



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

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed.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

Caracterização Hidrogeológica do Aquífero Freático da Unidade 3 da Univiçosa

Hydrogeological Characterization of the Groundwater Aquifer of Unit 3 of Univiçosa

Edson Henrique Cândido Miranda¹; Raffles Anselmo da Mata¹; Luana Cláudia Pereira²

¹ Centro Universitário de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

² Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

✉ h.mirandacm@gmail.com, raffles.mata@hotmail.com, luanac_pereira@hotmail.com

Palavras-chave:

Águas Subterrâneas.
Hidrogeologia.
Modelagem Conceitual.
Poços.
Univiçosa.

Resumo

Diante do avanço das simulações de águas subterrâneas nos últimos anos como forma de propor soluções para gestão de recursos hídricos, a presente pesquisa teve como objetivo a elaboração de um modelo hidrogeológico conceitual para o aquífero freático da Unidade 3 da Univiçosa, em que foi analisado o rebaixamento do nível de água do lençol freático através dos dados de bombeamento dos poços existentes no local e obtidos os parâmetros hidrodinâmicos do aquífero através do software *Aquifer Test*. Também foram realizadas análises potenciométricas dos poços bem como a relação entre a precipitação e a recarga do aquífero por intermédio de campanhas de monitoramento dos níveis de água estático e dinâmico dos poços e do regime de precipitação da região no intuito de se compreender o comportamento do lençol freático da região. Foi verificado que houve diferentes respostas ao bombeamento para os poços denominados "Frente Esquerda" e "Fundos Direita", este último devido a um pequeno lago em sua proximidade. Durante a recuperação ambos os poços se comportaram de maneira semelhante em que os níveis de água atingiram valores acima dos medidos antes dos testes de bombeamento, porém com o poço "Fundos Direita" atingindo valores muito acima, por volta de 1,75 m a mais do que o nível medido antes do teste de bombeamento. Os valores dos parâmetros hidrodinâmicos encontrados foram: Transmissividade (T) $1,0 \times 10^{-3}$ m²/s, Condutividade Hidráulica (K) 4,17 x 10⁻⁵ m/s e Armazenamento (S) $1,0 \times 10^{-4}$. Estes valores permitiram a obtenção do Raio de influência dos poços sendo possível constatar a não sobreposição dos cones de rebaixamento entre os poços "Frente Esquerda" e "Fundos Direita". A análise potenciométrica permitiu verificar o comportamento do fluxo de água entre os poços, incluindo um terceiro denominado "Residencial", sendo constatado que em regime estacionário a água flui dos poços de maior para os de menor cota altimétrica e em regime transitório, quando há bombeamento, ela flui em direção aos poços. A análise da relação entre a precipitação e a recarga do aquífero não foi significativa, mostrando pequenas variações nos níveis estáticos da água dos poços em períodos chuvosos, o que leva a crer que a quantidade de água precipitada e o período de monitoramento não foram suficientes para constatar alterações nos níveis de água do lençol freático. Por fim, foi constatado que a exploração de água dos poços não compromete a quantidade de água no local, visto que não há interferência entre eles, porém recomenda-se a execução de sondagens nas proximidades dos poços para melhor caracterização dos mesmos e ampliação do período de monitoramento para melhor conhecimento do comportamento do aquífero freático local por meio da elaboração de um modelo hidrogeológico matemático.

Keywords

Groundwater.
Hydrogeology.
Conceptual Modeling
Wells.
Univiçosa.

Abstract

In view of the advancement of groundwater simulations in recent years as a way of proposing solutions for the management of water resources, the present research aimed to develop a conceptual hydrogeological model for the phreatic aquifer of Unit 3 of Univiçosa, in which the lowering of the water table water level through the pumping data of the wells existing at the site and obtaining the hydrodynamic parameters of the aquifer through the *Aquifer Test* software. Potentiometric analyzes of wells were also performed, as well as the relationship between precipitation and aquifer recharge through campaigns to monitor the static and dynamic water levels of the wells and the region's precipitation regime to understand the behavior of the sheet water table in the region. It was found that there were different responses to the pumping for the wells called "Frente Esquerda" and "Fundos Direita", the latter due to a small lake in its proximity. During recovery, both wells behaved in a similar manner in that the water levels reached values above those measured before the pumping tests, but with the well "Fundo Direita" reaching values much higher, around 1.75 m more than the level measured before the pumping test. The values of the hydrodynamic parameters

found were: Transmissivity (T) $1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2 / \text{ s}$, Hydraulic Conductivity (K) $4.17 \times 10^{-5} \text{ m} / \text{ s}$ and Storage (S) 1.0×10^{-4} . These values allowed obtaining the Radius of influence of the wells, making it possible to verify the non-overlapping of the lowering cones between the two wells. The potentiometric analysis allowed to verify the behavior of the water flow between the wells, including a third one called "Residential", being verified that in a stationary regime the water flows from the highest to the lowest altimetric wells and in a transient regime, when there is pumping, it flows towards the wells. The analysis of the relationship between precipitation and aquifer recharge was not significant, showing small variations in the static water levels of wells in rainy periods, which suggests that the amount of water precipitated in the monitoring period was not sufficient to cause changes in water table levels. Finally, it was found that the exploitation of water from the wells does not compromise the amount of water in the site, since there is no interference between them, however it is recommended to carry out surveys in the vicinity of the wells to better characterize them and extend the period. monitoring to better understand the behavior of the local groundwater aquifer through the development of a mathematical hydrogeological model

DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v34i2.29902>

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais importantes para a subsistência da vida no planeta. Segundo Tundisi (2003) 97% da água disponível no planeta está nos oceanos e não pode ser utilizada para os usos básicos humanos e animais e grande parte dos 3% restantes (aproximadamente 35 milhões de quilômetros cúbicos) está sob a forma de gelo na Antártida ou na Groelândia restando apenas 0,8%, ou seja, aproximadamente 208 mil km³ do total de recursos de água doce disponível para utilização (SPERLING, 1996).

Uma análise genérica permitiria pensar que grande parte dessa água se encontra nos lagos e rios, porém é exatamente o contrário. Um pouco mais de 97% desses 208 mil km³ de água doce disponíveis na Terra encontram-se no subsolo (FILHO & FEITOSA, 2000). Portanto faz-se necessária uma análise mais holística sobre o tema, pois não é possível extrair todo esse aporte de água dos aquíferos nas condições em que se encontram sendo necessária uma gestão do sistema tanto para levantamento de informações locais quanto para gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis.

Diante disso, os avanços tecnológicos e a globalização permitiram que os estudos das águas subterrâneas assumissem um importante papel no que diz respeito a prover soluções para os problemas de suprimento hídrico e de controle da poluição, inerentes às atividades humanas. Do ponto de vista de gestão de recursos hídricos, o mundo vive um processo de desequilíbrio, seja devido à escassez ou à abundância de água, visto que em algumas regiões nota-se um excesso, no sentido de muita oferta para pouca demanda, enquanto em outras há escassez devido à diversas condições, dentre elas: alta demanda e pouca oferta devido ao aumento populacional, clima regional desfavorável ao ciclo hidrológico e etc.

Segundo Filho e Feitosa (2000) o aproveitamento criterioso da água subterrânea, como fator para o desenvolvimento, enfrenta pelo menos três desafios, no tocante à necessidade de conhecimentos, sendo o primeiro nos campos hidrogeológicos da exploração, avaliação e exploração; o segundo nos domínios da proteção e da conservação e o terceiro está associado com a necessidade de conhecimentos para bem planejar e administrar, tanto os diversos usos quanto à preservação da água subterrânea.

Goiás et al. (2006) afirmaram que "[...] as águas subterrâneas assumem um papel estratégico e relevante ao homem, quanto à sua sobrevivência e sustentabilidade do planeta [...]", porém só podem ser assegurados se houver uma gestão que leve em consideração a responsabilidade do conhecimento, das dimensões, do aproveitamento e proteção deste recurso.

Assim sendo, o presente trabalho objetiva a caracterização hidrogeológica da Unidade 3 da Univiçosa e a avaliação do comportamento dos níveis de água do lençol freático do local e, a partir de então, possibilitar o emprego de uma gestão adequada dos recursos hídricos na unidade visando a utilização da água de forma eficaz, evitando desperdícios e planejando alternativas para que toda a água que compõe o sistema hidrológico da região seja aproveitada de forma eficiente, tanto pela sua entrada nesse sistema quanto pela sua retirada, que é feita através dos poços.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O local de estudo trata-se da Unidade 3 da Univiçosa, denominada Fazenda Escola e está situado na região sudeste de Minas Gerais, no município de São José do Triunfo, pertencente à Zona da Mata Mineira a aproximadamente 11km de distância do centro da cidade de Viçosa. Na Figura 1 é ilustrado a área de estudo, que compreende as dependências da Unidade 3, Univiçosa.

Figura 1 – Recorte imagem de satélite do local da pesquisa. **Fonte:** Google Earth.



A área total do local de pesquisa que abrange os poços tem, aproximadamente, 207.117 m² e está compreendida entre as coordenadas geográficas 20° 45' S e 42° 49' W.

2.1. Coleta de dados

Para a confecção do modelo hidrogeológico e avaliação da recarga do aquífero foram coletados dados de uma estação pluviométrica de domínio do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) implementado no bairro, cujo código de identificação é 317130304A e dos níveis estático e dinâmico dos poços através de um medidor de nível de água para poços artesanais da marca ECP por um período de 8 meses compreendido entre março a outubro de 2019.

2.2. Implantação de poços artesanais no local

Os três poços artesanais existentes no local da pesquisa foram locados pela empresa Irrizom – Irrigação Zona da Mata LTDA contratada pela Univiçosa – União de Ensino Superior de Viçosa LTDA e tratam-se de poços de produção onde dois deles tiveram os testes de bombeamento supervisionados e aprovados por um engenheiro agrícola no período de setembro de 2018 e o terceiro ainda se encontra em fase de regularização junto ao órgão fiscalizador.

Foram definidos os nomes, pela empresa contratada, de “Frente Esquerda” e “Fundos Direita” para os dois poços a qual o abastecimento é para suprir as demandas das diversas atividades de funcionamento da fazenda e cujas coordenadas geográficas são 20° 45'02.3"S 42° 49'05.4"W e 20° 45'02.8"S 42° 48'59.7"W respectivamente. Ao terceiro poço foi nomeado como “Residencial” por se tratar de um poço utilizado para abastecimento da residência do caseiro responsável pela fazenda cujas coordenadas geográficas são 20° 45'09.1"S 42° 49'03.4"W.

Tanto o poço “Frente Esquerda” quanto o “Fundos Direita” foram construídos com um diâmetro interno de 0,055m sendo que o primeiro alcançou uma profundidade de 24m e o segundo de 15m. Os demais dados técnicos referentes à implantação dos poços como tipos de materiais utilizados, existência ou não de filtros, tipo e modelo da bomba não foram fornecidos. Quanto ao “Residencial” não foi possível acesso aos documentos do seu respectivo teste de bombeamento e, portanto, sua análise limitou-se apenas à potenciometria.

2.3. Teste de aquífero

O teste de bombeamento foi realizado pela empresa contratada nos dias 05/09/2018 e 06/09/2018 para o “Frente Esquerda” e nos dias 07/09/2018 e 08/09/2018 para o “Fundos Direita” sendo feito em duas etapas: a primeira, com o objetivo de verificar o rebaixamento de ambos os poços em um período de 24h e a segunda para verificar a recuperação em um período de 6h. A partir da obtenção desses resultados foi realizado o teste de aquífero no software Aquifer Test 5.0 no intuito de se obter os parâmetros hidrodinâmicos: Transmissividade (T), Condutividade Hidráulica (K) e Armazenamento (S).

A hidrogeologia local era desconhecida e, portanto, a determinação do sistema aquífero foi realizada via literatura técnica. Foram verificadas algumas características de solo e geologia e comparados aos dados obtidos por Faria (2017) e adotado o aquífero local como sendo do

tipo não confinado, homogêneo e isotrópico; o regime de bombeamento transitório e realizado tanto para vazão constante quanto variável; os três poços não interferem nos regimes de fluxo entre si visto que o poço “Residencial” se encontra a aproximadamente 217m do poço “Frente Esquerda” e a 221m do poço “Fundos Direita” obedecendo à legislação estadual que define uma distância de, no mínimo, 200m entre poços tubulares (MINAS GERAIS, 2019).

Já a distância entre o poço “Frente Esquerda” e “Fundos Direita” foi de aproximadamente 166m, porém a empresa responsável pela implantação dos poços realizou o teste de interferência entre ambos e constatou que não há interferência entre eles podendo assim prosseguir com a regularização. Para tais condições adotou-se para interpretação o Método de Theis com correção de Jacob que trata-se de uma metodologia que pode ser aplicada para a determinação das características hidrodinâmicas de aquíferos livres em regime transiente cujo rebaixamento produzido pelo bombeamento seja pequeno em relação à espessura saturada, obedecendo a uma correção que anula o efeito das perdas adicionais que acontecem no aquífero devido às componentes verticais de fluxo (CPRM, 2008).

Como não foi possível realizar nenhum teste de sondagem no intuito de se conhecer as camadas de solo existentes no local considerou-se a espessura saturada do aquífero freático igual a 24m que foi a profundidade máxima alcançada pelo poço “Frente Esquerda”.

Como método para comprovar a veracidade do teste de interferência determinou-se também o raio de influência (R_i) de cada poço utilizando os dados dos testes de interferência realizados pela empresa através da Equação 1 que estima o raio de influência para poços cuja vazão de bombeamento seja constante (RICHARD et al., 2014).

Equação 1 – Cálculo do Raio de Influência para poços de vazão constante.

$$R_i = 1,5 \sqrt{\frac{Tt}{S}}$$

Onde:

R_i = raio de influência (m);

T = coeficiente de transmissividade (m^2/s);

t = tempo de bombeamento (s);

S = coeficiente de armazenamento (adimensional).

Segundo Malama et al. (2011) alguns fatores como o nível de penetração do poço no aquífero e a existência de pré-filtro dentro da zona de captação podem interferir no rebaixamento e nos resultados do teste de aquífero. Portanto, para a presente pesquisa, considerou-se que os poços penetraram completamente o aquífero e possuem pré-filtro na zona de captação.

2.4. Análise potenciométrica

A análise potenciométrica foi realizada para os três poços em estudo. Nenhum deles operava em horários pré-estabelecidos e, portanto, o bombeamento era feito conforme a demanda sendo que os poços “Frente Esquerda” e “Fundos Direita” abastecem um reservatório de água existente na fazenda de onde a água era utilizada para limpeza dos estábulos, irrigação e dessedentação animal. Assim sendo o bombeamento de ambos só era acionado quando o nível do reservatório diminuía a um certo valor que provocava o acionamento da bomba.

O poço “Residencial” funcionava de forma semelhante, porém por abastecer a parte residencial da fazenda, incluindo a casa do caseiro e as demais dependências da Unidade, o bombeamento só era acionado quando o nível da caixa d’água rebaixava a uma certa quantidade.

As campanhas de medição dos níveis potenciométricos nos três poços foram realizadas duas vezes ao dia: pela manhã, depois da bomba ter permanecido desligada durante toda a madrugada antes do início da operação dos poços, permitindo a obtenção dos níveis estáticos do fluxo subterrâneo sem interferências na área; e à tarde, com a bomba já acionada, permitindo a obtenção dos níveis dinâmicos nos dias que havia bombeamento nos poços, sendo que para o poço “Residencial” as medições ocorriam apenas em 3 dias da semana. A obtenção das cotas altimétricas dos três poços e do corpo hídrico foi realizada via consulta ao Google Earth.

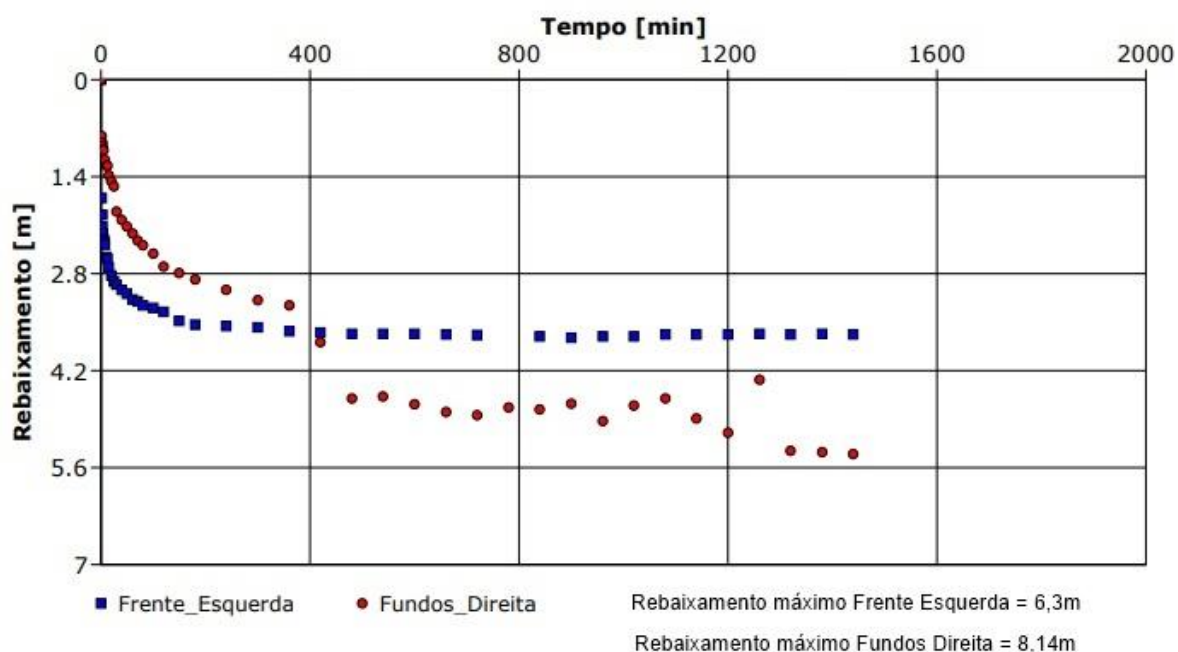
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise do rebaixamento do nível de água dos poços da unidade 3 da Univiçosa pelo teste de aquífero

As análises realizadas por intermédio dos dados obtidos nos testes de bombeamento dos poços “Frente Esquerda” e “Fundos Direita” permitiram a obtenção dos parâmetros hidrodinâmicos e do raio de influência durante o bombeamento para o aquífero livre. Estes dados são essenciais para a compreensão do comportamento do aquífero e, conseqüentemente, para elaboração de um modelo hidrogeológico.

Os testes mostraram que para o poço “Frente Esquerda” houve uma progressiva evolução nos rebaixamentos do nível de água em virtude do bombeamento até, aproximadamente, o tempo de 150 min. Após esse tempo houve uma estabilização dos níveis dinâmicos até o tempo de 1440 min. Já para o poço “Fundos Direita” essa evolução se deu até aproximadamente os 480 min quando, após esse tempo, os níveis tiveram uma variação entre 7,0 e 7,8 metros até por volta dos 1260 min voltando a rebaixar até o tempo de 1440 min., finalizando a primeira etapa do teste de bombeamento (Figura 2).

Figura 2 – Gráfico rebaixamento x tempo indicando o rebaixamento máximo em cada poço.



Na segunda etapa, que foi a de recuperação, os níveis de água do poço “Frente Esquerda” aumentaram até atingir um valor pouco acima do medido antes do teste de bombeamento. Já os níveis de água do “Fundos Direita” tiveram um aumento substancial durante a recuperação, alcançando um valor de 1,75 m a mais do que o nível medido antes do teste de bombeamento.

O comportamento identificado durante o bombeamento para o poço “Frente Esquerda” se equipara ao verificado por Rocha (2015) e já era esperado, pois segundo a autora é característico de aquíferos livres em regime transitório a água bombeada ser controlada pelo armazenamento elástico do aquífero até por volta dos 300 min. Após esse tempo os rebaixamentos praticamente se estabilizam devido à contribuição de recarga controlada pela condutividade hidráulica vertical do aquífero para suprir a vazão bombeada. Assim também se esperava que o mesmo acontecesse para a recuperação do poço devido a recarga do próprio aquífero.

Já para o poço “Fundos Direita” o comportamento identificado tanto durante o bombeamento quanto durante a recuperação pode ser explicado devido ao lago existente ao lado do poço que pode ter influenciado na vazão durante o bombeamento, fazendo-a sofrer pequenas variações e, por ter havido uma depleção (falta de água) no poço durante o bombeamento, fez com que fosse “puxada” a água do lago e durante a recuperação o lago forneceu água para o poço fazendo com que seu nível final alcançasse um valor maior que o medido antes do início do bombeamento.

3.2. Obtenção dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero freático

No Aquífer Test foram obtidos os seguintes valores hidrodinâmicos para o aquífero:

- Transmissividade (T) = $1,0 \times 10^{-3}$ m²/s;

- Condutividade Hidráulica (K) = $4,17 \times 10^{-5}$ m/s;
- Armazenamento (S) = $1,0 \times 10^{-4}$.

Os valores de transmissividade, condutividade hidráulica e armazenamento determinados para a área de estudo concordam com os resultados obtidos por Faria (2017).

Os testes de aquífero foram realizados em separado para cada poço e, embora ambos sejam de captação, os resultados obtidos foram semelhantes. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de não haver influência entre eles, conforme foi verificado nos testes de bombeamento. Assim sendo, permitiu uma maior confiabilidade nos resultados hidrogeológicos obtidos, apesar de alguns dados terem sido obtidos via literatura técnica.

Para o cálculo do valor estimado do Raio de influência (Ri), por meio da Equação 1, foi realizado um novo teste de aquífero com os dados obtidos pela empresa Irrizom no teste de interferência a uma vazão constante de $2,9 \text{ m}^3/\text{h}$. Foram encontrados os mesmos valores para T, K e S obtidos no teste de bombeamento e, portanto, o valor do raio de influência encontrado para cada um dos dois poços foi de 24 m, o que comprova a veracidade dos testes de interferência realizados em que o bombeamento de um dos poços não provoca um rebaixamento capaz de interferir na capacidade do outro poço conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Recorte de satélite do raio de influência dos poços “Frente Esquerda” e “Fundos Direita”.



A extensão do raio de influência para aquíferos não confinados é da ordem de metros e, por isso, a não interferência entre os poços significa que não há sobreposição nos cones de rebaixamento provocada pela retirada de água em cada poço (SILVA et al., 2016).

Tal resultado já era esperado, pois ainda segundo os autores a extensão do raio de influência depende, principalmente, do balanço entre a recarga do aquífero e a descarga do poço, porém pode variar sensivelmente também em função de fatores geológicos, tempo de bombeamento e parâmetros hidrodinâmicos, o que foi comprovado por eles, por exemplo, ao encontrar altos valores de transmissividade e condutividade hidráulica, o que pode ter ocasionado em altos valores dos raios de influência para os poços por eles analisados havendo sobreposição entre eles, além das propriedades do próprio aquífero.

3.3. Níveis potenciométricos estático e dinâmico do lençol freático

A análise potenciométrica apresentou o fluxo da água subterrânea para os níveis estático e dinâmico dos poços durante o período monitorado. As cotas altimétricas encontradas para os três poços e o lago consideradas foram 679 m para o poço “Frente Esquerda”, 685 m para o “Fundos Direita”, 692 m para o residencial e 682 m para o lago.

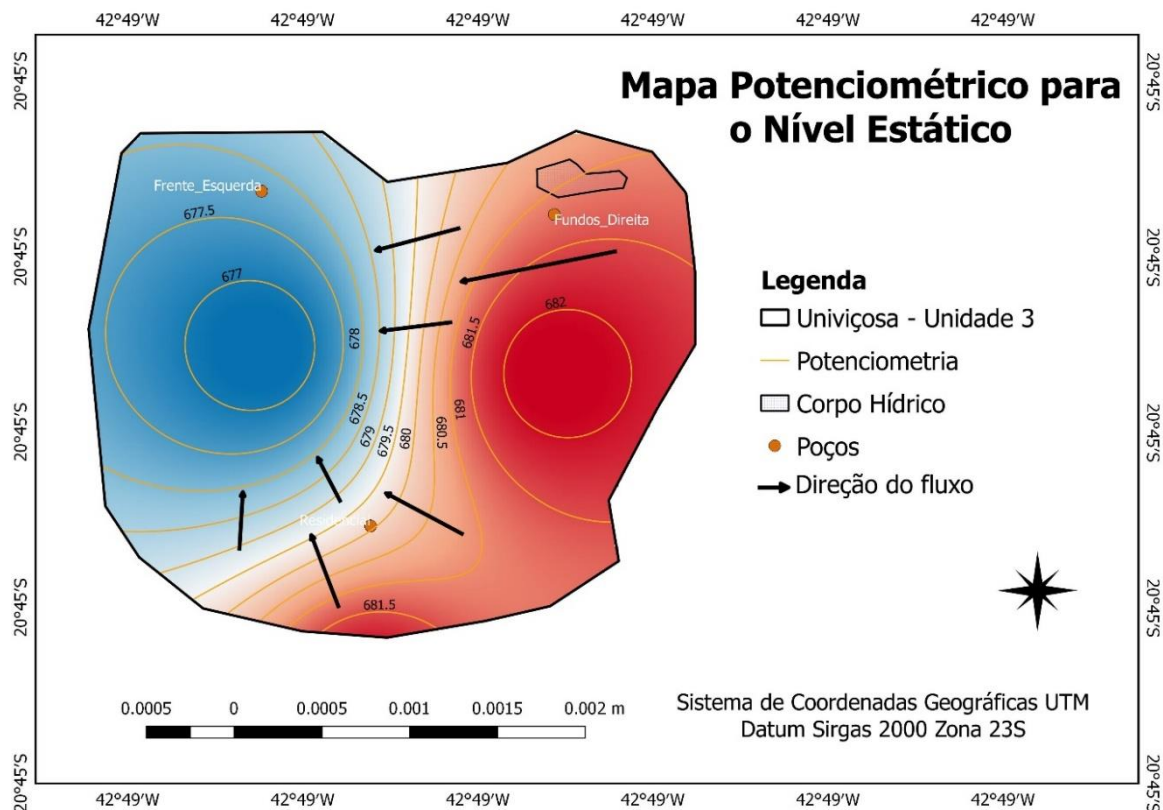
Os valores das médias das medições dos níveis de água estático (NE) e dinâmico (ND) realizadas para os três poços estão apresentadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resultados da campanha de monitoramento dos níveis estático e dinâmico dos poços da fazenda.

Data	Residencial		Frente Esquerda		Fundos Direita	
	NE (m)	ND (m)	NE (m)	ND (m)	NE (m)	ND (m)
mar/19	x	9.42	2.26	2.34	2.53	x
abr/19	9.39	9.95	2.23	2.57	2.62	3.52
mai/19	9.39	9.60	2.15	2.19	2.51	2.52
jun/19	9.56	9.60	2.18	3.53	2.46	5.05
jul/19	9.67	9.69	2.33	2.48	2.83	3.65
ago/19	10.19	10.24	2.36	2.85	2.98	4.12
set/19	11.30	11.44	2.70	3.27	3.11	4.51
out/19	11.42	11.70	2.31	3.13	3.05	3.95

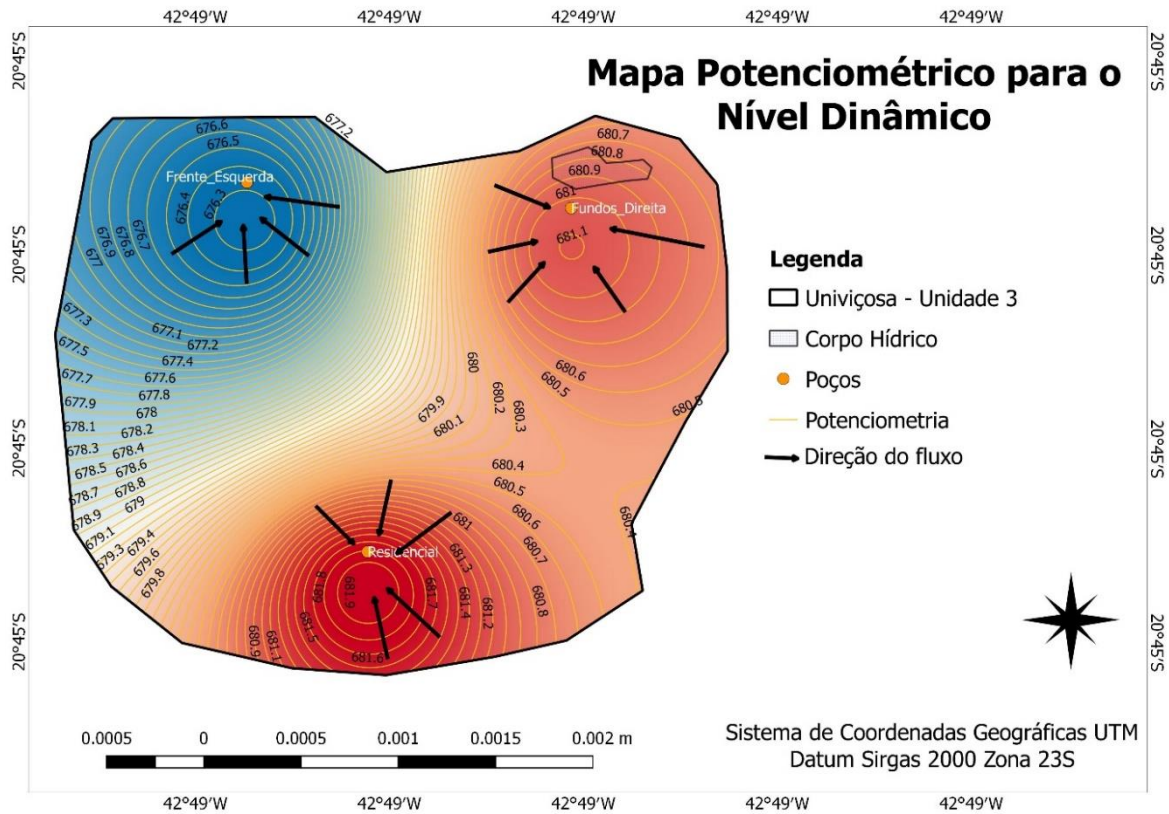
Para o nível estático, evidenciado pelo fluxo natural, sem bombeamento, foi constatado que a água subterrânea flui dos poços de maiores cotas altimétricas (“Fundos Direita” e “Residencial”) para o poço de menor cota altimétrica (“Frente Esquerda”) (Figura 4). A diminuição do espaçamento entre as curvas potenciométricas das cotas 681 a 678 indicam que pode haver um possível divisor de águas entre os poços “Frente Esquerda” e “Fundos Direita”, porém como não há nenhuma formação de morro ou colina entre ambos só será possível constatar tal afirmação caso seja realizada uma sondagem entre os dois a fim de se conhecer o perfil geológico do local.

Figura 4– Mapa potenciométrico representativo do nível estático durante o período monitorado.



Já para o nível dinâmico, com bombeamento, foi constatado que o fluxo da água se dá em direção aos poços. Tal resultado era esperado devido ao fato de ocorrer os cones de rebaixamento no momento dos bombeamentos, indicando menores cargas hidráulicas nos poços (Figura 5).

Figura 5– Mapa potenciométrico representativo do nível dinâmico durante o período monitorado.



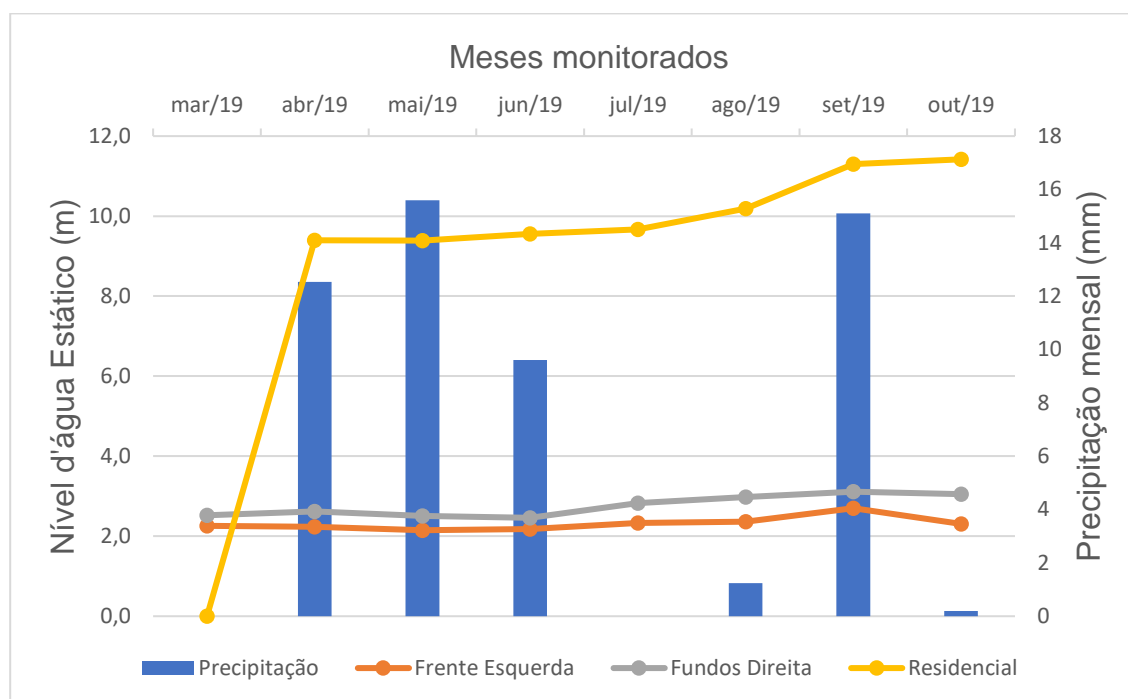
Faria (2017) evidenciou o mesmo comportamento ao analisar a potenciométrica de poços através da variação o nível estático (NE) com bombeamento e sem bombeamento onde, para o fluxo natural (sem bombeamento), a água fluía no sentido dos poços para a lagoa devido à diminuição da cota altimétrica entre eles e para o fluxo com bombeamento a água fluía em direção ao poço que estava submetido ao bombeamento.

3.4. Análise da relação entre a precipitação e o nível estático dos poços

Foi verificado também a influência da precipitação na recarga do aquífero através do monitoramento de seus níveis local, sendo constatado que no período monitorado (março a outubro de 2019) a precipitação total na área foi de 217 mm.

Durante o período chuvoso (entre março e junho) os níveis estáticos dos três poços permaneceram quase que inalterados o que leva a crer que a quantidade de água precipitada e o período de monitoramento não foram suficientes para constatar alterações nos níveis de água do lençol freático. Os menores índices pluviométricos ocorreram entre julho e agosto de 2019 e com isso foi possível notar pequenos e gradativos aumentos na exploração de água para os poços “Frente Esquerda” e “Fundos Direita”. Já para o poço residencial esse aumento foi mais expressivo (Figura 6). Tal ocorrido pode ser explicado devido ao fato de o poço “Residencial” abastecer o uso contínuo de água para consumo humano e possuir reservatório cujo volume de armazenamento de água é menor se comparado ao reservatório dos outros dois poços.

Figura 6– Gráfico de comparação da variação do nível de água estático nos poços com a precipitação durante os 8 meses de monitoramento.



Comparando os resultados com os obtidos por Faria (2017), se pode deduzir que a recarga do aquífero depende diretamente dos níveis de precipitação que devem ser suficientes a ponto de saturar completamente o solo, fato não ocorrido no presente estudo. Além disso nos períodos de seca o comportamento do aquífero freático da Unidade 3 da Univiçosa apresentou o mesmo comportamento do estudado pela autora onde a exploração de água não comprometeu sua disponibilidade hídrica, pois os níveis de água medidos no período se equiparam aos medidos no início da campanha de monitoramento.

4. CONCLUSÕES

O modelo conceitual simulado no Aquifer Test para os poços situados na Unidade 3 da Univiçosa resultou em coeficiente de transmissividade (T) igual a $1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$; condutividade hidráulica (K) igual a $4,17 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ e taxa de armazenamento (S) igual a $1,0 \times 10^{-4}$, valores pertinentes a parâmetros simulados para a região de Viçosa.

A caracterização hidrogeológica dos poços da Fazenda Escola demonstrou que a exploração de água nos poços “Frente Esquerda” e “Fundos Direita” não compromete a quantidade de água no local, visto que não há interferência entre eles, ou seja, não há sobreposição dos cones de rebaixamento dos poços.

Não foi possível obter nenhuma correlação entre a precipitação x recarga do aquífero devido ao curto tempo de monitoramento e por não terem sido levadas em consideração as condições de umidade do solo.

Buscando dar continuidade ao trabalho sugere-se a execução de sondagens nas proximidades dos poços a fim de elaborar o perfil geológico da área e a ampliação do período de monitoramento, tanto dos poços quanto dos níveis de precipitação, no intuito de se conhecer melhor o comportamento do aquífero freático diante da influência da precipitação e permitir a elaboração um modelo hidrogeológico matemático completo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Univiçosa – Centro Universitário de Viçosa pela bolsa de Iniciação Científica concedida para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. *Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações*. Fernando A. C. Feitosa, João Manoel Filho, Edilton C. Feitosa e J. Geilson Demétrio (Org.). 3ª. Edição. CPRM. 2008.
- FARIA, Agnes Caroline Santos. *Avaliação hidrogeológica da interação lagoa - aquífero e da qualidade da água no sistema de filtração em margem da Universidade Federal de Viçosa – MG*. Orientador: Eduardo Antonio Gomes Marques. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.
- FILHO, João Manoel; FEITOSA, FAC. *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. Coord. Obra Fernando AC, 2000.
- GOIÁS. SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO; ALMEIDA, Leonardo. *Hidrogeologia do Estado de Goiás*. Superintendência de Geologia e Mineração, 2006.
- MALAMA, Bwalya. *Alternative linearization of water table kinematic condition for unconfined aquifer pumping test modeling and its implications for specific yield estimates*. Journal of hydrology, v. 399, n. 3-4, p. 141-147, 2011.
- MINAS GERAIS. Constituição (2019). Decreto nº 47.705, de 04 de setembro de 2019. *Normas e Procedimentos Para A Regularização de Uso de Recursos Hídricos de Domínio do Estado de Minas Gerais*. Minas Gerais, MG, Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49498>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- RICHARD, S.K.; CHESNAUX, R.; ROULEAU, A.; COUPE, R. H. *Estimating the reliability of aquifer transmissivity values obtained from specific capacity tests: examples from the Saguenay-Lac-Saint-Jean aquifers, Canada*. Hydrological Sciences Journal, London, v. 1, p. 1-77, set/2014.
- ROCHA, S. F. *Implantação de um sistema de filtração em margem de lagoa e avaliação hidrogeológica da interação lagoa – aquífero (2015)*. 116p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.
- SILVA, Marcus Vinícios Andrade et al. *Estimativa do raio de influência dos poços de rebaixamento da mina f4 e sua área de interferência, complexo mineralógico de araxá, vale fertilizantes*. Águas Subterrâneas, 2016.
- TUNDISI, José Galizia. *Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado*. Ciência e Cultura, v. 55, n. 4, p. 31-33, 2003.
- VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Editora UFMG, 1996.