

UM ESTUDO DE CASO DE REABILITAÇÃO DE POÇO TUBULAR COM REVESTIMENTO DE AÇO GALVANIZADO NO MUNICÍPIO DE PARNAMIRIM-RN

Raffael Andrade Costa De Melo ¹; Roberto Pereira ²; Ildefonso Gomes Barreto ³; João Maria Soares do Nascimento ⁴ & Eliasibe Alves de Jesus ⁵

Resumo – A cada momento torna-se mais difícil atender as demandas crescentes por água, advindas da sociedade em todas as suas formas (agrícola, industrial e humano). A exploração de águas subterrâneas através de poços tubulares apresenta-se como uma solução para assegurar boa parte dessa demanda. Entretanto, esses estão sujeitos a se deteriorarem ao longo do tempo caso não existam programas de manutenção eficientes. Logo, esse trabalho tem como objetivo principal relatar os procedimentos de reabilitação de um poço tubular no município de Parnamirim-RN. Além disso pretende identificar as principais causas de deterioração do mesmo. Os resultados apontam a incrustação por bactérias do ferro.

Abstract – It has become increasingly difficult to attend the crescent demand for water, originated through all sectors of society (agricultural, industrial and human). Underground water exploitation throughout tubular wells presents itself as a solution so secure most of this demand. However, these are subject to time deterioration in case there are no efficient maintenance programs. Thus, this essay has as its main objective to reporting procedures for rehabilitation of a tubular well in the city of Parnamirim-RN. In addition, you want to identify the main causes of deterioration of the same well. In the case study was detected a possible occurrence of iron bacteria incrustation.

Palavras-Chave – poços tubulares, reabilitação, hidrogeologia, Rio Grande do Norte.

¹ Graduação em Gestão Ambiental – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, raffael_melo@hotmail.com

² Departamento de Recursos Naturais - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, roberto.pereira@ifrn.edu.br

³ Companhia de Águas e Esgoto do RN (CAERN), ildefonsogomes@bol.com.br

⁴ Companhia de Águas e Esgoto do RN (CAERN), jmsngeo@ig.com.br

⁵ Departamento Nacional de Produção Mineral-RN, eliasibedejesus@hotmail.com

1 - INTRODUÇÃO

Boa parte de toda a água que abastece a população brasileira vêm da exploração de águas subterrâneas através de poços tubulares. Para Zoby e Matos (2002), existem aproximadamente 400 mil poços espalhados pelo país, onde, 15,6% dos domicílios são abastecidos diretamente e exclusivamente por eles e boa parte da água que forma a rede pública de abastecimento também tem origem de mananciais subterrâneos (IBGE, 2002). Todos os poços após sua construção estão sujeitos a apresentarem problemas ao longo de sua vida útil. A queda de produção, colapso do revestimento e filtros, produção de areia, quebra do sistema de bombeamento, são alguns exemplos da deterioração que podem ocorrer, tanto isoladamente como em paralelo, causados principalmente pela incrustação (química ou biológica) e corrosão. Todavia, quem define se as águas são incrustantes e/ou corrosivas são as suas estruturas armazenadoras e de movimentação da água, ou seja, a geologia da formação. Então, sabendo o tipo de formação geológica é possível se produzir entendimentos sobre causas de deterioração em função dos problemas identificados durante a reabilitação desses poços. Segundo a CETESB (1978), os poços são obras de engenharia que devem ser projetados, construídos e gerenciados para que durem mais de 20 anos. Logo, deve-se ter um programa de manutenção eficiente e periódico.

Somente no Rio Grande de Norte existem, atualmente, mais de oito mil poços tubulares perfurados, segundo a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do RN (SEMARH). Essa demanda deve continuar tendo em vista que a água subterrânea está sempre mais protegida que as águas superficiais, diminuindo o custo de tratamento para o consumo. É claro que a outorga, como instrumento de gestão dos recursos hídricos, deve favorecer o uso racional dos recursos hídricos subterrâneos, bem como técnicas construtivas adequadas favorecendo o aumento da vida útil dos mesmos. Seguindo essa linha de abordagem, boa parte de toda a água que abastece o Rio Grande do Norte vêm da exploração de águas subterrâneas através de poços tubulares. Em algumas localidades onde as águas superficiais não são abundantes ou não existe, essa é a única fonte disponível para atender as demandas de água da população. Apesar de sua reconhecida importância socioambiental e econômica, muitos poços espalhados pelo estado se encontram em processo de deterioração que, em muitos casos, são impossíveis de serem recuperados.

Todavia, os custos com a reabilitação e reconstrução desses poços são bastante onerosos para os seus proprietários o que se configura num grave problema de gestão. Além disso, quando os mesmos estão em processo de deterioração podem passar a produzir águas com condições sanitárias irregulares, podendo produzir consequência negativas de saúde pública.

No estado do Rio Grande do Norte não existem trabalhos científicos que tratam da reabilitação de poços tubulares. O que se sabe está relacionado às experiências pessoais (como será percebido nos resultados apresentados) dos perfuradores da “boca” do poço e das empresas de perfuração, sendo esse um dos aspectos relevantes para realização desse estudo, conforme a seguir.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo geral realizar um estudo de caso da reabilitação de um poço tubular no município de Parnamirim/RN, vizinho ao município de Natal (capital do RN), e analisar sua possível causa de deterioração.

2 - GEOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE

O Rio Grande do Norte é praticamente dividido em dois tipos de formação geológica (ver Figura 2). A primeira, localizada no centro-oeste e grande parte do sul do Estado, é formada basicamente por rochas cristalinas graníticas e metamórficas. A segunda, localizada no centro-norte e todo o litoral do Estado, é formada por terrenos com sedimentos inconsolidados (dunas principalmente) e rochas sedimentares areno argilosas consolidadas da Formação Barreiras do Terciário (Mabesoone *et al.* 1991), além das rochas Mesozóicas compostas pelos calcários da Formação Jandaíra e arenitos da Formação Açu da Bacia Potiguar, representando dois compartimentos hidrogeológicos (Rebouças, 1967 e IPT, 1982).

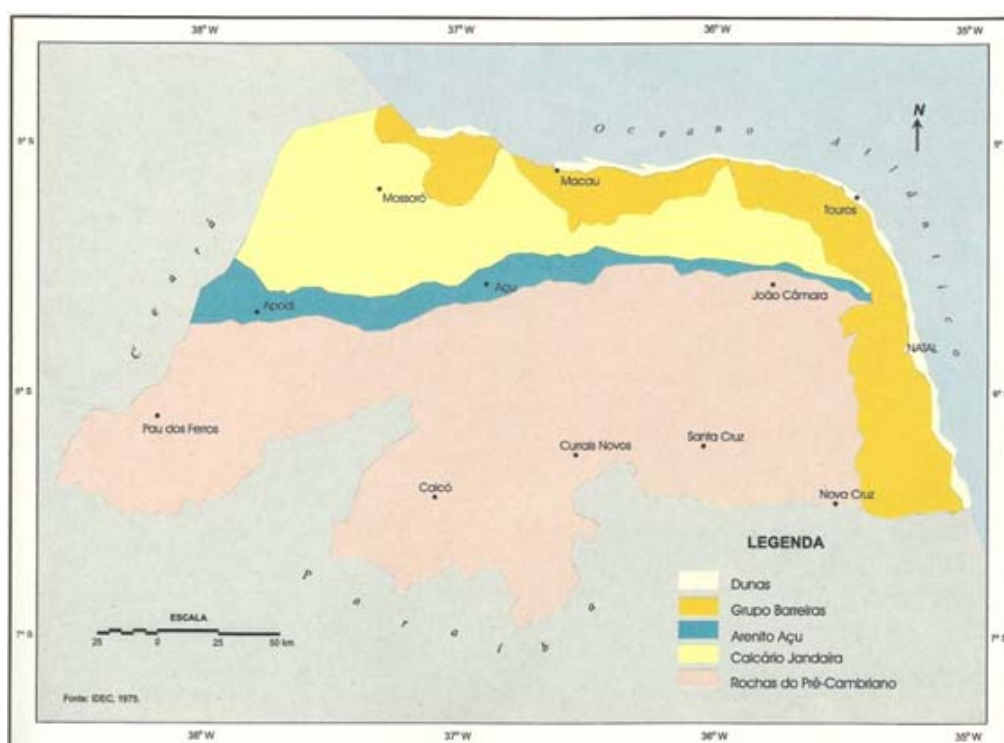


Figura 1 – Geologia do Rio Grande do Norte (IDEC, 1975).

3 - EXPLOTAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As águas subterrâneas podem ser exploradas de diversas formas. Para Feitosa et al. (2008, p.429) a água subterrânea pode ser captada através de poços escavados manualmente, poços coletores com drenos horizontais simples e drenos radiais, poços tubulares e galerias filtrantes.

Os poços tubulares, chamados equivocadamente de poços artesianos, são aqueles perfurados por meio de máquinas perfuratrizes e, posteriormente, revestidos com tubos metálicos ou de plásticos. Além disso, os poços construídos sem revestimento em toda sua extensão, comuns no cristalino, também são denominados de poços tubulares (Oliveira, 2009). Na Figura 3 abaixo, se pode identificar os principais componentes de um poço tubular totalmente revestido.

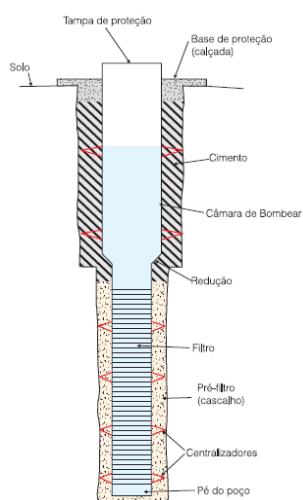


Figura 2 – Croqui esquemático de um poço tubular (Feitosa *et al.*, 2008).

4 - METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se por ser uma pesquisa exploratória, com o objetivo de um estudo de caso da reabilitação de um poço tubular no município de Parnamirim, buscando dados a respeito das principais causas de deterioração do mesmo. Para tanto o registro de dados foi obtido durante o acompanhamento da reabilitação um “in loco” de todo procedimento, que no geral pode ser apresentado nas seguintes etapas:

- Obtenção dos dados Técnicos do Poço;
- Identificação dos problemas de funcionamento de operação do poço tubular, conforme relatos do responsável pela;
- Proposição de medidas tomadas para a reabilitação;
- Execução do teste de bombeamento;

- Análises físico-química da água antes e depois da reabilitação e
- Interpretação e análise dos Resultados.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES DO ESTUDO DE CASO

O poço tubular estudado pertence à Base Aérea localizada no bairro de Boa Esperança no antigo município de Eduardo Gomes, atualmente conhecido como Parnamirim, no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1 e 4). Construído em 1979, ele integra um sistema de abastecimento composto por dois poços que abastecem aproximadamente 70 casas, com uma média de 4 moradores, sendo, portanto, a principal fonte de abastecimento de água local. No entanto, o poço nunca recebeu manutenção desde sua construção.



Figura 3 – Localização do município de Parnamirim-RN.



Figura 4 – Foto aérea mostrando a localização do poço em Parnamirim (Google, 2011).

A recuperação do poço foi feita pela CAERN em 26 de abril de 2011 que, apesar de não o ter construído, recebeu em data desconhecida a concessão do mesmo e, portanto, tornou-se o responsável por ele.

O poço de numeração I-5 foi projetado pela PLANAT, executado pela CDM/RN. A perfuração foi iniciada em 29 de janeiro de 1979. O poço possui 67 metros de profundidade, com um diâmetro de 15 polegadas. Sua completação foi concluída em 17 de fevereiro de 1979, tendo seu revestimento (tubo liso) constituído de aço galvanizado e os filtros de aço INOX. Para o teste de desenvolvimento foram utilizados três métodos: *Air Lift* (4:30 hs); Superbombeamento (8:00hs) e *Air Surger Plunger* (25:00 hs). O teste de produção foi feito em 10 de julho de 1979, com durante 6

horas. O sistema de bombeamento é composto de uma bomba centrífuga, com tubulação adutora de PVC.

5.1 - Problemas Apresentado

Segundo entrevista feita com o Sargento Quelpes Santos, responsável pela Base, trata-se de um poço muito antigo que nunca recebeu manutenção. Ainda de acordo com o sargento, o poço estava produzindo água com gosto de ferrugem e com coloração avermelhada; além disso, após uma manutenção da bomba, constatou-se que a mesma estava coberta de “lama”.

Além do poço estudado, tem-se a existência de outro poço na Base que, segundo o entrevistado, há muito tempo não tem um funcionamento regular, pois a bomba trabalha apenas 10 minutos e pára.

5.2 - Medidas Tomadas

A Base Aérea de Parnamirim contratou a Gerência de Hidrogeologia e Perfuração de Poços (GHP) da CAERN, responsável pela construção, reabilitação e manutenção de todos os poços integrantes do sistema de abastecimento público estadual. Após isso, foi enviada ao local uma equipe com 4 operadores e 1 técnico de geologia.

Escutaram-se os relatos do responsável pela Base a respeito do problema identificado. Em seguida, foram traçadas as medidas para a recuperação do poço pelo líder da equipe (técnico de geologia), que se seguem:

- A. Medição da profundidade do poço para saber se houve assoreamento e quantos metros foram assoreados (Figura 6);



Figura 5 – Operador medindo a profundidade do poço.

- B. Medição do nível estático do poço (Figura 7);
- C. Bombeamento do poço utilizando compressor (Figura 8), através do método *air-lift*, com o intuito de limpá-lo. Segue as etapas do bombeamento:



Figura 6 – Medidor elétrico utilizado na medição do nível estático.



Figura 7 – Compressor utilizado no *air-lift*.

- I. Utilizando um guindaste (Figura 9), duas tubulações foram descidas em paralelo, uma com $\frac{3}{4}$ de polegada e outra com $2\frac{1}{2}$ polegadas, onde cada uma contou com 9 tubos de 6 metros e 2 tubos de 3 metros, totalizando 60 metros. A tubulação de $\frac{3}{4}$ foi acoplada junto com a de $2\frac{1}{2}$ a partir do primeiro tubo descido (Figura 10);



Figura 8 – Guindaste erguendo a tubulação de limpeza.



Figura 9 – Conexão das duas tubulações de limpeza.

- II. Em seguida foi conectada à tubulação de $\frac{3}{4}$ uma mangueira (Figura 11) ligada a um compressor que bombeou a água ferruginosa avermelhada pela tubulação de $2\frac{1}{2}$, saindo por uma mangueira extravasora, chamada de mangote (Figura 12);



Figura 10 – Mangueira do compressor.



Figura 11 – Bombeamento da água ferruginosa pela tubulação de $2\frac{1}{2}$.

- III. Após um bombeamento inicial, fechou-se a tubulação de $2\frac{1}{2}$ (Figura 13) e ligou-se novamente o compressor, lançando a água avermelhada pelo espaço anular do próprio tubo que reveste o poço e a tubulação de limpeza provisória (Figura 14);



Figura 12 – Tubulação de $2\frac{1}{2}$ vedada para novo bombeamento.



Figura 13 – Bombeamento da água ferruginosa pelo espaço anular do próprio tubo que reveste o poço e a tubulação de limpeza provisória.

- IV. A tubulação de $2\frac{1}{2}$ foi aberta novamente para extravasar a água até esta se tornar cristalina (Figura 15), medindo-se, em seguida, o nível dinâmico;

- V. Finaliza-se o processo de limpeza do poço com a medição da vazão, através da medida do tempo necessário para encher um tonel de 200 litros, utilizando compressor (Figura 16).



Figura 14 – Produção de água limpa e medição do nível dinâmico.



Figura 15 – Tonel utilizado na medição da vazão.

Além disso, foram obtidas duas amostra de água, a primeira, denominada de Água-1 (Figura 17), coletada no início do bombeamento quando a água ainda estava avermelhada, e a segunda, de Água-2 (Figura 18), ao final do bombeamento quando a água já estava cristalina, onde ambas foram encaminhadas para análise físico-química no laboratório do Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes do Departamento de Recursos Naturais do IFRN.



Figura 16 – Água-1.



Figura 17 – Água-2.

6 - ANÁLISES DOS RESULTADOS

A profundidade do poço medida foi de 60 metros.

O nível estático, medido antes de começar a limpeza, foi de 22,34 metros.

O bombeamento *air-lift* durou 1 hora e 5 minutos de limpeza.

O tempo necessário para preencher o tonel de 200 litros foi de 42 segundos. Logo, a vazão de bombeamento aproximada foi de 4,8 litros por segundo.

A recuperação completa do nível estático do poço estendeu-se por um período de um dia.

No ano de sua conclusão, a profundidade medida do poço foi de 67 metros. Entretanto, a nova profundidade foi reduzida para 60 metros, denunciando um assoreamento no intervalo de 60 a 67 metros, o que cabe uma investigação.

O fato do revestimento do poço ser de aço galvanizado e a análise tátil visual da água bombeada apresentar coloração avermelhada com a existência de fragmentos de ferro oxidados espalhados por todo o entorno do poço (Figura 19), após sua limpeza, levanta-se a suspeita inicial de corrosão do revestimento e o colapso do pé do poço provocando a produção de areia, o que justificaria a redução de profundidade.



Figura 18 – Fragmentos de ferro oxidado e água ferruginosa ao fundo.

Porém, segundo a CETESB (1981), a corrosão só ocorre em algumas condições químicas especiais da água como, por exemplo, baixo pH, alcalinidade e dureza. Além disso, a intensidade da corrosão se agrava em poços rasos, devido a facilidade na geração de oxigênio dissolvido. Ainda, as bactérias redutoras de sulfato também provocam corrosão em águas com o eH (potencial redox) abaixo de 200 mV, através de uma alta atividade químico bacteriana; entretanto, acima de 200 mV sua atividade é considerada baixa. Soma-se a isso, uma alta condutividade elétrica que proporciona uma corrosão eletroquímica.

Para Macêdo (2000, p. 148-149) a corrosão eletroquímica (ver Figura 20)

[...] Estabelece uma diferença de potencial elétrico entre dois metais diferentes ou entre diferentes partes de um mesmo metal. Esta diferença de

potencial permite a passagem de corrente elétrica através do metal causando reações em áreas anódicas e catódicas. [...]



Figura 19 – Esquema simplificado da corrosão eletroquímica (Drew, 1979).

As análises físico-químicas demonstraram um pH alcalino (8,01- 7,50), uma baixa condutividade elétrica (178,60 - 183,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e um eH maior que 200 mV, conforme tabela 1; além disso, o poço estudado não é raso o que não favorece a dissolução do oxigênio da superfície. As condições também não justificam tanto a ocorrência de corrosão eletroquímica quanto a corrosão por bactérias redutoras de sulfato. Além disso, observando a Figura 19 novamente, nota-se a saída do Fe^{++} do ânodo para as águas, porém nas análises sua concentração foi nula. Então, com base na literatura apresentada e os resultados apresentados acima, a corrosão não é possível.

Todavia, surgiu outra suspeita relacionada às incrustações provocadas pelas “bactérias do ferro” onde, segundo a CETESB (1981), o ferro em grandes quantidades permite a vida das mesmas, que por sua vez, se alimentam de bicarbonatos e dióxido de carbono em meios alcalinos. Elas transformam o metal em óxido ferroso insolúveis, também chamado de limo, que é o resultado final do ciclo de vida das mesmas. Ainda, como se trata de uma incrustação e não uma corrosão elas acabam entupindo os filtros, diminuindo a vazão do poço. Além disso, elas se aderem a outras substâncias presentes na água espalhando-se por todo o poço.

Em ambas as águas analisadas o pH foi alcalinos, entre 7,5 e 8,01. Além disso, elas também apresentaram uma concentração de bicarbonato entre 17,25 e 29,57 $\text{mg}/\text{L SO}_4^{-2}$. Sabe-se que comumente o pH do Barreiras é ácido, mas como a base do poço, próximo ao filtro é de arenito calcífero, estaria sendo justificado o pH básico dessas águas. Ainda, após a limpeza, a presença de ferro oxidado – possível limo – foi observada espalhada pelo entorno do poço (ver Figura 21). Logo, tudo isso contribui para se criar a hipótese de que tenha ocorrido a incrustação do ferro e não a corrosão.

Portanto, segundo a hipótese criada, o gosto de ferro na água do poço e a lama na bomba devem-se, muito provavelmente, a presença de bactérias do ferro, que por sua vez o incrustou. Além disso, o assoreamento do pé do poço provavelmente ocorreu devido ao próprio limo precipitado e não ao rompimento do revestimento e a produção de areia (ver Figura 21). Ainda,

como a própria literatura descreveu, talvez os filtros do poço estejam entupidos pelo mesmo motivo provocando a perda de vazão.



Figura 20 – Provável limo.



Figura 21 – Material retirado do poço após a limpeza (assoreado).

Uma análise microbiológica para identificar se realmente existe a presença dessas bactérias seria uma sugestão para comprovar a sua real existência e, portanto, aplicar as devidas soluções de manutenção preventiva, evitando no futuro o mesmo transtorno com outros poços, o que pode culminar na “morte do poço”. Entretanto, durante entrevista feita com a professora Andréa Lessa do IFRN a respeito das bactérias precipitadoras de ferro apontou-se a possível bactéria chamada de “*pseudomonas aeruginosa*” como sendo a responsável pelo fenômeno. De acordo com a professora, as mesmas já foram detectadas na praia de Pititinga, litoral norte do RN. Ainda, realizar uma perfilagem com câmera apropriada com o intuito de averiguar a real situação do poço.

7 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Quanto ao estudo de caso criou-se a hipótese da deterioração do poço ter sido ocasionado pela incrustação por bactérias do ferro, pois estavam em condições favoráveis ao seu crescimento segundo a literatura citada e os argumentos utilizados. Além disso, como o próprio trabalho concluiu, em poços perfurados na Formação Barreiras, que é o caso desse poço, a deterioração por essas bactérias são comuns, reforçando a ainda mais essa hipótese.

Recomenda-se a coleta e análises microbiológicas das águas do poço de Parnamirim para confirmar a existências de bactérias do ferro (“*pseudomonas aeruginosa*”), bem como a avaliação dos níveis de incrustação dos filtros com o intuito de identificar se existe entupimento e, conseqüentemente, queda de produção do poço são sugestões de estudos para melhorar os resultados desse trabalho. Ainda, a melhoria dos níveis de nitratos também ocorreu durante a

reabilitação desse poço. Resta saber, mediante o monitoramento, se essa concentração permanecerá ou não.

Buscar soluções para minimizar os efeitos negativos que causam a deterioração dos poços nas diferentes formações geológicas, através de inovações tecnológicas ou de boas práticas, como elaboração de um programa de manutenção e/ou monitoramento, são alternativas pertinentes.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. Manual de operação e manutenção de poços. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente. Gov. de São Paulo. Séc. de Meio Ambiente, 1978.
2. CETESB. Curso de Construção, Operação e Manutenção de Poços. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente. Gov. de São Paulo. Séc. de Meio Ambiente, 1981.
3. CPRM. Noções Básicas sobre Poços Tubulares. Disponível em: <<ftp://ftp.cprm.gov.br/pub/pdf/dehid/manubpt.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2011.
4. DREW. Análises de Águas Industriais. São Paulo: DREW – Produtos Químicos Ltda., 331p., 1979.
5. FEITOSA, Fernando A. C. et al. Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. 812 p.
6. FUNASA. Manual de projeto e construção de poços tubulares profundos. Disponível em: <http://www.perfuradores.com.br/index.php?CAT=pocosagua&SPG=perfuracao&art=dicas_perf_004>. Acesso em: 20 jul. 2011.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. CDROM.
8. IDEC. Pobreza no Rio Grande do Norte. Condicionantes socioeconômicos. Natal, 1975.
9. MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Águas & Águas. Minas Gerais: ORTOFARMA, 2000.
10. OLIVEIRA, Abiatar Castro. Estudo de Reabilitação de Poço Tubular Profundo Pertencente ao Sistema de Abastecimento da Cidade de Fernandonópolis. São Paulo: 2009.
11. MABESOONE J. M. et al. Nota Explicativa dos Mapas. In: Estudos Geológicos: Revisão Geológica da Faixa Costeira de Pernambuco, Paraíba e Parte do Rio Grande do Norte, UFPE - Recife, Série B, v. 10, p. 21-31, 1991.
12. REBOUÇAS, A. C. Estudo Hidrogeológico. TOMO I e II. Recife, SUDENE, 1967.
13. IPT. Estudos Hidrogeológico Regional Detalhado do Estado do Rio Grande do Norte. Secretaria de Indústria e Comércio do Rio Grande do Norte, Vol.1, 389 p, 1982.

14. ZOBY, J.L.G. & MATOS, B. Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., Florianópolis, 2002. Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.