

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

VIII FENÁGUA - Feira Nacional da Água

XIX Encontro Nacional de Perfuradores de Poços

INFLUÊNCIA DA DISPOSIÇÃO DE REJEITO NA CAVA ÁREA IX NA RECUPERAÇÃO DO NÍVEL D'ÁGUA SUBTERRÂNEA DO ENTORNO.

Evandro Flavio Soares Benevides¹; Carlos Vitor Barcelos²; Mardon Borges Mendes³.

Resumo – Os rejeitos do beneficiamento do minério de ferro, normalmente são lançados nas barragens de rejeito que são projetadas para este fim. Na Mina de Fábrica, os rejeitos foram lançados nas cavas da Mina Segredo devido à exaustão da barragem Forquilha III antes do tempo previsto. O lançamento de rejeito nestas cavas elevou o nível d'água nos sumps e posteriormente o nível d'água dos aquíferos do entorno das cavas. Os dados de monitoramento interpretados, mostram a alteração de nível d'água nos Inas (indicadores de nível d'água) e piezômetros do entorno das cavas, porém existem nascentes no entorno das cavas que não sofreram variação na vazão de descarga. Os impactos da disposição de rejeitos, no regime de fluxo da água subterrânea foram o alvo da investigação.

Abstract – The tailings from the beneficiation of iron ore are usually launched in tailings dams, which are designed for this purpose. In 'Mine Factory' tailings were released in troughs 'Secret Mine' due to the dam Fork III exhaust before the allotted time. The launch of these waste pits raised the water level in the sumps and subsequently the water level of the aquifer around the armholes. Monitoring data interpreted, show the change of water level in Water Level Indicators (INAs) and piezometers (PZs) around the armhole. But there are springs in the vicinity of pits that did not undergo variation in discharge flow. The impacts of waste disposal, in the regime of groundwater flow were the target of the investigation.

.Palavras-Chave – piezômetro, rejeito, fluxo.

¹ Hidrogeólogo da Vale; Mina de Fábrica - S/N - Ouro Preto - MG - Brasil - Cep: 36.415-000, evandro.benevides@vale.com

² Hidrogeólogo da Vale; Av. de Ligação, 3580 Mina de Águas Claras, Nova Lima/MG, (31) 3916-2119, carlos.vitor@vale.com

1 – INTRODUÇÃO

O monitoramento hidrológico (água superficial) e hidrogeológico (água subterrânea) realizado nas minas de ferro são usados para investigar possíveis impactos nos corpos hídricos superficiais e nos aquíferos, em virtude do aprofundamento das cavas em busca da extração mineral nas cotas mais baixas.

Em face deste aprofundamento, as cavas podem ser usadas como reservatórios quando necessário. Na Mina de Fábrica, as cavas estão sendo usadas para disposição de rejeito e recirculação de água industrial até que as barragens de rejeito estejam disponíveis.

A análise do monitoramento hidrológico e hidrogeológico concomitantemente com o enchimento da cava, foram interpretados a fim de aprimorar o conhecimento do regime de fluxo da água subterrânea da formação ferrífera para as rochas encaixantes.

O enchimento da cava foi medido com estação total topográfica, o nível d'água subterrâneo foi medido com trenas específicas para Piezômetros e indicadores de Nível d'água, as nascentes foram monitoradas através de vertedor. Estes instrumentos são instalados nas minas e monitorados com frequência que varia de diária a mensal, de acordo com as definições do Órgão ambiental competente.

2 – OBJETIVOS

Este trabalho objetiva definir os impactos causados pelo enchimento das cavas com rejeito, nos corpos hídricos superficiais e nos aquíferos do entorno das cavas. Outro objetivo é definir o tempo de trânsito da água lançada nas cavas através dos rejeitos, comparado com a resposta dos monitoramentos hidrológicos e hidrogeológicos do entorno, de forma que o entendimento do regime de fluxo da água subterrânea seja mais bem entendido.

3 – METODOLOGIA

Foram interpretados os gráficos de monitoramento da cota do enchimento das cavas no tempo, das cotas piezométricas e de nível d'água no tempo, das vazões da Nascente Horta no tempo. Estes gráficos foram interpretados com base no conhecimento geológico e do monitoramento pluviométrico da Mina de Fábrica. A análise destes dados foi feita de forma empírica, usando a correlação dos distintos monitoramentos no tempo.

Após a verificação do impacto do enchimento das cavas na água subterrânea, usou-se a escala de tempo na resposta do monitoramento da água subterrânea, para que o tempo de trânsito desta infiltração de água pudesse ser inferido.

O mapa geológico da área, foi usado para a interpretação dos diferentes resultados apresentados no monitoramento hidrogeológico. Os resultados distintos dos monitoramentos hidrogeológicos e hidrológicos possibilitaram, a definição de diferentes unidades hidrogeológicas nestas cavas.

4 – ESTUDOS DE CASO E RESULTADOS OBTIDOS

Em Junho de 2011 foi iniciada a disposição de rejeito na Cava Área IX, o nível d'água desta cava estava na cota 1138 metros no início da disposição de rejeito. Esta cava já recebia descargas da usina antes de 2011, porém em pequenas quantidades, apenas deslamagem. Em Maio de 2014, 2 anos e 11 meses após o início da disposição de rejeito, a cota do Nível D'água dentro da cava era 1162 metros, ou seja, 24 metros acima do nível d'água inicial, anterior ao lançamento do rejeito. (Figura 1).



Figura 1. Cava Área IX (Em 2010 e 2014 respectivamente).

Podemos observar uma forte elevação do nível d'água de 2010 para 2014, o monitoramento (Gráfico 1) do nível d'água da Cava Área IX, executado após a disposição de rejeito em 2011, mostra a evolução do nível d'água em função do tempo.

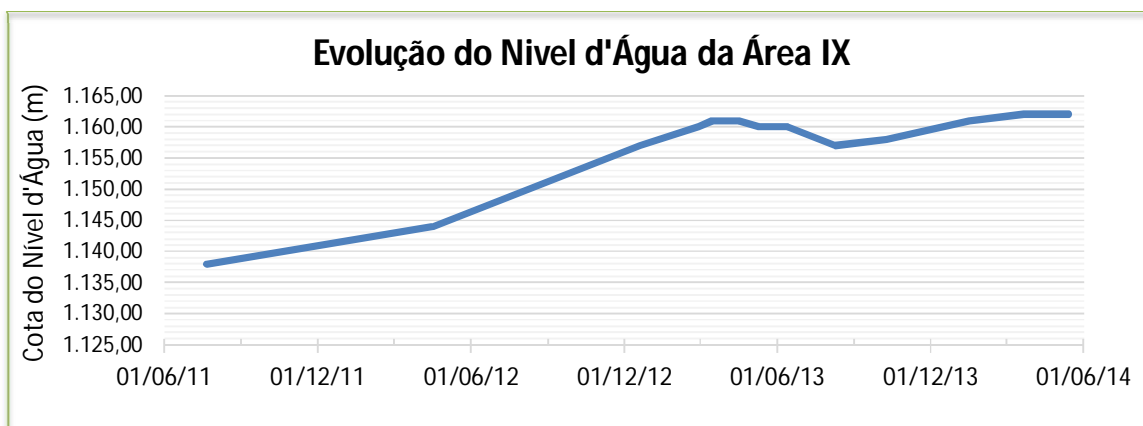


Gráfico 1. Evolução do nível d'água do sump da cava Área IX.

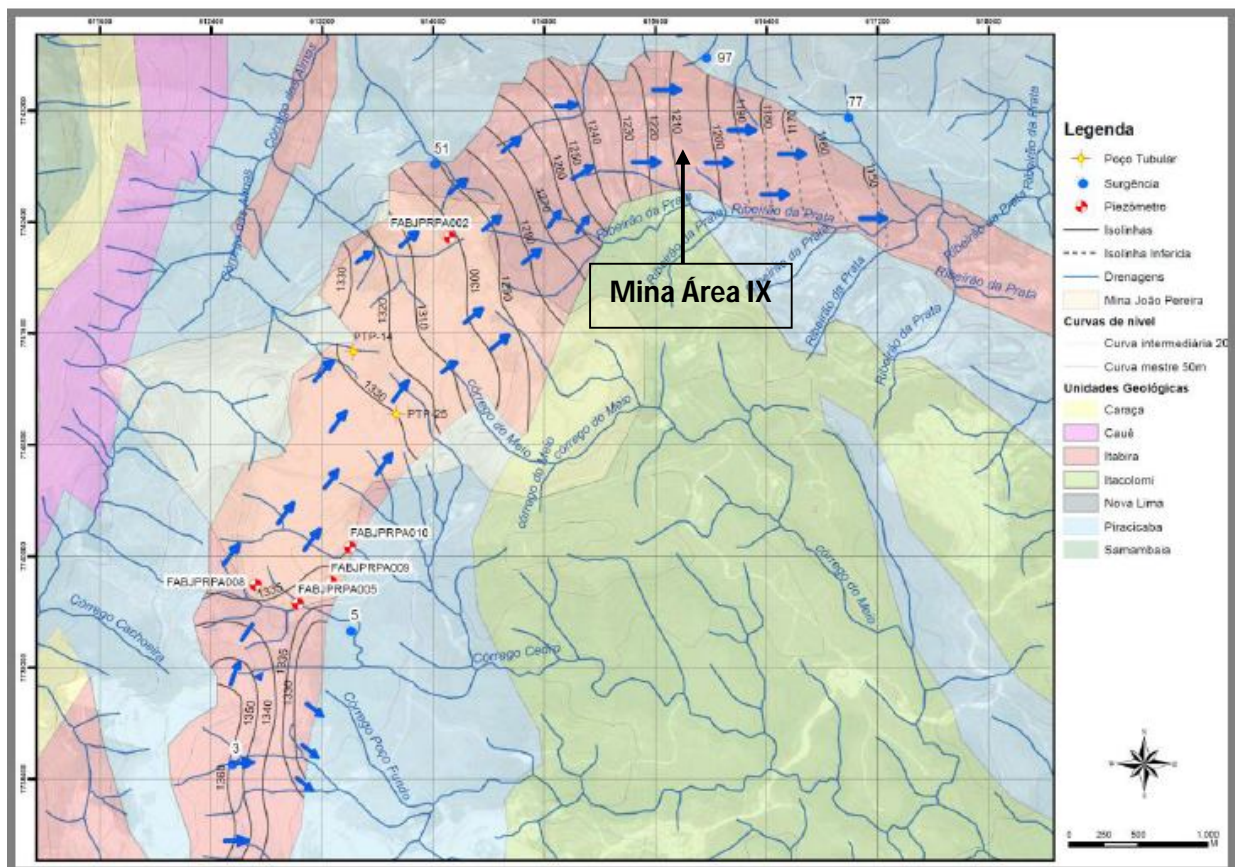


Figura 2 – Mapa Potenciométrico do Sistema aquífero Cauê com o fluxo da água subterrânea. MDGEO (2012)

Os piezômetros que estão no entorno da cava Área IX, são monitorados com frequência mensal, e apresentaram uma resposta significativa desta elevação de Nível D'água na cava. Na figura abaixo, observa-se a localização dos piezômetros e do vertedor 76, este vertedor monitora a Nascente Horta, que está localizada nas rochas encaixantes (Formação Piracicaba) da formação ferrífera. Esta nascente não apresentou alteração significativa de vazão com o enchimento da cava. (Figura 2).

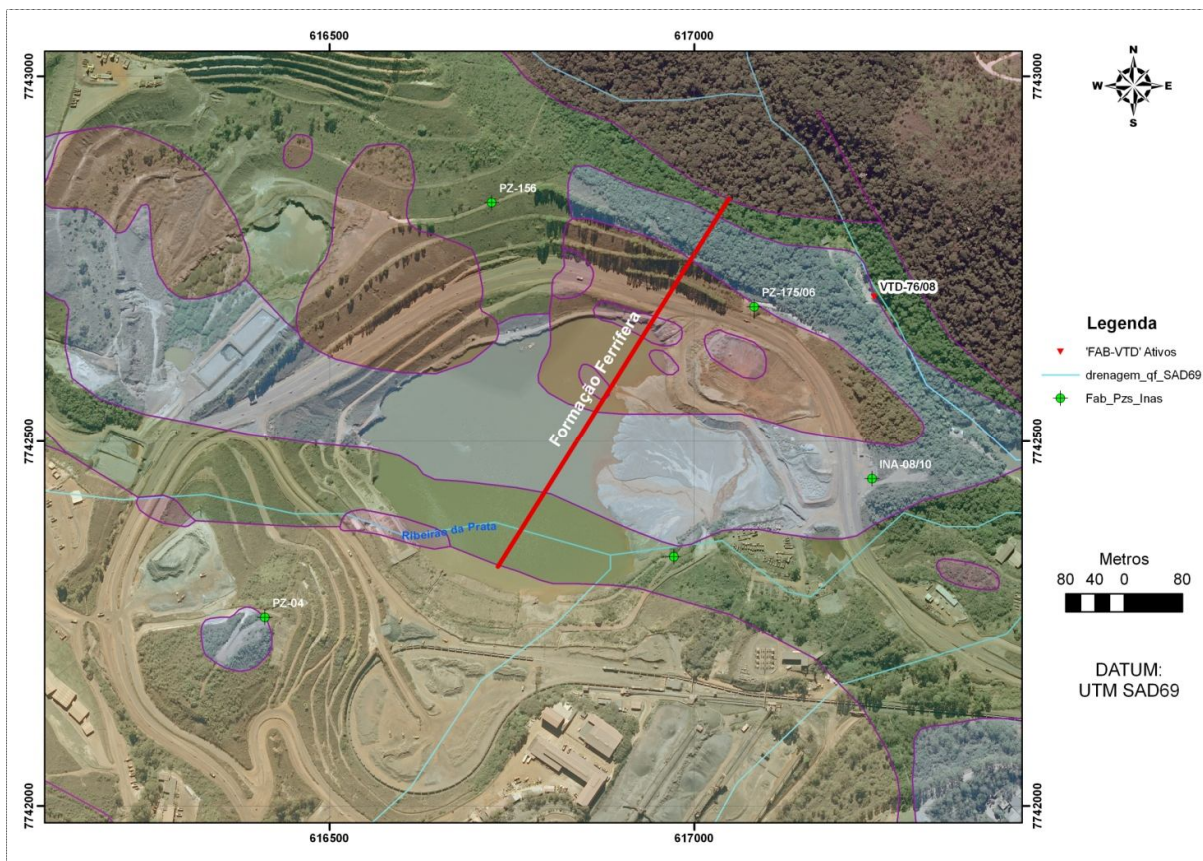


Figura 2. Imagem Aérea da Cava Área IX, com a localização dos piezômetros e do vertedor, e com mapa geológico de fundo.

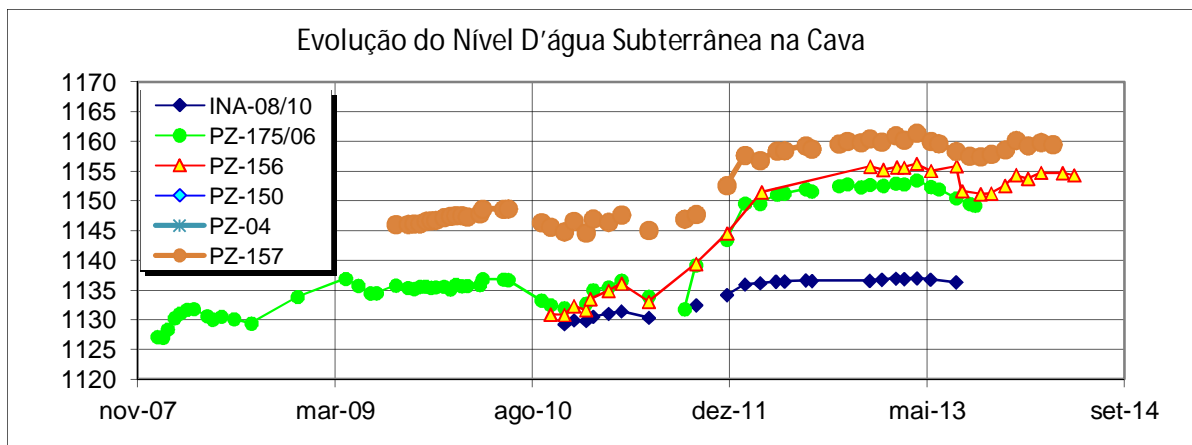


Gráfico 2. Evolução do nível d'água subterrânea da Cava Área IX.

Os piezômetros do gráfico 2, mostram uma forte elevação do nível piezométrico no final do ano de 2011, com tendência a estabilização no ano de 2012. Esta elevação do nível piezométrico comparada a elevação do nível d'água no sump da Cava Área IX (gráfico 1), revela que os piezômetros responderam rapidamente ao enchimento da cava indicando que a formação ferrífera

nesta cava possui uma alta permeabilidade. O INA 08, também teve uma elevação significativa do nível d'água no final do ano de 2011, com tendência a estabilização no ano de 2012. Este instrumento foi destruído no ano de 2013 pelo avanço da lavra na cava Área IX.

Podemos observar que os piezômetros 175 e 176, tiveram a elevação no nível piezométrico de aproximadamente 20 metros, ou seja, a cota do nível piezométrico (NP) passou de 1130 metros em 2010 para 1150 metros em 2014, já o piezômetro 157 teve a elevação do nível piezométrico (NP) de aproximadamente 15 metros, ou seja, a cota do NP passou de 1145 metros em 2010 para 1160 metros em 2014. Já o INA 08 teve uma elevação de nível d'água de aproximadamente 7 metros, ou seja, a cota do (NA) passou de 1130 metros em 2010 para 1137 metros em 2013.

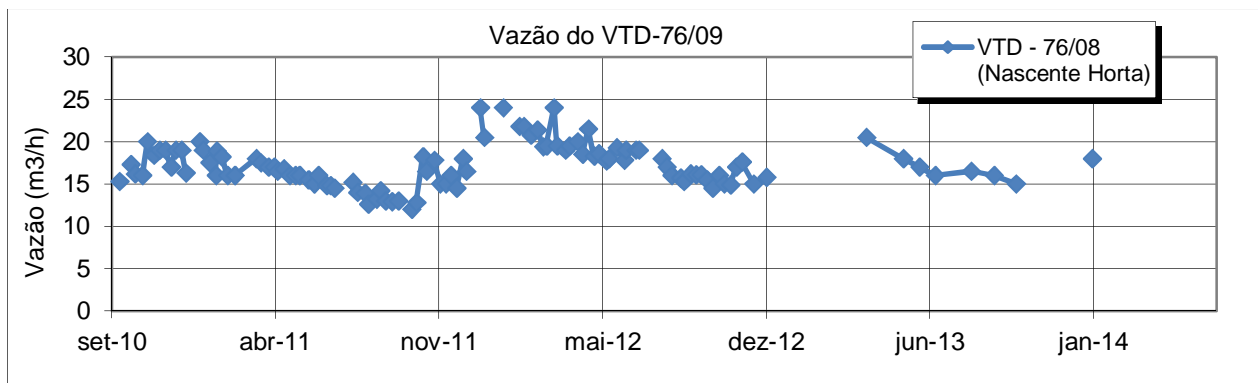


Gráfico 3 – Monitoramento de vazão da Nascente Horta.

No monitoramento da Nascente Horta, podemos observar que não houve impacto significativo do enchimento da cava Área IX na vazão de descarga da nascente. Sete nascentes foram cadastradas na cabeceira do Córrego Horta, destas nascentes uma está na cota de 1150 metros, duas estão na cota 1160 metros, uma esta na cota 1170 metros, duas estão na cota 1180 metros e uma está na cota 1200 metros conforme trabalho da Golder (2007). Conforme o gráfico 2, o nível máximo da água subterrânea registrado nos piezômetros esta variando de 1155 metros a 1160 metros. Como 4 destas nascentes estão numa cota superior a cota máxima de elevação do nível d'água subterrânea registrado, é possível que o nível d'água subterrânea não elevou-se suficientemente para impactar a nascente Horta até o momento. Uma outra conclusão é que a conexão hidráulica do aquífero Cauê com o aquífero Piracicaba pode ser pequena neste caso.

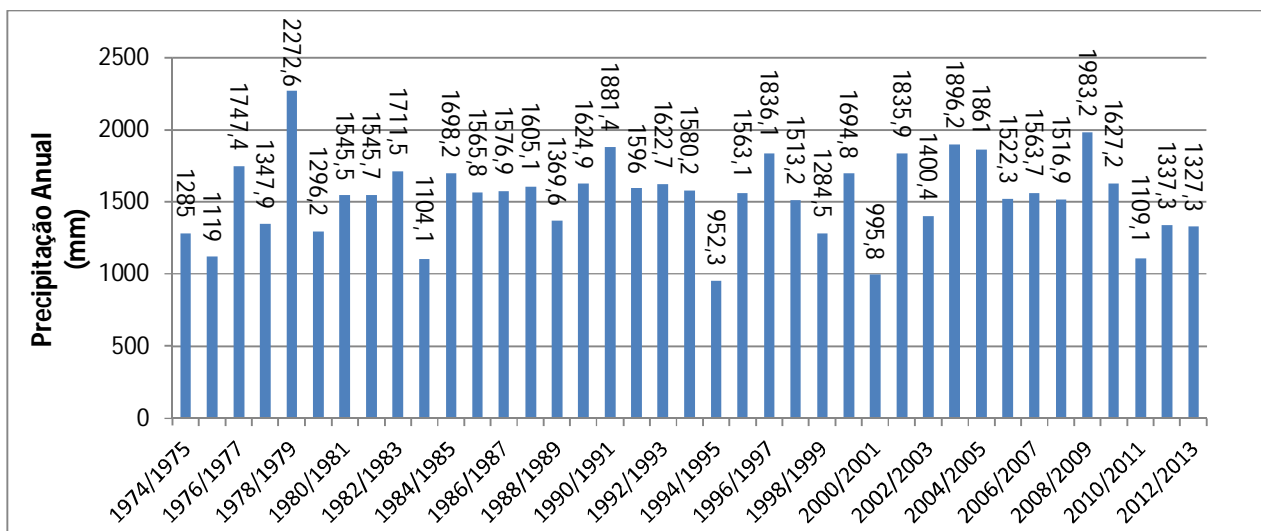


Gráfico 4 – Pluviometria Anual (ciclo hidrológico) histórica da Mina de Fábrica.

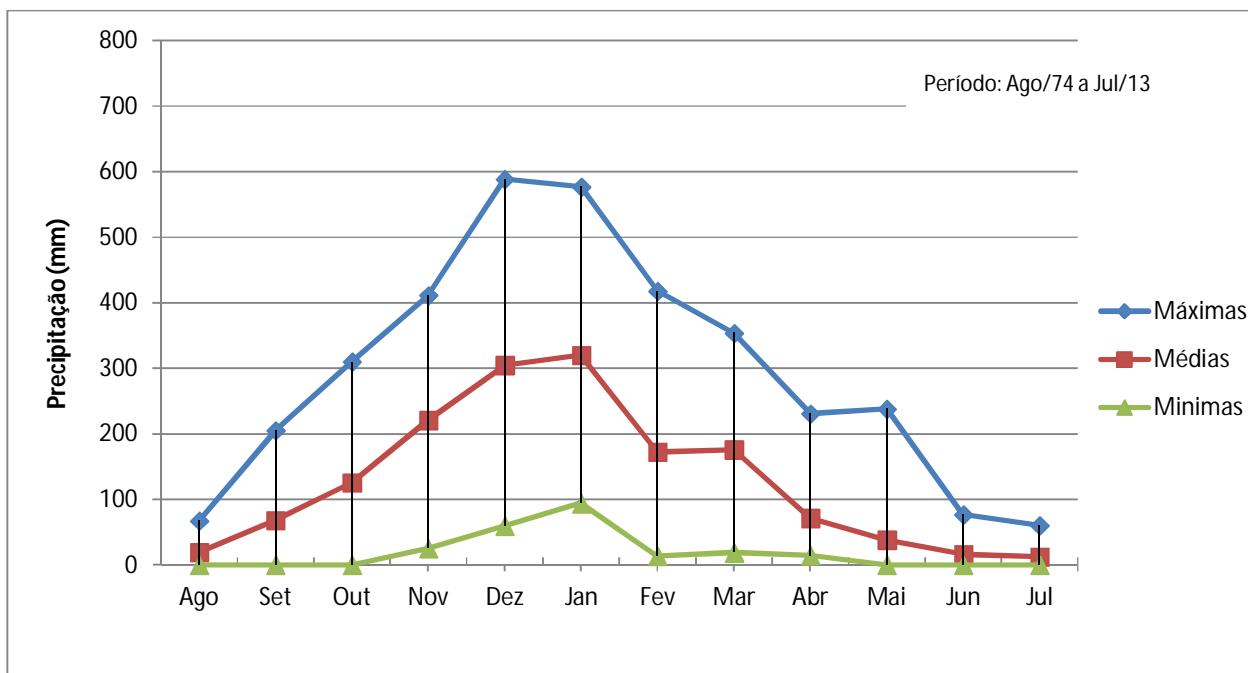


Gráfico 5 – Pluviometria média histórica da Mina de Fábrica.

Os gráfico 4, mostra uma alternância constante no decorrer dos anos, com anos mais chuvosos intercalados com anos menos chuvosos. O gráfico 5, mostra um período chuvoso bem definido de Outubro a Março no decorrer dos anos. A análise dos gráficos de pluviometria da Mina de Fábrica, revela que as chuvas tiveram pouca influência na elevação do Nível D'água subterrânea e do Nível D'água do Sump da cava Área IX, pois os gráficos mostram que as chuvas permaneceram constantes no decorrer dos anos sem grandes modificações no período que a cava recebeu o rejeito do beneficiamento do minério de ferro.

5 – DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Este trabalho possui grande importância estratégica para a Vale, pois a Cava Área IX está em expansão e o entendimento do regime de fluxo da água subterrânea será importante para que as avaliações geotécnicas da expansão sejam coerentes com a realidade atual da cava. Atualmente, a cava Área IX está sendo lavrada a jusante do local onde a foi realizada a disposição de rejeito. Futuramente, as avaliações geotécnicas de fluxo da Cava Área IX deverão ser feitas com critérios bem rigorosos para que a segurança das operações seja mantida.

O monitoramento mostrou-se bastante conclusivo neste caso, evidenciando a importância do mesmo. Os piezômetros 156, 157 e 175 e o INA-08, apresentaram significativa elevação do nível d'água, o que nos leva a concluir que estes instrumentos estão no Aquífero Cauê. A nascente Horta não apresentou significativa alteração na vazão de descarga, neste caso podemos concluir que o nível d'água subterrânea não tenha se elevado suficientemente para impactar a nascente Horta até o momento. Ainda há a possibilidade de esta água subterrânea estar em trânsito e ainda não ter impactado a nascente. A permeabilidade da formação ferrífera pôde ser estimada, com base no tempo de resposta dos piezômetros e dos INAS que estão no entorno da cava.

Conforme análise da pluviometria histórica da Mina de Fábrica, podemos concluir que o impacto do regime de fluxo da água subterrânea no período estudado foi antrópico, ou seja, a disposição de rejeito na cava, foi o principal fator para a alteração do regime de fluxo, as chuvas não tiveram impacto significativo, pois permaneceram na mesma média dos anos anteriores.

Está sendo realizada atualmente, uma caracterização hidroquímica da nascente Horta. Como esta nascente esta mapeada na formação Piracicaba, num próximo trabalho, deverá ser feita a correlação de elevação do nível d'água com a caracterização hidroquímica, de forma que seja possível caracterizar em qual formação está esta nascente de fato.

Como sugestão para trabalhos posteriores, deve ser feita a estimativa da permeabilidade equivalente da formação ferrífera da Cava Área IX. Uma seção geológica deve ser traçada da Cava Área IX para a Cava Área X, e a elevação do nível piezométrico deve ser comparada com a elevação do nível d'água no sump desta cava, de forma que seja possível fazer uma estimativa da permeabilidade. Outra sugestão seria fazer ensaios de permeabilidade na formação ferrífera e na Formação Piracicaba, de forma que seja possível entender o nível de conexão hidráulica entre os dois aquíferos.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MDGEO, 2012. Modelo Hidrogeológico Numérico das Cavas Ponto 2, Ponto 3 e Segredo. R-VALE342-01-MN-R2.

GOLDER Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. Cadastramento de Nascentes e Definição de Malha de Monitoramento de Vazão e Qualidade de Águas nas Minas.Fazendão, Água Limpa e Fábrica. Maio de 2007.