



Estudos de Caso e Notas

Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Qualidade da água de poços paralisados no município de Itapipoca, Ceará.

Water quality of paralyzed wells in the municipality of Itapipoca, Ceará.

Isa Bettina B. Furtado Barros¹; Geoge Satander de Sá Freire² ✉

¹ Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, Ceará.

² Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, Ceará.

✉ isabettina@hotmail.com, satanderfreire@gmail.com

Resumo

O Estado do Ceará, devido à sua localização e clima, possui características bem específicas que afetam diretamente a disponibilidade hídrica na região. A elevada radiação solar incidente no Estado ressalta a necessidade de se realizar uma gestão integrada das águas superficiais e subterrâneas na região. Contudo, cadastros realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) apontam a existência de, pelo menos, 89 poços sem uso no município de Itapipoca/CE. Porém, não são apresentados dados sobre os motivos que levaram a sua inutilização. Assim, diante da necessidade ao acesso à água que predomina no semiárido, o presente trabalho apresenta uma pesquisa sobre os principais motivos que levam os poços da região à paralisação e um estudo sobre a qualidade da água dos mesmos, visando identificar suas possibilidades de reativação e uso. Para tanto, foram analisados cadastros de poços perfurados no Estado, visitas técnicas e análises laboratoriais de amostras coletadas em 8 poços. Durante o estudo foi identificado que os principais motivos para paralisação estão apresentados pela população estão relacionados a problemas de manutenção, baixa vazão, entupimento (acidental ou proposital) e qualidade da água. Por fim, foi possível concluir que apesar das amostras analisadas não atenderem aos padrões de potabilidade estabelecido pela Portaria de Consolidação n° 05/2017, o uso de tecnologias como dessalinização e alcalinização da água poderiam reativá-los.

Abstract

The state of Ceará, due to its location and climate, has very specific characteristics that directly affect water availability in the region. The high solar radiation incident in the State underscores the need for integrated surface and groundwater management in the region. However, records made by the Mineral Resources Research Company (CPRM) indicate the existence of at least 89 unused wells in the municipality of Itapipoca / CE. However, no data are presented on the reasons that led to its destruction. Thus, given the need for access to water that predominates in the semi-arid region, this paper presents a research on the main reasons that lead the wells in the region to a standstill and a study on their water quality, aiming to identify their possibilities of reactivation and use. To this end, we analyzed the records of wells drilled in the state, technical visits and laboratory analysis of samples collected in 8 wells. During the study it was identified that the main reasons for downtime are presented by the population are related to maintenance problems, low flow, clogging (accidental or deliberate) and water quality. Finally, it was concluded that although the samples analyzed do not meet the potability standards established by Consolidation Ordinance No. 05/2017, the use of technologies such as water desalination and alkalization could reactivate them.

Palavras-chave:

Água subterrânea.
Recuperação de poços.
Dessalinização.
Qualidade da água.

Keywords

Subterranean water.
Wells recovery.
Desalination.
Water quality.

DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v33i4.29745>

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência de sua localização no globo, o Estado do Ceará, assim como grande parte do território nordestino brasileiro, está inserido no chamado Polígono das Secas. Essa região é caracterizada pelo clima semiárido próprio do bioma Caatinga, onde várias particularidades ambientais, em especial os prolongados períodos de estiagem, fragilizam seus ecossistemas naturais e suas estruturas sociais.

As repetidas crises hídricas que atingem o Estado estão relacionadas a irregularidade espacial e temporal das chuvas, onde, no geral, são concentradas em poucos meses do ano, de fevereiro a maio. Além disso, a elevada taxa evaporação na região dificulta o armazenamento de água entre os períodos chuvosos.

Diante deste cenário de escassez, importantes políticas públicas já foram implantadas na região buscando proporcionar à população, principalmente rural, condições de convivência com a seca. Entre as ações propostas e incentivadas pelo governo, destaca-se a política de acumulação de água em açudes, a qual é bastante difundida por todo o Estado.

Contudo, conforme dito anteriormente, os altos índices de evaporação que incidem sobre a região, da ordem de 2.500 mm ao ano, dificultam o armazenamento de água superficial, especialmente em pequenos açudes, que não resistem aos efeitos da seca prolongada (CIRILO, 2008).

Neste aspecto, é de essencial importância estudos e políticas de aproveitamento de água subterrânea na região. De acordo com DA SILVA (2007), apesar de a litologia dominante no Ceará se tratar de embasamento cristalino, que não favorece o acúmulo de água subterrânea em razão da alta resistência à infiltração, a ocorrência de aquíferos fraturados possibilitam o acúmulo de água no subsolo do Estado. Estes reservatórios, quando feito um estudo geológico e da qualidade da água armazenada, podem ser considerados uma possível alternativa à convivência com a seca, já que diversos municípios cearenses podem dispor do recurso de maneira significativa (CPRM, 2000).

Apesar do potencial hídrico disponibilizado pelos aquíferos, a qualidade da água a ser captada merece cuidados especiais. Em geral, as águas subterrâneas, são menos expostas aos diversos agentes poluentes do que os mananciais superficiais, dificultando sua contaminação. No entanto, devido ao aumento na exploração deste recurso para atender as mais diversas atividades, se faz necessário um controle maior da qualidade da mesma. Além disso, outros fatores, como a destinação de efluentes e o uso de fertilizantes, podem comprometer a qualidade dessas águas, tornando-as impróprias para consumo humano (DA SILVA, 2007).

O município de Itapipoca possui ao todo cerca de 181 poços cadastrados junto a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado (SRH), a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), distribuídos nos 1.614 km² do seu território. De acordo com esse cadastros, cerca de 89 poços estão classificados como não instalado, fechado, não utilizável ou abandonado, ou seja, estão sem uso.

Em meio dos diversos episódios de crise hídrica, que atingem o Nordeste do país de forma cíclica, a necessidade de se encontrar fontes alternativas de abastecimento de água que participem da gestão integrada deste recurso é uma realidade, visto que as soluções estruturais implementadas ao longo dos anos revelam-se ainda insuficientes para suportar os índices pluviométricos abaixo da média. Neste cenário, a inativação de poços sem apresentação de motivos concretos dificulta a elaboração de políticas públicas, além de gerar custos com a implantação de novas alternativas para a questão da escassez hídrica.

Diante do exposto, o estudo proposto busca identificar os motivos para a paralisação dos poços no município e avaliar a qualidade da água dos mesmos, visando possibilidades de recuperação a partir de tecnologias de tratamento de água.

Além do exposto, considera-se que as informações levantadas e sintetizadas nesta dissertação serão uma ferramenta de elevada importância para uma gestão racional dos recursos hídricos do município de Itapipoca, na medida que constata, mesmo quem um universo resumido, um panorama real e atual da situação de poços paralisados na região.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Itapipoca está localizado no litoral-oeste do Estado do Ceará, pertence a mesorregião norte cearense e possui coordenadas uma área de 1.614 km². O território do município é dividido em 12 distritos: Arapari, Assunção, Baleia, Barrento, Bela Vista, Calugi, Cruxati, Deserto, Ipu Mazagão, Lagoa das Mercês, Marinheiros e Itapipoca, onde está localizada a sede do município (IPECE, 2017).

Apresentando densidade demográfica de 71,90 hab/km², o município de Itapipoca possui uma população estimada em 128.135 pessoas, o que representa algo em torno 1,41% da população do Estado, o que o coloca em 5ª colocação no *ranking* dos municípios mais populosos do Ceará (IPECE, 2017).

A região apresenta clima tropical quente semiárido, na região mais interiorana, e tropical quente semiárido brando, na região litorânea, com períodos chuvoso entre janeiro e maio, e pluviosidade média de 1.130 mm ao ano. A altitude média no município é de 108,7 m, com temperaturas médias variando de 26 °C a 28 °C (IPECE, 2017; FUNCEME, 2018).

Em decorrência de sua elevada extensão territorial, Itapipoca possui cenários bastante diversos em sua paisagem, o que lhe rendeu o título popular de “terra dos três climas”, reunindo sertão, serra e praia.

Sua vegetação caracteriza-se pela presença da caatinga, arbustiva aberta e densa no interior, inclusive na região serrana, e na zona litorânea por tabuleiros costeiros e cerrado. Apresenta ainda, próximo a foz do Rio Mundaú, regiões de mangue e regiões de caatinga arbórea e mata úmida na região serrana (CAISAN, 2015).

De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 1997) a maior parte do município apresenta terrenos do embasamento cristalino possuindo seu substrato litológico constituído por granitos, gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano. No entanto, próximo ao litoral o embasamento é coberto por sedimentos areno-argilosos com níveis conglomeráticos e sedimentos arenosos inconsolidados, que datam do Terciário e Quaternário.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Para a seleção dos poços foram utilizados dados cadastrados junto a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado (SRH), a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), responsável pelo Sistema de Informações sobre Águas Subterrâneas (SIAGAS), o qual possui cadastro de poços e fontes desse bem mineral de todo o Brasil, e realiza levantamentos hidrogeológicos regionais em várias escalas (CPRM, 2018).

Os dados fornecidos pela foram cruzados, gerando uma planilha com 181 poços. Dessa forma, os dados analisados nesse estudo referem-se aos poços presentes nessa nova planilha, a qual apresenta dados da CPRM e da SOHIDRA.

Visto que 181 poços distribuídos em 1.614 km² do município tornaria esse trabalho bastante extenso e com elevados custos, optou-se por restringir-se aos distritos da região sertaneja do município, uma vez que é nesse território onde reside a parcela da população que mais sofre com a falta de água em períodos secos. Além disso, esses distritos não são contemplados ou possuem cadastro recente pelo SISAR ou Cagece, sendo relatado faltas de água recorrentes.

Diante do exposto, não contemplamos os distritos da Baleia (praia), Assunção (serra), Arapari (serra) e Ipu Mazagão (serra), além da sede urbana do município. Para identificar se os poços pertenciam a localidade definida nos critérios de inclusão deste estudo, foi utilizado o programa arcGIS que é uma plataforma de mapeamento e análises e que neste momento contribuiu para a construção de um mapa com as coordenadas dos poços encontradas nos documentos acima mencionados.

Ademais, poços identificados como de domínio particular também foram excluídos desse trabalho, uma vez que esse se propõe a fornecer dados que contribuam para políticas públicas e possibilitem a reativação poços públicos.

Assim, apenas 88 poços localizados nos distritos de Barrento, Lagoa das Mercês, Bela Vista, Marinheiros, Calugi, Cruxati, Itapipoca (zona rural) e Deserto foram selecionados para serem realizadas vistorias. As visitas aconteceram em de maio a setembro de 2019, seguindo as coordenadas disponibilizadas pelos órgãos.

As vistorias tiveram por objetivo identificar a situação atual dos poços cadastrados pelos já referidos órgãos, bem como o motivo de seu enquadramento, fornecendo bases mais consistentes para a seleção dos poços a serem estudados neste trabalho. Para tal, foi elaborada um formulário a fim de orientar a equipe sobre as informações que deveriam ser observadas ou colhidas com a população local, dando preferência a líderes comunitários ou os responsáveis pelo poço, por tratarem de pessoas que tem contato direto com a situação.

No formulário continham variáveis como: coordenadas; localidade; situação; domínio; nome do proprietário; usos da água; outras fontes de abastecimento; tipo; número de contemplados; existência de energia próximo; e, condições do entorno. Essas variáveis foram pensadas, aprioristicamente, a partir das informações já disponibilizadas pela CPRM, possuindo a adição de algumas informações consideradas pertinentes para atingir o objetivo desse trabalho.

Durante a execução dessa etapa, 16 poços não foram localizados, porém outros 14 identificados durante o percurso foram adicionados ao cadastro, resultando em 86 poços vistoriados.

Após vistorias, os poços foram classificados quanto a situação atual do mesmo, classificando-os como Paralisado, Em uso e Seco.

Para análise da qualidade da água, apenas nos poços paralisados e que não encontravam-se obstruídos, fechados, enterrados ou instalados, tiveram uma amostra de água coletada, posto que se fez necessário introduzir uma bomba em cada um deles para realizar coleta da água. Desse modo, o presente estudo identificou 26 poços paralisados, mas apenas 8 tiveram amostra analisada em laboratório.

Nas 08 (oito) amostras coletadas, foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica (CE), alcalinidade total (CaCO₃), bicarbonato (HCO₃⁻), cloreto (Cl⁻), cálcio (Ca⁺²), magnésio (Mg⁺²), dureza total (CaCO₃), sódio (Na⁺), sulfato (SO₄⁻²), potássio (K⁺), nitrato (N-NO₃⁻), nitrito (N-NO₂⁻), nitrogênio amoniacal total (N-NH₃,4), amônia (NH₃), sílica (SiO₂), turbidez, fluoreto (F⁻), alumínio (Al) e sólidos totais dissolvidos (STD). Os métodos empregados nas análises (Tabela 1), seguiram os procedimentos analíticos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

Tabela 1 – Métodos analíticos aplicados de acordo com APHA (2012)

| Parâmetros físico-químicos | Método aplicado | Código |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Alcalinidade Total | Titulométrico | 2320 B |
| Alumínio | Eriocromo Cianina R | 3500-Al B |
| Amônia | Fenato | 4500-NH ₃ F |
| Bicarbonato | Titulométrico | 2320 B |
| Cálcio | Titulométrico com EDTA | 3500-Ca B |
| Cloreto | Argentométrico | 4500-Cl ⁻ B |
| Condutividade | Eletrométrico | 2510 A |
| Dureza Total | Titulométrico com EDTA | 2340 C |
| Ferro Total | Fenantrolina | 3500-Fe B |
| Fluoreto | Eletrodo de Íon Seletivo | 4500-F C |
| Magnésio | Titulométrico com EDTA | 2340 C |
| Nitrato | Coluna redutora de cádmio | 4500-NO ₃ ⁻ E |
| Nitrito | Espectrofotométrico | 4500-NO ₂ ⁻ B |
| pH | Eletrométrico | 4500-H ⁺ A |
| Potássio | Fotométrico | 3500-K B |
| Sódio | Fotométrico | 3500-Na B |
| Sólidos Totais Dissolvidos | Eletroquímico | 2510 A |
| Sulfato | Turbidimétrico | 4500-SO ₄ ²⁻ E |
| Turbidez | Nefelométrico | 2130 |

3.3. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS.

Conforme Logan (1965), em uma análise hidroquímica completa, a concentração total dos cátions deve ser aproximadamente igual à concentração total dos ânions, sendo o desvio percentual desta igualdade determinado pelo coeficiente de erro da análise. Para avaliar as análises realizadas, foi calculado o erro das análises a partir do balanço iônico (Equação 1), o qual resultou em valores abaixo de 10% em todas as amostras, valor máximo de admitido para análises aproveitáveis.

$$E(\%) = \left| \frac{r \sum \text{ânions} + r \sum \text{cátions}}{r \sum \text{ânions} - r \sum \text{cátions}} \right| \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: $r\sum A$ = Somatório de ânions (meq/L);

$r\sum C$ = Somatório de cátions (meq/L);

$E(\%)$ = Porcentagem de erro das análises.

Para a identificação da adequação das águas para consumo humano, foram considerados os padrões de cada parâmetro definido pela Portaria da Consolidação nº 05/2017, que dispõe sobre controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Brasil,2017). Em conformidade com essa legislação, foram sugeridos usos para cada poço, levando ainda em consideração a utilização, ou não, de técnicas tratamento de água.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados trabalhados no presente estudo possuem como fonte órgãos cujas competências incluem o cadastro de poços perfurados no Estado do Ceará. Assim, foram solicitadas informações cadastrais a três órgãos distintos: Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH); Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA); Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Vale ressaltar que a fonte dos dados disponibilizados pela SRH é exibida no próprio site como sendo a CPRM. Assim, conforme foi confirmado em análise aos dois cadastros, as informações são as mesmas em ambos os órgãos, com a ressalva de que a CPRM possui um cadastro um pouco maior.

Assim, os dados fornecidos pela SOHIDRA foram cruzados com os cedidos pela CPRM, e aqueles poços que não constavam nos cadastros dessa última foram adicionados, gerando uma planilha com 181 poços. Dessa forma, os dados analisados nesse estudo referem-se aos poços presentes nessa nova planilha, a qual apresenta dados da CPRM e da SOHIDRA.

As categorias utilizadas pela CPRM para definir a situação de cada poço são divididas em 6 classes, sendo essas: seco, não instalado, equipado, fechado, não utilizável e abandonado. A distribuição dos poços conforme a situação é apresentada a seguir:

Tabela 2 – Número de poços de acordo com a situação apresentada em cadastros da CPRM e SOHIDRA.

| SITUAÇÃO | Nº DE POÇOS |
|----------------|-------------|
| Seco | 16 |
| Não instalado | 51 |
| Equipado | 30 |
| Fechado | 24 |
| Não utilizável | 2 |
| Abandonado | 12 |
| Sem definição | 46 |
| TOTAL | 181 |

Fonte: Autora, 2019.

Com base nos dados disponibilizados pela pelos órgãos, não é possível alcançar grandes conclusões, visto que não são apresentadas a definição de cada classe relacionadas a situação atual do poço. Dessa forma, não é possível saber o que diferencia os poços classificados como “Fechado” e “Abandonado”, nem se os classificados como “Equipados” referem-se aqueles que realmente se encontram em pleno funcionamento. Ademais, os motivos que levaram a paralização dos poços, sejam esses classificados como “Fechado”, “Abandonado”, “Não Instalado” ou “Não Utilizável”, também não são definidos em nenhum relatório da companhia.

Realizada uma análise inicial dos dados fornecidos pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e pela Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), identificou-se que o material requer um aprofundamento de seus dados, como a adição de informações do motivo do enquadramento nas diversas classes de uso. Assim, optou-se por realizar visitas técnicas aos poços, antes de selecionar aqueles em que seriam realizadas coletas e análises laboratoriais da água.

Avaliando a situação atual dos poços na região sertaneja, foi possível verificar que dos 86 poços visitados, 21 possuíam domínio particular, onde o nome do proprietário foi em sua grande maioria adicionados ao cadastro, excetuando aqueles em que o mesmo não foi localizado.

Antes de ir a campo, viu-se a necessidade de se analisar os dados obtidos para realizar um diagnóstico preliminar da situação dos poços do município, de forma a nortear as ações de campo que aconteceram em uma etapa posterior do presente trabalho.

Considerando que o objetivo geral desse trabalho é identificar quais poços paralisados são passíveis de recuperação, iniciou-se a análise dos dados obtidos pela situação dos poços. No cadastro realizado pela CPRM apenas 135 possuem situação definida, enquanto no da SOHIDRA, nenhum apresenta essa informação.

Dos 65 poços públicos da região, foram identificados que somente metade encontra-se em uso, totalizando 33 poços. Desses, a maior parte encontra-se localizado no distrito do Barrento, onde 12 dos 15 poços públicos perfurados estão em funcionamento.

Nos distritos de Marinheiros e Lagoa das Mercês, houve o aproveitamento de 100% dos poços públicos perfurados. Já a zona rural do distrito de Itapipoca foi a que apresentou menos poços em uso no presente momento, apenas 2 dos 12 poços públicos.

A presença de poços secos no município não é muito recorrente, ocorrendo em apenas 5 poços dentre os 65 poços públicos da região sertaneja do município. Esses se apresentaram ainda de forma bastante dispersa pela área de estudo.

Tabela 3 – Situação dos poços da região sertaneja de Itapipoca.

| Distrito | Total visitado | Poço particular (visita) | Poço público (visita) | Público paralisado | Público em uso | Público seco |
|------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| Barrento | 21 | 6 | 15 | 2 | 12 | 1 |
| Lagoa das Mercês | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Bela Vista | 4 | 0 | 4 | 2 | 2 | 0 |
| Marinheiros | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| Calugi | 18 | 2 | 16 | 5 | 9 | 2 |
| Cruxati | 5 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| Itapipoca (zona rural) | 17 | 5 | 12 | 9 | 2 | 1 |
| Deserto | 17 | 7 | 10 | 6 | 3 | 1 |
| TOTAL | 86 | 21 | 65 | 26 | 33 | 6 |

Fonte: Autora, 2019.

Já os poços paralisados, esses foram contabilizados em um total de 26. Os distritos que mais apresentaram poços nessa situação foram Itapipoca, com 9 poços, Deserto, com 6, e Calugi, com 5. Para entender melhor os motivos para tal, foi elaborada uma tabela apenas com os poços classificados como paralisados (Tabela 4).

Tabela 4 – Poços paralisados da região sertaneja de Itapipoca.

| Distrito | Poços públicos paralisados | Identificação do poço | Observações |
|------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| Barrento | 2 | B17 | Sem bomba - Problema com a bomba, todas que colocam queima. Água doce e com boa vazão. |
| | | B18 | Entupido - Água boa, mas com baixa vazão. Não tem SISAR. |
| Lagoa das Mercês | - | - | - |
| Bela Vista | 2 | BV1 | Entupido - motor caiu no interior do poço. |
| | | BV4 | Sem bomba - levaram a bomba para trocar e não trouxeram outra. |
| Marinheiros | - | - | - |
| Calugi | 5 | C2 | Fechado - Poço tampado. |
| | | C6 | Entupido - galhos no interior do poço. |
| | | C8 | Instalado - Parado temporariamente por falta de manutenção da bomba (óleo). |
| | | C10 | Entupido - pedras no interior do poço. |
| | | C12 | Sem energia - registro da Enel cortado. |
| Cruxati | 2 | CX4 | Abandonado - Poço instalado, mas sem funcionar devido à baixa vazão. |
| | | CX5 | Sem bomba |

| | | | |
|------------------------|---|-----|--|
| Itapipoca (zona rural) | 9 | I1 | Sem bomba - Possui dessalinizador desativo. |
| | | I3 | Problema no motor |
| | | I4 | Queimou o motor, a prefeitura levou e não trouxe outro. |
| | | I7 | Bomba roubada. |
| | | I15 | Sem bomba |
| | | I16 | Depredado. Água salgada. |
| | | I17 | Abandonado - Poço instalado, mas sem funcionar devido à baixa vazão. |
| | | I18 | Abandonado - Poço instalado, mas sem funcionar devido à baixa vazão. |
| | | I22 | Sem bomba |
| Deserto | 6 | D4 | Sem bomba |
| | | D8 | Abandonado - Poço instalado, mas sem funcionar devido à baixa vazão. |
| | | D14 | Entupido - pedras no interior do poço. |
| | | D16 | Sem motor - baixa vazão. |
| | | D17 | Entupido - pedras no interior do poço. |
| | | D21 | Entupido - motor caiu no interior do poço - baixa vazão. |

Fonte: Autora, 2019.

Analisado a Tabela 4, pode-se observar que os principais problemas relatados foram referentes a falta de manutenção, entupimento (propositais ou acidentais), baixa vazão e qualidade da água. Naqueles poços onde foi possível realizar a coleta da água, ou seja, que não se encontram entupidos, lacrados ou instalados, foram feitas análises de parâmetros físicos e químicos para verificar a qualidade de suas águas e sua possibilidade de recuperação.

4.1 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Baseado na Portaria da Consolidação n°5/2017, que apresenta em seu Anexo XX as definições dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, selecionou-se os seguintes parâmetros com o objetivo de verificar se os poços em estudo se enquadram nos padrões (Tabela 5), sendo eles: pH, cloreto (Cl⁻), dureza total, sulfato (SO₄²⁻), sódio (Na⁺), nitrato (N-NO₃⁻), nitrito (N-NO₂⁻), turbidez, ferro total (Fe), fluoreto (F⁻), alumínio (Al), sólidos totais dissolvidos (STD).

O pH das amostras analisadas encontra-se fora dos padrões estabelecidos para o consumo humano, o qual deve variar de 6 a 9,5, apenas nos poços BV04 e B17, concebendo um caráter ácido a água.

Segundo Chaves (2018), o consumo de uma água ácida, ou seja, com pH inferior a 7, pode causar doenças como gastrite e câncer gástrico.

Quando para uso doméstico, águas com o pH ácido tendem a ser corrosivas ou agressivas a certos metais, paredes de concreto e superfícies de cimento-amianto (RICHTER,1991).

O Cl⁻ apresenta-se acima do VMP (250 mg/L) em 75% das amostras coletadas, com a maioria excedendo consideravelmente esse valor. Em seu valor máximo, no poço I15, que possui 7.557,7 mg/L, a concentração chega a ser 29 (vinte e nove) vezes superior ao padrão determinado.

Somente os poços BV04 e B17, com 231,9 mg/L e 52 mg/L, respectivamente, apresentam valor de concentração desse íon dentro dos padrões de potabilidade.

Como já foi apresentado no presente estudo, o Cl⁻ é um íon muito abundante em águas subterrâneas do cristalino, e o consumo de águas cloretadas não costumam apresentar toxicidade ao ser humano, com exceção de pessoas com insuficiência cardíaca, devido a deficiência no metabolismo de cloreto de sódio (NaCl). Dessa forma, seu controle como padrão de potabilidade está relacionado as alterações organolépticas que esse produz na água (CETESB, 2016).

Os resultados das análises físicas e químicas realizadas em laboratório para os parâmetros supracitados são apresentados na Tabela 6, apresentado destacados em negrito os valores acima do valor máximo permitido (VMP), ou fora do intervalo estabelecido, no caso do pH, pela já referida Portaria.

Tabela 5 – Padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria da Consolidação n° 5/2017.

| Parâmetro | Unidade | VMP ⁽¹⁾ |
|--|-------------------|--------------------|
| pH | - | 6 a 9,5 |
| Cloreto (Cl ⁻) | mg/L | 250 |
| Dureza total | mg/L | 500 |
| Sulfato (SO ₄ ⁻²) | mg/L | 250 |
| Sódio (Na ⁺) | mg/L | 200 |
| Nitrato (N-NO ₃) | mg/L | 10 |
| Nitrito (N-NO ₂) | mg/L | 1 |
| Turbidez | UT ⁽²⁾ | 5 |
| Ferro total (Fe) | mg/L | 0,3 |
| Fluoreto (F) | mg/L | 1,5 |
| Alumínio (Al) | mg/L | 0,2 |
| Sólidos Totais Dissolvidos (STD) | mg/L | 1.000 |

Fonte: Portaria da Consolidação n° 5/2017, adaptado.

⁽¹⁾ Valor Máximo Permitido.

⁽²⁾ Unidades de turbidez.

Tabela 6 – Resultados das análises físicas e químicas das amostras, referentes aos parâmetros da Portaria da Consolidação n° 5/2017.

| Identificação da Amostra | pH a 25 °C | Cloreto (mg/L Cl ⁻) | Dureza Total (mg/L CaCO ₃) | Sulfato (mg/L SO ₄ ⁻²) | Sódio (mg/L Na ⁺) | Nitrato (mg/L N-NO ₃) | Nitrito (mg/L N-NO ₂) | Turbidez (UNT) | Ferro Total (mg/L Fe) | Fluoreto (mg/L F) | Alumínio (mg/L) | Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L STD) |
|--------------------------|------------|---------------------------------|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------------|
| I01 | 6,50 | 1.799,4 | 1.140,0 | 296,6 | 657,3 | 0,1 | <0,01 | 133 | 4,2 | 0,4 | 0,04 | 3.255 |
| I04 | 7,10 | 1.799,4 | 560,0 | 37,6 | 795,5 | 26,5 | 0,10 | 7,4 | 0,5 | 10,0 | <0,01 | 3.100 |
| I15 | 6,68 | 7.557,7 | 6.060,0 | 315,8 | 1844,0 | 1,1 | <0,01 | 18,5 | 1,3 | 0,7 | 0,06 | 11.925 |
| I16 | 6,21 | 3.558,9 | 2.280,0 | 0,6 | 1067,8 | 1,8 | <0,01 | 15,1 | 0,5 | 2,0 | 0,06 | 5.507 |
| I22 | 7,06 | 1.369,6 | 630,0 | 31,5 | 642,0 | 5,2 | 0,12 | 19,1 | 0,9 | 0,8 | 0,02 | 2.572,6 |
| BV04 | 5,00 | 231,9 | 72,0 | 4,5 | 110,8 | 9,4 | <0,01 | 77 | 2,5 | 0,3 | 0,04 | 463 |
| C08 | 8,26 | 411,9 | 128,0 | 8,0 | 268,9 | 1,9 | <0,01 | 6,0 | 0,1 | 4,0 | <0,01 | 1.120 |
| B17 | 3,90 | 52,0 | 32,0 | 1,1 | 33,5 | 8,3 | <0,01 | 35 | 0,5 | 0,4 | 0,22 | 157 |

Fonte: Autora, 2019.

* <0,1: inferior ao limite de detecção

Conforme Piveli (2006), em concentrações acima de 250 mg/L, o Cl^- apresenta sabor detectável na água, deixando-a salgada e resultando em sua rejeição ao consumo. Além disso, pode provocar efeitos laxativos e corrosão em estruturas hidráulicas.

A dureza total, a qual representa a soma dureza temporária com a permanente, conforme já citado, possui como VMP 500mg/L de CaCO_3 . Considerando esse valor, todos os poços do distrito de Itapipoca (zona rural) estão fora do padrão, o que representa 62,5% das amostras. Esses apresentam valores que variam de 560 mg/L a 6.060 mg/L.

A dureza na água pode provocar inconveniências relacionadas, principalmente, ao uso doméstico da água. A dificuldade de uma água dura em dissolver sabão, a qual está relacionada a presença de Ca^+ e Mg^{+2} , aumenta o consumo de sabão, além de formar uma película insolúvel sobre a pele e superfícies de cerâmica, impossibilitando a realização de limpezas eficientes. Além disso, essa característica da água pode provocar ainda resistência ao cozimento de alimentos (ZIMBRES, 2011).

Quando ingeridas, o consumo de águas duras pode acarretar uma maior incidência de cálculo renal. Ademais, por possuírem relação com altas concentrações de Ca^+ e Mg^{+2} , essas águas também podem possuir um gosto salobro e efeitos laxativos temporários (OPS, 2000).

Para o íon SO_4^{-2} , apenas dois poços, I01 e I15, possuem água fora dos padrões de potabilidade, com concentrações de 296,6 e 315,8 mg/L, respectivamente. Todos os demais apresentam teores bem abaixo do VMP de 250 mg/L.

Águas com SO_4^{-2} acima do VMP podem acarretar incrustações a elevadas temperaturas, além de, segundo Custódio e Llamas (1983), em alguns casos, provocar efeitos laxativos e distúrbios gastrointestinais, quando na presença de Na^+ e Mg^{+2} .

Quanto ao Na^+ , outro íon bastante presente em águas subterrâneas do município, todos os poços que apresentaram Cl^- acima do VMP também apresentaram concentrações de Na^+ fora dos padrões de potabilidade para o consumo humano, porém, em concentrações menores.

Nas amostras fora dos padrões, 75% do total analisado, as concentrações variam de 268,9 mg/L, no poço C08, a 1844 mg/L, no poço I15, valor 6 (seis) vezes superior ao VMP.

Assim como em águas cloretadas, as que possuem valores elevados de Na^+ não implicam necessariamente em um risco para a saúde humana. Sua presença na água tem interferência nos padrões organolépticos da mesma, alterando seu sabor e dificultando sua aceitação para consumo humano.

A turbidez nas águas analisadas apresenta-se acima do VMP em 100% das amostras, com valor médio de 38,89 UT. O valor máximo identificado nas amostras foi de 133 UT, no poço I01, 25 (vinte e cinco) vezes acima do estabelecido em legislação. A restrição desse parâmetro a 5 UT está relacionada a influência que a turbidez possui sobre os processos usuais de desinfecção. Em águas turvas, os sólidos em suspensão atuam como um escudo para os microrganismos patogênicos, assim minimizando a ação do agente desinfetante, além de interferir na qualidade estética da água (BRASIL, 2006).

As concentrações de Fe apresentam-se fora dos padrões para 67,5% das amostras. Apenas o poço C08 possui concentração inferior ao VMP, de 0,3 mg/L para esse parâmetro, possuindo teor de 0,1 mg/L de Fe em sua água. Nos demais poços, foi verificado o valor mínimo de 0,5 mg/L em três amostras, referentes aos poços I04, I16 e B17, e o valor máximo de 4,2 mg/L no poço I01.

Para a saúde humana, o consumo de alimentos ricos em Fe ajuda na prevenção de anemias, no entanto, quando consumido em excesso, pode aumentar a incidência de problemas cardíacos. A presença desse elemento pode também provocar a contaminação biológica da água devido ao desenvolvimento de ferrobactérias (ZIMBRES, 2011).

Ademais, águas com elevados teores de Fe apresentam alteração de cor, quando oxidada, e sabor. Seu uso para fins domésticos é restrito, uma vez que provoca manchas em roupas e utensílios de louça, como sanitários (PIVELI, 2006).

Em relação a presença de Al nas amostras, apenas o poço B17 apresenta valor sensivelmente superior ao VMP. Sendo esse 0,2 mg/L e a concentração na amostra em questão 0,22 mg/L.

A concentração de STD na amostra está relacionada ao grau de salinidade da sua água. Esse mede a quantidade de sólidos dissolvidos na amostra, recebendo influência direta da concentração de íons na mesma. Dessa forma, as mesmas amostras que apresentaram valores acima do VMP para Cl^- e Na^+ , também se mostraram com valores fora dos padrões para esse parâmetro. Em quantidades excessivas podem apresentar os mesmos inconvenientes que esses íons, tornando a água com sabor indesejado e causando efeitos laxativos.

Os Valores acima do VMP para a concentração de STD na amostra variaram de 1120 mg/L, no poço C08, a 11.925 mg/L no poço I15. Esse último apresenta-se com teor de STD quase 11 (onze) vezes maior do que o padrão permitido, o que torna o poço salino, conforme a classificação de Freeze and Cherry (1979) (Tabela 7).

Tabela 7 – Classificação das águas subterrâneas com base nos Sólidos Totais Dissolvidos.

| Categoria | STD (mg/L) |
|------------------|-------------------|
| Água doce | 0 – 1.000 |
| Água salobra | 1.000 – 10.000 |
| Água salina | 10.000 – 100.000 |
| Salmoura | > 100.000 |

Fonte: Freeze and Cherry (1979).

Vale ressaltar que mesmo a amostra referente ao poço BV04 esteja dentro dos padrões de potabilidade para consumo humano, isso não a torna doce. Pois, como foi tratado anteriormente, segundo os padrões estabelecidos por Freeze and Cherry (1979), para a classificação das águas quanto a salinidade, essa amostra é classificada como salobra. No entanto, seu grau de salinidade não apresenta grandes inconvenientes se consumido para abastecimento humano, conforme estabelecido na já referida Portaria.

No que se refere aos parâmetros NO_3^- , NO_2^- e F, esses representam os maiores riscos à saúde humana quando em elevadas concentrações, sendo por isso estabelecidos seus padrões no Anexo 7 do Anexo XX da Portaria da Consolidação nº 5/2017, que trata de substâncias químicas que representam risco à saúde. Todos os demais parâmetros aqui tratados estão na tabela do Anexo 10 do Anexo XX de referida Portaria, referente ao padrão organoléptico de potabilidade.

O NO_3^- , seja de origem mineral ou por fontes poluidoras, é considerado tóxico. Nelas, o NO_3^- é reduzido a NO_2^- na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, provocando a falta de oxigenação do sangue. Essa doença é conhecida como metemoglobinemia, e é especialmente perigosa para crianças (RICHTER, 1991).

Já o consumo de águas com concentrações elevadas de NO_2^- , pode ocasionar metemoglobinemia independente da faixa etária do consumidor.

Nas amostras analisadas, o NO_3^- se apresenta maior que o VMP em apenas uma amostra, referente ao poço I04, no qual a concentração é igual a 26,5 mg/L. Já no parâmetro NO_2^- , 100% das amostras analisadas possuem concentração abaixo do VMP pela Portaria. Em 75% dos poços, esse último está presente em concentração inferior ao limite detectável.

Quanto ao íon F, quatro amostras apresentaram concentração acima de 1,5 mg/L, VMP para consumo humano. Os valores fora do padrão foram 2 mg/L, 4 mg/L e 10 mg/L, referentes aos poços I16, C08 e I04, respectivamente.

O íon F é comumente adicionado às águas de abastecimento público com o objetivo de conferir à população proteção contra cáries dentárias. No entanto, altas concentrações de F podem provocar fluorose dentária, que ocasiona manchas no esmalte do dente. Além disso, esse excesso pode estar relacionado a problemas de descalcificação óssea, principalmente em idosos (PIVELI, 2006).

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos a partir da análise da qualidade da água realizadas nos poços do município de Itapipoca, foi possível constatar que 100% das amostras estão fora do padrão de potabilidade, visto que são consideradas águas potáveis aquelas que tiveram todos os parâmetros analisados dentro das normas da Portaria de Consolidação Nº 05/2017 do Ministério da Saúde. Sendo assim, todas as amostras analisadas apresentavam pelo menos um parâmetro fora dos padrões.

No entanto, ao analisar os poços individualmente, é possível constatar que alguns poços possuem mais facilidade em sua recuperação, como é o caso dos poços BV04 e B17. No primeiro, os padrões a serem normalizados são pH, turbidez e ferro, devendo passar por procedimento relativamente simples, como apresentado por Piveli (1991) (Tabela 8). Já o segundo, deve passar pelos mesmos tratamentos, mas devendo sempre observar a concentração de Al, pois essa se apresentou sensivelmente acima do VMP.

Os demais poços apresentam alterações na qualidade da água relacionada principalmente a elevada concentração de íons na água, podendo ser recuperados a partir da instalação de dessalinizadores.

O poço que merece atenção mais profunda é o poço I04, visto que o mesmo apresentou alterações para os parâmetros Nitrato e fluoreto, ambos considerados prejudiciais à saúde humana.

Tabela 7 – Tecnologias de tratamento da água, segundo Piveli (1991).

| Parâmetro | Tecnologias de tratamento ⁽¹⁾ |
|-----------|--|
| pH | Alcalinização |
| | Osmose reversa |
| Cloreto | Troca iônica |
| | Destilação |
| Dureza | Precipitação química |
| | Troca iônica |
| Sulfato | Osmose reversa |
| | Troca iônica |
| | Eletrodiálise |
| Sódio | Osmose reversa |
| | Troca iônica |
| | Eletrodiálise |
| Nitrato | Osmose reversa |
| | Troca iônica |
| | Eletrodiálise |
| Turbidez | Sedimentação simples e Filtração |
| Fluoreto | Osmose reversa |
| | Adsorção |
| Ferro | Aeração, Decantação e Filtração |
| STD | Osmose reversa |
| | Troca iônica |
| | Eletrodiálise |

Fonte: Piveli, 1991, adaptado.

Em relação as limitações encontradas nesse estudo, pode-se citar ale ressaltar a dificuldade em acessar dados relativos aos poços perfurados no Estado, além da falta de informações relevantes em seus cadastros. A inexistência ou a não divulgação de dados referente aos motivos que levaram a inutilização dos poços perfurados interferem diretamente no processo de elaboração de políticas públicas nos municípios, uma vez que geram reiterados custos com equipe técnica, transporte e análises da água desses poços para avaliar a situação real daquele poço a cada período seco.

Por fim vale ressaltar que os relatos documentados no novo cadastro de cada poço podem não condizer com a realidade, uma vez que são informações colhidas diretamente com a população local, sem embasamento científico. Contudo, por partirem de pessoas que tem contato direto com a situação, essas podem servir como indicativo para a necessidade de realização de alguns estudos específicos, mesmo que esses venham a negar tais informações.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Water Environment Federation*. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22 ed., 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212 p.
- BRASIL. Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- CAISAN, Câmara Interministerial de Segurança Alimentar. Nutricional. Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Itapipoca. p. 122, 2015.

- CHAVES, J. R. et al. Efeitos do consumo de água de pH alcalino em pacientes com gastrite e correlação com marcadores epigenéticos relacionados com a inflamação. 2018.
- CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido brasileiro. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Ministério de Minas e Energia. Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará, Fortaleza, 2000.
- CUSTÓDIO, E., LLAMAS, M. R. 1983. Hidrologia Subterrânea. Barcelona: Omega. vol. 2. 2. ed.
- DA SILVA, F. J. A.; DE ARAÚJO, A. L.; DE SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará –poços instalados e salinidade. *Revista Tecnologia*, v. 28, n. 2, 2007.
- FLICK, U.Â. Uma introdução à pesquisa qualitativa. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- FREEZE, R.A.; CHERRY, J.A. Groundwater. Englewood Cliffs, New Jersey; Prentice Hall, 604 p. 1979.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Calendário da Chuvas no Estado do Ceará. 2018. Disponível em: <http://funceme.br/app/calendario/produto/ceara/media/quadrimestral>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Estudo integrado da bacia hidrográfica do rio Mundaú-CE. Relatório de Projeto. Fortaleza: Convênio MCT/FUNCEME, 1997. 3v.
- IPECE. Perfil Municipal 2017. Itapipoca. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). p. 18, 2017.
- LOGAN, J. 1965. Interpretação de análises químicas de água. Recife: U.S. Agency for International Development. 67 p.
- MOBUS, G. 2003. Qualigraf: software para interpretação de análises físico-químicas, versão Beta. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos –FUNCEME. Fortaleza. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acessado em: 21 de outubro de 2019.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD - OPS. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Publicación Científica, n. 572. OPS, Washington, D.C., 2000.
- PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. [S.l: s.n.], 2006.
- RICHTER, C. A.; NETO, JMA. Tratamento de água: tecnologia atualizada. (1991). 7. reimpressão. São Paulo: Blucher, p. 332, 2007.
- ZIMBRES, E. Guia avançado sobre água subterrânea. 2011. Disponível em <http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm>. Acesso em 21 de outubro de 2019.