

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM POÇOS DA COMUNIDADE DE ITAPUAMA, CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND QUALITY ASSESSMENT OF UNDERGROUND WATERS IN WELLS IN THE COMMUNITY OF ITAPUAMA, CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE

Wiliane Roberta da Silva Duarte¹
Robson José Silva²

RESUMO

O uso de poços para obtenção de recursos hídricos subterrâneos tornou-se uma alternativa complementar para o abastecimento humano. Porém, ao longo dos anos, o alto consumo e a ação antrópica, têm contribuído para escassez da água subterrânea e sua contaminação, tornando-a um agente transmissor de doenças causadas por microrganismos patogênicos provenientes da percolação de esgotos doméstico e/ou por matéria química em concentrações que excedem os padrões autorizados pelo Ministério da Saúde e CONAMA 357/2005, do Ministério do Meio Ambiente. O objetivo deste estudo foi analisar os parâmetros físico-químicos: pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, salinidade, cor e turbidez e avaliar a qualidade da água pelo Número Mais Provável (NMP.100 mL-1) de coliformes totais e termotolerantes, baseando-se nas legislações vigentes. Ao total, foram analisadas 120 amostras para caracterização físico-química e 6 para microbiológica, provenientes de três poços existentes na comunidade de Itapuama, localizado na cidade do Cabo de Santo Agostinho - PE. Dos poços avaliados, dois não apresentaram conformidade com o padrão de qualidade estabelecido pela legislação brasileira. Os resultados apontaram concentração elevada de condutividade elétrica, baixo oxigênio dissolvido e elevados níveis de contaminação microbiana. Estas não conformidades podem ter origem na ineficiência do sistema de esgotamento sanitário do bairro. Já o terceiro poço, por se tratar de um poço tubular freático, apresentou água de boa qualidade nos parâmetros estudados, ficando acima do limite apenas no parâmetro de condutividade elétrica.

Palavras - chave: Caracterização físico-química. Qualidade da água. Contaminação de poços.

ABSTRACT

The use of wells to obtain underground water resources has become a complementary alternative for human supply. However, over the years, high consumption and anthropic action have contributed to the scarcity of groundwater and its contamination, have contributed to the contamination of groundwater, making it an agent that transmits diseases caused by pathogenic microorganisms from percolation of domestic sewage and/or chemical matter in concentrations that exceed the standards authorized by the Ministry of Health and CONAMA

¹ Bacharelada em Engenharia Civil – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho. 2019

² Orientador do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho.

357/2005, of the Ministry of the Environment. The aim of this study was to analyze the physical-chemical parameters: pH, dissolved oxygen, electrical conductivity, total dissolved solids, salinity, color and turbidity and to evaluate water quality by the Most Likely Number (NMP.100mL⁻¹) of total coliforms and thermotolerant, based on current legislations. In total, 120 samples were analyzed for physical-chemical characterization and 6 for microbiological, from three wells in the community of Itapuama, located in the city of Cabo de Santo Agostinho - PE. Of the evaluated wells, two did not comply with the quality standard established by Brazilian legislation. The results showed a high concentration of electrical conductivity, low dissolved oxygen and high levels of microbial contamination. These non-conformities can originate from the inefficiency of the neighborhood's sewage system. The third well, since it is a phreatic tubular well, presented good quality water in the studied parameters, being above the limit only in the electrical conductivity parameter.

Keywords: Hysicochemical characterization. Water quality. Well contamination.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para o desenvolvimento de diversas atividades humanas, sendo um elemento indispensável para evolução e manutenção da vida terrestre. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), estima-se que 2,5% das reservas existentes em nosso planeta são de água doce. Desse total, apenas 31% pode ser usufruída para consumo humano, sendo 1% de origem superficial e 30% subterrânea. Os 69% restantes são constituídos por geleiras e vapor de água, o que torna inacessível o seu aproveitamento para o consumo.

O uso de poço para a obtenção da água subterrânea tornou-se uma alternativa complementar para o abastecimento humano, sendo utilizado por diversas regiões que encontram-se desprovidas de sistema de abastecimento público ou até mesmo por aquelas que possuem a rede de abastecimento, mas o fornecimento é instável.

Diante do alto consumo e da ação antrópica, a água de poço pode apresentar risco de escassez e/ou ter sua qualidade comprometida. Segundo Marques et al. (2007), nas últimas décadas, o desenvolvimento das indústrias, o crescimento populacional e a produção agrícola têm degradado os corpos d'água,

umentando a preocupação com a potabilidade e a disponibilidade da água para o consumo humano. Dentro desse contexto, ainda há também os poços sujeitos às alterações por intrusão salina, aqueles localizados próximos ao mar. Costa Filho (1997) analisou os aquíferos pernambucanos Beberibe, Boa Viagem e Cabo, e verificou que os dois últimos possuem focos com alta concentração salina.

Em consequência das precárias condições de esgotamento sanitário, a infiltração de esgoto doméstico acaba sendo um dos principais fatores de contaminação da água subterrânea. Atualmente, vários estudos têm relatado a contaminação destas águas por coliformes termotolerantes no Brasil. Costa et al. (2012) analisou a qualidade microbiológica em amostras provenientes do Estado do Ceará e detectou a presença de coliformes fecais e ainda *Escherichia coli*. Em outro estudo realizado por Oliveira (2011), em 62 amostras de águas procedentes de poços da zona rural do Cabo de Santo Agostinho, foi constatado na análise microbiológica que mais da metade das amostras estavam fora do padrão, e também evidenciaram a presença da *Escherichia coli*.

Em virtude de todos os riscos apresentados, as águas superficiais e até mesmo as subterrâneas, podem representar

uma grande fonte de transmissão de doenças, como diarreia, disenteria, hepatite, febre tifóide, cólera, entre outras, afetando diretamente a qualidade de vida da população. Dessa forma, a garantia de qualidade da água é de extrema importância para a saúde pública. No Brasil, a verificação de potabilidade da água é baseada nas diretrizes do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006 e BRASIL, 2011) e na Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), nos quais são estabelecidos os valores máximos de cada substância potencialmente poluidora.

Levando em consideração que o bairro de Itapuama está localizado na região costeira do município do Cabo de Santo Agostinho e possui esgotamento sanitário deficiente, buscou-se averiguar as características físico-químicas e microbiológicas das águas da região, com base nas legislações citadas anteriormente.

Abastecimento de água

O abastecimento de água é realizado por meio dos Sistemas Público e/ou Privado. No Público, a Prefeitura Municipal permite através da Constituição Federal (Lei nº 8.987 de 13/02/95) que uma Concessionária ou Permissionária realize a captação, o tratamento e a distribuição dos recursos hídricos. Neste sistema, as águas são oriundas de fontes superficiais e/ou subterrâneas, sendo a primeira composta por rios e lagos e a segunda por aquíferos. Já no Sistema Privado, todo esse processo de captação, tratamento e distribuição são de responsabilidade do proprietário legal. Neste caso, grande parte da obtenção das águas vem por meio do uso de poços, provenientes do manejo de aquíferos.

Dentre os tipos de aquíferos existentes, os freáticos (livres) são encontrados em camadas superficiais e apresentam porção inferior delimitada por rochas permeáveis ou semipermeáveis. Já os artesianos

(confinados) são encontrados em maior profundidade entre rochas permeáveis ou semipermeáveis e rochas impermeáveis. Os intersticiais (porosos) são formados por sedimentação e são caracterizados por sua porosidade e grande capacidade de armazenamento de água, enquanto que os fissurais (fraturados) são formados por rochas cristalinas fraturadas e possuem menor capacidade de armazenamento de água (COSTA FILHO e COSTA, 2000).

De maneira geral, os poços representam uma fonte de abastecimento de água, que dá acesso direto a um aquífero. Eles podem ser caracterizados a partir de como se deu sua abertura (escavação ou perfuração), pelo diâmetro, pelo tipo de revestimento e pela posição hidráulica do aquífero. Vasconcelos (2014) consolidou em seu estudo uma nomenclatura para os diferentes tipos de poços. O autor conclui que eles devem ser classificados como escavados, quando são construídos de forma manual, e tubulares, quando são perfurados (Quadro 1).

Quadro 1- Classificação dos poços.

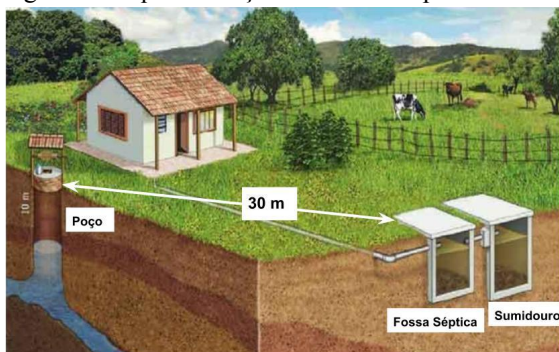
Classificação	
Escavado ($\varnothing > 0,5$ m)	Cacimba: diâmetro superior a 0,5 m, sem revestimento em sua parede.
	Cacimbão: diâmetro superior a 1 m e inferior a 5 m, com revestimento parcial ou total em sua parede.
	Amazonas: diâmetro superior a 5 m, com revestimento parcial ou total em sua parede.
Tubular ($\varnothing < 0,5$ m)	Freático: diâmetro inferior a 0,5 m, com revestimento de tubos e captação em aquífero livre.
	Artesiano: diâmetro inferior a 0,5 m, com revestimento de tubos e captação em aquíferos confinados. Este ainda pode ser dividido em dois outros tipos: artesiano não jorrante, quando são necessários mecanismos para bombear a água até a superfície e artesiano jorrante, quando a água chega naturalmente à superfície.

Fonte: Autora.

Contaminação da água subterrânea

Em virtude do esgotamento sanitário deficiente, a fossa séptica se apresenta como uma opção tecnicamente adequada para destinação do esgoto doméstico. Sua construção exige procedimentos técnicos que tem o objetivo de impedir a contaminação da água e do solo. Uma das recomendações citadas pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH, 2004) é que a distância entre a fossa séptica e qualquer corpo d'água deva ser no mínimo 30 metros (Figura 1), no entanto, na maioria dos casos, este fator não é levado em consideração. A ausência desses cuidados e a falta de manutenção técnica podem fazer com que os microrganismos de origem fecal sejam transportados do solo para fontes de água superficial, subsuperficial ou pouco profundas, ocasionando a contaminação da água, principalmente nos períodos de alta pluviosidade (COGGER, 1988).

Figura 1- Esquematização das fossas sépticas.



Fonte: Adaptado de Planeta Biologia 2019.

Uma condição ainda de maior risco é a utilização da fossa negra. Este tipo de modelo não possui revestimento nas paredes, o que o torna grande potencializador de contaminação, pois todos resíduos são destinados ao solo e, muitas vezes diretamente ao aquífero, sem nenhum tipo de tratamento (Figura 2).

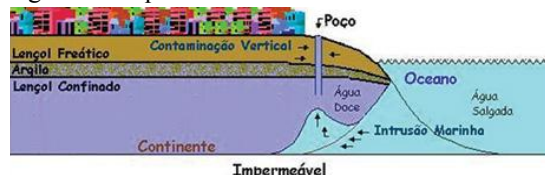
Figura 2- Esquematização das fossas negras.



Fonte: Adaptado de Pereira 2019.

Para os poços localizados muito próximos ao mar, existe o risco de contaminação por intrusão salina. Segundo Almeida e Silva Junior (2007) “na situação natural, antes de iniciar o bombeamento, existe um gradiente hidráulico no aquífero, que induz um fluxo de água doce em direção ao mar. Este fluxo natural de água doce mantém a cunha salina numa posição de equilíbrio”. Porém, quando há uma grande quantidade de água doce bombeada, o equilíbrio se rompe e ocorre o avanço e/ou mistura da água salina (Figura 3).

Figura 3- Esquema de intrusão salina.



Fonte: Adaptado de Águas do Brasil 2013.

Potabilidade da água

A água possui características físicas, químicas e biológicas que são adquiridas de forma natural ou por meio de ações antropogênicas. Para sua caracterização é preciso avaliar um conjunto de parâmetros que são capazes de determinar suas características e indicar a qualidade da água (OLIVEIRA, 2013). Assim, a água é dada como potável quando os valores destes parâmetros estão de acordo com o padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde e CONAMA.

O Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Já a Resolução nº 357/2005, do CONAMA, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Nesta, os corpos de águas doces destinados ao abastecimento para consumo humano são classificados como: classe especial (com desinfecção), classe 1 (tratamento simplificado), classe 2 (tratamento convencional) e classe 3 (tratamento convencional ou avançado), definindo os limites de padrão de qualidade requerido de acordo com os seus usos preponderantes.

Dentre os parâmetros definidos pelo Ministério da Saúde (2006) é possível destacar:

pH - Refere-se à concentração de íons de hidrogênio numa solução. É usado para indicar se a água é ácida, neutra ou alcalina. O pH da água depende da sua origem, mas pode ser alterado por características naturais (dissolução de rochas, fotossíntese) e/ou pela ação antropogênica (despejos domésticos e industriais);

Condutividade Elétrica (CE) - Determina a capacidade de conduzir corrente elétrica na presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions;

Turbidez - Caracteriza a presença de matérias em suspensão (silte, argila, areia, matéria orgânica, etc.), que interferem a passagem da luz através do líquido, ocasionando uma aparência turva e condições impróprias para o consumo;

Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) - Compreende a concentração de partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm , que permanecem em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode ocorrer naturalmente (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos)

e/ou pela ação antropogênica (despejo de lixo e esgotos);

Salinidade - Teor de sais existentes na água;

Cor - Indica a presença de substâncias de origem orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) ou mineral (resíduos industriais, compostos de ferro e manganês). Para caracterizar as águas para abastecimento, a cor é caracterizada em aparente, quando refere-se à identificação da cor em amostras com partículas suspensas, e real, quando sua determinação é feita após a filtração, sem a influência da turbidez;

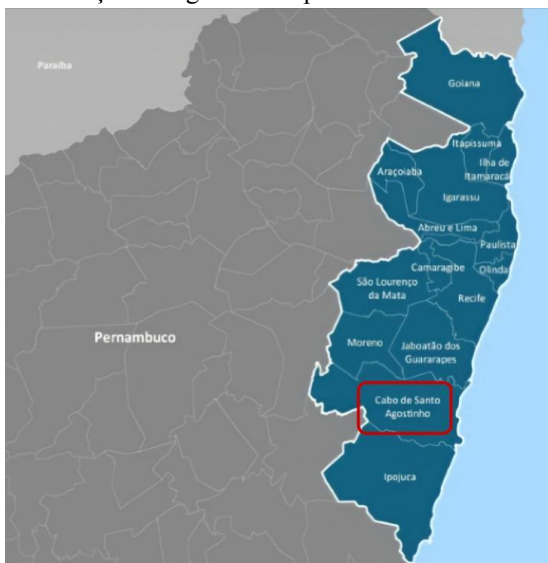
Oxigênio Dissolvido (OD) - É uma variável extremamente importante para controle da poluição, visto que ele avalia as condições naturais da água e expressa a qualidade de um ambiente aquático;

Coliformes Totais e Termotolerantes (Fecais) - As bactérias pertencentes ao grupo coliformes são usadas como indicadoras de contaminação fecal, pois habitam normalmente o intestino de homens e de animais. Quanto maior sua concentração na amostra, maior o índice de contaminação por infiltração de esgoto doméstico.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende a extensão do bairro de Itapuama, localizado no litoral do município do Cabo de Santo Agostinho, situado na mesorregião Metropolitana e na Microrregião de Suape do Estado de Pernambuco, com distância aproximada de 33,6 quilômetros da capital do estado (Figura 4). O município tem área territorial de 445,34 km² e de acordo com o IBGE (2019), a população era composta por 207.048 habitantes.

Figura 4- Localização do Cabo de Santo Agostinho com relação a Região Metropolitana do Recife.



Fonte: Adaptado de FNEM 2019.

A precipitação média anual para o município é de 1863,3 mm, sendo considerado maio, junho e julho, o trimestre chuvoso, com precipitações médias de 276,93 mm, 347,89 mm e 268,52 mm, respectivamente (FREITAS COSTA, 2018).

Segundo a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM, 2013), o aquífero existente no litoral de Itapuama é o Algodoads, que ocorre na condição intersticial e freático. A sua vulnerabilidade à contaminação é dada como moderada, mas pode ser alta em locais com elevada permeabilidade do solo e pouca profundidade do nível da água. O autor também afirma que nesta região o aquífero está sendo explorado por poços tubulares com profundidade média de 27,6 metros.

Os poços foram selecionados mediante particularidades da região, sendo considerada sua profundidade, revestimento, classificação, distância para o mar, ação antrópica e se estavam em pleno uso. Eles foram denominados como Poço A, Poço B e Poço C, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5- Localização dos poços.



Fonte: Adaptado de Google Earth 2019.

Coleta e ensaios realizados

As coletas foram realizadas entre os meses de fevereiro e junho de 2019, período considerado chuvoso. Para avaliação físico-química (pH, oxigênio dissolvido, salinidade, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica, cor e turbidez), foram realizadas 20 visitas, sendo uma por semana. Em cada visita, as amostras foram coletadas em duplicata para cada poço, perfazendo um total de 120 amostras. Para avaliação microbiológica (coliformes totais e termotolerantes), as amostras foram coletadas em 2 visitas, com diferença de 2 meses entre elas. Em cada visita, uma amostra por poço, totalizando 6 amostras coletadas. A caracterização dos parâmetros avaliados foi determinada por meio da média aritmética dos resultados.

As amostras físico-químicas foram coletadas em recipientes com capacidade de 500mL, devidamente limpos e identificados (Figura 6a). Já para as amostras microbiológicas foram utilizados frascos esterilizados de 250 mL (Figura 6b). Todos os procedimentos de coleta e análise, em ambos os casos, foram baseados na metodologia do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (2012).

Figura 6- Amostras de águas para os ensaios (a) físico-químicos e (b) microbiológico.



(a)

(b)

Fonte: Autora.

As análises físico-químicas foram realizadas em campo e no Laboratório de Saneamento, localizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, em até 2 horas após o horário da coleta. Os parâmetros pH, oxigênio dissolvido, salinidade, sólidos dissolvidos totais e condutividade elétrica foram determinados por meio de sonda multiparâmetro Hanna HI9829 (Figura 7a). A análise de turbidez foi realizada por meio de turbidímetro de bancada Hach 2100N (Figura 7b).

Figura 7- Equipamentos utilizados nas análises físico-químicas (a) multiparâmetro Hanna HI9829 e (b) turbidímetro de bancada Hach 2100N.



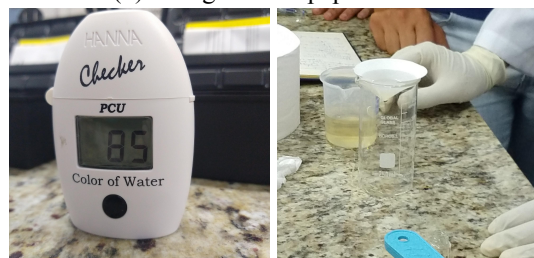
(a)

(b)

Fonte: Autora.

A cor real e a cor aparente foram medidas em colorímetro de bolso Hanna HI727 (Figura 8a). Para a determinação da cor real foi necessária a filtragem da amostra em papel filtro de 0,45 μm (Figura 8b).

Figura 8- Análise do parâmetro cor (a) colorímetro de bolso e (b) filtragem com papel filtro.



(a)

(b)

Fonte: Autora.

As análises de coliformes totais e termotolerantes foram feitas no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco (LSA-UFPE), em até 4 horas após o horário da coleta, utilizando a técnica do número mais provável (NMP), pelo método *Colilert*, conforme Figura 9.

Figura 9- Análise microbiológica (a) e (b) método *Colilert*.



(a)

(b)

Fonte: Autora.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Quadro 2, observam-se características relevantes de cada poço, obtidas através de visita *in loco*, levantamento técnico e revisão bibliográfica. As distâncias para o mar e as quantidades de fossas foram obtidas em correlação com o Google Earth.

Quadro 2- Características físicas, de construção e conservação dos poços.

Poço	Profundidade (m)	Revestimento	Classificação	Distância para o mar (m)	Ação antrópica (Quantidade de fossas)
A	7	Manilhas de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos, apresentando patologias e rachaduras	Cacimbão	130	Presença de 3 fossas negras e 1 séptica em raio de 30m
B	8	Manilhas de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos, apresentando corrosão do aço e rachaduras	Cacimbão	275	Presença de 8 fossas negras em raio de 30m
C	32	PVC	Tubular freático	263	Presença de 1 fossa séptica em raio de 30m

Fonte: Autora.

Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas

Os resultados físico-químicos foram comparados aos valores de referência propostos pelas diretrizes do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006 e BRASIL, 2011) e Resolução Conama 357 (BRASIL, 2005). Com base na última, as águas dos poços estudados se enquadram na categoria de Água Doce - Classe 2.

A condutividade elétrica, cor, turbidez e oxigênio dissolvido foram os parâmetros que apresentaram não conformidades com as legislações vigentes para o poço A e poço B, sendo a condutividade elétrica e o oxigênio dissolvido grandes indicadores de contaminação por microrganismos patogênicos. Na Tabela 1 encontram-se os valores obtidos em todos os parâmetros físico-químicos.

Tabela 1- Resultados dos parâmetros físico-químicos.

	Poço A	Poço B	Poço C
pH	6,6 ± 0,13	6,6 ± 0,12	6,1 ± 0,29
OD (ppm)	3,86 ± 1,31	4,25 ± 1,38	5,17 ± 1,47
CE (µS/cm)	651,24 ± 76,71	931,26 ± 71,42	256,51 ± 40,93
Salinidade (‰)	0,46 ± 0,04	0,31 ± 0,03	0,12 ± 0,02
SDT (mg/L)	325,71 ± 38,38	465,47 ± 35,79	128,07 ± 20,49
Cor Aparente (uH)	140,2 ± 49,25	59,87 ± 27,74	5,01 ± 8,4
Cor Real (uH)	102,93 ± 43,85	36,67 ± 18,96	1 ± 2,11
Turbidez (uT)	22,97 ± 2,27	3,01 ± 1,51	0,31 ± 0,06

Fonte: Autora.

Constata-se que todos os valores de pH estão em conformidade com a Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), na qual afirma que o pH das águas doces pode variar entre 6 e 9. No entanto, as águas dos poços apresentam um caráter levemente ácido, o que contribui para um maior grau de solubilidade das substâncias.

De acordo com o CONAMA 357 (BRASIL, 2005), a quantidade mínima de oxigênio dissolvida para a preservação da vida aquática aeróbia é de 5 mg/L para águas doces de classe 2. Através dos dados expostos na Tabela 1, verifica-se que o poço A e o poço B estão abaixo do valor de referência. Uma possível causa desses valores pode ser explicada pela relação entre a presença de fossas negras no entorno desses poços (Quadro 1) e o período chuvoso, dado que a água precipitada poderá transportar os poluentes das fossas para as águas subterrâneas através da percolação.

O Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) diz que a condutividade elétrica das águas naturais apresenta valores entre 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. As águas subterrâneas dos três poços apresentaram valores superiores ao padrão estabelecido, portanto, constata-se que não se qualificam como águas naturais. O autor também informa que as águas poluídas por esgoto doméstico ou industrial podem chegar até 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dessa forma, levando em consideração que os resultados para o poço A ($651,24 \pm 76,71 \mu\text{S}/\text{cm}$) e B ($931,26 \pm 71,42 \mu\text{S}/\text{cm}$) estão muito excedentes ao valor limite, aponta-se que estas águas podem estar sob influência de esgoto doméstico.

De acordo com o CONAMA 357 (BRASIL, 2005), a água doce tem salinidade igual ou inferior a 0,5‰. Observa-se que os valores estão abaixo do limite, constatando que a água destes poços se configuram como água doce. Porém, a intrusão marinha pode estar afetando a salinidade do poço A, visto que ele apresentou indícios de salinidade, dado que pode ser justificado pela sua proximidade ao mar.

Para as análises de sólidos dissolvidos totais todos os valores obtidos estão de acordo com a Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), no qual o valor máximo permitido pelo padrão organoléptico é de 1000 mg/L.

A Portaria diz que o valor máximo permitido para cor aparente é 15 unidades Hazen. Segundo Macedo, Rempel e Maciel (2018), a água pura não apresenta coloração, a sua cor é alterada quando há presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão. Geralmente, a cor é devido a ácidos húmicos e tanino, proveniente da decomposição vegetal.

Concomitantemente, há também a poluição da água através do ferro e manganês. O excesso desses metais normalmente amarela a água (BAIRD, 2002). Dessa forma, para cor aparente, observa-se que os poços A e B ficaram acima do valor máximo permitido pela legislação.

Para turbidez, o valor máximo permitido pelo padrão organoléptico é de 5 uT (BRASIL, 2011). As principais causas da turbidez dos corpos d'água são a presença de matéria orgânica e inorgânica, matérias sólidas, organismos microscópicos e algas. Estas matérias podem ser originadas da influência humana (mineração e lançamentos de esgotos domésticos ou industriais sem tratamento) e/ou do solo (COUTO, 2004). Verifica-se que o poço A ficou acima do permitido pela Portaria, apresentando média de $22,97 \text{ uT} \pm 2,27 \text{ uT}$ (Tabela 1).

Ainda segundo a Portaria 2.914, a condição máxima permitida na água para o consumo humano é a ausência de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* em 100mL. De acordo com a Tabela 2, os poços A e B apresentaram desconformidade com a legislação, onde suas amostras acusaram contaminação por coliformes termotolerantes, demonstrando que estes dois poços podem estar sob influência da infiltração de efluente de fossas. Tudo isso serve de alerta, pois, os efluentes domésticos contêm microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de várias doenças.

Tabela 2- Resultados microbiológicos.

Poço	Número Mais Provável de Coliformes	
	Coliformes Totais (NMP de coliformes/100mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP de coliformes/100mL)
A	$> 2,4 \times 10^3$	16,6
B	$> 2,4 \times 10^3$	24,4
C	Ausente	Ausente

Fonte: Autora.

Diversos estudos têm apontado a contaminação de águas subterrâneas por coliformes termotolerantes, sobretudo em poços rasos. Saling et al. (2017), avaliando a qualidade da água em poços do município de Colinas/RS, encontraram concentração relevante de coliformes termotolerantes em 100% das amostras analisadas. Capp et al. (2012) se depararam com cenário parecido no município de Anastácio/MS ao avaliar a qualidade de doze poços, dos quais 25% eram do tipo raso (com até 5 m), 33,3% entre 6 e 10 m e 41,7% de 11 a 15 m. No estudo, também foi constatado que a profundidade reduz a possibilidade de contaminação por substâncias que possuem baixa mobilidade no solo. Isso pode justificar o resultado obtido para o poço C, que apresentou conformidade com a legislação (Tabela 2). Com 32m de profundidade, o poço C evidenciou ausência de coliformes termotolerantes em suas amostras. Dessa forma, é possível corroborar que a profundidade do poço é uma das características que pode estar diretamente relacionada à qualidade da água, principalmente quando associada ao tipo de revestimento e localização do poço.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguindo a determinação do padrão de potabilidade da água, os poços A e B estão em desconformidade com os valores estabelecidos pelo Ministério da Saúde e CONAMA, evidenciando indícios de contaminação por esgoto doméstico. Essa condição está diretamente ligada à

profundidade, condições de construtibilidade e manutenção, tipo de revestimento e incidência de fossas negras no entorno dos poços, as quais influenciam diretamente na concentração de coliformes totais e termotolerantes. Levando em consideração os parâmetros físico-químicos analisados, para o poço A, apenas o pH, SDT e salinidade estão de acordo com a legislação, enquanto que para o poço B, pH, SDT, salinidade e turbidez. Já o poço C, por se tratar de um poço tubular freático, apresentou água de boa qualidade nos parâmetros estudados, ficando acima do limite apenas no parâmetro de condutividade elétrica. O bom desempenho pode ser associado à profundidade do poço, visto que não há vestígios de poluição direta. Sugere-se, para trabalhos futuros, o acompanhamento de um ano hidrológico das amostras, com análises microbiológicas e demais parâmetros físico-químicos, como cloreto, amônia e DQO, além de aumentar o número de poços. Por fim, programas de conscientização à população por meio dos órgãos fiscalizadores também são importantes, uma vez que o risco de consumo inadequado de águas de qualidade inferior está diretamente associado à falta de informação da população.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS DO BRASIL. **Intrusão Marinha**. Janeiro de 2013. Disponível em: <https://aguasdobrasil.org/artigo/intrusao-marinha/#:~:text=O%20controle%20da%20intrus%C3%A3o%20marinha,mova%20em%20dire%C3%A7%C3%A3o%20oc>eano. Acesso em: 02 nov. 2019.

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Manual Técnico CPRH 001: dimensionamentos de tanques sépticos e**

unidades básicas complementares. 2. ed. rev. e atual. Recife: CPRH, 2004. 52 p.

ALMEIDA, Ghislaine M. de.; SILVA JUNIOR, Gerson Cardoso da. Fatores Hidrogeológicos no Estudo da Intrusão Salina em Aquíferos Costeiros da Região Litorânea do Município de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**. v. 30-2, p.104-117. 2007. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/6772>. Acesso em: 21 nov. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Situação da água no mundo**. Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo> Acesso em: 19 nov. 2019.

BAIRD, C. et al. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BRASIL. **Lei nº 8.987, de 13 de janeiro de 1995**. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987compilada.htm. Acesso em: 23 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº2914, de 12 de dezembro de 2011**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 14 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2006. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA nº357. **Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Brasília, 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 14 out. 2019.

CAPP, Nanci *et al.* Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, nº 3, p. 77-92, set./dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/7581>. Acesso em: 30 nov. 2019.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation. 22. ed. Washington, (DC): American Public Health Association, 2012.

COGGER, C. On-site septic systems: the risk of groundwater contamination. **Journal of Environmental Health**, v.51, n.1, p.12-16. 1988.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS. **Sistema de informações Geoambientais da Região Metropolitana de Recife**. Recife: CPRM, 2013.

COSTA, Cecília Leite *et al.* Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**. Londrina, v. 33, n. 2, p. 171-180, jul./dez. 2012.

COSTA FILHO, Waldir Duarte. **Estudo Hidroquímico nos Aquíferos da Planície do Recife**. Dissertação (Mestrado em

Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/215>. Acesso em: 20 nov. 2019.

COSTA FILHO, W. D.; COSTA, W. D. Caracterização hidrogeológica do Estado de Pernambuco. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, set. 2000. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23445>. Acesso em: 21 nov. 2019.

COUTO, J. L. V. do. **Limnologia:** parâmetros. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidente/limno.htm>. Acesso em: 08 abr. 2021.

FORUM NACIONAL DE ENTIDADES METROPOLITANAS. **Região Metropolitana do Recife (PE)**. Brasil, 2019. Disponível em: <http://fnembrasil.org/regiao-metropolitan-a-de-recife-pe/>. Acesso em: 15 out. 2019.

FREITAS COSTA, Ângelo Magno. **Eficiência hídrica na obra da Unidade Acadêmica no Cabo de Santo Agostinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 2018. 59 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2018. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7703>. Acesso em: 14 out. 2019.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-8.29370442,-34.95424648,10.97358157a,1418.42680488d,35y,278.71212216h,0t,0r>. Acesso em: 23 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e estados:** Cabo de Santo Agostinho.

2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/cabo-de-santo-agostinho.html>. Acesso em: 8 out. 2019.

MACEDO, Tatiane de Lourdes; REMPEL, Claudete; MACIEL, Mônica Jachetti. Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos em um município do vale do Taquari-RS. **Revista Tecno-Lógica**. Santa Cruz do Sul, v. 22, nº 1, p. 58-65, jan./jun, 2018. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/10447>. Acesso em: 29 nov. 2019.

MARQUES, Maria Nogueira *et al.* Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Química Nova**, v. 30, nº 5, p. 1171-1178. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000500023>. Acesso em: 30 set. 2019.

OLIVEIRA, Cristiane Aparecida de; BARCELO, Wellington França; PEIXOTO, Jéssica de Sá Guimarães. Análise da qualidade de água do córrego dos Cesários Anápolis/GO. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [s.l], v. 9, n. 2, 2013. Disponível em: https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/638. Acesso em: 14 abr. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.17271/19800827922013638>.

OLIVEIRA, Kildrey Aquino de. **Qualidade da água para consumo humano em solução alternativa de abastecimento no município do Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco**. 2011. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Saúde Pública) - Instituto Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2011. Disponível em:

<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/29229>. Acesso em: 20 nov. 2019.

PEREIRA, Felipe. Quais são os perigos das fossas negras?. **Blog Neo Ipsum**. Paraíba, 03 set. 2019. Disponível em: <https://neoipsum.com.br/2019/09/03/quais-sao-os-perigos-das-fossas-negras/>. Acesso em: 19 nov. 2019.

PLANETA BIOLOGIA. **O que é saneamento básico:** importância – tudo sobre. Brasil, 2019. Disponível em: <https://planetabiologia.com/o-que-e-saneamento-basico-importancia-tudo-sobre/>. Acesso em: 19 nov. 2019.

SALING, Caroline *et al.* Avaliação da qualidade da água de poços rasos no Município de Colinas-RS. **Revista Tecno-lógica**. v. 21, nº 2, p. 59-64. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v21i2.7901>. Acesso em: 18 nov. 2019.

VASCONCELOS, Mickaelon Belchior. Poços para captação de águas subterrâneas: revisão de conceitos e proposta de nomenclatura. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, fev. 2015. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28288>. Acesso em: 22 nov. 2019.