem fecal o que a torna o marcador específico de contaminação fecal e de eventuais organismos causadores de doenças (PONGELUPPE et al., 2009; FERNANDES; GOIS, 2015). Na tabela 11 estão dispostos os resultados encontrados nas análises de *Escherichia Coli*.

Tabela 11: Dados obtidos na análise de *Escherichia Coli*.

Local	<i>E. Coli</i>	VMP	Conclusão
P1	Ausência	Ausência	Satisfatório
P2	Ausência	Ausência	Satisfatório
P3	Ausência	Ausência	Satisfatório
P4	Ausência	Ausência	Satisfatório
P5	Ausência	Ausência	Satisfatório

VMP= Valor máximo permitido

Quando analisado a amostra, evidenciou-se também a ausência do coliformes fecais, logo, nota-se um padrão de potabilidade microbiológica que atende as normas vigentes quanto a ausência de microrganismos patogênicos.

CONCLUSÃO

Ao analisar as amostras, ficou evidente que os poços de número 1 e 2 não estão de acordo com o que é estabelecido pela portaria GM/MS nº 888, do dia 4 de maio de 2021, visto que se tratando dos padrões químicos Na^+ , Cl^- e STD os poços não obtiveram resultados satisfatórios. O poço 1 obteve resultado satisfatório na quantidade Na^+ , onde apresentou uma concentração de 178,2mg/L valor este bem próximo do máximo aceitável que é de 200mg/L, porém obteve resultado insatisfatório na concentração de Cl^- e de STD, o poço 2 por sua vez obteve resultados insatisfatórios nestes três parâmetros supracitados. Ambos os poços obtiveram uma concentração de STD duas vezes maiores do que o permitido pela portaria.

Tratando-se das amostras coletadas dos poços 3, 4 e 5 estas, apresentaram padrões de potabilidade adequados para o consumo, todos os padrões físico-químicos avaliados nestes pontos obtiveram resultados satisfatórios ao serem comparados com as concentrações dispostas na portaria em vigor. A pesquisa de coliformes fecais e totais mostrou-se satisfatória para todos os poços estudados, evidenciando que não há contaminação por fezes nas amostras.

É recomendado a comunidade que utiliza estas águas que efetuem análises semestrais para garantir uma melhor confiabilidade, e obviamente diminuir os possíveis riscos a saúde, seja por contaminantes químicos ou microbiológicos. Esta análise também pode ser acompanhada e desenvolvida pelos órgãos públicos visando uma melhor segurança para a saúde da população que ali reside.

REFERÊNCIAS

BAGATINI, Marília; BONZANINI, Victória; OLIVEIRA, Eniz Conceição. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA EM POÇOS ARTESIANOS NA REGIÃO DE ROCA SALES, VALE DO TAQUARI. **Revista Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 14, n. 01, p. 84-91, jun. 2017.

BRAGA, Erika de Almeida Sampaio *et al.* Classificação da água subterrânea com base nos sólidos totais dissolvidos estimado. **Águas Subterrâneas**, [s. l], v. 25, n. 2, p. 01-07, 10 jul. 2021.

BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12/2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

FELIPPE, Miguel Fernandes; ALMEIDA NETO, José Oliveira de. COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE OBTENÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS NAS ÁGUAS: CONTRIBUIÇÃO PARA OS ESTUDOS DE DESNUDAÇÃO GEOQUÍMICA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 19-33, mar. 2019.

FERNANDES, Luana Leal; GOIS, Rosineide Vieira. AVALIAÇÃO DAS PRINCIPAIS METODOLOGIAS APLICADAS ÀS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO VOLTADAS PARA A DETECÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Rondônia, v. 6, n. 2, p. 49-64, jun. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FUNASA. MANUAL DE CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA TÉCNICOS QUE TRABALHAM EM ETAS. **Fundação Nacional da Saúde**, Brasília, p. 01-116, 2013.

FUNASA. Manual Prático de Análise de Água. **Fundação Nacional da Saúde** -, Brasília, p. 01-153, 2014.

GOV.BR. **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 4 maio 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 19 jan. 2023.

JOKOSKI, Thyago Perin *et al.* ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA EM UMA AGROINDÚSTRIA DO OESTE DE SANTA CATARINA. **Uceff**, [s. l], v. 02, n. 01, p. 21-34, jan. 2018.

LIMA, José Ossian Gadelha de; LOPES, Francisco das Chagas da Costa; LIMA, Jonas Rodrigues. Hidroquímica do carbonato e bicarbonato: efeito na qualidade de águas subterrâneas em crateús, ceará, brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 540-549, 1 set. 2014. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1405>.

LIMA, Lucas Cardoso *et al.* Determinação da concentração de sólidos dissolvidos totais por meio da medição da condutividade elétrica. In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA 2017, 46., Maceió: Sbea, 2017. p. 1-4.

MARTINS, Aline Loise; KATO, Lilian Akemi. CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE PRODUTORES AGROINDUSTRIAIS FAMILIARES SOBRE A QUALIDADE DE ÁGUA OBTIDA NO PROGRAMA VIGIAGUA. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 1, n. 3, p. 417-427, jun. 2018.

MORAIS, Reurysson Chagas de Sousa; ARAÚJO, Inessa Racine Gomes de. ANÁLISE ESPACIAL DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS (STD) EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA REGIÃO NORTE DO PIAUÍ. **Revista Equador (Ufpi)**, [s. l], v. 4, n. 4, p. 67-80, jun./dez. 2015.

MOURA, Marisa Helena Gonsalves *et al.* **ANÁLISE DAS ÁGUAS DOS POÇOS ARTESIANOS DO CAMPUS CAVGUFPEL**. Pelotas-Rio Grande do Sul: Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, 2009. 58 p.

PERCEBON, Claudete Massuchin; BITTENCOURT, André Virmond Lima; ROSA FILHO, Ernani F. da. DIAGNÓSTICO DA TEMPERATURA DAS ÁGUAS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, Paraná, v. 56, p. 7-19, 2005.

PONGELUPPE, Andrea Tavares *et al.* AVALIAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS, FECAIS EM BEBEDOUROS LOCALIZADOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO DE GUARULHOS. **Saúde**, [s. l], p. 05-09, mar. 2009.

QUEIROZ, Tadeu Miranda de; OLIVEIRA, Lizandra Carla Pereira de. Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 173-180, fev. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018166375>.

SANTOS, Renata de Souza; MOH, Tainara. SAÚDE E QUALIDADE DA ÁGUA: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, [s. l], v. 24-25, n. 13, p. 46-53, jan./jun. 2013.

SILVA, Aldeni Barbosa da *et al.* Química ambiental: monitoramento físico-químico da água de um poço artesiano na cidade de remígio-pb. **Águas Subterrâneas**, [S.L.], v. 33, n. 3, p. 1-10, 18 ago. 2019. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v33i3.29583>.

SOARES, Alexandra Fátima Saraiva; FRANCO, Rafaela; ASSIS, Jéssica Maria Guimarães de. ANÁLISE PRELIMINAR DA NOVA PORTARIA DE POTABILIDADE DA ÁGUA (PRT GM/MS N° 888/2021). In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 12., 2021. Salvador: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2021. p. 1-10.

SOUZA, Frank Pavan de *et al.* QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DA COMUNIDADE TAMARINDO EM CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ. **Perspectivas Online**, Campos dos Goytacazes, v. 11, n. 5, p. 1-16, 2015.

WHO. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. 4. ed. Geneva, WHO, 2011.

ZERWES, Cristian Mateus *et al.* Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 04, p. 651, dez. 2015.