

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS POÇOS DE REBAIXAMENTO EM MINA A CÉU ABERTO, UM ESTUDO DE CASO DO COMPLEXO MINEROQUÍMICO DE ARAXÁ DA VALE FERTILIZANTES

Michelle Cintra Abud¹; Marcus Vinicios Andrade Silva². Jeandro Augusto Vitorio³& Luiz Gustavo Moraes de Macedo⁴

RESUMO

Atualmente poços tubulares profundos são amplamente utilizados em mineradoras para fins de rebaixamento do nível d'água e permitir o avanço de lavra. A operação dos poços reflete diretamente e rapidamente no rebaixamento de nível d'água permitindo liberação de frentes de lavra, sendo assim o empenho para mantê-los em operação se torna imprescindível, uma vez que a mina, em cava fechada, nem sempre apresenta condições favoráveis de drenagem superficial. Devido à importância da operação contínua dos poços na área de lavra da mina e em busca de minimizar os impactos para a operação de mina, foi necessária a organização de um serviço permanente de operação e manutenção de poços para garantir uma maior disponibilidade dos poços, que serão abordados neste trabalho num estudo de caso na mina a céu aberto no Complexo Minerológico de Araxá da Vale Fertilizantes.

ABSTRACT

Currently deep wells are widely used in mining for the purpose of lowering the water level to allow the advance of mine. The operation of the wells quickly and directly reflects in the lowering of water level enabling release of mining fronts, thus the effort to keep them in operation becomes imperative because the mining in closed pit does not always provide favorable conditions of surface drainage. Because of the importance of continuous operation of the wells in the mine and in search to minimize impacts to the mine operation was necessary the organization of an permanent service operation and maintenance of wells to ensure greater availability of wells that will be addressed in this paper with that case study in open pit mine in the Araxá Mining Chemical Complex of Vale Fertilizantes.

Palavras-chave: Poços. Rebaixamento. Mina.

¹ Técnico de Mineração, Vale Fertilizantes: Av. Arafértil, 5000 - CEP: 38184-270 - Araxá-MG; (34)3669-6317; michelle.abud@valefert.com.

² Engenheiro Geólogo, Vale Fertilizantes: Av. Arafértil, 5000 - CEP: 38184-270 - Araxá-MG; (34)3669-6379; marcus.andrade@valefert.com.

³ Geólogo, Vale Fertilizantes: Fazenda Chapadão, s/nº Zona Rural - CEP 75701-970 - Catalão-GO; (64) 3411-8764; jeandro.vitorio@valefert.com.

⁴ Geólogo, Vale Fertilizantes: Rodovia MG 341, Km 25 - CEP: 38185-000 - Tapira-MG; (34)3669-5411; luiz.macedo@valefert.com.

1 - INTRODUÇÃO

Os trabalhos de desaguamento em grandes obras de mineração ganhou destaque no Brasil a partir na década de 80, com a introdução de poços tubulares profundos nas minas para fins de rebaixamento de nível d'água(n.a) e permitir o aprofundamento das escavações e conseqüentemente o avanço de lavra. Entretanto, o rebaixamento do n.a. já era praticado desde o século 19 no esgotamento de minas subterrâneas e na estabilidade de taludes de cavas a céu aberto (BERTACHINI e ALMEIDA, 2003).

Os poços tubulares são estruturas de captação destinadas a exploração de água subterrânea de um ou mais aquíferos. Construídos mediante a perfuração mecanizada do terreno e posterior revestimento, total ou parcialmente, com tubos que permitam a estabilidade do furo, a entrada d'água e a introdução de equipamentos de bombeamento.

As operações de rebaixamento do n.a. consistem na utilização de uma bateria de poços, ou mesmo de um único poço, caso este tenha vazão e desempenho que gere um cone de rebaixamento suficiente para a liberação das frentes de lavra, em um regime de bombeamento que acarrete a super-exploração localizada de um determinado aquífero. A super-exploração ocorre quando se retira mais água que aquele local ou setor do aquífero consiga repor, através do fluxo regional e da recarga local.

O presente estudo tem como objeto apresentar um cenário com treze poços tubulares profundos responsáveis pelo rebaixamento do n.a da Mina F4 do Complexo Mineroquímico de Araxá (CMA) para permitir o aprofundamento da cava e o avanço de lavra. A pesquisa hidrogeológica do rebaixamento do nível d'água da Mina F4 teve seu início em julho de 2007, com a instalação inicial de três poços tubulares profundos. As simulações do modelo matemático numérico apontam uma necessidade de instalação ao longo da vida útil da mina um total de 23 poços.

Devido a grande quantidade e importância da operação contínua dos poços na área de lavra da mina, foi necessária a organização de um serviço permanente de operação e manutenção de poços para garantir maior disponibilidade dos mesmos, que será abordado neste trabalho.

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Mina F4, localiza-se no município de Araxá, na região do Alto Paraíba, sudoeste do estado de Minas Gerais, delimitada pelos meridianos 46°20'00" e 47°20'00" de longitude oeste, e os paralelos 19°25'00" e 19°50'00" de latitude sul. O acesso para o local da Mina F4 se faz pela MG-428, estando o empreendimento a uma distância de 10 km a sul da cidade de Araxá. Na Figura 1

mostra-se a localização do município de Araxá, em relação a capital do estado de Minas Gerais e na Figura 2 a localização da Mina F4.



Figura 1: Localização do município de Araxá (Fonte: Modificado de Google Maps).



Figura 2: Detalhe da área de estudo (Fonte Imagem: Google Earth, 2013).

3 - REBAIXAMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA EM MINERAÇÃO

A atividade de rebaixamento do nível d'água precede o momento em que a lavra intercepta o nível da água do aquífero e continua mesmo após o encerramento da lavra. O conceito empregado é o pré-rebaixamento, programado em função do avanço da lavra, para manter seco aquele setor da mina, que deverá ser lavrado em um determinado momento. A atividade se encerra na fase de fechamento da mina, no momento em que o aquífero restabelece uma nova condição de equilíbrio, entre a recarga e a descarga de água subterrânea. Dessa forma, o planejamento do rebaixamento é realizado em concordância e de forma a atender aos planos de lavra de curto, médio e longo prazo, desde o início até a exaustão da mina (BERTACHINI e ALMEIDA, 2003).

A necessidade de praticar o pré-rebaixamento torna os poços tubulares estruturas mais adequadas do que as drenagens superficiais, pois não é necessário aguardar que a lavra avance sobre a área de interesse para proceder ao seu desaguamento, uma vez que a quantidade de água na área pode não permitir avanços de lavra.

3.1 - Utilização de poços tubulares para rebaixamento de nível d'água na mina F4

Os poços tubulares são extremamente eficazes como estruturas de rebaixamento nível d'água uma vez que permitem o bombeamento de volumes de água superiores aos outros processos de rebaixamento. Porém a instalação de poços tubulares em uma área de lavra não é tão simples, pois além do local de perfuração do poço para captação de água é necessária toda uma infraestrutura de rede elétrica, desde a transmissão até a distribuição em todos os poços no interior da mina, bem como as redes adutoras para esgotamento da água extraída, que constituem estruturas expressivas e gerando mais transtornos às operações de lavra que os poços. Outro transtorno para a operação são as áreas de detonação que podem afetar tanto os poços como as redes elétricas, exigindo-se assim uma demanda significativa de serviços e planejamento operacional para evitar danos a toda estrutura utilizada para os poços de rebaixamento.

Apesar destas dificuldades operacionais citadas que são encontradas no dia a dia das operações mineiras, o fato da existência e bombeamento dos poços refletir direta e rapidamente no rebaixamento do n.a permitindo liberação de frentes de lavra, torna a operação e manutenção dos poços uma atividade imprescindível, já que a mina, em cava fechada, nem sempre apresenta condições favoráveis de drenagem superficial.

A Figura 3 apresenta a disposição espacial dos poços em operação na Mina F4, e na Figura 4 ilustra bem uma das interferências mencionadas que é o avanço de lavra ao redor de um poço.

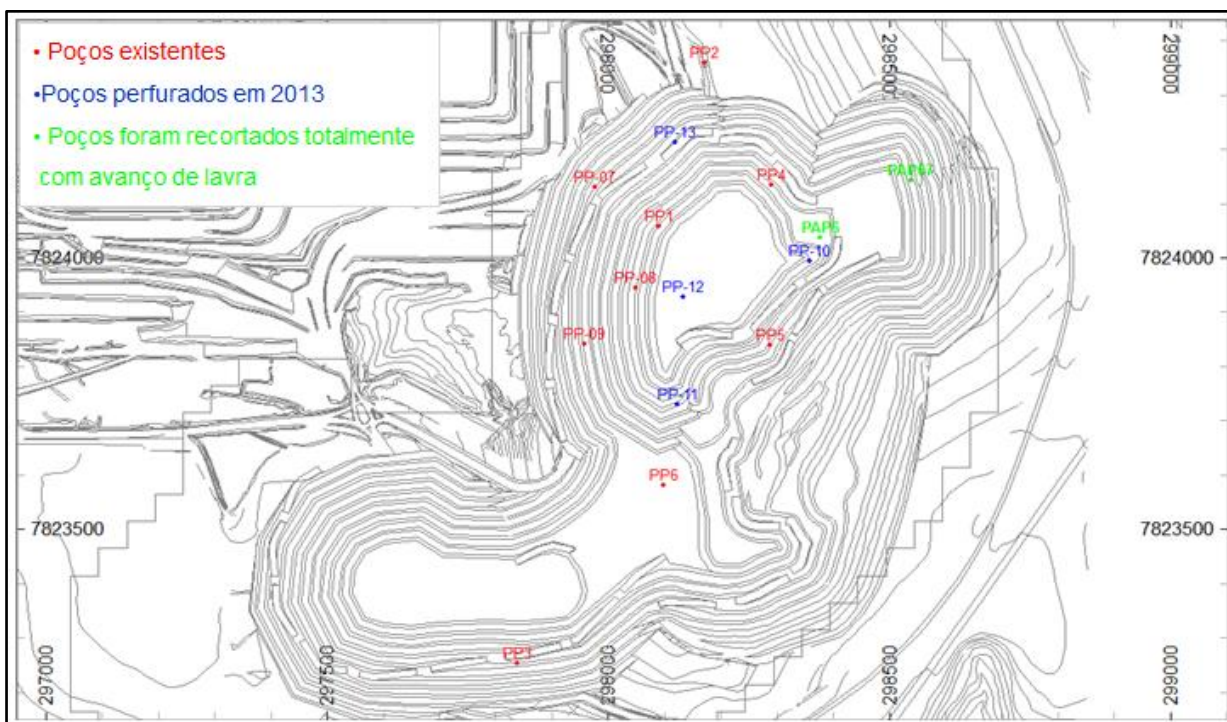


Figura 3: Disposição espacial dos poços na mina F4 da Vale Fertilizantes, para rebaixamento de nível d'água.
(Fonte: Vale Fertilizantes, 2013 ⁵).



Figura 4: Poço na mina F4 da Vale Fertilizantes, durante avanço de lavra (Fonte: Vale Fertilizantes).

⁵ Relatório Interno de Alocação de Poços de Rebaixamento – Ano Base: 2013.

4 - OPERAÇÃO DOS POÇOS

O monitoramento e o controle operacional dos poços envolvem os aspectos hidráulicos, qualidade da água e o desempenho operacional dos equipamentos de bombeamento.

Os parâmetros hidráulicos monitorados são: o nível da água no interior do poço (estático e dinâmico), a vazão instantânea, tempo de funcionamento e o volume acumulado de água extraída. As medições de nível já são feitas em alguns poços de forma automatizada, através da utilização do micro-diver, que monitora de maneira efetiva as variações de nível do poço.

O monitoramento do funcionamento dos equipamentos de bombeamento fornece elementos para interpretação dos demais parâmetros do controle operacional, permite avaliar o rendimento eletromecânico, disponibilidade dos poços e possibilita antecipar a necessidade de serviços de reparo e manutenção (JORBA e ROCHA, 2007).

Os parâmetros de qualidade da água que são monitorados englobam o teor de sólidos em suspensão, os parâmetros físico-químicos, a atividade microbiológica e fornecem suporte às análises e interpretações relativas ao desempenho hidráulico do poço e do aquífero.

4.1 - Monitoramento operacional

Nos itens seguintes são descritos os principais indicadores utilizados nos programas de monitoramento e de controle operacional do desempenho hidráulico do poço e do aquífero, bem como, os principais registros dos dados necessários.

4.1.1 - Capacidade de produção dos poços tubulares

A capacidade de produção de um poço tubular pode ser relacionada à sua vazão de produção e à sua capacidade específica, enquanto que o volume de água efetivamente produzido depende dos equipamentos, condições de operação e da forma como é organizada a produção.

Na mina F4 da Vale Fertilizantes, os poços tubulares são inspecionados diariamente, sendo monitorados a vazão, tempo de operação e nível. As vazões são obtidas através de medidores de vazão (figura 5), na maioria eletromagnéticos, onde estão disponíveis a vazão instantânea e a vazão acumulada, essencial para controlar o volume total de captação de água do poço. O controle do tempo de operação dos poços é controlado através do horímetro, que é de extrema importância e deve ser realizado sempre em associação com o valor da vazão bombeada para se obter a vazão

média de produção de cada poço, é através desse dado que se consegue obter a eficiência, disponibilidade e as condições de operação dos equipamentos de bombeamento.



Figura 5 – (esq.) Medidor de vazão eletromagnético/ (dir.) módulo eletrônico onde são indicados as vazões instantâneas e acumulada (Fonte: Vale Fertilizantes).

Nas figuras 6 a 9 são alguns resultados destes monitoramentos que são realizados em nossa mina e fazem parte do dia a dia da equipe da operação de mina e da hidrogeologia, afim de identificação das falhas e programação de manutenção.

DISPONIBILIDADE POÇOS REBAIXAMENTO MINA F4																																	
		NOVEMBRO - 2013																															
POÇO	IMPACTO LAVRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Motivos	
PP-01	Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Dia 5/out-Problemas na tubulação.
PP-02	Médio	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Aguardando limpeza e perfilagem previsto agosto/14.
PP-03	Médio	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Desde 25/jun - Rebaixamento
PP-04	Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	
PP-05	Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	
PP-06	Médio	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Dia 7 - Tubulação rompida/ Dia 16 - Vazamento tubulação.
PP-07	Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Dia 16/out - Rebaixamento e motor da bomba queimou.
PP-08	Muito Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Dia 3/out a 27/nov- problema dectado fases invertidas, motor bomba estava patinando.
PP-09	Muito Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Dia 16 - Queima do motor da bomba.
PP-10	Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	
PP-11	Muito Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Dia 7 - Tubulação rompida e vazamento na flange
PP-12	Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Dia 4 - manutenção tubulação / Dia 15 - problema elétrico / Dia 18 - acesso interdito.
PP-13	Alto	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Funcionando	Parado acima de 12 hs	Dia 3/out - rebaixamento

Motivos	
Mecânico:	PP-1 problemas na tubulação / PP-6 e 11 tubulação rompida
Elétrico:	PP- 7 e 9- queima do motor da bomba / PP -08 estava com as fases invertidas, o motor da bomba estava patinando
Instrumentação:	
Operacional:	PP-02 aguardando limpeza e perfilagem previsto agosto/14 / PP-04 rebaixamento desde 25 junho / PP-07 rebaixamento desde 16 out / PP-13 rebaixamento desde 3/out.

Figura 6 – Painel de status dos poços da mina F4, contemplando os motivos e datas de paradas no sistema de bombeamento (Vale Fertilizantes, 2014 ⁶).

⁶ Relatório interno mensal de disponibilidade dos poços, 2013.

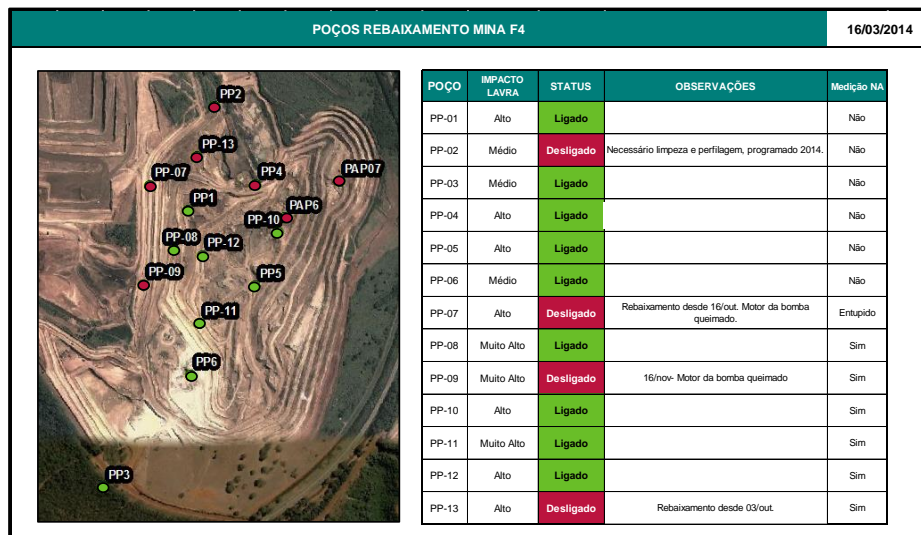


Figura 7 – Painel de visualização em planta do status do dia dos poços da mina F4 (Vale Fertilizantes, 2014⁷).

PP - 09 - novo								
DATA	HORA	VAZÃO (MPH)	TOTALIZADOR (M ³)	HORIMETRO	Horas Trabalhadas	Volume Bombeado	Vazão Média	Observações
13/10/13								
14/10/13	12:05	189,00	1.049.142,00	5.134,00	39,80	7.708,30	193,68	
15/10/13	16:00	189,00	1.054.499,00	5.162,00	28,00	5.357,00	191,32	
16/10/13	11:35	190,00	1.057.755,00	5.179,00	17,00	3.256,00	191,53	
17/10/13	10:40	188,00	1.062.054,00	5.202,00	23,00	4.299,00	186,91	
18/10/13	10:25	187,00	1.066.513,00	5.226,00	24,00	4.459,00	185,79	
19/10/13	19:00	186,00	1.072.659,00	5.259,09	33,09	6.146,00	185,74	
20/10/13	16:28	186,00	1.076.442,60	5.279,53	20,44	3.783,60	185,11	
21/10/13	11:00	185,00	1.079.899,00	5.297,00	17,47	3.456,40	197,85	
22/10/13	16:30	186,00	1.085.431,00	5.327,00	30,00	5.532,00	184,40	
23/10/13	16:25	186,00	1.089.983,00	5.351,00	24,00	4.552,00	189,67	
24/10/13	10:15	0,00		5.363,00				
25/10/13	16:30	204,00	1.096.722,00	5.386,00	35,00	6.739,00	192,54	
26/10/13		202,00	1.101.724,80	5.413,00	27,00	5.002,80	185,29	
27/10/13	18:20	203,00	1.104.094,10	5.424,40	11,40	2.369,30	207,83	Prob.tubulação
28/10/13								Falta energia elétrica
29/10/13	14:20	205,00	1.108.677,00	5.448,00	23,60	4.582,90	194,19	
30/10/13	15:30	189,00	1.113.453,00	5.473,00	25,00	4.776,00	191,04	
31/10/13	8:25	188,00	1.116.661,80	5.490,12	17,12	3.208,80	187,43	
TOTAIS		188,44	124.780,20	662,17	662,17	124.780,20	188,44	

Figura 8 – Planilha de controle operacional de monitoramento dos poços da mina F4 (Vale Fertilizantes, 2013⁸).

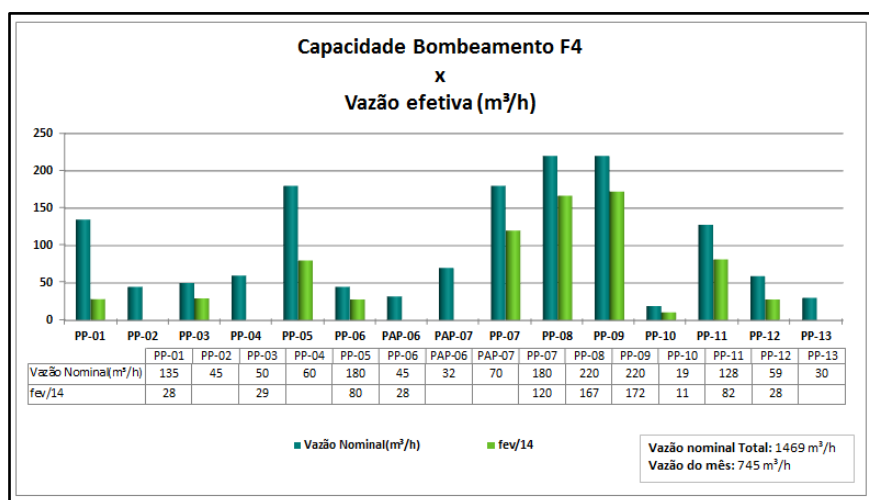


Figura 9 – Apresentação da eficiência mensal de bombeamento da mina F4 (Vale Fertilizantes, 2014⁹).

⁷ Relatório Interno diário de acompanhamento dos poços de rebaixamento, 2014.

⁸ Relatório Interno de monitoramento dos poços de rebaixamento, 2013.

⁹ Relatório Interno de monitoramento dos poços de rebaixamento, 2014.

4.1.2 *Medição do nível da água nos poços tubulares*

As medições dos níveis da água no interior dos poços devem ser realizadas considerando-se a situação de repouso ou bombeamento, a interferência com outros poços tubulares e a localização do poço.

A norma brasileira NBR 1290 da ABNT define o nível estático como: “profundidade do nível da água de um poço em repouso, isto é sem bombeamento, medida em relação à superfície do terreno local”, algo extremamente importante é o georreferenciamento do poço e as cotas atualizadas a cada recorte efetuado.

A obtenção da posição real do nível estático depende do tempo de recuperação do poço, após a parada da bomba, que por sua vez, se dá em função da vazão extraída, do rebaixamento atingido e das características do aquífero. Assim, um nível da água medido a um dado tempo após desligar a bomba pode ou não ser o nível estático real. O ideal é aguardar uma estabilização aparente do nível da água e padronizar o tempo de repouso para efetuar as medidas (JORBA e ROCHA, 2007).

O nível dinâmico é a profundidade mais baixa do nível da água obtida no poço, atingido durante o bombeamento, à uma dada vazão relativamente constante. A medida deve ser feita simultaneamente com a medida de vazão e o tempo de duração do bombeamento (JORBA e ROCHA, 2007).

Na Mina F4 da Vale Fertilizantes, dos treze poços que estão em operação, quatro apresentam micro-divers já estão instalados, onde se consegue visualizar bem o período de estabilização dos níveis estáticos e dinâmicos. Quanto aos demais são monitorados, através de medidores de nível elétrico, semanalmente e em caso de desligamento de algum deles é realizada outra leitura a fim de obter o nível estático. Inicialmente os tubos para medição de nível era de diâmetro de $\frac{3}{4}$ ” e de PVC, porém a medida que os poços foram submetidos à operações de recortes, não conseguia-se aproveitar as tubulações uma vez que, em virtude da sua fragilidade, quebravam facilmente. A utilização de tubos de PVC implicava na ocorrência de outro desafio operacional, devido ao tubo ser flexível, ao descer ele junto com a bomba, o tubo desviava e não descia retilíneo que acabava posteriormente prendendo os equipamentos de medição de nível na tubulação, ao todo perdeu-se instrumentos de medição de nível desta forma. A medida que os recortes nestes estão acontecendo os tubos de PVC são substituídos por tubos metálicos de 1”. Nos novos poços construídos no próprio contrato já contempla os tubos para medição de nível com instalação do micro-diver para garantir os monitoramentos dos níveis dos poços de maneira efetiva e confiável. A figura 12 mostra as medições de nível e retirada do micro-diver nos poços de rebaixamento da mina F4.

Para avaliação do rebaixamento esperado no interior da mina e monitoramento dos níveis ao redor do complexo, a Vale Fertilizantes de Araxá possui uma rede de monitoramento que são

monitoradas com periodicidade os níveis de água dos INAS e dos poços. As informações obtidas são continuamente avaliadas e geram um mapa potenciométrico do nível de água, como pode ser visto na figura 10.

Algo bastante interessante observado nos poços da mina F4 no monitoramento dos níveis, é o fato de nem sempre a vazão estar diretamente relacionada com o nível de rebaixamento. As vezes o raio de interferência é menor devido a baixa vazão porém gera um rebaixamento local maior, como é o caso do PP-10. Pode ser visualizado na figura 11, o rebaixamento com as respectivas vazões dos novos poços que entraram em operação em 2013.

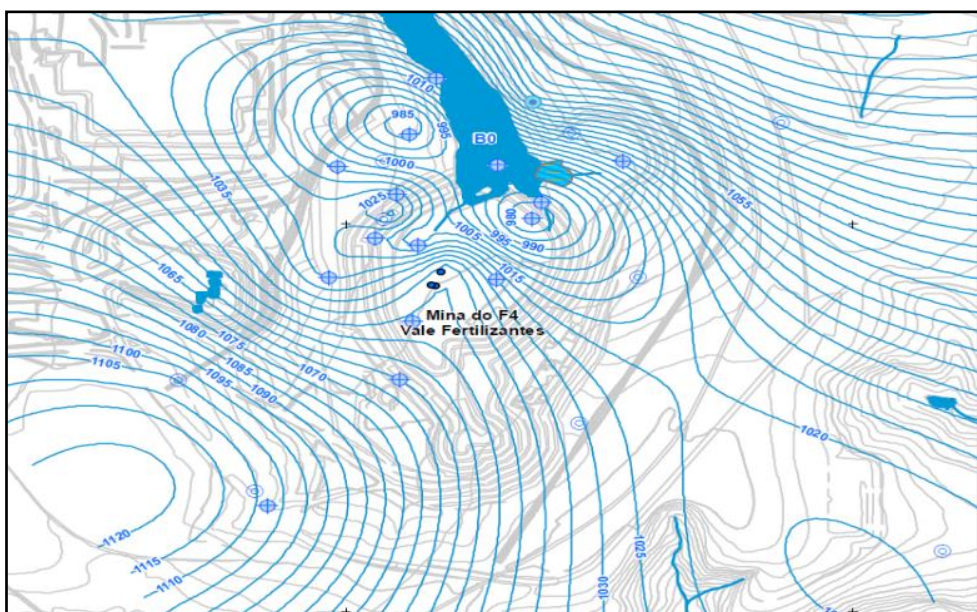


Figura 10 – Mapa potenciométrico da mina F4 (Fonte: Vale Fertilizantes, 2013¹⁰).

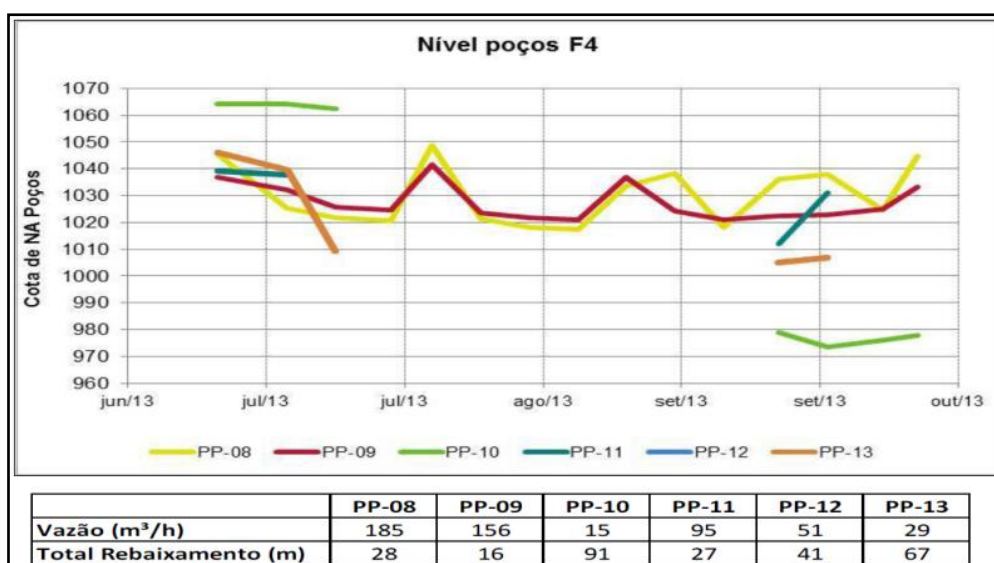


Figura 11 – Rebaixamento de nível d'água dos novos poços da mina F4 de 2013 (Fonte: Vale Fertilizantes, 2013¹¹).

¹⁰ Relatório Interno de monitoramento mensal de rebaixamento, 2013.

¹¹ Relatório Interno de monitoramento dos poços de rebaixamento, 2013.



Figura 12 – (esq.) Monitoramento do nível utilizando o medidor nível elétrico / (dir.) Retirada semanal do micro-diver para baixar os dados lidos continuamente (Fonte: Vale Fertilizantes).

4.1.3 Controle e monitoramento da qualidade da água

O controle da qualidade da água produzida nos poços tubulares abrange desde o controle da produção de finos, dos parâmetros físico-químicos da água, da atividade microbiológica e da realização de análises químicas e bacteriológicas. Os parâmetros tais como: pH, Eh, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, indicadores da atividade microbiana fornecem uma indicação indireta da qualidade da água e de eventuais alterações. As análises físico-químicas e bacteriológicas completas ou parciais também são realizadas frequência afim de monitoramento da qualidade da água captada. Na figura 13 pode ser visualizado o momento de coleta de água, para monitoramento hidrogeoquímico em alguns dos poços da mina F4.



Figura 13 – Amostragem durante campanha hidrogeoquímica dos poços da mina F4 (Fonte: Vale Fertilizantes).

5 - MANUTENÇÃO DOS POÇOS TUBULARES

A manutenção nos poços tubulares consiste em assegurar inspeção regular nos sistemas, efetuar o registro sistemático das condições do poço, equipamentos e materiais em uso, detectar as causas dos problemas e saná-los, de modo a garantir a eficiência e o bom funcionamento dos sistemas de bombeamento. Um serviço permanente de operação e manutenção de poços, proporciona também diminuição de custos, racionalização de pessoal, padronização de materiais e otimização de equipamentos. Operação e manutenção guardam, portanto, uma estreita relação e interdependência. (JORBA e ROCHA, 2007).

Neste estudo de caso o foco da parte de manutenção será voltado para os recortes nos poços tubulares, já que são as ações mais frequentemente realizadas pela manutenção.

4.1 Recorte e rebaixamento dos poços

Os poços tubulares sofrem ao longo de todo o ano paralizações para avanço de lavra no local em que estão instalados, conseqüentemente é necessária a retirada de toda a infraestrutura dos poços: rede elétrica, adutora, equipamento de bombeamento, painel, fiações, dentre outros. Este tipo de atividade requer uma programação de guindastes, caminhão munck, eletricitas, mecânicos e instrumentistas, além do envolvimento direto das equipes de operação de mina.

Além do custo alto os equipamentos há uma demanda de tempo de pessoal. Visando prever os gastos e tempos de parada dos poços, a hidrogeologia faz uma previsão anual de previsão de recortes e atualiza ao longo do ano a situação de cada poço, com o total de metragem a ser recortada com base no plano de lavra, como pode ser visto nas figuras 14 e 15. Esta ação tem como objetivo prever o tempo de operação efetivo dos poços e análise de impacto no rebaixamento de nível d'água na mina bem como facilitar para programação de pessoal e equipamentos que executarão o desligamento/religamento dos poços.

Com o avanço da lavra na mina F4, já foram perdidos 2 poços, um devido o avanço da lavra chegando ao final dele e o outro pelo rompimento do tubo causado pela movimentação de equipamentos que bateram contra a tubulação.

Na figura 16 mostra um dos poços antes e depois do recorte, pode-se observar a mudança no cenário de um ano após o grande avanço de operação da mina F4 na região deste poço, cujo rebaixamento foi de aproximadamente 60 metros. Os alambrados de metal foram substituídos por leiras do próprio material extraído da mina, a fim de impedir o movimento de caminhões e

máquinas nas instalações dos poços. Outra melhoria realizada foi à identificação da fixação do poste.

As figuras 17 e 18 mostram algumas das rotinas de manutenção nos poços da mina F4.

PREVISÃO CORTE POÇOS F4			
Poço	Cota da boca do poço		
	Cota Atual	Cota Dez/13	Total Recorte (m)
PP1	1.085	1.037	48
PP2	1.106	1.106	0
PP3	1.168	1.130	38
PP4	1.063	1.050	13
PP5	1.083	1.060	23
PP6	1.126	1.116	10
PAP6	1.066	1.050	16
PAP07	1.096	1.070	26
PP-07	1.120	1.100	20
PP-08	1.102	1.070	32
PP-09	1.125	1.120	5
PP-10	1.069	1.051	18
PP-11	1.087	1.060	27
PP-12	1.076	1.037	39
PP-13	1.094	1.077	17

ESTÃO EM RECORTE
COTA FINAL DO POÇO

Figura 14 – Previsão de recortes dos poços da Mina F4 (Fonte: Vale Fertilizantes, 2013¹²).

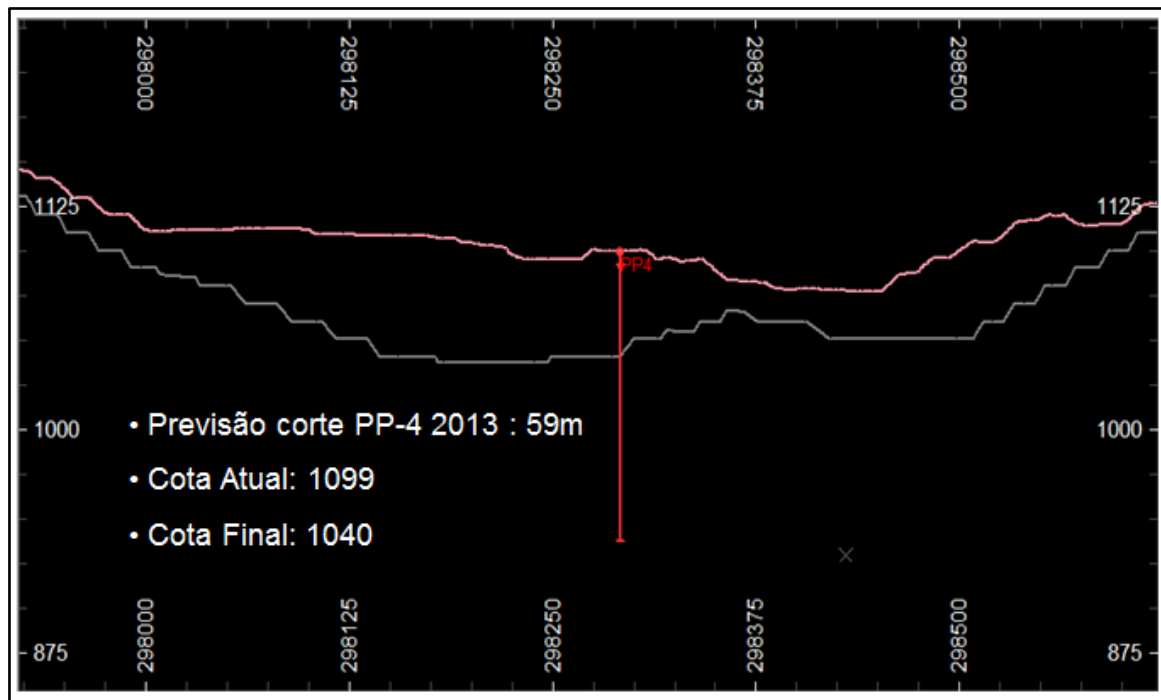


Figura 15 – Perfil do PP-4 da mina F4 com topografia atual x plano de lavra (Fonte: Vale Fertilizantes, 2013¹³).

¹² Relatório Interno Previsão de Recorte dos poços de rebaixamento, 2013.

¹³ Relatório Interno Previsão de Recorte dos poços de rebaixamento, 2013.



Figura 16 – (esq.) O poço PP-4 da mina f4 antes dos recortes em fevereiro de 2013/ (dir.) O poço PP-4 após os 60m previstos de recorte em fevereiro de 2014 (Fonte: Vale Fertilizantes).



Figura 17 – (esq.) Avanço da lavra em volta do poço mantendo ele sempre a parte superior revestimento fechada/ (dir.) Reinstalação da parte elétrica e postes (Fonte: Vale Fertilizantes).



Figura 18 – (esq.) O poço PAP-6 com surgências no piso após 3 meses com ele parado para avanço de lavra / (dir.) Auxílio do caminhão munck para recorte do revestimento (Fonte: Vale Fertilizantes).

4.1.1 Reposicionamento do crivo da bomba após recorte e rebaixamento do poço

A bomba é dimensionada e instalada em uma posição específica no poço. A determinação desta posição é definida logo após a construção do poço e após testes de bombeamento que verificam a capacidade de produção e o rebaixamento do nível durante operação. As principais restrições do posicionamento da bomba são quanto à bomba ficar sempre dentro d'água e não ser posicionada diante de algum filtro do poço.

É realizado o controle de recorte dos poços e a cada reinstalação da bomba é analisada as condições de nível e determinada a profundidade do crivo. Pode ser visto na Figura 19, as informações que utilizamos para avaliação do posicionamento do crivo, que se baseia desde informações do teste de bombeamento, como também o perfil de construção.

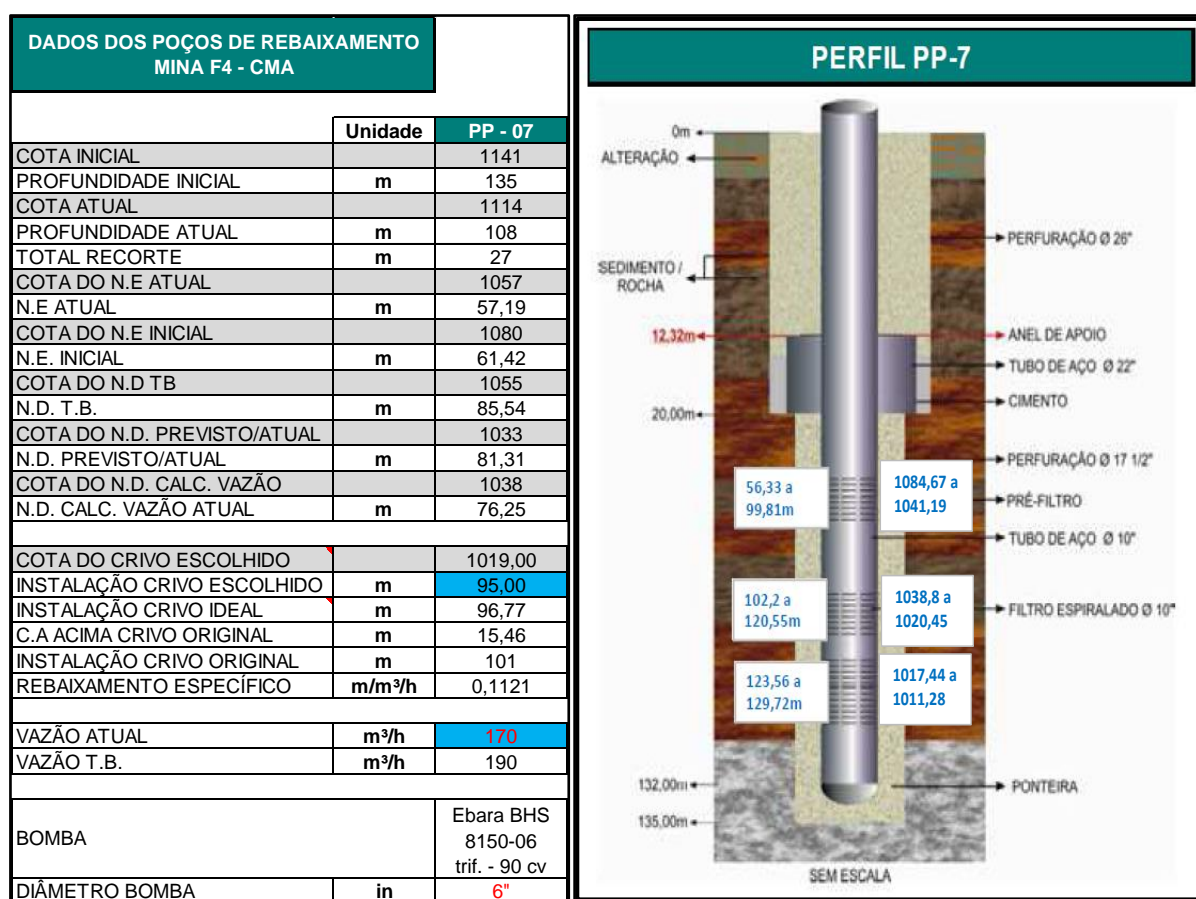


Figura 19 – (esq.) Parte da planilha de informações dos dados dos poços para avaliação da profundidade do crivo na reinstalação da bomba./ (dir.) Perfil construtivo do poço 7 (Fonte: Vale Fertilizantes, 2014¹⁴).

¹⁴ Relatório Interno de informações dos poços de rebaixamento, 2014.

4.1.2 Fixação do revestimento após recorte

Ao longo da vida útil dos poços de rebaixamento da mina, eles terão seu revestimento recortado no nível do terreno. Quando o poço é construído há a base de cimento para fixação do revestimento, mas após os recortes frequentes a cimentação não era mais realizada.

Ocorreu em um dos poços da mina F4 a descida de alguns centímetros de queda do revestimento, devido a não fixação de algum reforço para segura-lo no chão. Aconteceu tal rebaixamento, pois toda a bomba fica apoiada diretamente sobre o revestimento com o tempo esta tensão causou este dano como pode ser visto na Figura 20(esq).

A solução encontrada foi a soldagem de duas pequenas vigas junto ao revestimento rente ao chão, conforme figura 20(dir). Em alguns casos coloca-se vigas de sustentação para a bomba a parte também.



Figura 20 – (esq.) O poço PP-5 da mina f4 quando ocorreu rebaixamento do revestimento/ (dir.) Soldagem da viga para fixação do revestimento, substituindo a cimentação (Fonte: Arquivo pessoal).

4.1.3 Perfilagem ótica

Eventualmente é realizada perfilagem ótica após o início da operação dos poços, esta é realizada geralmente antes de efetuar a limpeza do revestimento dos poços para melhorar a eficiência dos poços e quando há suspeita de danos no revestimento. Na figura 21 mostra parte da aparelhagem utilizada para filmagem do interior do revestimento.

Nas imagens da figura 22 mostra algumas fotos da filmagem do PP-13 da mina F4, partes do revestimento se encontra empregnadas com ferro bactérias, muito comum quando o poço fica parado. Este estava parado a apenas dois meses quando se foi feita a filmagem ótica. A intenção desta filmagem neste poço foi devido a suspeita de danos no revestimento, pois a profundidade

havia diminuído um pouco e estava a poucos metros de uma área que sofreu intensa detonação. A filmagem foi realizada para verificar o estado do revestimento e garantir a segurança para reinstalação do sistema de bombeamento nele.



Figura 21 – Descida de parte da aparelhagem utilizada para filmagem ótica do PP-13 na mina F4

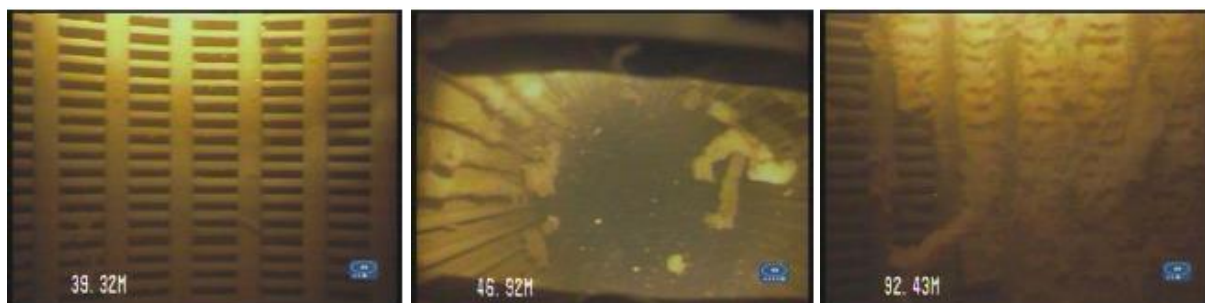


Figura 22 – Fotos da filmagem ótica do poço de rebaixamento 13 da mina F4 - (esq.) Vista lateral de filtro bastante limpo aos 39,92m / (meio.) Visada de fundo de placas de ferro bactérias junto à parede do filtro aos 46,92 m/(dir.) Vista lateral de filtro bastante colmatado de ferro bactéria aos 92,43 m (Fonte: Arquivo pessoal).

6 - REFERÊNCIAS

BERTACHINI, A. C.; ALMEIDA, D. C. O rebaixamento do nível d'água em mineração e obras civis. **I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste**, 2003. www.aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23932/15992.

JORBA, A. F.; ROCHA, G. A. **Manual de operação e manutenção de poços**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2007.