



Benefícios da automatização na análise hidrogeológica

E.C. Araújo & E.E. Araújo

Votorantim Metais Zinco, Rodovia LMG-706, km 65, Vazante MG, eber@vmetais.com.br, edmar.araujo@vmetais.com.br

Abstract In contrast to conventional hidrogeological studies, the automatization in data collection allows short reading intervals to perceive relations where before would be necessary a long historical series to be understood. The Votorantim Metais - Vazante Unit account with 11 piezometers with automatized reading, measurement of the water level in each hour. The automatized readings had been compared with pluviometrics data in order to characterize the answers of the different aquifer systems. Using data from 9 piezometers it was constructed "rain X water level" graphics. The piezometric level was measured through measurers type "levellogger" installed in each piezometer. The readings are carried out through in continuous way, being the equipment making use of batteries supplied from photoelectrical cells. Such continuity and accuracy of measures allow graphs creation with a great detail. We can with these graphs make hidrogeologic analyses for each water-bearing compartment, based in the reply of each one of its related piezometers. Excellent results are reached using only one hidrologic year, in function of the answers extremely detailed of the water-bearing one. The use of data automatized for hidrogeologic characterization reveals as an efficient tool, giving excellent answers in terms of the internal and external dynamics of aquifer. The use of these new technologies allows that hidrogeologics regimes are understood in short periods, saving financial resources and time.

Palavras-chave: Hidrogeologia, água subterrânea, aquíferos, pluviometria, piezometria.

INTRODUÇÃO Ao contrário de monitoramentos hidrogeológicos convencionais, onde em pequenos períodos se obtém apenas as tendências gerais dos comportamentos estudados, a automatização na tomada de dados permite que em curtos espaços temporais sejam percebidas relações que antes necessitariam de longas séries históricas para serem compreendidas.

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar, por meio da correlação entre dados pluviométricos e piezométricos automatizados, os diferenciais existentes e os benefícios da automatização para a correlação entre pluviometria, níveis potenciométricos e os tipos aquíferos existentes na mina de zinco da Votorantim Metais - Unidade Vazante.

Atualmente a Votorantim Metais - Unidade Vazante conta com mais de 200 piezômetros, dos quais 11 possuem equipamentos de leitura automatizada, com medição de nível de água a cada hora. Foram escolhidos para este estudo 9 dentre esses piezômetros, por disporem de uma série anual completa, de maio/2005 a abril/2006 e por representarem os 3 tipos aquíferos da área. As leituras automatizadas foram então confrontadas com dados pluviométricos obtidos a partir de um pluviômetro "Ville de Paris" instalado no centro da unidade.

CONTEXTO GEOLÓGICO A unidade está localizada na região noroeste do estado de Minas Gerais, distando aproximadamente 7 km da cidade de Vazante. As principais vias de acesso a partir de Belo Horizonte são as rodovias BR-262 e BR-354, passando por Patos de Minas e Lagamar, ou ainda tomando-se a BR-040 até a cidade de João Pinheiro e de lá via LMG-706.

A região do município de Vazante está inserida no contexto da Faixa Brasília, sendo reconhecidas três unidades na área em apreço, assim descritas: Formação Lapa - filitos intercalados com quartzitos finos e filitos grafitosos; Formação Vazante: metadolomitos, metadoloarenitos e brechas tectônicas; Formação Serra do Garrote: filitos carbonosos e filitos quartzosos (IPT 2004). A mineralização zincífera está associada às zonas brechadas dos metadolomitos, que formam o principal litotipo local (Fig. 1).

São conhecidos na área 03 sistemas aquíferos distintos, denominados capa, lapa superior e lapa inferior (Scudino 2005). O aquífero denominado lapa inferior se situa entre os filitos da Formação Garrote e os filitos da Formação Vazante. O aquífero Lapa Superior está entre os filitos da Formação Garrote e a zona brechada dos dolomitos da Formação Vazante e o aquífero Capa à NW desses últimos.

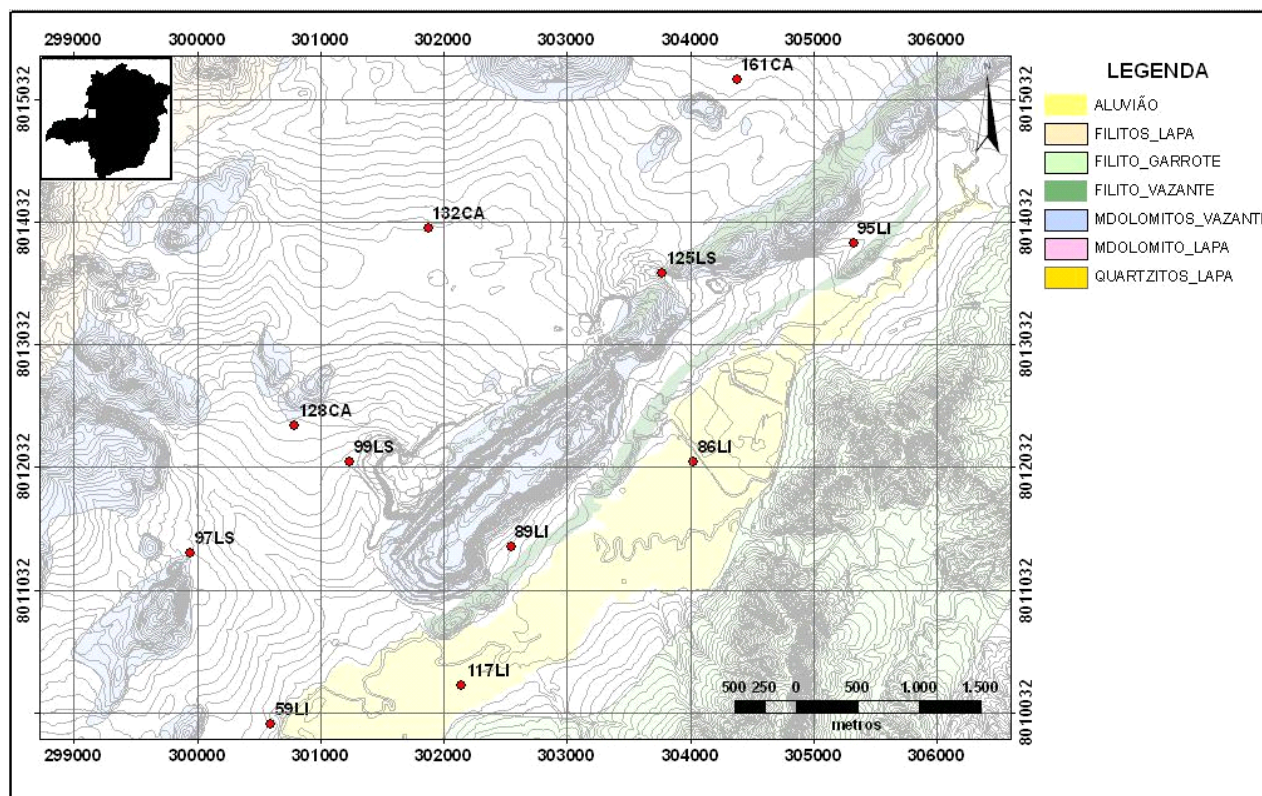


Figura 1. Mapa de situação da área

METODOLOGIA E ANÁLISE DOS DADOS Para cada um dos 9 piezômetros construiu-se um gráfico de pluviometria *versus* nível de água do aquífero. A pluviometria é apontada em mm/dia, e foi tomada com base em medições convencionais no pluviômetro anteriormente citado.

O nível piezométrico, ao contrário, foi medido por meio de medidores tipo “levellogger”, instalados em profundidades diferentes em cada piezômetro. O nível é calculado em função da pressão da coluna de água existente acima da posição de fixação do aparelho de medição, tendo esse uma capacidade de detecção da ordem de milímetros. Assim, mesmo variações centimétricas no nível freático podem ser captadas com precisão. As leituras são realizadas a cada hora de modo contínuo, uma vez que o equipamento dispõe de baterias abastecidas por células fotoelétricas.

Tal continuidade, acuracidade e espaçamento temporal das medidas permitem criar gráficos com grande nível de detalhe. Podemos então, a partir desses gráficos, fazer uma análise hidrogeológica clássica para cada compartimento aquífero separadamente, com base na resposta de cada um dos seus piezômetros relacionados.

Lapa Inferior O aquífero Lapa Inferior é representado pelos piezômetros 59LI, 86LI, 89LI e 117LI. Pode-se verificar que os gráficos construídos

para cada um deles guardam importantes similaridades. A mais notável delas é a diminuição do nível de água ao longo da estação seca e a rápida elevação do mesmo com o início da estação chuvosa, refletindo uma rápida resposta dada pelo nível piezométrico em função da pluviometria, indicada pelo tempo ocorrido entre o pico de chuva e o pico de elevação do nível de água.

Pode-se atribuir essa rápida resposta a uma forte influência das chuvas no aquífero, atestando um caráter predominantemente freático para o aquífero e livre de influências profundas, uma vez também que esses piezômetros estão localizados em cotas baixas, próximos ao nível de base do rio Santa Catarina.

Devido à minúcia e ao curto intervalo entre as medições tem-se o grande diferencial na construção desse gráfico em relação a um gráfico obtido com leituras a intervalos convencionais. Até mesmo as mínimas variações no nível da água são visíveis. Essa característica pode ser muito bem percebida nos gráficos dos piezômetros 59LI, 69LI e 117LI, onde são perceptíveis todas as variações do nível, mesmo as de curtíssima duração (consideradas de alta frequência).

Já o piezômetro 89LI possui uma resposta mais lenta em relação aos demais, bem como um comportamento mais homogêneo da curva. Tal situação se deve ao fato desse piezômetro estar



geograficamente mais distante do leito do rio e por cortar a camada de filito, que atua como uma barreira, filtrando os pulsos de alta frequência causados pela pluviometria. Tal conclusão nesse caso só é possível com a utilização desse tipo de aparelhagem, uma vez que em monitoramentos normais não seria possível distinguir os locais influenciados ou não por pulsos de alta frequência.

Situação similar ocorre com o piezômetro 95LI. Além da mais lenta resposta e da ausência de pulsos de alta frequência, a curva apresenta três importantes inflexões, indicando mudanças no regime de fluxo. As inflexões ocorridas em julho e outubro apontam para um aumento da descarga, devido provavelmente ao encontro da mina com estruturas drenantes. A inflexão no fim de outubro é reflexo da recarga devido ao início da estação chuvosa. Aqui novamente entra a importância do detalhamento dos dados, mostrando com clareza a localização das mais leves inflexões nas curvas.

Capa O aquífero Capa é representado pelos piezômetros 128CA, 132CA e 161CA. Eles estão localizados nas extremidades SW, NW e N da área estudada, respectivamente.

O piezômetro 161CA exhibe, dentre todos, a resposta mais homogênea em relação ao ano hidrológico. Uma primeira razão para esse acontecimento seria o menor aporte hídrico recebido nesse ponto, uma vez que a área de drenagem ao norte também é menor. A segunda razão seria a influência predominantemente subterrânea, caracterizando um aquífero de caráter confinado, que sofre pouco com a ocorrência das chuvas. A ausência de pulsos de alta frequência também é um forte indício de isolamento hídrico para esse ponto.

O piezômetro 128CA, situado no extremo SW, apresenta uma resposta bem mais lenta se comparada se comparado com os piezômetros da lapa inferior, porém ainda com similaridades aos mesmos. A ausência de picos pouco espaçados e a lentidão na resposta do aquífero colaboram para a hipótese de que existam interferências externas no mesmo, que diminuam a recarga. Nesse caso a influência seria

principal seria a maior transmissividade da área, causada pela proximidade à fraturamentos sub-verticais de direção NW que cortam próximo a esse local. Essa maior transmissividade impede a rápida recarga do aquífero e se manifesta como uma diminuição nos ângulos de mergulho da curva de recarga do nível freático.

O mesmo pode ser dito piezômetro 132CA. A leve ascensão do nível a partir do início das chuvas caracteriza, a exemplo do que acontece com o 128CA, uma forte influência externa que apaga totalmente os efeitos de recarga. Localizado numa área cortada diretamente por fraturamentos NW, esses atuam como zonas de maior permeabilidade hidráulica, favorecendo a descarga do aquífero.

Lapa Superior Representando esse aquífero tem-se o piezômetro 125LS. Por se situar na zona central da área e num nível aquífero intermediário, seu gráfico representa a união de diversas características apontadas nos gráficos anteriores e ainda com particularidades próprias.

Uma delas é o brusco caimento do nível de água ocorrido em meados de maio. Visto sua proximidade com o desenvolvimento da lavra subterrânea, esse representa provavelmente o encontro das galerias da mina com condutos de água, que causou uma rápida e momentânea descarga do aquífero. Com o carreamento de material esses condutos são bloqueados e o nível retoma seu nível normal. No mês de julho outro evento similar propiciou uma mudança no volume de descarga, que é marcada no gráfico pela mudança no ângulo de inclinação da curva. Esse mesmo evento está bem caracterizado também no gráfico relativo a piezômetro 95LI e mais levemente no 161CA, levando a crer que o aumento de transmissividade ocorreu apenas na porção NE da área.

A influência do bombeamento é atestada pela lenta resposta do aquífero e a as diversas e pequenas variações ocorridas ao longo do ano são decorrentes das diversas fontes de interferência desse ponto, que não seriam perceptíveis sem esse detalhamento nas medições.

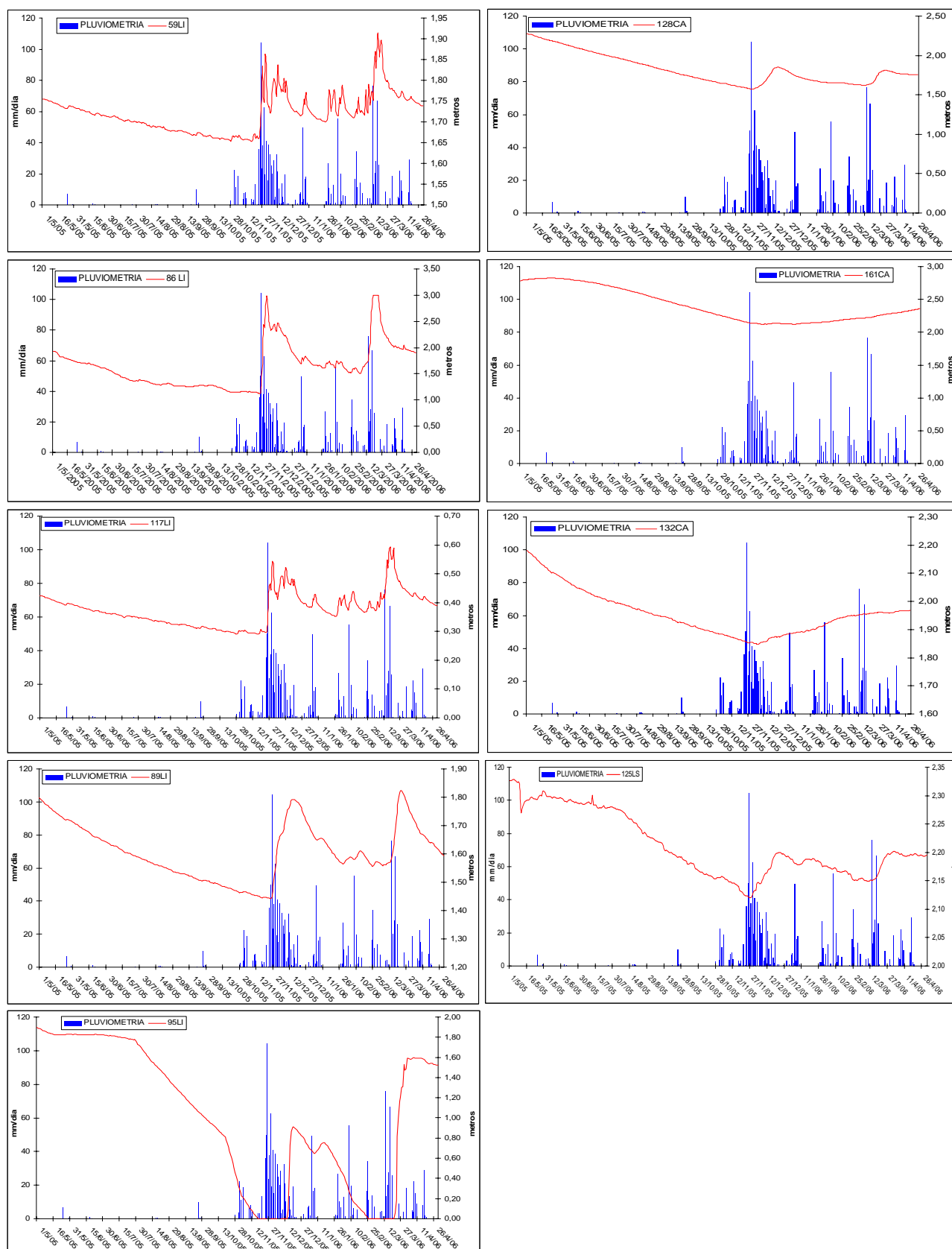


Figura 2. Representação gráfica da variação piezométrica e pluviométrica dos pontos estudados



CONCLUSÕES A utilização de dados automatizados, para fins de caracterização hidrogeológica se mostra como uma ferramenta extremamente eficaz, capaz de respostas rápidas a respeito da dinâmica interna, do tempo de resposta do aquífero e dos efeitos decorrentes de quaisquer outras fontes de interferência existentes.

Com o uso dessas novas tecnologias não há a necessidade de uso de longas séries históricas de dados, uma vez que as mínimas mudanças nos regimes podem ser correlacionadas com suas fontes causadoras com precisão.

Sugere-se a automatização de outros dados hidrológicos, tais como dados de fluviometria e pluviométricos, de modo a poupar tempo na coleta, aumentar a confiabilidade dos dados e conseguir os mesmos resultados a custos menores e mais rapidamente.

Agradecimentos à Votorantim Metais Zinco, à equipe de hidrogeologia da unidade de Vazante a todos que com seus estudos tem contribuído para o entendimento do sistema hidrogeológico cárstico de Vazante.

Referências

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS 2004. *Levantamento geológico-estrutural no entorno da mina de zinco da Votorantim Metais – Unidade Vazante, no município de Vazante, MG, como subsídio aos estudos hidrogeológicos*. Relatório Técnico nº 72350-205. 101p.
- SCUDINO P.C.B. 2005. *Estudos hidroquímicos-isotópicos – emprego de traçadores naturais da água para reconhecimento da dinâmica de funcionamento do sistema aquífero cárstico de Vazante*. Água Consultores Associados. Relatório Técnico. 80p.