

USO E CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ZONAS RURAIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

GROUNDWATER USE AND ABSTRACTION IN RURAL AREAS IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID REGION

Lucas Matheus Garcia Tôres¹

Ana Izabela Torres da Silva²

Filipe da Silva Peixoto³

Renata Nayara Câmara Miranda Silveira⁴

¹ Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E-mail: lucas-matheus-@hotmail.com

² Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). E-mail: anaizabela@alu.uern.br

³ Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: felipepeixoto@uern.br

⁴ Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: renayarac@gmail.com

RESUMO: As águas subterrâneas são utilizadas para abastecimento doméstico no Brasil e, em alguns municípios, é a única fonte disponível. O município de Apodi, no Rio Grande do Norte, é totalmente atendido por águas subterrâneas. No distrito de Córrego é perceptível essa dependência e para constatar esse panorama, na pesquisa que subsidiou este artigo, foram analisados 33 poços que são abastecidos pelos Aquíferos Açú e Aluvionar, sendo 27 ativos e seis inativos. Constatou-se, também, a falta de saneamento, com a necessidade de fossas rudimentares, o que representa fator de risco de contaminação da água nos domicílios.

Palavras-chave: Abastecimento hídrico. Meio rural. Contaminação. Poços.

ABSTRACT: Groundwater is used for domestic supply in Brazil and, in some municipalities, it is the only source available. The municipality of Apodi, in Rio Grande do Norte, is fully served by groundwater. In the district of Córrego this dependence is noticeable and to verify this panorama, in the research that supported this article, 33 wells that are supplied by the Açú and Aluvionar Aquifers were analyzed, 27 of which are active and six are inactive. The lack of sanitation was also found, with the need for rudimentary cesspools, which represents a risk factor for water contamination in households.

Keywords: Water supply. Rural environment. Contamination. Wells.

Sumário: Introdução – 1 Material e método – 2 Resultados e discussão – Considerações – Referências.

INTRODUÇÃO

O planeta Terra é, também, conhecido como planeta água. Observando o globo terrestre é possível notar a predominância das águas perante as massas terrestres, cerca de 2/3 da superfície da Terra estão cobertas de água. Aproximadamente 97% dessas águas são salgadas, 2% estão congeladas nas geleiras, o 1% restante é representado pelas águas doces dos corpos superficiais e subterrâneos (Assis, 1998).

Um dos bens minerais mais importantes do planeta, a água é essencial para sustentação da vida. Dentre as disponibilidades das águas, as subterrâneas compõem a maior reserva acessível de água doce do mundo (Bassoi, 2005). As

águas subterrâneas têm sido utilizadas para o abastecimento doméstico na maioria dos municípios brasileiros, em alguns destes, esta é a única fonte disponível (Rebouças, 2003).

A crescente demanda por recursos hídricos é significativa, portanto, a exploração de águas subterrâneas é um método de abastecimento necessário devido à sua abundância, qualidade e custo de coleta relativamente baixo. Deve-se considerar que grande parte das águas superficiais estão em condições inadequadas devido sua degradação qualitativa, e que o tratamento dessas águas gera altos custos, além disso em regiões áridas e semiáridas a evaporação produz perdas significativas. Portanto, a água subterrânea se tornou estratégica já que a água é essencial para o desenvolvimento socioeconômico das sociedades.

Na pesquisa que originou este artigo, a área de estudo, foi o distrito de Córrego, área rural do município de Apodi/RN, onde ocorre o afloramento do aquífero Açu. O município tem grande potencialidade hídrica, pois o aquífero Açu é do tipo poroso, ou seja, é formado por rochas sedimentares, que possuem vários espaços vazios, condição que possibilita o armazenamento em quantidade considerável de água. A permeabilidade dessas rochas permite a circulação de água em várias direções, contribuindo, também, para o processo de recarga do próprio aquífero (Guerra; Guerra, 2008).

Com condutividade hidráulica média na faixa norte, onde está situada a área de estudo é de $2,31 \times 10^{-5}$ m/s, o aquífero Açu possui taxas de recarga superiores a 10% das precipitações anuais (Vasconcelos; Melo; Morais, 2008). Não obstante, do mesmo modo que há facilidade de captação, há também, elevado risco de contaminação do aquífero Açu, pois suas altas porosidades além de proporcionar elevada capacidade de infiltração de água possibilitam a inserção de agentes contaminantes no hidrossistema subterrâneo.

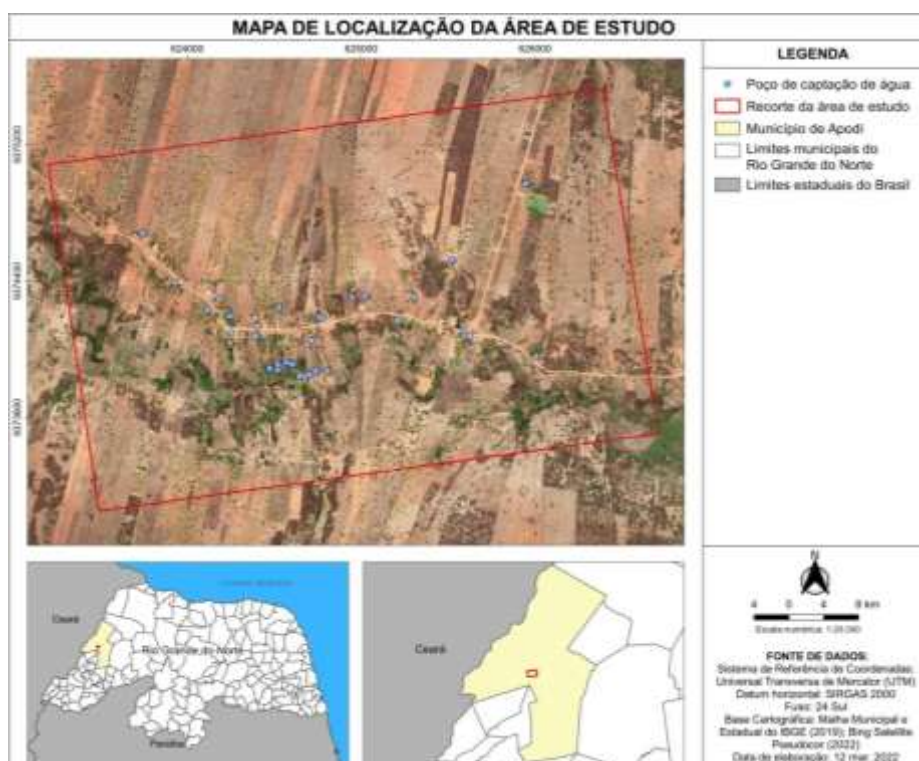
Outro aquífero presente na área de estudo é o aquífero Aluvionar, mais frequentemente utilizada como fonte de água subterrânea mais acessível, ocorrendo em faixas de largura entre cinquenta e setenta metros ao longo dos leitos dos rios. Sua recarga se dá de duas formas: por meio das precipitações e por meio do próprio fluxo superficial dos rios nos períodos de cheias (Vasconcelos; Melo; Morais, 2008).

O presente estudo buscou caracterizar o uso e as formas de captação das águas subterrâneas do distrito de Córrego, área rural da cidade de Apodi, buscando entender como estes poços são utilizados para usos múltiplos, destas fontes de abastecimento, bem como identificar as atividades que apresentam riscos potenciais de contaminação da água subterrânea.

1 MATERIAL E MÉTODO

Caracterizado como uma comunidade rural do município, o distrito de Córrego está situado a oeste da área urbana do município de Apodi (Figura 1). Este se insere no semiárido brasileiro, na porção oeste do estado do Rio Grande do Norte (Condell, 2017). Seu acesso se dá por meio da RN-233, a 9 km de distância da sede municipal. O distrito é habitado por 188 famílias, totalizando uma população de 506 pessoas, segundo dados da Secretaria Municipal de Saúde, da Prefeitura de Apodi.

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Geograficamente, o distrito está localizado na porção sudoeste da Bacia Potiguar, que teve sua evolução tectônica relacionada aos esforços extensionais durante o Cretáceo Inferior, com conseqüente rifteamento que culminou com a separação das placas sul-americana e africana (Angelim et al, 2006). A sedimentação inicial da bacia ocorreu a partir de grabens estruturais relacionados com a abertura do Atlântico Sul. A litoestratigrafia da parte aflorante da Bacia Potiguar engloba as rochas siliciclásticas da Formação Açu, do Albiano Cenomaniano, e rochas carbonáticas-evaporíticas da Formação Jandaíra, do Turoniano a Eocampaniano, que integram o Grupo Apodi e constituem parte da seqüência pós-rifte (Angelim et al, 2006).

O distrito de Córrego, segundo o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) tem clima caracterizado como tropical equatorial semiárido, com temperaturas altas, apresentando média de 28,1°C, máxima de 36,0°C e mínima de 21,0°C (IDEMA, 2008) e a precipitação média é de 567,85 mm e a mediana 657,0 mm/ano (Tôrres, 2023).

De modo geral, o aquífero Açu é essencial para diversas atividades que são dependentes do uso de suas águas. Sua vazão varia entre 0,44 e 1,11 l/s/m (Lima et al, 2006) e os níveis estáticos variam entre 40 e 100m, podendo atingir cerca de 200m em áreas topograficamente mais elevadas (Peixoto; Dias, 2023). Enquanto o aquífero aluvionar, as condições hidrogeológicas, também, são marcadas pela anisotropia, especialmente quanto ao fluxo descendente de água. Quanto à classificação, são aquíferos quando o depósito aluvionar é relativamente bem desenvolvido, produzindo um sistema livre com nível estático subaflorante (Lima et al, 2006). Sendo que

[...] essa configuração facilita a exploração de água via poços escavados, principalmente poços amazonas e cacimbas que são importantes na segurança hídrica domiciliar de famílias que usam essas águas como principal fonte de abastecimento ou como fonte alternativa e emergencial para períodos de seca (Peixoto; Dias, 2023, p. 102).

A pesquisa ocorreu em períodos do ano de 2022 e 2023, sendo que primeira etapa consistiu em levantamento bibliográfico, de dados e informações em livros, revistas, artigos científicos, monografias, dissertações, teses e nos *sites* dos

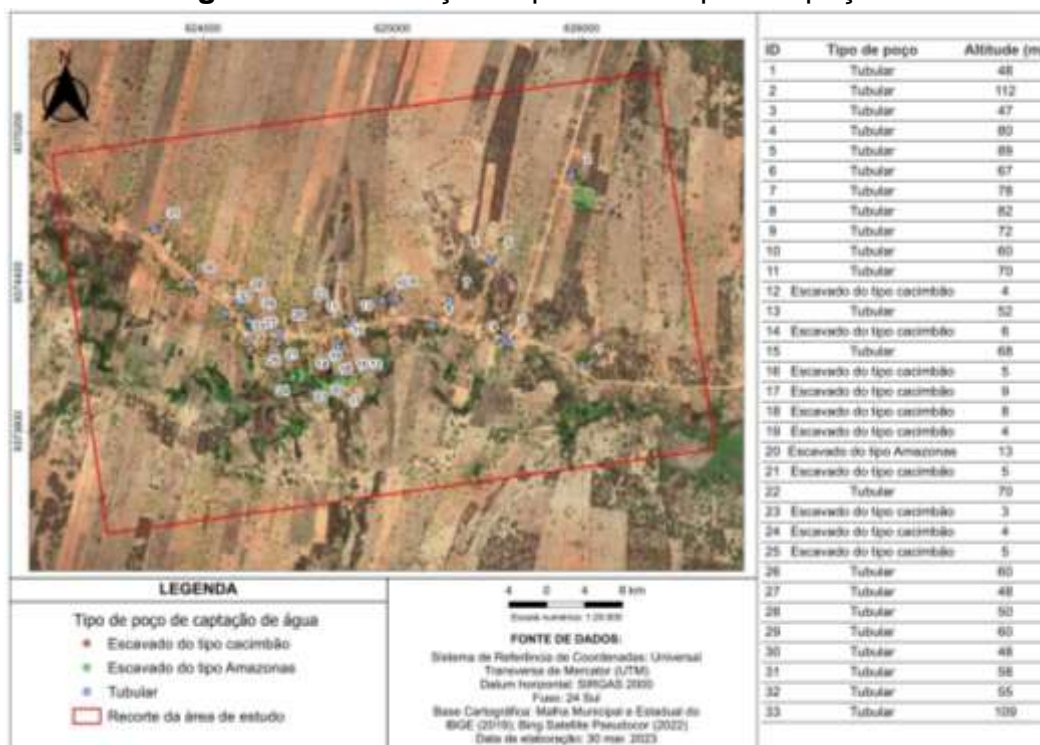
órgãos responsáveis pela gestão de recursos hídricos, como por exemplo, Agência Nacional das Águas (ANA) e Sistema de Informação das Águas Subterrâneas (SIAGAS), que abordam a área de estudos e a temática trabalhada, para melhor compreensão do tema 'águas subterrânea' e identificar os poços pré-existentes no distrito de Córrego, em Apodi/RN.

Na etapa de campo, identificou-se 33 pontos de captação de água subterrâneas de diferentes tipologias. Para tal, foi produzido uma ficha de cadastro dos poços que auxiliaram nas coletas das informações, conhecendo sua captação, tipo de poço, proprietário, revestimento, situação do poço, os múltiplos usos da água, profundidade dos poços e quantas famílias são beneficiárias das águas por poços. Observou-se, também, as possíveis fontes de contaminação.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição espacial dos tipos de poços (Figura 2), mostra que há concentração de poços tubulares na área mais próxima às residências, isso porque, o distrito não conta com rede de abastecimento de água e os moradores constroem poços para suprir suas necessidades hídricas domiciliares.

Figura 2 - Distribuição espacial dos tipos de poços



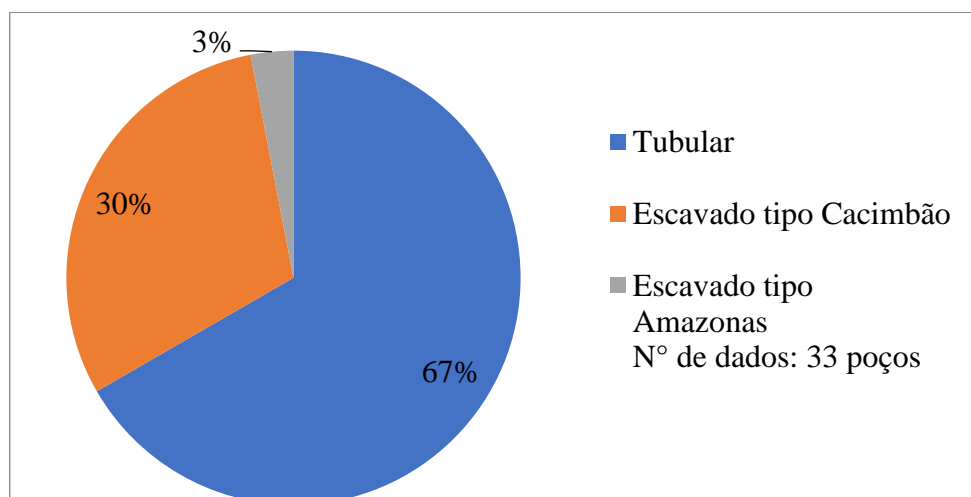
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No entanto, mesmo os poços sendo classificados como alternativas individuais, segundo a Portaria nº 888 do Ministério da Saúde (MS), no Artigo 4º dispõe que toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água está sujeita à vigilância da sua qualidade (Brasil, Portaria/MS nº 888/2021).

Analisando o mapa da Figura 2 é possível observar que os poços escavados do tipo amazonas e do tipo cacimbão se encontram em áreas do entorno do rio, alguns desse tipo estão inativos atualmente e, os que ainda estão ativos são usados apenas para a irrigação da agricultura e pecuária, isso mostra o caráter secundário em comparação aos poços tubulares.

Na Figura 2, observa-se também, uma tabela onde consta os tipos de poços. Nela estão dispostas as informações sobre as tipologias de 33 pontos de captação da água (Figura 3). Com relação aos poços tubulares, têm como características principais serem revestidos de PVC (policloreto de vinila) ou PVC geomecânico, que é o material projetado para perfuração de poços (Simabukuro, 2000). Na área de estudo foram contabilizados 22 poços tubulares, destes, apenas um é do tipo PVC convencional, e 21 construídos com PVC geomecânico.

Figura 3 - Tipologia dos poços



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observando o gráfico da Figura 3 é possível identificar que a maioria dos poços pesquisados são do tipo tubular. Os poços tubulares apresentam profundidades que variam de 47 a 112 metros e são as principais fontes de

captação de águas atualmente. A maioria destes poços foram construídos nos últimos 23 anos e são os mais comuns no local onde se realizou a pesquisa, com 67% do total de poços escavados. A Figura 4 mostra poços tubulares localizados no distrito de Córrego, revestido em PVC geomecânico (Figura 4-A) e em PVC convencional (Figura 4-B).

Figura 4 - Poços tubulares: (A) PVC geomecânico e (B) PVC convencional



Fonte: Acervo dos (2022).

Outra característica dos poços tabulares, apresentados nas imagens da Figura 4, é a necessidade de uso de bombas elétricas para a exploração da água. É importante informar, também, que de acordo com a pesquisa em campo foi possível notar que, no período anterior aos anos 2000, o abastecimento de água para as famílias do distrito de Córrego dependia de poços escavados do tipo amazonas ou cacimbão, ou seja, os poços tubulares foram construídos mais recentemente.

Os poços do tipo cacimbão, que na pesquisa em campo representam 30% do universo da pesquisa, são caracterizados por possuírem, geralmente, diâmetro superior a 0,5 m, com profundidades bastante variadas, entre um metro e dezenas de metros. A profundidade depende diretamente do grau de litificação da formação

geológica (Vasconcelos, 2014). A Figura 5 mostra um poço desse tipo encontrado na área do estudo. Geralmente, este tipo de poço tem estrutura superficial em alvenaria, o que facilita a retirada da água.

Figura 5 - Poço do tipo cacimbão com revestimento em alvenaria



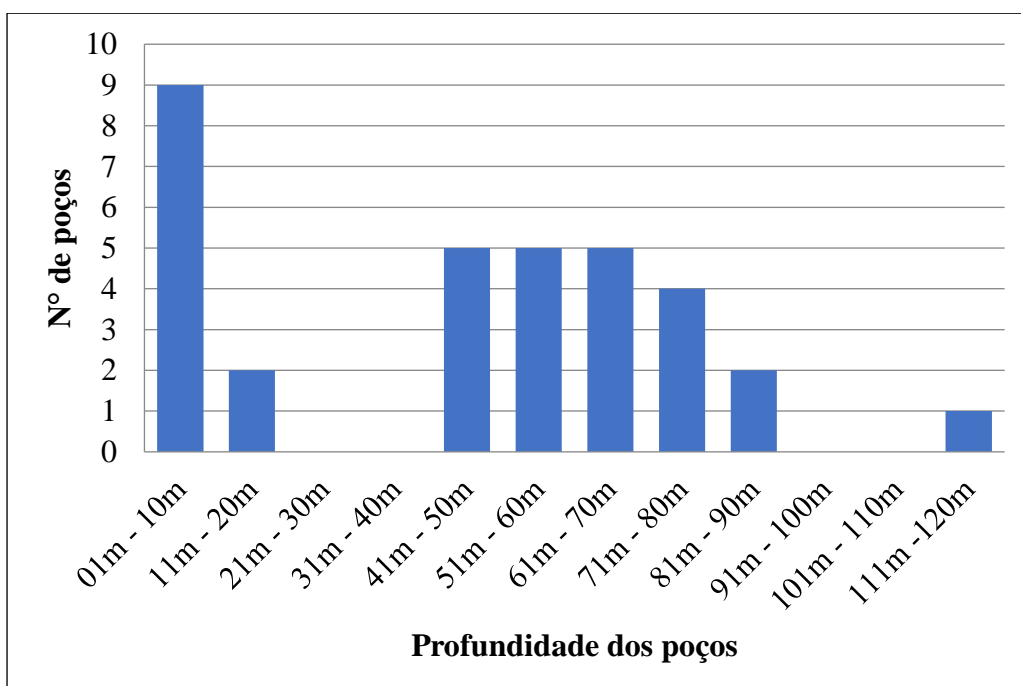
Fonte: Acervo dos autores (2023).

Os poços escavados do tipo cacimbão, como mostra a Figura 5, juntamente com os poços amazonas, que nesta pesquisa representou apenas 3%, eram os mais comuns no *lôcus* da pesquisa antes do ano 2000, provavelmente pela facilidade em construí-los. Não exigindo grandes profundidades, o que o torna com custo menor, entretanto, tem maior probabilidade de contaminação, por ser pouco profundo.

O Manual de Procedimentos de Outorga e Licença de Obras Hídricas, da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (2008) classifica os poços de acordo com sua profundidade. Neste documento são considerados poços rasos aqueles cuja profundidade é inferior a vinte metros, poços com profundidade média são aqueles que estão entre vinte e cinquenta metros e poços profundos os que superam os cinquenta metros de profundidade.

A espacialização dos dados de profundidade na área estudada (Figura 6) permite verificar que estes poços possuem profundidade variando entre quatro e 112 metros. Nos poços tubulares revestidos com PVC convencional e PVC geomecânico as profundidades estão entre 47 e 112 metros, classificando-se como poços de profundidade média a profundo. Já os poços escavados do tipo amazonas e do tipo cacimbão tem profundidade de quatro a 17 metros e, a profundidade média é de nove metros, classificando-se como poços rasos.

Figura 6 - Profundidade dos poços na área estudada



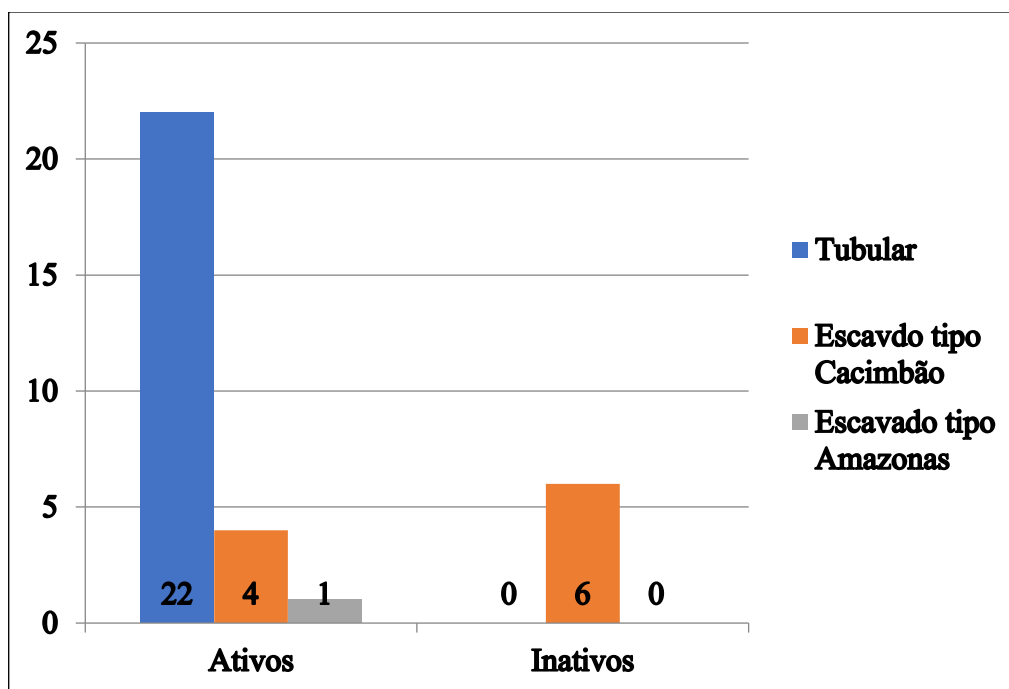
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observando o gráfico da Figura 6 é possível inferir que nove poços têm profundidade entre um e dez metros e representam o maior percentual, (27%) do total analisado e apenas um (3%) tem profundidade entre 111 e 120 metros. Os demais variam entre 11 e noventa metros. Com relação a situação em que se encontram os poços da área estudada, verificou-se que 27 estão ativos (em uso), e seis inativos. Alguns poços inativos se encontram abertos e não protegidos, sendo potenciais fontes de poluição direta das águas subterrâneas.

Posteriormente, verificou-se a situação dos poços por tipologia (Figura 7), na análise foi possível identificar que dos 27 poços ativos, 22 são tubulares e cinco

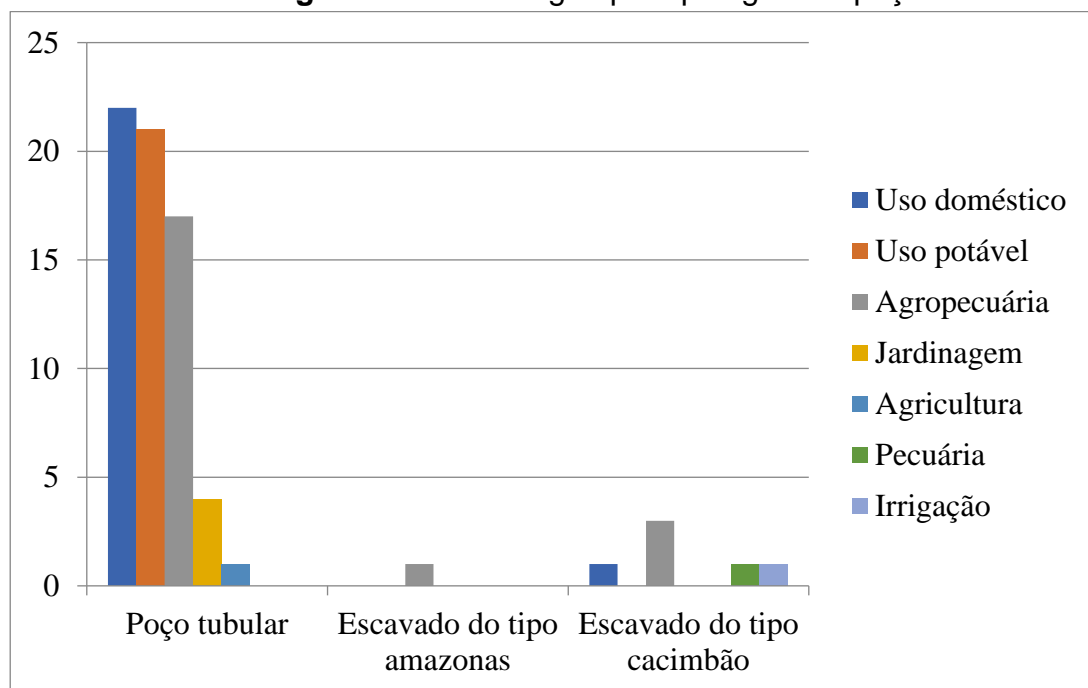
são escavados, sendo quatro do tipo cacimbão e um do tipo amazonas. Deste total, seis estão inativos, todos escavados do tipo cacimbão. Os poços do tipo escavado são mais antigos de acordo com a amostra da pesquisa e suas águas são utilizadas para as atividades de irrigação (agricultura) e pecuária. Esses dados do estudo reafirma o caráter secundário no uso das águas destes tipos de poços para abastecimento doméstico.

Figura 7 - Situação dos poços, por tipologia



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

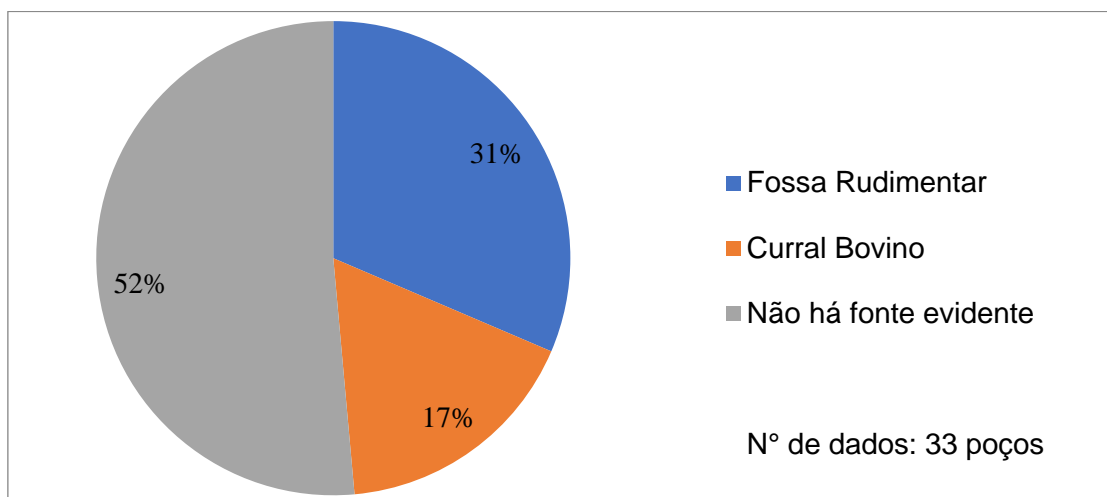
Atualmente, a água de poços é imprescindível para a sociedades e tem importância fundamental para agricultura, indústria, abastecimento urbano e doméstico, no nordeste brasileiro (Peixoto; et al. 2017). Sem a água subterrânea o desenvolvimento da população nordestina, principalmente da área rural teria maiores dificuldades, pois, a “A água de poços e fontes vem sendo utilizada para diversos fins, tais como o abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer” (Zoby, 2008, p. 02). Para aferir sobre esta questão foi elaborado o gráfico da Figura 8, onde é evidenciado o uso da água, por tipologia de poço.

Figura 8 - Uso da água por tipologia dos poços

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Figura 8 mostra os tipos de usos empregados às águas explotadas dos poços georreferenciados para este estudo. Assim, foram identificados diversos tipos de utilização das águas do manancial subterrâneo, tais como, uso doméstico (usada para tarefas do lar), uso potável, jardinagem, atividades agrícolas e pecuária. Observa-se que para o uso doméstico, os poços tabulares se destacam com contexto da pesquisa. Na figura é possível observar sete tipos de uso das águas e que a maior parte (32%) dos poços identificados é para uso doméstico, 30% para o uso potável e 38% para agropecuária, Jardinagem, Agricultura, pecuária e irrigação.

Ademais, evidencia-se as fontes potenciais de poluição nos poços cadastrados. Na Figura 9 é possível verificar a existência de fossas rudimentares ou fossas negras, sendo as principais unidades de risco de contaminação das águas e contabilizam 11 pontos; em 18, dos 33 poços não foi possível identificar fontes de poluição; em seis pontos foi constatados os currais bovinos como fonte potencial de contaminação.

Figura 9 - Fonte potencial de contaminação

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

As fossas rudimentares são as principais fontes de risco de contaminação das águas do Distrito de Córrego, esta probabilidade se multiplica pela concentração de poços tubulares próximos a área de maior número de moradias. O curral bovino é a segunda fonte potencialmente poluidora, pois alguns poços que foram perfurados um pouco afastados das residências estão próximos a locais de criação bovina. Em alguns poços não foram evidenciadas concentrações de dejetos nas proximidades que representem risco de contaminação, porém, não se pode aferir que estes pontos estejam livres de poluição.

CONSIDERAÇÕES

No distrito de Córrego, comunidade rural do município de Apodi-RN, foram catalogados 33 pontos de captação de água subterrânea. Deste total, 22 foram classificados com profundidade média (entre vinte e cinquenta metros) e profundo (superior a cinquenta metros), a profundidade média desses poços é de aproximadamente 67 metros, sendo esses todos do tipo tubular, e 11 poços foram classificados como rasos (inferior a vinte metros) por terem profundidade média de aproximadamente nove metros, sendo esses escavados do tipo cacimbão e amazonas.

As águas destes poços são utilizadas em sua maioria no abastecimento doméstico totalizando 23 poços destinados para tal fim, mas que possuem outras destinações como uso potável, atividades agrícolas, pecuárias e jardinagem.

Quanto ao tipo de poço, predominam os poços tubulares, destes, 21 com material de PVC geomecânico, e 01 com PVC convencional.

A pesquisa, também, evidenciou fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas na área mais habitada do distrito, visto que as moradias possuem fossas rudimentares utilizadas como destinação final para os esgotos domésticos. Essas fossas aparecem como fontes de potencial poluição em 11, dos 33 poços cadastrados. Outra fonte de considerável risco de contaminação são os currais bovinos localizados próximos aos poços.

Constatou-se, também, poços inativos, que devem ser lacrados ou soterrados, pois, sem as devidas precauções podem se tornar, criadores de vetores de doenças ou servirem como fontes diretas de contaminação dos aquíferos. O principal uso das águas dos poços cadastrados nesta pesquisa é o abastecimento doméstico, uso potável, à agropecuária, Jardinagem, irrigação, pecuária e agricultura. Estes dados mostram que as águas exploradas dos aquíferos da área estudada possuem diversos usos e é a única fonte de abastecimento.

A falta de infraestrutura de abastecimento hídrico por parte do poder público levou os moradores do distrito a buscarem o autoabastecimento da comunidade. Panorama que pode se tornar danoso ao ambiente e a saúde pública. Isso, devido a vários fatores, como por exemplo, as formas de captação podem contaminar as águas, a falta de manutenção dos poços e monitoramento da qualidade dessas águas pode ser atuante em desenvolver doenças nos que fizerem seu uso, a construção de múltiplos poços na área pode pôr em risco o ciclo hidrológico da água e conseqüentemente as inter-relações das águas subterrâneas com o meio ambiente.

Diante da atual situação hídrica da localidade, fazem-se necessários estudos hidroquímicos, para se comprovar a qualidade das águas do distrito de Córrego e é urgente a criação de um sistema de coleta de dejetos humanos, que minimizem ou cessem completamente a deposição inadequada desses possíveis contaminantes e, assim, minimizar os efeitos antrópicos sobre o aquífero. Ao poder público municipal, recomenda-se a promoção de políticas conscientizadoras e educativas na comunidade, o cadastro dos poços no SIAGAS, o estabelecimento de um sistema de abastecimento que produza menos risco, a promoção do monitoramento da qualidade das águas e a fiscalização dos poços.

Este estudo resultou na criação e sistematização de dados que possuem potencial de base para demais estudos e, para dar início a uma gestão participativa englobando a população e o poder público. Além de alertar sobre o risco de contaminação dos aquíferos e problemas de saúde pública. Ademais, são imprescindíveis ações mais efetivas da gestão municipal que garantam a conservação das águas subterrâneas para o abastecimento humano.

REFERÊNCIAS

- ANA - **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- ANGELIM, L. A. A.; MEDEIROS, V. C.; NESI, J. R. **Projeto Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte**. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000. Recife: CPRM/FAPERN, 2006.
- APODI/RN. **Secretaria Municipal de Saúde**. Disponível em: <https://apodi.rn.gov.br/secretaria.php?sec=8>. Acesso em: 17 mai. 2023
- ASSIS, J. C. Água Sob Medida. **Agroanalysis**, 1998, V. 18. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/view/48614>. Acesso em: 13 abr. 2022.
- BASSOI, L. J. Poluição das Águas. In: PHILIPPI JÚNIOR, A; PELICIONE, M. C. F. Educação Ambiental e Sustentabilidade. Barueri, SP: Manole, 2005. p. 175 – 194.
- BRASIL. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html Acesso em: 17 mai. 2023.
- CEARÁ. Secretaria dos recursos hídricos. **Outorgas e licença de obras; manual de procedimentos**. Fortaleza, 2008. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/manual-outorga-licenca.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2023.
- CONDEL. Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - **Resolução nº 107**, de 27 de julho de 2017. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro a procedimentos para revisão de sua abrangência. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucao1072017-pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.
- GUERRA, A. T. e GUERRA, A. J T. **Novo dicionário Geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

IDEMA. **Perfil do seu Município: Apodi**. 2008. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=875&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL>. Acesso em: 20 jan. 2022.

LIMA, E. A. et al. Mapeamento hidrogeológico das Folhas Sb.24-X-B / -X-D - Areia Branca/Mossoró. Suplemento - **Anais** do XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2006, Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1185>. Acesso em: 20 jan. 2022.

PEIXOTO, F. da S; DIAS, G. H. Hidrogeologia da porção Oeste da Bacia Potiguar: aspectos quantitativos e problemáticas para gestão da água subterrânea. In: PEIXOTO, F. da S; GUEDES, J. de A; GRIGIO, A. M; DIAS, G. H; DIODATO, M. A (Orgs.). **Hidrogeografia e Gestão das Águas no Semiárido**. 1ed. Mossoró: Edições UERN, 2023, v. 1, p. 89-112. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/372439750_Hidrogeografia_e_gestao_das_aguas_no_Semiarido_Hidrogeologia_da_porcao_oeste_da_Bacia_Potiguar_aspectos_quantitativos_e_problemativas_para_gestao_da_agua_subterranea. Acesso em: 20 dez. 2023.

PEIXOTO, F. da S.; CAVALCANTE, I. N; SILVEIRA, R. N. C. M; ARAÚJO, K. V. de. Estimativa de recargas hídricas subterrâneas potenciais voluntárias e involuntárias em áreas urbanas. **Águas subterrânea (São Paulo)**, v. 31, p. 104, 2017. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28621>. Acesso em: 20 jan. 2022.

REBOUÇAS, A. C. (Org.) et al. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 2003.

SIAGAS - **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. 2015. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>. Acesso em: 30 mar. 2022.

SIMABUKURO, E. A. Revestimento Geomecânico – Metodologia De Aplicação. **Revista Águas Subterrâneas**. 2000. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23507>. Acesso em: 15 jan. 2023.

TÔRRES, L. M. G. **Escassez e contaminação**: desafios para conservação das águas subterrâneas em pequenas cidades no semiárido brasileiro. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências Naturais – UFRN. Mossoró, 2023. Disponível em: https://sigaa.uern.br/sigaa/public/programa/secao_extra.jsf?lc=pt_BR&id=1042&extra=4863480. Acesso em: 15 jan. 2023.

VASCONCELOS, M. B; MELO, J. G; MORAES, F. Ocupação do solo e vulnerabilidade ambiental natural aquífero Açú na borda sul da Bacia Potiguar, RN. 2008. **Revista Águas Subterrâneas**. 2008. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23799>. Acesso em: 15 set 2023.

VASCONCELOS, M. B. Poços para captação de águas subterrâneas: revisão de conceitos e proposta de nomenclatura. **Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 2014, Belo Horizonte. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28288>. Acesso em: 15 set. 2023.

ZOBY, J. L. G. Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas do Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**. 2008. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23802>. Acesso em: 20 jan. 2023.