

SONDAGEM A PERCUSSÃO COM SPT + TESTE DE BOMBEAMENTO: AVALIAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE POÇO FILTRADO EM MARGEM EM UMA COMUNIDADE RURAL QUILOMBOLA DO NORTE DE MINAS GERAIS

Mirene Augusta de Andrade Moraes^{1*}, Valter Lúcio de Pádua²

RESUMO

Para o abastecimento de água de algumas famílias da comunidade quilombola de Lagedo, localizada na zona rural do município de São Francisco/MG, foi avaliada a instalação de um poço de filtração em margem. A filtração em margem vem se mostrando uma prática alternativa promissora no tratamento de água por ser barata e eficiente na redução de diversos contaminantes. A filtração em margem é uma técnica que consiste na percolação da água em direção a poços construídos nas margens do rio, induzida pela diferença de nível entre o rio e o lençol freático. A primeira etapa desta pesquisa objetivou a caracterização do solo das margens de um ribeirão. Entretanto, o boletim de sondagem evidenciou ausência de boa conexão hidráulica do aquífero com o manancial superficial. Foi então decidido em conjunto com a coletividade que poderia ser implantado um poço raso, mas essa água fluirá em direção ao manancial de superfície, e não filtrada em margem. Na segunda etapa, o teste de bombeamento atestou que o poço escavado não consegue fornecer água em quantidade suficiente para abastecer as famílias interessadas.

PALAVRAS-CHAVE: comunidades rurais, filtração em margem, poço raso.

INTRODUÇÃO

Os Quilombos eram os locais onde se refugiavam no anseio de liberdade, os escravos fugidos durante o período colonial e imperial. Logo, as áreas que formavam os quilombos eram isoladas geográfica e socialmente. Essas comunidades estão em situação de intensos conflitos, dentre os mais comuns, é possível citar ausência de regulamentação da posse de terra, geração de renda incerta, presença de monocultura/pecuária/mineração, desconhecimento dos direitos quilombolas, emigração sazonal principalmente entre o jovem do sexo masculino, falta de serviços de saúde e de educação, além da precária infraestrutura de transporte e saneamento (CEDEFES, 2013; HORTA *et al.*, 2013). Segundo Horta *et al.* (2013), figuram-se as verminoses as doenças mais comuns entre as crianças quilombolas, evidenciando assim o baixo nível de saneamento básico a qual estas populações estão submetidas. Aliada à falta de abastecimento adequado de água observa-se que a maioria das casas não possui banheiros e ainda há comunidades em que foi identificado lançamento de dejetos diretamente no manancial.

O município de São Francisco, assim como todo o norte do Estado de Minas Gerais, possui população rural formada por remanescentes de Quilombos, e apesar de não fazer parte oficialmente do semiárido brasileiro, avista-se um quadro semelhante e alarmante no território do Quilombo Bom Jardim da Prata. Este estudo teve como foco a comunidade de Lagedo, pertencente ao Quilombo Bom Jardim da Prata e localizada às margens do Rio São Francisco na zona rural do município de São Francisco/MG. A falta de água tratada pode ser a principal causa do alto predomínio de giardíase e amebíase na população deste Quilombo (SOUTO *et al.*, 2012).

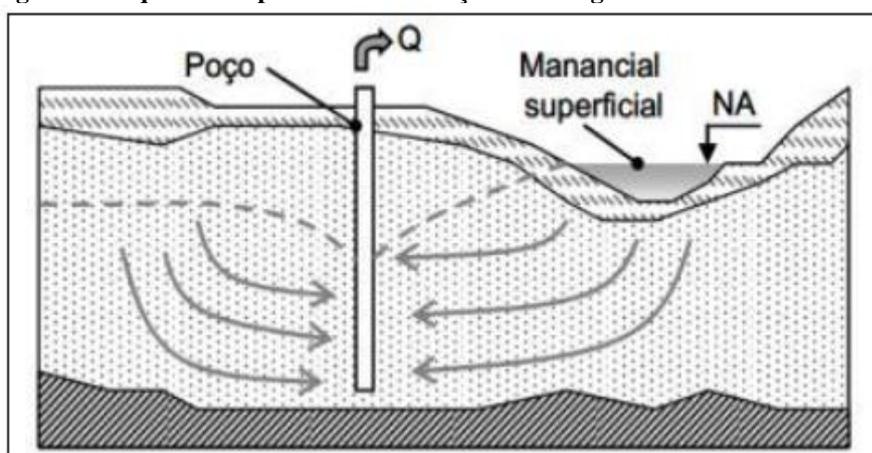
¹ Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais.

² Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre e doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais.

* *Autor correspondente:* Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos nº 6627, Escola de Engenharia – Bloco 1, 4º andar – Bairro Pampulha, Belo Horizonte/MG, CEP: 31270-901, Brasil. E-mail: miaugusta@hotmail.com.

A filtração em margem (FM) vem se mostrando uma prática alternativa promissora no tratamento de água, mesmo em grandes centros urbanos, por ser barata e eficiente na redução de diversos contaminantes físicos, químicos e biológicos. Segundo Ray *et al.* (2003), a aplicação da FM fornece, de imediato, dois benefícios: diminuição da necessidade de uso de produtos químicos e redução de custos para a comunidade em razão do decréscimo de casos de doenças de veiculação hídrica. A FM é uma técnica que consiste na construção de um ou mais poços na margem do manancial, rio ou lagoa e no posterior bombeamento da água (**Figura 1**). O bombeamento induz a água a percolar pelo solo e a fluir em direção ao poço, devido à formação de uma diferença de nível entre o rio e o lençol freático (SANTOS *et al.*, 2014). No trajeto pelos sedimentos das margens e do fundo do manancial, espera-se que muitos dos contaminantes presentes na água superficial sejam atenuados através de um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos (TYAGI *et al.*, 2013). A ausência ou as pequenas concentrações de substâncias nocivas à saúde humana na água subterrânea torna a qualidade da água recolhida no poço em geral superior à do rio (RAY *et al.*, 2003). A água do poço será originária do manancial superficial e do lençol freático; a contribuição de cada um depende da hidrogeologia local, da distância do poço até o rio ou lago e da vazão aduzida. A FM é um pré-tratamento, e em alguns casos, pode servir como único tratamento antes da desinfecção (RAY *et al.*, 2003; SENS *et al.*, 2006).

Figura 1: Esquema simplificado da filtração em margem



Fonte: Sens *et al.* (2006)

Alguns fatores interferem no desempenho da FM e devem ser devidamente analisados pelo engenheiro responsável: disponibilidade de água do rio que pode ser induzida a fluir pelo solo; qualidade da água do manancial superficial e suas fontes poluidoras; sazonalidade do rio; velocidade de percolação; tempo de retenção e composição do material de interface entre manancial superficial e subterrâneo; e características hidráulicas do meio poroso (TUFENKJI *et al.*, 2002; RAY *et al.*, 2003; SANDHU *et al.*, 2011 *apud* TYAGI *et al.*, 2013).

Os fatores que influenciam os processos na FM, como já visto, variam de local para local e, portanto não existe um protocolo a ser seguido. As propriedades dos sedimentos, tais como: distribuição no tamanho dos grãos, permeabilidade e porosidade, assim como o regime de bombeamento, controlam a velocidade de infiltração (PAIVA *et al.*, 2010).

Os aquíferos aluvionares conferem satisfatória resposta à técnica de modo geral, devido a sua complexa hidrogeologia (TUFENKJI *et al.*, 2002; DOUSSAN *et al.*, 1997 *apud* HISCOCK & GRISCHEK, 2002). Os depósitos aluvionares são localizados em áreas planas como várzeas ou próximos aos rios e são formados por depósitos diversos transportados pela água, desta forma são bastante heterogêneos. O aluvião é constituído em geral por solos grosseiros como pedregulhos e seixos, areias de diversas granulometrias e uma fina camada superior argilosa ou siltosa (VARGAS, 1978). As condições ideais solicitam depósitos grosseiros, os quais são permeáveis, e ao mesmo tempo possuem uma camada de interface semipermeável que separa o meio poroso e a água superficial (DASH *et al.*, 2010); e também conexão hidráulica com o solo do leito do rio.

Considerando que na comunidade de Lagedo, e em tantas outras comunidades rurais, onde existe a realidade de captar água de cursos d'água com qualidade desconhecida e a consumirem sem prévio tratamento, aliada a carência de fundos financeiros, a proposta principal deste trabalho é avaliar a viabilidade de implantação de um poço filtrado em margem na comunidade em estudo.

OBJETIVO

Analisar a viabilidade técnica do emprego da filtração em margem no tratamento de água da comunidade de Lagedo, através de sondagem percussiva com ensaio SPT no solo das margens do rio e de teste de vazão em um poço raso.

MATERIAIS E MÉTODOS

Lagedo tem por limite três cursos d'água: o Rio São Francisco, o Rio Pardo e um ribeirão denominado "Riacho". E mesmo situadas próximas a diversos cursos d'água, esta e outras comunidades do Quilombo sofrem problemas relacionados ao abastecimento de água, tanto em relação à infraestrutura existente, quanto ao não tratamento da água consumida. Ressalta-se que o presente trabalho retrata a busca por uma solução do fornecimento de água de qualidade apenas para as famílias interessadas que moram próximas a região do Ribeirão Riacho, o que totaliza atualmente cerca de 60 pessoas.

PRIMEIRA ETAPA

A FM, aceita pela população local, foi eleita uma das técnicas com chances de ser bem sucedida para o tratamento da água na comunidade de Lagedo. Deste modo, esta etapa firmou-se na caracterização do solo das margens do Ribeirão Riacho para estudo de viabilidade da técnica. Iniciou-se assim, o planejamento de estudo da caracterização do solo e do aquífero, através de execução de ensaios de permeabilidade *in situ*, realização de sondagem a percussão com ensaio SPT, e análise em laboratório de granulometria, porosidade e índice de vazios para todas as camadas de material grosseiro de cada furo de sondagem.

A Sondagem à Percussão com ensaio SPT (*Standard Penetration Test*), normatizada no Brasil pela ABNT-NBR 6484, é um ensaio comumente utilizado na construção civil. Este método permite a definição do perfil geológico e a capacidade de carga das diferentes camadas que compõem o solo, a coleta de amostras das camadas, a verificação do nível do lençol freático e a determinação da compacidade ou consistência dos solos arenosos ou argilosos.

SEGUNDA ETAPA

Nesta etapa, foi efetuado um teste de bombeamento em um poço instalado sobre o furo de sondagem distante em torno de 115 m do Ribeirão Riacho. A água do poço foi bombeada até que fosse esgotada. A vazão aduzida foi calculada por método volumétrico a partir do tempo gasto para encher um recipiente de 200 L. A evolução do nível dinâmico produzido foi medida por um sensor de nível d'água em intervalos de tempo. Foi acompanhado também o nível estático do poço após ter sido encerrado o teste para assim se verificar a capacidade de recuperação do poço.

O teste de bombeamento constitui não apenas um modo de determinação da vazão de exploração do poço, mas também um teste de conexão hidráulica entre o poço e o manancial superficial. O ensaio de bombeamento é o modo mais comum de se obter parâmetros hidrodinâmicos de um aquífero e as perdas de carga no poço e no aquífero, para assim ser possível a definição da capacidade de produção do poço (GIAMPÁ & GONÇALES, 2006).

RESULTADOS

PRIMEIRA ETAPA

As análises adequadas de investigação do solo devem ser realizadas previamente à implantação dos poços de FM. Uma dificuldade deparada pelos autores deste trabalho merece apreciação: encontrar uma empresa que se dispusesse a executar o serviço no município de São Francisco/MG não foi uma tarefa fácil. Foram contactadas ao todo, seis empresas localizadas em diferentes municípios: Belo Horizonte/MG, Brasília/DF e Montes Claros/MG, e apenas uma mostrou-se disposta a executar a sondagem. As outras não manifestaram interesse em deslocar seus equipamentos para o município de São Francisco/MG. E ainda, as duas empresas perfuradoras de poços consultadas demonstraram não ter benefícios em realizar a perfuração de poços com profundidade inferior a 60 m. Essas dificuldades aliada a grandes custos de deslocamento com mobilização de

pessoal e equipamentos para áreas isoladas, pode ser um dos fatores para inviabilizar a aplicação da FM. Deste modo, o poder público deve fornecer o devido apoio financeiro e técnico.

Assim, em posse de apenas um orçamento, contratou-se a empresa interessada, localizada no município de Montes Claros. Pelo alto custo orçado para a instalação dos medidores de nível d'água, foi decidido que não seriam implementados. Foi então, realizada no dia 14 de maio de 2015 a sondagem percussiva com ensaio SPT. Na **Figura 2** é mostrado o croqui de locação dos pontos sobre a imagem de satélite do Google Earth fornecido pela empresa que realizou a sondagem. Os pontos SP-04, SP-05 e SP-06 estão localizados as margens do Ribeirão Riacho, sendo o SP-04, o mais próximo do corpo d'água e o SP-06, o mais distante. A elevação dos pontos foi obtida por GPS e para a definição das coordenadas horizontais foi utilizado o Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM).

Na **Figura 3** encontra-se o registro fotográfico das amostras de solo coletadas pelo amostrador a cada metro para análise tátil-visual dos pontos SP-04, SP-05 e SP-06. Os conteúdos mais importantes para este estudo do relatório de sondagem referentes aos pontos SP-04, SP-05 e SP-06 estão ilustrados na **Figura 4**. Os relatórios foram colocados lado a lado para melhor análise

A **Tabela 1** relaciona o índice de resistência à penetração com a compacidade (para solos arenosos) ou com a consistência (para solos argilosos) de acordo com a classificação da ABNT NBR 7250/82 e também alguns parâmetros de resistência e de deformabilidade em relação ao número SPT. Entretanto, Marangon (2009) ressalta que por ser avaliações empíricas, o uso de tais correlações está limitado a estudos preliminares. Nota-se que ao aumentar a compacidade ou consistência, a resistência a penetração também cresce. Além disso, verifica-se a correspondência entre a progressão do peso específico com o incremento do índice SPT, e ainda a proporcionalidade entre o número de golpes e a coesão das argilas ou o ângulo de atrito das areias.

A equação de Taylor - **Equação (1)** - correlaciona o coeficiente de permeabilidade k com o índice de vazios e . Para um mesmo solo, conhecido o k para determinado e , pode-se calcular o k para outro e .

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\frac{e_1^3}{(1+e_1)}}{\frac{e_2^3}{(1+e_2)}} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: e_1 – índice de vazios 1; k_1 – coeficiente de permeabilidade 1;
 e_2 – índice de vazios 2; k_2 – coeficiente de permeabilidade 2.

Tabela 1. Avaliações empíricas de parâmetros de resistência e de deformabilidade de solos

ARGILA e SILTE ARGILOSO	Índice de resistência a penetração	Índice de consistência (IC)	Peso específico (t/m ³)	Coesão (t/m ²)	Ângulo de atrito
Muito mole	≤ 2	0	1,3	0 - 1,2	0°
Mole	3 a 5	0 - 0,25	1,5	1,2 - 2,5	0°
Média	6 a 10	0,25 - 0,5	1,7	2,5 - 5,0	0°
Rija	11 a 19	0,5 - 0,75	1,9	5,0 - 15,0	0°
Dura	> 19	> 1,0	> 2,0	> 15,0	0°
AREIA e SILTE ARENOSO	Índice de resistência a penetração	Grau de compacidade (GC)	Peso específico (t/m ³)	Coesão (t/m ²)	Ângulo de atrito
Fofa	≤ 4	0 - 0,25	1,6	0	25° - 30°
Pouco fofa	5 a 8				30° - 35°
Média	9 a 18	0,25 - 0,5	1,9	0	35° - 40°
Compacta	19 a 40	0,5 - 0,75	2,0	0	40° - 45°
Muito compacta	> 40	0,75 - 1,0	> 2,0	0	> 45°

Fonte: ABNT/NBR 7250 e Marangon (2009) modificado

Logo, quanto mais fofo é um solo arenoso, maior será sua permeabilidade. Entretanto, Pinto (2006) destaca que o índice de vazios, por si só, não indica a compacidade das areias. Desta forma, ainda que não seja válido de modo universal, para o caso das areias pode-se associar o número SPT com a permeabilidade. Isto é, quanto menor o índice de resistência a penetração (isso quer dizer menor grau de compacidade) se apresentar, maior será a permeabilidade. Em relação às argilas, uma melhor correlação se obtém entre o índice de vazios e o

logaritmo do coeficiente de permeabilidade (PINTO, 2006). O índice de vazios e o logaritmo do coeficiente de permeabilidade praticamente se relacionam de maneira proporcional por meio de uma reta.

Ao explorar a **Figura 4**, nota-se que a pequena camada superficial é arenosa em todos os pontos de sondagem. O nível d'água no período variou entre 0,6 e 1,9 m em relação a superfície do terreno. Camada de areia compacta (reduzido índice de vazios e elevados números de golpes) com menos de 2 m foi encontrada nos pontos SP-04 e SP-05. O grau de compactidade da areia aumenta no ponto SP-05 e atinge valor máximo ao final do ensaio. Para os pontos SP-04 e SP-06, abaixo dos 2 m, surge um solo argiloso de consistência muito rijá a dura e após os 3m, apresentam-se alterações rochosas e, portanto, com elevada resistência a penetração. Abaixo dos 4 m de profundidade encontra-se um solo mais consolidado; um horizonte com características mais próximas as da rocha-mãe e, portanto, com maior resistência a penetração. O ensaio foi interrompido em torno dos 4 m abaixo da superfície, pois foi atingido um solo impenetrável de acordo com a Norma.

O horizonte de rocha alterada mostrou-se muito compacta, conforme se percebe no laudo, o número de golpes cresce muito para obter a penetração. Logo, o solo das margens do Ribeirão Riacho, na área estudada, não permitiu boa conexão hidráulica do manancial superficial com o aquífero. Como a FM foi descartada nesta área, coletas de solos para análise no laboratório de granulometria e índices físicos, bem como o ensaio de permeabilidade *in situ*, foram interrompidos.

Deste modo, como o solo não exibiu condições satisfatórias para o emprego da técnica, foi decidido em conjunto com a coletividade que seria avaliada a instalação de um poço raso para abastecer a região do Riacho; fazendo-se o poço, é possível que se obtenha água em quantidade suficiente para atender algumas casas e até de qualidade, mas essa água flui em direção ao manancial de superfície, e não filtrada em margem.

Figura 2: Croqui de localização dos pontos de sondagem



Fonte: Adaptado do software Google Earth

Figura 3: Registro fotográfico amostras de solo SP-04, SP-05 e SP-06



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 4: Partes do boletim de sondagem: SP-04, SP-05 e SP-06

SP-04		SP-05		SP-06	
NÍVEL D'ÁGUA (m)	1,74	1,15	0,00	N.A. INICIAL: 13/05/15 - 1,72m N.A. FINAL: 13/05/15 - 0,60m	
PROFUNDIDADE DA CAMADA (m)	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50
PERFIL GEOLÓGICO / AMOSTRAS	(00) (01) (02)	(00) (01) (02) (03) (04)	(00) (01) (02)	(00) (01) (02) (03) (04)	(00) (01) (02) (03) (04)
DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DO MATERIAL (Táctil/Visual)	AREIA COM DETRITOS VEGETAIS, COR CINZA AREIA, COMPACTA, COR BRANCA ARGILA ARENOSA, NÃO PLÁSTICA, DURA, COR CINZA SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA ARENOSO COM PEDREGULHOS, FRÁVEL, COMPACTO A MUITO COMPACTO, COR CINZA CLARO IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.	AREIA COM DETRITOS VEGETAIS, COR MARROM AREIA, COMPACTA, COR BRANCA AREIA COM PEDREGULHOS GROSSOS, COMPACTA A MUITO COMPACTA, COR BRANCA IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.	AREIA COM DETRITOS VEGETAIS, COR MARROM AREIA ARGILOSA COM PEDREGULHOS GROSSOS, FOFA, COR MARROM ARGILA MUITO ARENOSA COM PEDREGULHOS, PLÁSTICA, MÉDIA, COR CINZA SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA ARENOSO, FRÁVEL, MUITO COMPACTO, COR AMARELO IMPENETRÁVEL AO TRÉPANO DE LAVAGEM NOTA: Furo paralisado conforme descrito no item 6.4.3.3 da norma NBR6484:2001 - Solo - Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT.		
GRÁFICO N ₆₀ PT (GOLPES)					

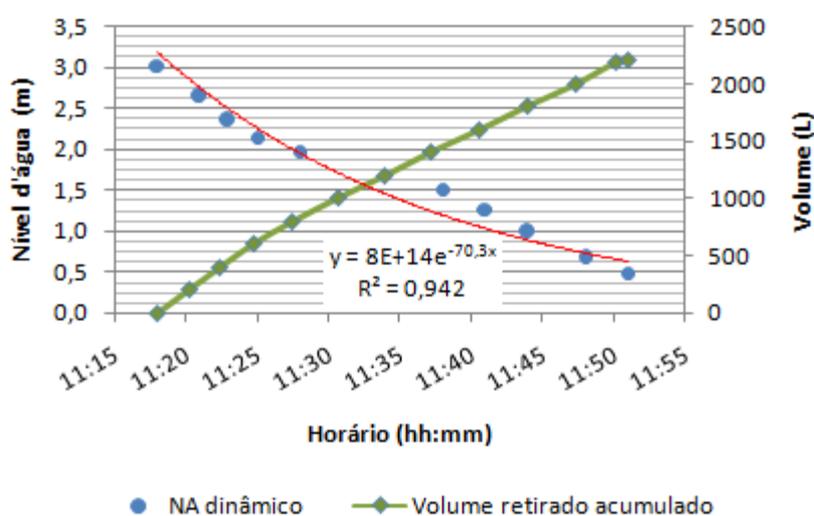
SEGUNDA ETAPA

Um poço raso foi escavado sobre o furo de sondagem SP-06. A superfície do terreno no local do furo possui um desnível de 2,14 m em relação ao manancial superficial. O poço tem profundidade de 5,2 m e foi revestido nas laterais com manilhas de concreto de diâmetro interno de 0,8 m. O fundo ainda não é preenchido, é apenas o próprio solo. O ensaio de vazão foi efetuado no dia 04 de março de 2016 (estação do ano: verão) e teve seu início e término, respectivamente nos horários de 11h 18min e 11h 51min, logo com duração de 33 minutos. Antes de se iniciar um teste de bombeamento, é necessária a realização de um pré-teste para fazer o ajuste da vazão bombeada. Contudo, a bomba disponibilizada para realizar o teste foi uma de potência 5,5 HP, que abstraiu água a uma vazão média de 1,2 L/s. Tal caudal é grande para o poço em questão e por isso, o teste teve curta duração.

O poço, portanto, conseguiu fornecer um volume total de aproximadamente 2300 L, quando permitido o seu rebaixamento até o nível d'água (NA) atingir 0,49 m. Este valor é o nível dinâmico mínimo para que não seja ultrapassado o crivo da bomba. Deste modo, o rebaixamento disponível foi de 2,54 m, o que perfaz uma vazão específica de 0,47 L/s/m. Como era de se supor, a água retirada já nos últimos centímetros de profundidade, visivelmente possuía alta turbidez, devido ao carregamento de solo provocado pela sucção da bomba. Foi decidido então, que antes de iniciar a operação do poço pelos moradores, seria colocado um filtro de brita ao fundo.

A **Figura 5** apresenta o NA do poço e o volume total bombeado durante o período do teste. A princípio, foi estabelecidas medidas de três em três minutos, mas problemas durante o ensaio provocaram coletas de dados em intervalos não constantes. O NA estático inicial foi 3,03 m (ou seja, 2,17 m abaixo da superfície do terreno), nível inferior ao medido quando efetuada a sondagem (maio de 2015 – estação do ano: outono). Dados de pluviometria da região nos últimos meses não foram analisados, pois foge do escopo deste trabalho. Entretanto, é possível supor que essa diferença do NA demonstra principalmente o efeito das chuvas no aquífero em estudo, uma vez que na data da realização da sondagem, as chuvas de verão se adentraram a abril e na realização do teste de bombeamento, o período chuvoso ainda está em andamento.

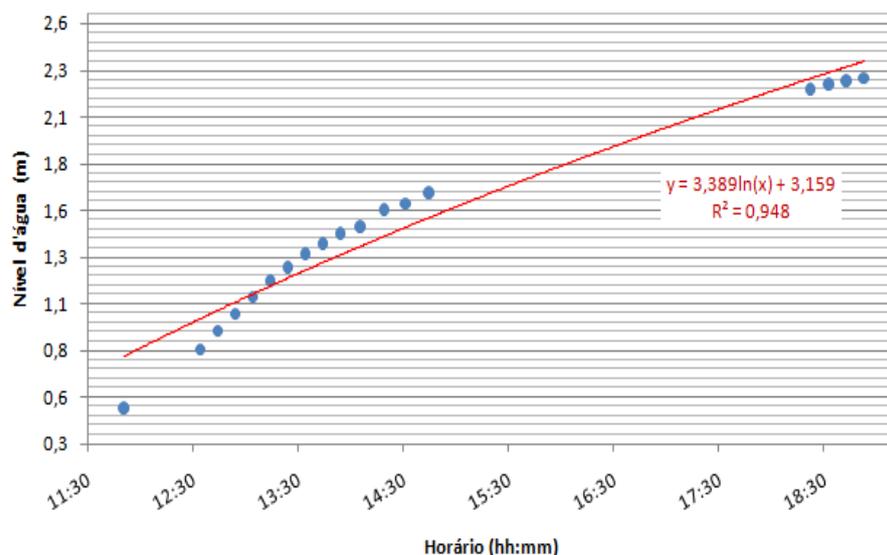
Figura 5: Nível d'água e Volume bombeamento durante o teste



A recuperação do poço foi medida (**Figura 6**). O computador ligado ao sensor que guardava os dados de NA esgotou a bateria após às 15 horas, por isso observa-se um grande intervalo de tempo sem realizar medidas. As medições foram retornadas e novamente encerradas às 19 horas. Uma regressão logarítmica foi traçada. A partir desta curva pode-se estimar o provável horário que o poço retornará ao nível estático inicial: às 23 horas. Logo, o poço gasta quase 12 horas para recuperar o nível inicial. Desta forma, verificou-se que o poço construído não consegue realizar o abastecimento domiciliar da população de 60 pessoas, o que totaliza 6 m³/dia (considerando um consumo diário *per capita* de 100 L).

Uma comparação apenas visual dos níveis de água do Ribeirão Riacho com o poço durante o teste de bombeamento demonstrou que o poço não possui boa interligação hidráulica com o rio, pois o nível do rio não fez qualquer acompanhamento com o formato da curva do nível dinâmico da água subterrânea.

Figura 6: Recuperação do nível d'água do poço



CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As características do solo e a hidráulica do meio poroso da região em que a comunidade de Lagedo está inserida não se mostraram adequadas para a aplicação da FM. Nada obstante, mesmo a tentativa de viabilizar a FM para o tratamento da água desta coletividade não tenha sido positiva, o método se demonstra vantajoso. Logo, esta técnica deve alcançar outras zonas rurais, quando atributos hidrogeológicos locais denotarem condições satisfatórias para a sua implantação. A compreensão dos conceitos que regem a FM associados a processos de tratamento subsequentes são a chave para a otimização do sistema.

O teste de vazão confirmou a não capacidade do poço em abastecer em quantidade adequada a população. Deste modo, a profundidade do poço será aumentada e novo teste de bombeamento será realizado em período de seca (agosto ou setembro). Mesmo se atestando *a posteriori* a produção suficiente do poço, estudos de monitoramento da qualidade da água são necessários para averiguar técnicas de tratamento apropriadas, ao menos desinfecção, para deste modo assegurar o fornecimento de água de qualidade para a população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2001) NBR 6484: Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro.
2. _____. (1982) NBR 7250: Identificação e descrição de amostras de solo obtidas em sondagem de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro, 1982.
3. CEDEFES. (2013) Comunidades Quilombolas de Minas Gerais: Entre direitos e conflitos. ed 1, ano 1.
4. DASH, Rakesh R.; PRAKASH, E. V. P. Bhanu; KUMAR, Pradeep; MEHROTRA, Indu; SANDHU, Cornelius; GRISCHEK, Thomas. River bank filtration in Haridwar, India: removal of turbidity, organics and bacteria. *Hydrogeology Journal*, 2010, v.18, p. 973–983.
5. GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALES, V. G. (2006) Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. São Paulo: Signus, 502p.
6. HISCOCK, K M.; GRISCHEK, T. Attenuation of groundwater pollution by bank filtration. *Journal of Hydrology*, 2002, v. 266, p. 139-144.
7. HORTA, C. R.; MENDONÇA, C. P.; ALVES, F. A.; COSTA, J. J.; GIFFONI, J. M. S. Quilombolas de Minas Gerais: Uma metodologia de resgate de identidades. Núcleo de Estudos Sobre o Trabalho Humano, Universidade Federal de Minas Gerais. Ed. Usina do Livro. Belo Horizonte, 2013.

8. MARANGON, M. Parâmetros dos Solos para Cálculo de Fundações. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2009. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/GF03-Par%C3%A2metros-dos-Solos-para%C3%A1culo-de-Funda%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em 07 nov 2015.
9. PAIVA, Anderson Luiz Ribeiro de; CABRAL, Jaime Joaquim da Silva Pereira; DEMÉTRIO, José Geilson Alves; SOBRAL, Maria do Carmo Martins. Filtração em margem para indução de recarga e melhoria da qualidade de água – estudo de caso: Rio Beberibe. *Águas Subterrâneas*, v.24, n.1, p.103-114, 2010.
10. PINTO, C. S. Curso básico de mecânica dos solos: exercícios resolvidos em 16 aulas. 3.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006, 367p.
11. RAY, C.; MELIN G.; LINSKY, R.B. Riverbank Filtration: Improving Source-Water Quality. Water Science and Technologia Library. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003.
12. SANTOS, L. L.; CABRAL, J. J. S. P.; FREITAS, D. A.; CIRILO, J. A.; SENS, M. L.; ARAGÃO, R.; BARROS, T. H. S. Aplicação da tecnologia de filtração em margem para população difusa no Semiárido Pernambucano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 2014, 19(4) p.49-58.
13. SENS, M. L. *et al.* Filtração em margem. In: PADUA, V.L. (coord.). Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano. Rio de Janeiro: ABES-Projeto Prosab, 2006, p. 173-236.
14. SOUTO, R. G., SANTO, L. R. E.; RIBEIRO, F., ALMEIDA, J. M.; SILVEIRA, M. F. Avaliação das parasitoses intestinais e da esquistossomose hepática em uma comunidade quilombola, em São Francisco, MG. *Motricidade*, 2012, 8(S2) p.95.
15. TUFENKJI, N.; RYAN, J. N.; ELIMELECH, M. The promise of bank filtration. *Environmental Science & Technolog*, nov. 2002, p. 423-428.
16. TYAGI, Shweta; DOBHAL, Rajendra; PRASHANT, L. K. Adlakha; UNİYAL, Singh D. P. Studies of River Water Quality Using River Bank Filtration in Uttarakhand, India. *Water Qual Expo Health*, 2013, v. 5, p. 139–148.
17. VARGAS, M. Introdução à Mecânica dos Solos. Editora McGRAW-HILL do Brasil LTDA. 1978.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS em *apud*

1. DOUSSAN, C.; POITEVIN, G.; LEDOUX, E.; DETAY, M. River bank filtration: modelling of the changes in water chemistry with emphasis on nitrogen species. *J. Contam. Hydrol.* v.25, p.129–156, 1997.
2. SANDHU, C; GRISCHEK, T; KUMAR, P; RAY, C. Potential for riverbank filtration in India. *Clean Technol Environ Policy*, 2011, v.13, p.295–316.