

Uma análise da super exploração das águas subterrâneas no município de Boa Esperança – ES

An analysis of the super exploitation of underground waters in the municipality of Boa Esperança – ES

Ivanildo Schmith Küster^{1*} & Ediu Carlos Lopes Lemos²

1 Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper. Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória – ES. CEP. 29.052-010. 2 Instituto Federal de Ensino – Ifes campus Nova Venécia – ES. Rodovia Miguel Curry Carneiro, 799 - Santa Luzia, Nova Venécia - ES, 29830-000.

* Autor para correspondência: ivanildosk@hotmail.com

Resumo A falta física de água doce potável é um dos grandes problemas mundiais. O uso de águas subterrâneas pode ser uma alternativa para modificar este cenário problemático. O processo de explorar água, ainda admite pouco critério técnico, o que vem acarretando diversos problemas, como por exemplo, a contaminação e até mesmo o comprometimento das nossas reservas hídricas. No município de Boa Esperança – ES, este problema é visível. Com base nesta informação, este trabalho objetiva analisar, através de coleta de dados, a situação da super exploração das águas subterrâneas no local em comento. A super exploração das águas subterrâneas na região compromete todos os sistemas aquíferos e em particular o fissural, haja vista que na literatura esse sistema apresenta baixa vazão hídrica e sua recarga é milenar.

Palavras-chave: Meio ambiente, escassez hídrica, poços.

Abstract Physical water scarcity is one of the major problems in the world and the use of groundwater may be an alternative to minimize this problem. However, this water has been exploited with little technical criteria, leading to several problems such as contamination and even the impairment of our water

reservoirs. This problem is visible in Boa Esperança - ES, the objective of this study was to conduct an initial analysis of the groundwater overexploitation in the municipality. Groundwater overexploitation in the region compromises all aquifer systems and in particular the fissure system, which has been reported as having low water flow with millenary recharge.

Keywords: Environment, water scarcity, wells.

Introdução

Um dos problemas globais mais alarmantes e com isso mais discutido é a falta física de água doce e potável. Este assunto é abordado com delicadeza, pois a ausência de água no planeta, limita a presença de vida, conseqüentemente a sobrevivência humana. O crescimento populacional, o uso descontrolado e o desperdício de água são fatores que aceleram a escassez desse bem. Ademais, as distribuições geográfica, industrial e agrícola desequilibradas afetam diretamente a disponibilidade de água doce potável no mundo.

No Brasil não se conhece o volume de água subterrânea que se explota. Cadastros de poços, es-

tudos específicos referentes às reservas e demandas, não são executados de forma imperiosa e coerente. O volume total da reserva permanente deve ser explorado de modo que não comprometa sua renovação. Assim, um sistema equilibrado é aquele que não retira do meio mais água do que sua reserva consiga repor. A super exploração de águas subterrâneas poderá ocasionar diminuição expressiva nas vazões dos rios a jusante, impactando e comprometendo a utilização das águas superficiais (GONÇALVES et al., 2016).

As águas subterrâneas vêm assumindo um importante e relevante papel como fonte de abastecimento (ECKHARDT et al., 2009). O aumento do nível tecnológico, combinado com a facilidade de perfuração, menor custo, estudos hidrogeológicos mais precisos e aumento do número de empresas especializadas resultaram no aumento de produtividade e vida útil dos poços, consequentemente gerou maior interesse por esse tipo de abastecimento. Segundo Otenio et al. (2007) a captação de água subterrânea mais utilizada no Brasil é a do aquífero livre.

O Estado do Espírito Santo, de forma geral, apresenta um baixo potencial hidrogeológico, com exceção da sua porção Leste-Nordeste. De acordo com a geologia, o Estado apresenta litotipos que caracterizam basicamente dois tipos de aquíferos, sendo 68,70% Aquífero Fissural, reconhecidamente de baixo potencial, associado com a baixa qualidade destas águas e 31,30% Aquíferos Porosos, com potencial de produção maior, porém, apresentando problemas na qualidade devido a ações antrópicas (CARDOSO; MARTINS, 2012). Segundo o MMA (1996) a água armazenada nestes tipos de aquíferos se origina através do processo de infiltração das águas pluviais, desta forma fica dependente do clima da região. Fatores como cobertura vegetal favorecem ou não o escoamento, em consequência a infiltração.

O município de Boa Esperança – ES está localizado na porção Noroeste do Estado do Espírito Santo, fazendo limites ao sul com o município de Nova Venécia – ES, ao norte com o município de Pinheiros-ES, a leste com o município de São Mateus-ES e a oeste com o município de Ponto Belo.

Boa Esperança registra precipitação média de 1069 mm anuais (NOBREGA et al., 2008), possui uma área total de 428,501 km² e uma população de 15.390 habitantes (IBGE, 2017), destes, 10.896 pessoas são atendidas pelo sistema público por águas disponíveis na superfície (79,85%) e apenas 2.748

pessoas são atendidas por águas de poços tubulares (20,14%) (PMBE, 2016).

Fazendo-se uma análise comparativa quanto a demanda da região para abastecimento público, observa-se que seriam necessários 68 poços tubulares com vazão média de 10 m³/h (40 m³/dia/poço), funcionando 4 horas por dia, para atender toda a população da cidade, levando em consideração um consumo médio diário per capita no Brasil de 200 litros (SABESP, 2018). Isso sem levar em conta a demanda da agricultura que exigiria um quantitativo aproximado de 7 vezes o número de poços para o abastecimento humano, o que comprometeria todo o sistema aquífero, haja vista, não ter nenhum estudo avaliativo do potencial hidrogeológico da região. Desta forma, o objetivo deste trabalho é analisar a situação da super exploração das águas subterrâneas no município de Boa Esperança – ES.

Materiais e Métodos

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu em visitas de campo a 105 poços de água subterrâneas, realizadas nos meses de abril a junho de 2016, com a finalidade de coletar junto aos proprietários dos poços o maior número de dados, como a profundidade do poço, vazão, uso, profundidade que encontrou a camada de rocha e idade, uma vez que as empresas que perfuram estes poços na região não fazem nenhum registro com informações, e um dos motivos certamente se dá por não possuírem profissionais qualificados. Em relação ao nível estático, foi medido no momento da coleta dos dados.

Após as visitas de campo os dados coletados foram inseridos em planilha excel de forma a constituírem um arquivo com informações sobre os poços de água subterrâneas estudados no município. A etapa de campo foi realizada com o objetivo de avaliar *in situ* as condições de uso dos poços cadastrados e atualizar o registro inicial com a sua localização, para isso fez se uso do GPS (Garmim III plus, 12 canais). Os mapas foram confeccionados através do programa autocad 2014 e o método de interpolação foi o inverso do quadrado da distância, com escala de 1:166.127.

De acordo com a classificação adotada pela

Secretaria de Recurso Hídricos do Estado do Ceará (TAJRA, 2001), a diferenciação entre os tipos de poços se deu em função de três parâmetros: profundidade, tipo de perfuração e diâmetro de perfuração. No total foram cadastrados 105 poços na área de estudo, distribuídos no município de Boa Esperança

(Figura 1). Os poços tubulares rasos e profundos correspondem aos poços construídos com maquinários (percussão, pneumática e roto-pneumática); os poços do tipo cacimbas foram escavados manualmente com uso de picaretas e pá. Os dados referentes ao cadastro dos poços encontram-se no Anexo I.

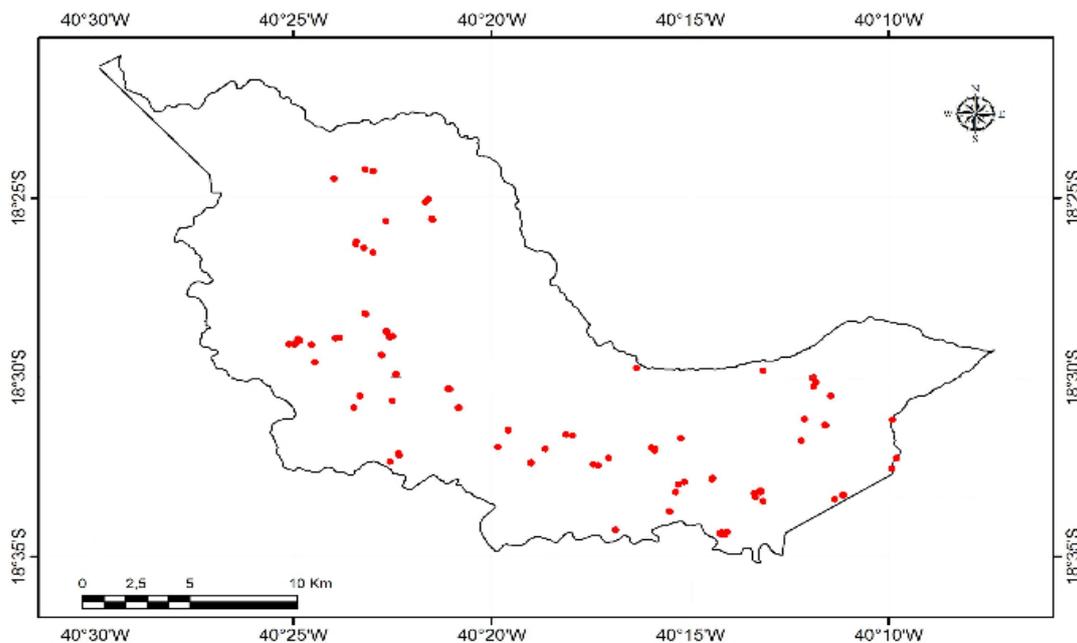


Figura 1. Mapa de Localização dos poços no município de Boa Esperança/ES. Fonte: programa AutoCAD.

Resultados e Discussão

Dos poços cadastrados, 21 foram classificados como sendo do tipo tubular raso, com profundidade variando entre 20 e 40 metros, 39 do tipo tubular profundo, com profundidade superior a 40 metros e 45 poços do tipo cacimbas, com profundidade inferior a 20 metros. (Adaptado de CEARÁ, 2008).

Objetivando confrontar os dados dos poços cadastrados neste trabalho com os dados já existentes, foram realizadas pesquisas no site da CPRM (Serviço Geológico do Brasil), onde foram encontrados, apenas, 13 poços cadastrados, conforme Tabela 1. O cadastro mais recente no Sistema de Informação de Águas Subterrâneas é do ano 2000, ou seja, há 16 anos não é atualizado, o que dificulta qualquer tipo de estudo comparativo e ao mesmo tempo mostram que são feitos poucos trabalhos e estudos sobre o tema água subterrânea. Durante as visitas de campo para realização do cadastro dos poços, verificou-se,

junto aos proprietários, que houve um aumento significativo na perfuração de poços na região, ocasionado pela escassez hídrica na porção Noroeste do Estado, ocorrida pelo maior período de estiagem dos últimos 80 anos (INCAPER, 2016). Em 2016, nas visitas a algumas propriedades, foi realizado o cadastro de 105 poços, porém nem todas as localidades foram visitadas, o que demonstra que há um número bem maior de poços tubulares na região.

A fim de atender a demanda da irrigação, empresas deram início a perfurações de poços sem qualquer critério e conhecimento da geologia. As empresas, por falta de corpo técnico especializado, não fazem estudos que descrevem a litologia dos terrenos da região. Poços são perfurados sem critérios técnicos e quando não alcançam o resultado esperado, a água, são abandonados irregular e irresponsavelmente. Desta forma, pode se afirmar que o recurso água está sendo utilizado sem qualquer conhecimento sobre a potencialidade da região, sem definições notórias sobre os tipos de aquíferos e cálculos de reservas, entre outros problemas.

Tabela 1. Poços de águas subterrâneas cadastrado pela CPRM em 2000. Fonte: CPRM (2015).

Nº	Captação	Prof.	Prof. Rocha	Vazão	Aquífero	Ano
01	Cacimba/Cisterna	11,70	-	-	Poroso/Livre	1979
02	Cacimba/Cisterna	19,45	-	-	Poroso/Livre	1979
03	Cacimba/Cisterna	22,2	-	-	Poroso/Livre	1979
04	Tubular	60	-	0,489	Poroso/Livre	1998
05	Tubular	100	65	2,124	Poroso/Livre	1999
06	Tubular	70	22	Seco	Fissural/Livre	1998
07	Tubular	80	8	Seco	Fissural/Livre	1999
08	Tubular	68	10	Seco	Fissural/Livre	1998
09	Tubular	65,50	-	1,526	Poroso/Livre	1998
10	Tubular	70	16	17,217	Poros./Sem confinado	2000
11	Tubular	70	13	-	Poroso/Livre	2000
12	Cacimba/Cisterna	8	-	-	Poroso/Livre	2000
13	Tubular	55	-	0,791	Poroso/Livre	2000

Durante a obtenção dos dados deste trabalho, foram observados cacimbas e poços tubulares rasos completamente secos, o que obrigou o proprietário a aprofundá-los e a fazerem perfurações de novos poços. Dentre as 45 cacimbas estudadas, 05 estavam secas, sendo que outras encontravam-se com níveis

baixíssimo, não ultrapassando na maioria das vezes 1 a 2 metros de lâmina d'água, colocando em risco a segurança hídrica das famílias.

Por toda região encontram-se poços sem proteção sanitária determinada pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (Figura 2).



Figura 2. Cacimbas em uso, sem as devidas proteções sanitárias (A;B). Fonte: Autor, 2016.

Uma situação comum entre as comunidades rurais e urbanas é a má vedação, contribuindo para entrada de fezes de animais e de insetos, com isso há contaminação da água. Situações similares das que foram mostradas (Figura 2), são rotineiramente encontradas. A exemplo do informado, cacimbas são cobertas por tábuas em estado avançado de decomposição e localizadas perto de lavouras, onde se aplica

agrotóxicos e a menos de 5 metros de fossas sanitárias, onde, sabe-se que a distância mínima recomendada seria de 15 metros para fossa seca; afastamento maior (20 metros, no mínimo), para sumidouros ou valas de infiltração.

Nas zonas urbanas os fatores que predisõem à introdução de elementos nocivos ao sistema aquífero referem-se, dentre outros, à prática inadequada de

disposição de resíduos, lançamento de efluentes industriais no solo e nos cursos d'água fora dos padrões regulamentados, pequena abrangência do sistema de tratamento de esgoto ou falhas na rede coletora, presença de fossas negras e ocorrência de vazamentos de tanques de combustíveis, dentre outros. Neira et al. (2008) estudando impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil, nas análises das águas subterrâneas, foram observados a presença de compostos nitrogenados e microbiológicos em índices elevados. Sendo que, para o nitrogênio amoniacal, obtiveram-se valores acima do permitido em dois poços de monitoramento nas duas campanhas. Enquanto que, para o nitrato, os valores foram acima do permitido pela portaria nº 518/ 2004 do CONAMA, também na segunda campanha. Em relação às análises bacteriológicas, encontraram-se níveis acima do estabelecido pela resolução do CONAMA nº 396/2008. Dentre as atividades agrícolas que podem causar degradação da qualidade da água subterrânea a mais importante refere-se ao uso de fertilizantes e pesticidas. Cumpre pontuar também que o avanço das perfurações de poços rasos e profundos sem o rigor técnico necessário, pode acarretar problemas de contaminação. Ademais, a má construção se revela na ausência de zelo sanitário, na falta de cimentação do espaço anelar, na seleção inapropriada da abertura dos filtros ou da granulometria do pré-filtro e no desenvolvimento ineficiente. Adicionalmente, um poço abandonado pode ser um receptáculo de dejetos e resíduos perigosos (MOURÃO; LIMA; MONTEIRO; 2002).

Como pode ser observado, a Figura 3 demonstra a realidade de poços rasos e profundos no município de Boa Esperança – ES. Esta identifica o único poço estudado que foi perfurado por uma empresa especializada, a qual realizou o estudo da litologia do solo e seu respectivo nível estático, dinâmico e aferido a vazão, pois se trata de um poço para abastecimento de uma comunidade rural. Apesar de este poço ter sido estudado para que pudesse ser construído, não se preocupou com a proteção sanitária do mesmo como ocorre com praticamente todos os poços da região, facilitando a sua contaminação. A Figura 3B apresenta um poço usado para irrigação de lavouras, sendo essa a utilidade da maioria dos novos poços perfurados.

Como pode ser observado, as Figuras 3C e 3D representam a maioria dos poços usados para abastecimento de residências no meio rural, mesmo aparentando estarem bem protegidos e vedados, não estão de acordo com as normas. O licenciamento (direito do uso d'água) dos poços ainda não é realidade. Todavia, com a atuação dos órgãos competentes, alguns proprietários estão sendo obrigados a providenciarem. Os poços tubulares rasos estudados são usados para abastecimento humano, irrigação de pequenas hortas de quintais e enchimento de piscinas, sendo que do total de 21 poços estudados, 04 se encontravam totalmente secos, evidenciando que o estudo preliminar para se conhecer os aquíferos é mais importante do que a “simples” perfuração do poço.



Figura 3. Poços tubulares no município de Boa Esperança – ES, fora das normas ABNT/NBR 12212 e ABNT/NBR 12244. Fonte: Autor, 2016.

Os 39 poços tubulares profundos estudados possuem profundidade média de 102,6 metros, variando de 42 a 200 metros, sendo que em 07 deles não foi encontrado água no ato da perfuração, ou seja, são poços secos que na maioria das vezes são abandonados, servindo como um canal direto de contaminação do sistema aquífero. Quanto ao nível estático dos poços tubulares profundos verificou-se que os mesmos possuem um nível médio de 18,07 metros, com valor mínimo de 0,01 m e máximo de 100 metros.

Dentre os 21 poços tubulares rasos estudados, verificou-se profundidade média de 24,53 metros, variando de 5,3 a 40 metros, sendo que em 04 deles encontravam completamente seco, nível estático médio de 10,83 metros, com valor mínimo de 1,90 metros e máximo de 18,4 metros.

Os dados relacionados ao nível estático,

constituem uma série temporal, medido uma única vez, assim a variável está associada a uma incerteza não-sistemática condicionada por outras variáveis hidrológicas (pluviometria e escoamento superficial), geológicas (fluxo subterrâneo e taxa de infiltração, local e relevo da construção).

De acordo com a distribuição geográfica, pode-se notar que os poços mais profundos estão em sua maioria na parte oeste do município onde se encontram as maiores áreas irrigadas e implantadas as culturas que mais demandam água, como por exemplo a cultura do mamão, evidenciando assim que além do abastecimento humano, produtores rurais vêm perfurando poços para serem usados para irrigação de suas lavouras, sem se preocupar com a sustentabilidade do recurso em questão (Figura 4).

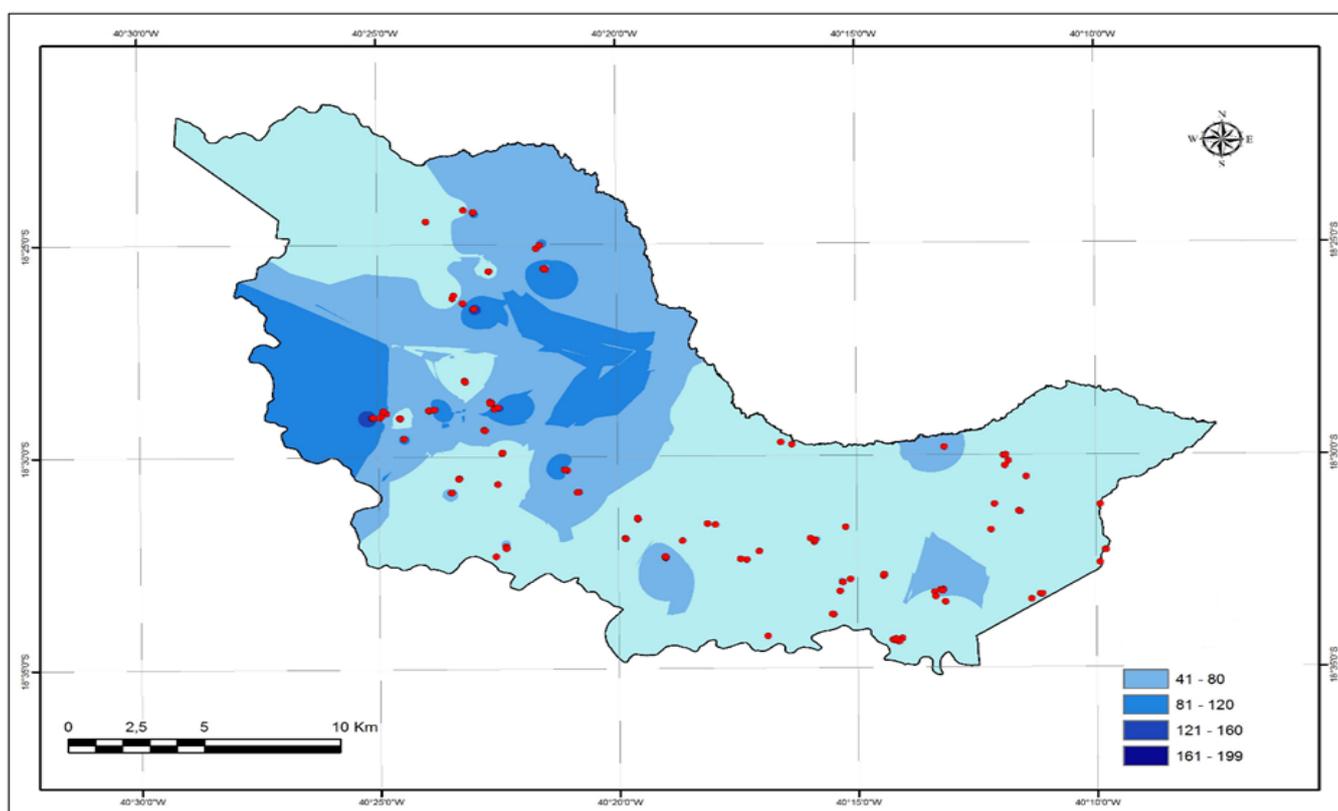


Figura 4. Profundidade (m) média de poços tubulares profundos Fissurados no Município de Boa Esperança/ES. Fonte: programa AutoCAD.

Perfurar poços tubulares em rochas se torna mais oneroso técnico e financeiramente. Pensando nisso e objetivando o planejamento antes da tomada de decisão, pode ser observado na Figura 5 à profundidade que foi encontrada a primeira camada de rocha na perfuração dos poços tubulares profundos,

desta forma este estudo nos mostra que ao se aproximar da cadeia de montanhas que corta o município de Boa Esperança – ES, a camada de rocha se torna mais superficial, sendo que em geral foi encontrado rocha a profundidade mínima de 1 metro e no máximo 88 metros.

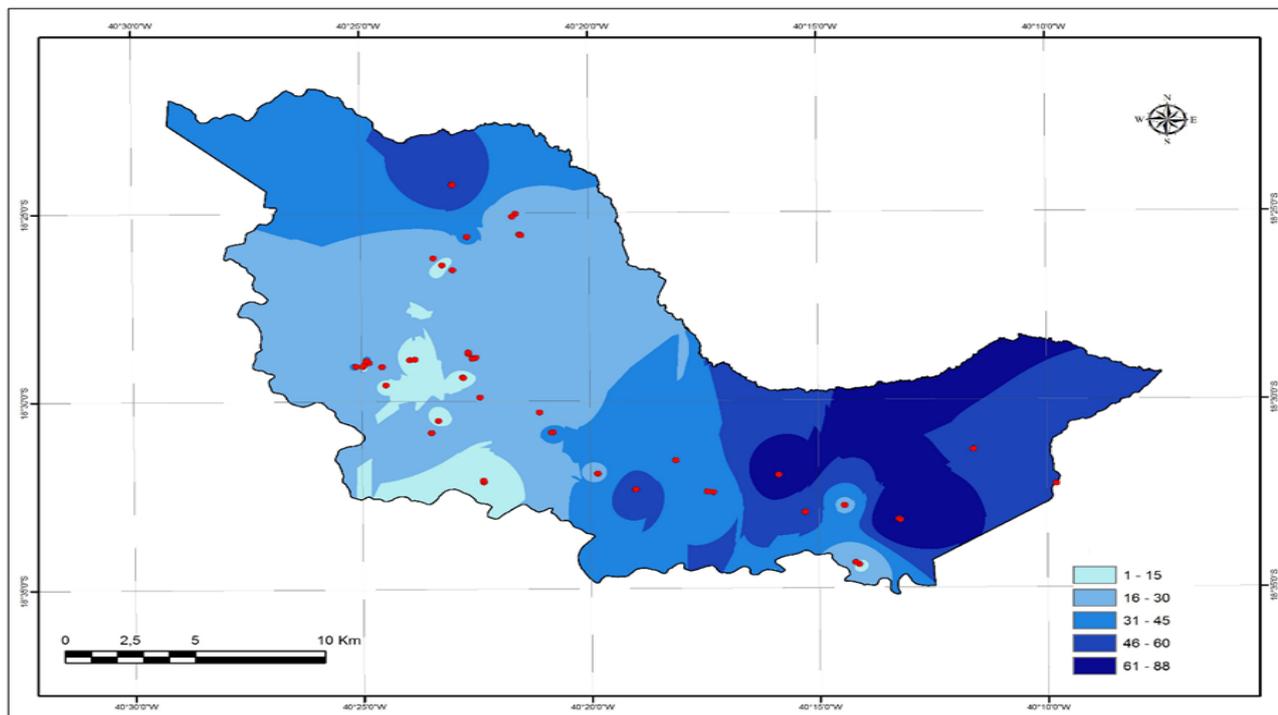


Figura 5. Profundidade (m) de encontro da camada de rocha de poços tubulares localizados no platô em Boa Esperança/ES. Fonte: programa AutoCAD.

Dos 19 poços tubulares profundos onde foi encontrada a camada de rocha, 10 possuem vazão entre 0,5 a 5 m³/h, 7 com vazão média de 6 a 20 m³/h

e somente 02 possuem vazão maior que 20 m³/h (Figura 6).

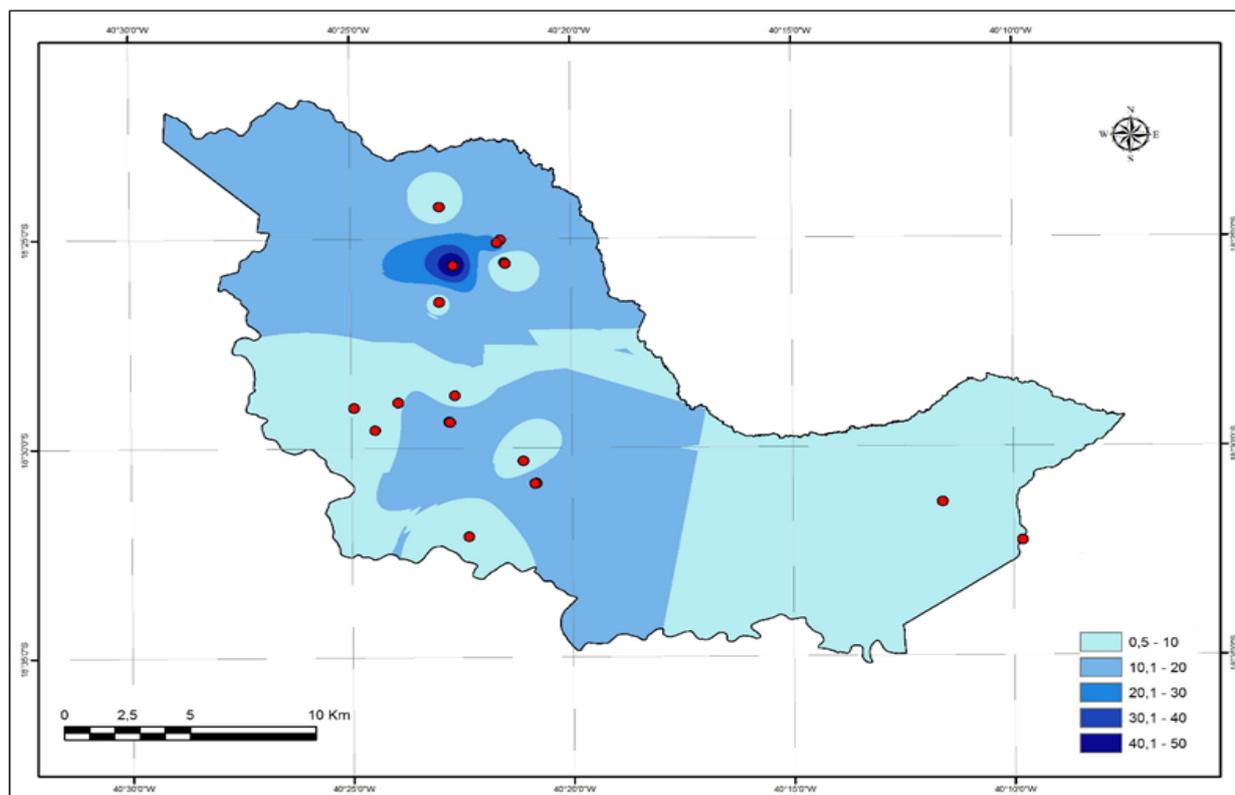


Figura 6. Vazão média (m³/h) dos poços tubulares profundos no município de Boa Esperança/ES. Fonte: programa AutoCAD.

De acordo com Mourão, Lima e Monteiro (2002) os aquíferos fissurados exibem, de modo geral, baixas vazões, em média de 7 m³/h, mas localmente podem atingir valores superiores a 15 m³/h, entretanto muitos dos poços tubulares profundos da área de estudo apresentaram vazões acima dos valores normais o que pode sugerir que estes poços estejam captando águas de 2 sistemas aquíferos diferentes. Na região extremo oeste de Santa Catarina, até o ano de 2002 havia sido cadastrado mais de 2.700 poços tubulares com profundidade média de 117m e vazão média de 7,7 m³/h (PROESC, FREITAS, 2003), valores que se aproximam dos resultados encontrados neste trabalho. A distribuição da vazão dos poços mostra que alguns poços estudados da parte leste apresentaram vazão baixa, porém esta situação se repete também na parte oeste do município. Um estudo adequado sobre a hidrogeologia na região seria a maneira correta de se determinar as potencialidades e reservas dos sistemas aquíferos do município e assim elaborar um plano de gestão das águas subterrâneas de forma a evitar um stress hídrico e, por conseguinte sua escassez física.

A distribuição da vazão dos poços mostra que alguns poços estudados da parte leste apresentaram vazão baixa, porém esta situação se repete também na parte oeste do município. Um estudo adequado sobre a hidrogeologia na região seria a maneira correta de se determinar as potencialidades e reservas dos sistemas aquíferos do município e assim elaborar um plano de gestão das águas subterrâneas de forma a evitar um stress hídrico e, por conseguinte sua escassez física.

Conclusão

O aumento da população mundial resulta na busca constante por se produzir mais alimentos. No município o aumento da produção agrícola também aconteceu, porém, a escassez hídrica obrigou os agricultores buscarem nas captações de águas subterrâneas uma solução para a irrigação de suas lavouras, uma vez que as águas superficiais já não atendiam à demanda atual. A cada semana, novos poços são perfurados na região sem qualquer conhecimento do potencial hidrogeológico do município. Muitos dos poços perfurados são poços secos, outros secam com poucos meses de bombeamento e novos poços são perfurados. O tema “Água Subterrânea” é tratado

com irrelevância pelos órgãos públicos. A perfuração de poços tubulares tem sido feita de forma desordenada, sem as devidas técnicas recomendadas e por empresas em sua grande maioria, não especializadas nesse segmento. Os dados dos poços tubulares, indicam uma grande variação de vazão, profundidade e nível estático, e de forma geral se mostram com baixo potencial de exploração em volume de água. Devido à baixa quantidade de poços estudados, não se pode concluir que o sistema aquífero da porção leste possua reservas melhores que da porção oeste do município. Estudos mais detalhados da hidrogeologia, cálculo de reservas e potencialidades das águas subterrâneas no município devem ser priorizados de forma a compreender melhor os sistemas aquíferos na região. As águas subterrâneas devem ser protegidas e utilizadas de forma planejada o que exige um plano de gerenciamento participativo do poder público e da população. A super exploração das águas subterrâneas na região compromete todos os sistemas aquíferos e em particular o fissural, haja vista que na literatura esse sistema apresenta baixa vazão hídrica e sua recarga é milenar.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS/ABNT. **Projeto de poço para captação de água subterrânea**: NBR 12212. Rio de Janeiro, abr.1992. 5p, atualizada em 2006. 10p.
- CARDOSO, A. D. C., & MARTINS, L. A. – 2012. **Aquífero de alta potencialidade no estado do Espírito Santo**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil – Superintendência Regional de Salvador. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/27580/17839>>. Acesso em: 17 ago. 2016.
- CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos, Coordenadoria de Gestão dos Recursos Hídricos.
- Outorga e Licença de Obras Hídricas; Manual de procedimentos**. Fortaleza: Editora, 2008 p. 67.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 14 jul. 2016.
- ECKHARDT, R. R.; DIEDRICH, V. L.; FERREIRA, E. R.; STROHSCHOEN, E.; DEMAMAN, L.C. **Mapeamento e avaliação da potabilidade da água**

subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil.

Revista Ambiente e Água, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.74>>. Acesso em: 03 de jan. 2018.

FREITAS, M.A. (org.) PROESC: **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina** – Projeto Oeste de Santa Catarina / Organizado por Marcos ^a de Freitas; Bráulio R. Caye; José L. F. Machado. Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2003.

GONÇALVES, R. D; ENGELBRECHT, B. Z; CHANG, H. K. **Análise hidrológica de séries históricas da Bacia do Rio Grande (BA): contribuição do Sistema Aquífero Urucuaia**. Águas Subterrâneas, v. 30, n. 2, p. 190-208, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br> >. Acesso em: 10 janeiro de 2017.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Hidrometeorologia**. Vitória: INCAPER, 2016. Disponível em: < <http://www.incaper.es.gov.br>>. Acesso em: 10 outubro de 2016.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Mapas**. Vitória: IJSN, 2016. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>>. Acesso em: 10 julho de 2016.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Panorama e Estado dos Recursos Hídricos do Brasil**. Secretaria de Recursos Hídricos. Janeiro, 2006. v I.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Dicas de Economia**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=140>>. Acesso em: 24 de abril de 2018.

MOURÃO, M. A; SANTO LIMA, J. E; MONTEIRO, E. A. **Os sistemas aquíferos do norte do Estado do Espírito Santo**: Potencial de exploração e diagnóstico atual de aproveitamento. Águas Subterrâneas, n. 1, 2002.

Neira, D. F., Terra, V. R., SANTOS, R., & Barbiéri, R. S. **Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil**. Natureza On Line, Santa Teresa, 6, 36-41, 2008.

NOBREGA, N. E. F.; SILVA, J. G. F.; Ramos, H. E. dos A.; PAGUNG, F. S. **Balanco Hídrico Climatológico e Classificação Climática de Thornthwaite e**

Köppen para o Município de Boa Esperança - ES.

In: XVIII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2008, São Mateus. XVIII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2008.

OTENIO, M. H.; RAVANHANI, C.; CLARO, E. M. T.; SILVA, M. I.; RONCON, T. J. **Qualidade da água utilizada para consumo humano de comunidades rurais do município de Bandeirantes/PR**. Salusvita. USC, Bauru, v. 26, n. 2, p. 83-91, 2007.

PMBE. PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA ESPERANÇA. **Secretaria de Agricultura**. Boa Esperança – ES. PMBE, 2016.

TAJRA, A. A. – 2001. Aspectos Técnicos – **Construtivos dos Poços Tubulares e a Legislação Pertinente – Área Piloto de Fortaleza – CE**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia/UFC. 110p. MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Panorama e Estado dos Recursos Hídricos do Brasil**. Secretaria de Recursos Hídricos. Janeiro, 2006. v I.