

CAMILA KIYOMI CONEGUNDES DE JESUS

**PLANEJAMENTO DO FECHAMENTO DE MINAS: ESTUDO DE
CASO DE UMA MINA DE CAULIM DA REGIÃO METROPOLITANA DE
SÃO PAULO**

São Paulo

2010

CAMILA KIYOMI CONEGUNDES DE JESUS

**PLANEJAMENTO DO FECHAMENTO DE MINAS: ESTUDO DE CASO
DE UMA MINA DE CAULIM DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO
PAULO**

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas
do curso de graduação do Departamento de
Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo

Orientação: Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez

São Paulo

2010

CAMILA KIYOMI CONEGUNDES DE JESUS

**PLANEJAMENTO DO FECHAMENTO DE MINAS: ESTUDO DE CASO
DE UMA MINA DE CAULIM DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO
PAULO**

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas
do curso de graduação do Departamento de
Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo

Orientação: Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez

São Paulo

2010

TF-2010
C 756p
Leyva 2169/56

M2010v

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700008314

FICHA CATALOGRÁFICA

Conegundes de Jesus, Camila Kiyomi

Planejamento do fechamento de minas: estudo de caso de uma mina de caulim da região metropolitana de São Paulo. São Paulo, 2010.

32 p.

Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo.

1.Planejamento de fechamento de minas 2. Mineração 3. Desativação I.Universidade de São Paulo.Escola Politécnica.Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo II.t.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família e a todos os que colaboraram de alguma forma para a elaboração deste trabalho e também para a conclusão de minha graduação.

Ao Professor Doutor Luis Enrique Sánchez, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pelos ensinamentos e horas dedicadas a minha orientação neste trabalho.

À empresa de mineração Imerys do Brasil e seus funcionários, pela disponibilidade aos documentos necessários, facilidades e presteza com que contribuíram para a realização desta obra.

Aos meus colegas de graduação, ingressantes na Engenharia de Minas nos anos de 2007 e 2008, pela ajuda, paciência e apoio em todos esses anos de faculdade.

RESUMO

O planejamento do fechamento de minas é um projeto complexo e deve ser considerado como parte essencial do negócio. A adequada implementação de medidas voltadas para o fechamento de uma mina conduz à satisfatória recuperação de áreas degradadas e à eliminação do passivo ambiental, contribuindo para difundir uma boa imagem da empresa. A previsão dos custos de fechamento deve fazer parte do projeto ou plano de fechamento e é essencial assegurar os recursos financeiros necessários. Este trabalho analisa um caso de fechamento de uma mina de caulim da Região Metropolitana de São Paulo, que encerrou suas atividades em 2001 e até hoje faz medidas de monitoramento e manutenção da área. O principal passivo ambiental desse caso é a contaminação das águas subterrâneas do local, que ocorreu na época de produção da mina, pelos reagentes químicos que eram utilizados no processo de beneficiamento do minério.

Palavras-chave: Planejamento de fechamento de minas; mineração; desativação

ABSTRACT

The planning of mine closure is a complex project and should be considered an essential part of business. The proper implementation of measures to the closing a mine leads to the satisfactory recovery and disposal of environmental liabilities, contributing to a good company image. The forecast of the closing costs should be part of the project or the closure plan and is essential to ensure the necessary financial resources. This paper analyzes a case of kaolin mine closing in the Metropolitan Region of São Paulo, which was closed in 2001 and until today the measures for monitoring and maintaining are done the area. The main environmental liabilities of this case are the contamination of groundwater in the site, which occurred at the time of mine production, the chemical reagents that were used in the beneficiation of ore.

Keywords: Planning for mine closure; mining; deactivation mining

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

1	INTRODUÇÃO	4
2	OBJETIVOS	4
3	MÉTODOS	5
4	PLANEJAMENTO DE FECHAMENTO DE MINAS	5
4.1	Fases do empreendimento mineiro	5
4.2	Planejamento de Fechamento de Minas	8
4.3	Avaliação e gerenciamento de risco	9
4.4	O papel da recuperação de áreas degradadas.....	10
4.5	Importância do planejamento econômico antes de começar o empreendimento mineiro.....	10
5	ESTUDO DE CASO: MINA VARINHAS	11
5.1	Abertura e funcionamento	11
5.2	Processo de lavra e beneficiamento do minério	11
5.2.1	Extração do minério.....	11
5.2.2	Remoção de areia.....	11
5.2.3	Etapa de classificação	12
5.2.4	Branqueamento	12
5.2.5	Filtragem e estocagem do produto.....	13
5.2.6	Expedição.....	13
5.3	Fechamento e recuperação ambiental.....	13
5.4	A questão da contaminação das águas subterrâneas.....	17
5.4.1	Origem da contaminação	17

5.4.2	Monitoramento das águas	18
5.4.3	Controle do pH das águas utilizadas no processo	19
5.5	Situação atual.....	20
5.5.1	A questão da contaminação as águas	20
5.5.2	Resultados do monitoramento das águas	21
5.5.3	Avaliação de risco da área.....	22
5.5.4	Comparativo entre os diferentes momentos do empreendimento.....	24
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	27
7	CONCLUSÕES	28
8	REFERÊNCIAS.....	29
9	APÊNDICE.....	30
	Relação dos documentos analisados referentes à mina estudada	30
10	ANEXO.....	32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

RAD	Recuperação de Área Degradada
ICMM	<i>International Council On Mining And Metals</i> (Conselho Internacional de Mineração e Metais)
ONG	Organização Não Governamental
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
ECC	English China Clays
PRAD	Plano de Recuperação de Área Degradada
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
SMA	Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo
DAIA	Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental
DUSM	Departamento do Uso do Solo Metropolitano
DEPRN	Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais
TCRA	Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental
TAC	Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CEPAS/Igc-USP	Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo
ETAP	Estação de Tratamento de Águas do Processo
V.O.I.	Valores Orientadores de Intervenção

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Redução de Riscos e Incógnitas. Fonte: ICMM, 2008	8
Figura 2 – Fluxograma do processo de extração e beneficiamento do caulim.....	14
Figura 3 – No quadro à esquerda, foto aérea de 1962, no outro quadro, foto aérea de 2003.....	25
Figura 4 – Cava São Caetano em três momentos diferentes. Da esquerda para direita: no final da época de produção, em 2003 e em 2009.	26
Figura 5– Cava Biacnhi Cava em três momentos diferentes. Da esquerda para direita: no final da época de produção, em 2003 e em 2009.	26
Figura 6 – Localização dos poços de monitoramento da área.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro comparativo entre os três autores.	7
Quadro 2 – Fonte: Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea na Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. e Empresa de Mineração Horii Ltda., maio/2010.	23
Quadro 3 – Fonte: Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea na Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. e Empresa de Mineração Horii Ltda., maio/2010.	24

1 INTRODUÇÃO

O planejamento do fechamento de minas é tema relativamente novo no Brasil, onde os impactos residuais de minas desativadas vêm sendo tratados, fundamentalmente, mediante a implantação de medidas de recuperação de áreas degradadas (RAD).

Embora diversas minas tenham sido fechadas no Brasil, há poucos casos documentados na literatura técnica. Oliveira Júnior (2001) descreve o procedimento de fechamento de mina de ouro, localizada na zona semi-árida da Bahia e uma das primeiras experiências de fechamento planejado no país. Na verdade, o projeto de fechamento envolveu basicamente medidas de RAD (reafeiçoamento topográfico e revegetação). Uma conclusão importante desse estudo é que os custos de fechamento foram severamente subestimados.

Taveira (2003) estudou o caso da mina de ferro do Germano, em Minas Gerais e discutiu a formação de provisões financeiras para cobrir os custos de fechamento. Nesta mina, medidas de recuperação ainda estão em curso, concatenadas com a operação de outra mina da mesma empresa.

O fechamento de uma mina é uma etapa inexorável de seu ciclo e vida. No passado, minas exauridas eram abandonadas, e seus impactos podiam, ocasionalmente, ser detectados séculos após o fechamento. O aumento do número de minas de seu porte e escala de produção são características da mineração moderna que inviabilizam o simples abandono.

Internacionalmente, há não somente diversos casos documentados de fechamento de minas, como também diretrizes e guias de boas práticas. Um dos primeiros é ANZMEC/MCA (2000), um conjunto de diretrizes gerais para planejar o fechamento de uma mina. Um dos guias mais recentes é ICMM (2008) que procura indicar as principais ferramentas disponíveis para desempenhar as tarefas recomendadas para o planejamento do ciclo de vida de uma mina, com foco no planejamento.

Todas as diretrizes supõem que a responsabilidade pela implantação do plano de fechamento seja da empresa de mineração e admitem, implicitamente, que em caso de venda ou fusões de empresas, o plano de fechamento será mantido. Contudo, a experiência mostra que esta suposição muitas vezes não se verificou e que as empresas não tem memória organizacional no que se refere a RAD/fechamento. Exemplos são o caso estudado por Almeida (2010) e os casos analisados por Neri e Sanchez (2010).

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é resgatar o histórico do processo de fechamento de uma mina e derivar recomendações, adequadas à realidade brasileira, para a boa prática de fechamento de minas, identificando aspectos positivos e negativos das práticas adotadas no caso estudado.

3 MÉTODOS

O método de trabalho é o estudo de caso, mediante análise de evidências obtidas por meio de:

- Entrevistas com pessoas direta ou indiretamente ligadas ao fechamento da mina;
- Análise documental sobre a mina e as medidas de recuperação e de monitoramento ambiental.
- Visita de campo
- Etapas de trabalho
- Foram adotadas as seguintes etapas de trabalho:
- Identificação, junto à empresa, dos documentos referentes à mina que sejam pertinentes ao trabalho; a identificação dos documentos foi feita com base em entrevistas com pessoas que detinham algum conhecimento sobre o histórico da mina e das atividades ali realizadas;
- Análise dos documentos visando a obtenção de informações relevantes para os objetivos da pesquisa;
- Elaboração de uma cronologia dos principais eventos ocorridos durante a vida útil da mina e após sua desativação;
- Visita à área da mina, reconhecimento do local e constatação das práticas de recuperação e monitoramento desenvolvidas na área;
- Análise das informações obtidas à luz da literatura técnica sobre fechamento de minas.

4 PLANEJAMENTO DE FECHAMENTO DE MINAS

O planejamento de fechamento de minas é um tema relativamente novo e que vem sendo, gradativamente, estudado e aplicado nos dias atuais.

Tal processo deve ser elaborado antes mesmo do empreendimento ser iniciado, e sua implantação deve ser monitorada durante todo o ciclo de vida da mina.

4.1 *Fases do empreendimento mineiro*

O fechamento de mina é hoje entendido como uma etapa que deve ser objeto de planejamento com o mesmo grau de detalhe que a abertura e a operação. Diversos autores tratam as fases de um empreendimento mineiro de forma semelhante. Algumas fases são subdivididas para dar um detalhamento maior das atividades realizadas nessa etapa.

O Quadro 1 compara a classificação adotada por três autores para as respectivas fases e atividades realizadas em cada etapa da vida de uma mina. Os objetivos do fechamento de minas são (Sánchez, 2004):

- Garantir a reparação dos danos ambientais e a recuperação dos ambientes degradados, de modo a possibilitar o uso futuro seguro das áreas afetadas;
- Manter os benefícios sociais obtidos pela comunidade e reduzir os impactos negativos.

QUADRO 1: COMPARATIVO ENTRE AS FASES DO EMPREENDIMENTO MINEIRO - ICMM x SÁNCHEZ x GONÇALVES			
ICMM		SÁNCHEZ	
ETAPA	ATIVIDADE	ETAPA	ATIVIDADE
EXPLORAÇÃO	PLANEJAMENTO CONCEITUAL PARA FECHAMENTO	PLANEJAMENTO	Todas as atividades que precedem o início da implantação ou desenvolvimento de uma mina, incluindo a pesquisa mineral, os estudos de viabilidade, o estudo de alternativas, a elaboração de projetos e os estudos ambientais prévios.
PRÉ-VIABILIDADE			
VIABILIDADE			
IMPLANTAÇÃO	MAIOR DETALHAMENTO DO PLANEJAMENTO	IMPLANTAÇÃO	Atividades de construção e de preparação da mina e da infra-estrutura necessária, que inclui a aquisição de terras e a execução de programas ambientais compensatórios.
OPERAÇÕES		OPERAÇÃO	Designa a etapa de produção, podendo contemplar expansões, novas atividades de pesquisa mineral e todas as atividades de apoio.
DESATIVAÇÃO	TRANSIÇÃO PARA O FECHAMENTO	DESATIVAÇÃO	Preparação para o fechamento; designa as atividades necessárias para atender a todos os requisitos de fechamento, tais como revegetação, estabilização de taludes, construção de ventedouros de superfície em barragens de rejeito etc., além de monitoramento ambiental; corresponde ao termo em inglês <i>decommissioning</i> .
FECHAMENTO	NÃO DETALHADO	FECHAMENTO	"Cessação definitiva das operações mineiras" (DNPM, 2000).
PÓS-FECHAMENTO			
USO FUTURO/ TRANSFERÊNCIA DE CUSTÓDIA	NÃO DETALHADO		NÃO DETALHADO
			Descarga de águas ácidas e contaminantes (metais pesados, compostos orgânicos originados nas reações químicas usadas no processo de separação dos metais, cianetos e amônia); Resíduos de extração; Erosão, assoreamento de lagos e linhas de água; Poeiras e ruídos.
			Descarga de contaminantes em águas.
			NÃO DETALHADO

Quadro 1 – Quadro comparativo entre os três autores.

Os objetivos do fechamento de minas são (Sánchez, 2004):

- Garantir a reparação dos danos ambientais e a recuperação dos ambientes degradados, de modo a possibilitar o uso futuro seguro das áreas afetadas;
- Manter os benefícios sociais obtidos pela comunidade e reduzir os impactos negativos.

Para atingir os objetivos de fechamento de uma mina é necessária uma redução progressiva de riscos e incógnitas. Quanto mais cedo os riscos e incógnitas são reduzidos, maior o potencial para se alcançar os objetivos específicos, por isso o planejamento para fechamento deve começar o quanto antes possível: o momento ideal é o da exploração. ICM, 2008.

A Figura 1 mostra como difere a “boa prática” da “prática insatisfatória” durante a vida útil da mina em relação aos Riscos e Incógnitas.

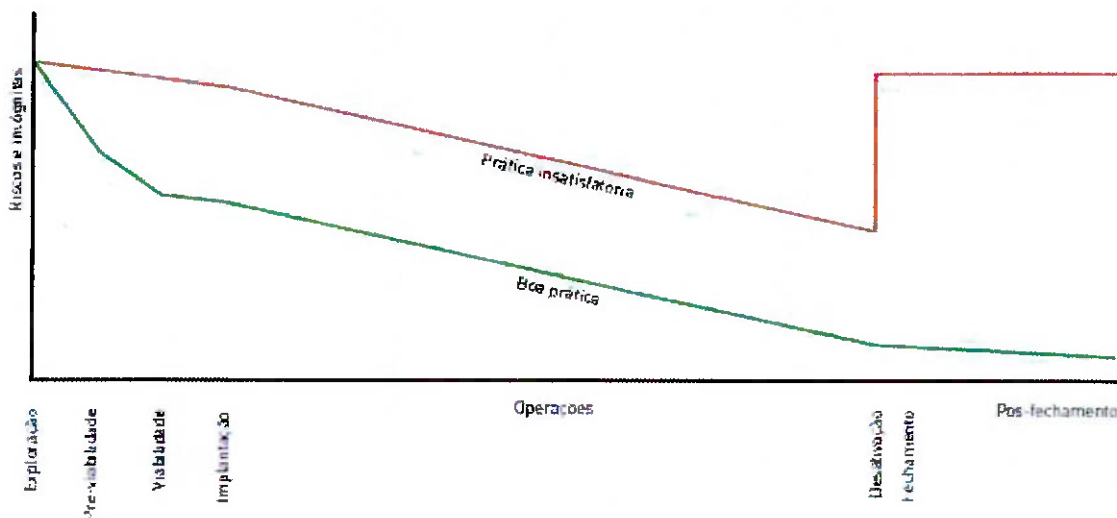


Figura 1 – Redução de Riscos e Incógnitas. Fonte: ICM, 2008

4.2 Planejamento de Fechamento de Minas

Antes de começar a fase do fechamento, propriamente dito, é necessário que haja uma fase de transição, chamada de Desativação, que é a preparação para o fechamento. Essa fase é a preparação da área para receber as ações do fechamento da mina. A preparação, segundo ICM, 2008, consiste em:

- Trabalhos de engenharia para desativar e desmontar a infra-estrutura, completar a reabilitação, reafirmar o relevo, cobrir as áreas de disposição de rejeitos com material impermeável, implantar redes de monitoramento pós-fechamento, etc.;

- Atividades administrativas relacionadas à transferência de ativos, desmobilização da mão de obra, acordos de pós-fechamento/transferência de custódia e outros acordos com o governo e ONGs;
- Monitoramento e elaboração de relatórios da análise detalhada do estado pós-desativação dos aspectos ambientais e sociais da mina.

O fechamento de minas é o processo que se estende durante todo o ciclo de vida da mina, desde o plano conceitual, e é ajustado para as fases de exploração, pré-viabilidade, viabilidade e implantação da operação. Nessa fase é necessário estabelecer também um “resultado-alvo de fechamento e o maior número possível de objetivos, do ponto de vista prático, para permitir que o desenvolvimento da operação (que culmina na implantação e comissionamento) decorra de forma a não colocar em desvantagem, inadvertidamente, a habilidade posterior da empresa de minimizar os passivos sociais, ambientais e econômicos e instalar benefícios sustentáveis para além do fechamento.” (ICMM, 2008.)

Do plano conceitual até o começo da operação, o fechamento de minas deve ser aprimorado, resultando em um Plano de Fechamento Ativo e Detalhado, empregado durante os estágios iniciais de operação.

Segundo o ICMM, para se alcançar ótimos resultados é necessário que se trace, três a cinco anos antes do fechamento, um plano de fechamento amplamente detalhado, incorporando um plano de implantação e um cronograma. A melhor prática, porém é ter um plano de fechamento amplamente detalhado o quanto antes; além de dar à mina muito tempo para fazer um ajuste fino e aperfeiçoar os resultados, aumenta a habilidade de uma mina em operação lidar com questões como um fechamento não planejado. (ICMM, 2008.)

4.3 Avaliação e gerenciamento de risco

O ICMM recomenda que todo planejamento de fechamento deve conter um estudo sobre os riscos e oportunidades envolvidos no projeto. É adotada a estrutura da norma australiano-neozelandesa, *AS/NZS 4360:2004 Risk Management*, que contém instruções detalhadas sobre como iniciar e implantar um processo de avaliação e gerenciamento de riscos, para todo tipo de atividade aplicada ao fechamento de minas, a abordagem baseada em risco pode ser usada:

- Para avaliar, baseado em um assunto específico (por exemplo, biodiversidade, saúde da comunidade), o risco ou a oportunidade associado com este assunto e o gerenciamento subsequente do risco ou da oportunidade;
- Para avaliar, baseado em um objetivo de fechamento específico, o risco de que este objetivo não seja alcançado (adaptado para o uso com o estabelecimento de objetivos) e o gerenciamento subsequente deste risco.

4.4 O papel da recuperação de áreas degradadas

O Decreto Federal 97.632/89 define o conceito de degradação ambiental como sendo “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade produtiva dos recursos naturais.”

Esse mesmo decreto define a recuperação ambiental como “o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”.

Área degradada pode ser definida como local onde as características ambientais foram alteradas pela atividade humana.

A recuperação da área degradada pode ser efetuada durante a fase de operação, nas frentes de lavra que já foram lavradas. Para que isso ocorra e a área recuperada tenha um uso apropriado, é necessário um planejamento desde o início das atividades mineiras e que este planejamento seja revisto periodicamente ao longo da vida útil da mina (Oliveira Júnior, 2001; Neri e Sánchez, 2010).

4.5 Importância do planejamento econômico antes de começar o empreendimento mineiro

O planejamento para o ciclo de vida de uma mina, com foco no fechamento (“*planning for closure*”) deve necessariamente equacionar o provimento de recursos financeiros para fazer face às despesas de recuperação ambiental após a desativação da mina, quando não há mais receitas. Deste modo, assume importância estratégica a estimativa dos custos a serem incorridos na fase de desativação (Sánchez, 2004).

O fechamento de um empreendimento mineiro pode ter um alto custo se o mesmo não for bem feito e planejado. A estimativa de custos deve ser feita já no plano de fechamento conceitual (Taveira, 2003). No Brasil, não há nenhuma exigência legal de apresentação de uma garantia de recursos financeiros para assegurar a implantação e a execução do fechamento da mina, mas diversas empresas fazem provisões contábeis internas (Sánchez, 2010).

Garantia financeira para fechamento de mina é, simplesmente, uma garantia de que o plano de fechamento será implantado. É um instrumento para proteger a sociedade dos passivos ambientais de um fechamento de mina (ALMEIDA E LIMA, 2008).

Em vários países como Austrália, Canadá, Índia, Indonésia, Japão, EUA, África do Sul já contam com mecanismos de garantia financeira exigidos pelos órgãos governamentais responsáveis.

5 ESTUDO DE CASO: MINA VARINHAS

5.1 *Abertura e funcionamento*

A mina de caulim de Varinhas, situada no município de Mogi das Cruzes, Estado de São Paulo, teve suas atividades iniciadas na década de 1950, pela empresa Cerâmica São Caetano, produzindo caulim para a indústria cerâmica.

Em 1965, duas empresas começam a atuar na área: Empresa de Mineração Horii Ltda. e Mineração Bianchi Ltda.

Em 1981, ocorreu a implantação da unidade industrial da ECC do Brasil Mineração Ltda. na área para produção de caulim para a indústria papelreira (processos DNPM: 804.239/68 e 805.032/69), cujos direitos minerários foram cedidos pela Horii à ECC com todos os direitos e deveres oriundos da concessão de lavra de caulim¹.

5.2 *Processo de lavra e beneficiamento do minério*

O processo de beneficiamento do minério na mina de Varinhas está descrito no primeiro volume do PRAD de 1999.

O processo adotado pela ECC do Brasil Mineração Ltda. consistem basicamente de etapas de extração, remoção de areia, classificação, alvejamento, filtragem, estocagem e expedição do produto.

5.2.1 *Extração do minério*

A extração era feita por desmonte hidráulico, que consiste no direcionamento de jatos d'água, através de monitores, com a finalidade de derrubar e lavar o minério no banco. Nesta operação era avaliado e selecionado o minério de caulim de acordo com os padrões de alvura, abrasão e densidade exigidos.

A água utilizada nesta etapa do processo era retirada da represa que se encontra na área do empreendimento, de uso exclusivo pra esta finalidade.

5.2.2 *Remoção de areia*

A polpa de minério, então formada na etapa anterior era direcionada para a área de captação, onde era succionada e transferida por meio de bombas e tubulações até um reservatório, denominado Caixa de Pedra, onde era efetuada a primeira separação dos subprodutos e dos rejeitos do caulim através de uma peneira estática com malha 2", onde era separada a fração de pedriscos e cascalho (*oversize*), que era utilizado para manutenção dos acessos da mineração.

¹ Conforme escritura pública de Cessão de Direitos Sobre Concessão de Lavra, lavrada no 1º Cartório de Notas e Ofício de Justiça de Mogi das Cruzes, Estado de São Paulo, no livro nº542, folhas 139, 140, 141 e 142.

O *undersize* da peneira, constituído basicamente de areia e caulim alimenta uma roda separadora de 5 m de diâmetro, que removia a fração de areia com granulometria maior que 3 mm.

A fração de areia removida nesta etapa alimentava um transportador de correia, que a transferia a um silo para carregamento de caminhões.

A fração fina da roda separadora, onde o caulim estava contido, era transferida gravimetricamente para uma caixa de concreto, de onde era bombeada para a etapa de classificação.

5.2.3 Etapa de classificação

A polpa proveniente da etapa de remoção de areia era recepcionada em uma caixa de concreto e bombeado para uma aranha com hidrociclones de 6'', onde era removida a fração de areia fina (*underflow*), sendo transferida para outra caixa, de onde era bombeada para a barragem de rejeito, atualmente situada na cava Bianchi. A malha de corte nesta etapa era de #200.

O *overflow* dos hidrociclones era transferido para uma caixa de concreto intermediária e bombeado para um conjunto de aranhas, em paralelo, com hidrociclones de 3'', onde ocorria a separação na malha de corte de #400.

A fração de caulim grosseiro (*underflow*) era transferida para sua caixa intermediária, de onde era bombeada para a etapa de moagem no moinho de bolas. O produto da moagem era transferido por bombeamento, retomado para os hidrociclones de 6''.

O *overflow* do hidrociclones de 3'' era bombeado para a etapa de peneiramento constituído por uma bateria de peneiras vibratórias horizontais, em paralelo, com deck de #250.

O *oversize* das peneiras de #270 (ou #325, de acordo com as especificações de clientes), que era retido em #270 era descartado como rejeito, e o *undersize* com especificação granulométrica para caulim de carga era transferido para as caixas tanques de decantação, com capacidades para 15.000 m³, respectivamente, para adensar o caulim e permitir a continuidade do processo de beneficiamento.

5.2.4 Branqueamento

O caulim, com alvura média de 64%, armazenado nos tanques era transferido para tanques intermediários com capacidade para 940 m³ e transferido via bombeamento, para o tanque de branqueamento. Este branqueamento era conseguido quimicamente pela transformação do ferro trivalente insolúvel em ferro bivalente solúvel, utilizando-se o hidrossulfito de sódio.

O caulim branqueado, com 85% de alvura em média, era transferido, via bombeamento, para dois tanques de estocagem com capacidade para 940 m³.

5.2.5 Filtragem e estocagem do produto

O caulim alvejado, estocado nos tanques com 30% de sólidos em média, era retornado e transferido, via bombas, para filtros-prensa.

O caulim já na forma de produto acabado era fornecido na forma *Slurry* (suspenso em água). Após a operação no filtro-prensa, as tortas de filtragem, com cerca de 70% de sólidos, eram transferidas, por gravidade, para *blungers* (misturadores) que promoviam a dispersão do material e diluição para 55% de sólidos. Em seguida o caulim era bombeado para tanques de estocagem de produto final.

A água retirada do processamento do caulim era transferida para o tanque de decantação e, posteriormente, devolvida à represa, para reutilização no processo, caracterizando dessa forma um circuito fechado.

5.2.6 Expedição

Na ECC do Brasil toda expedição era via úmida, realizada em caminhões tanque. A expedição do produto final (caulim de carga) era feita através do bombeamento dos tanques de estocagem para os caminhões de carregamento tipo tanque.

5.3 Fechamento e recuperação ambiental

Um PRAD foi elaborado em outubro de 1989, em atendimento ao prazo de 180 dias estipulado pelo Decreto 97.632/89.

Em 1991, a pedido da empresa, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) elaborou um Relatório Técnico informando que não foram detectadas alterações significativas da qualidade da água subterrânea no local do empreendimento.

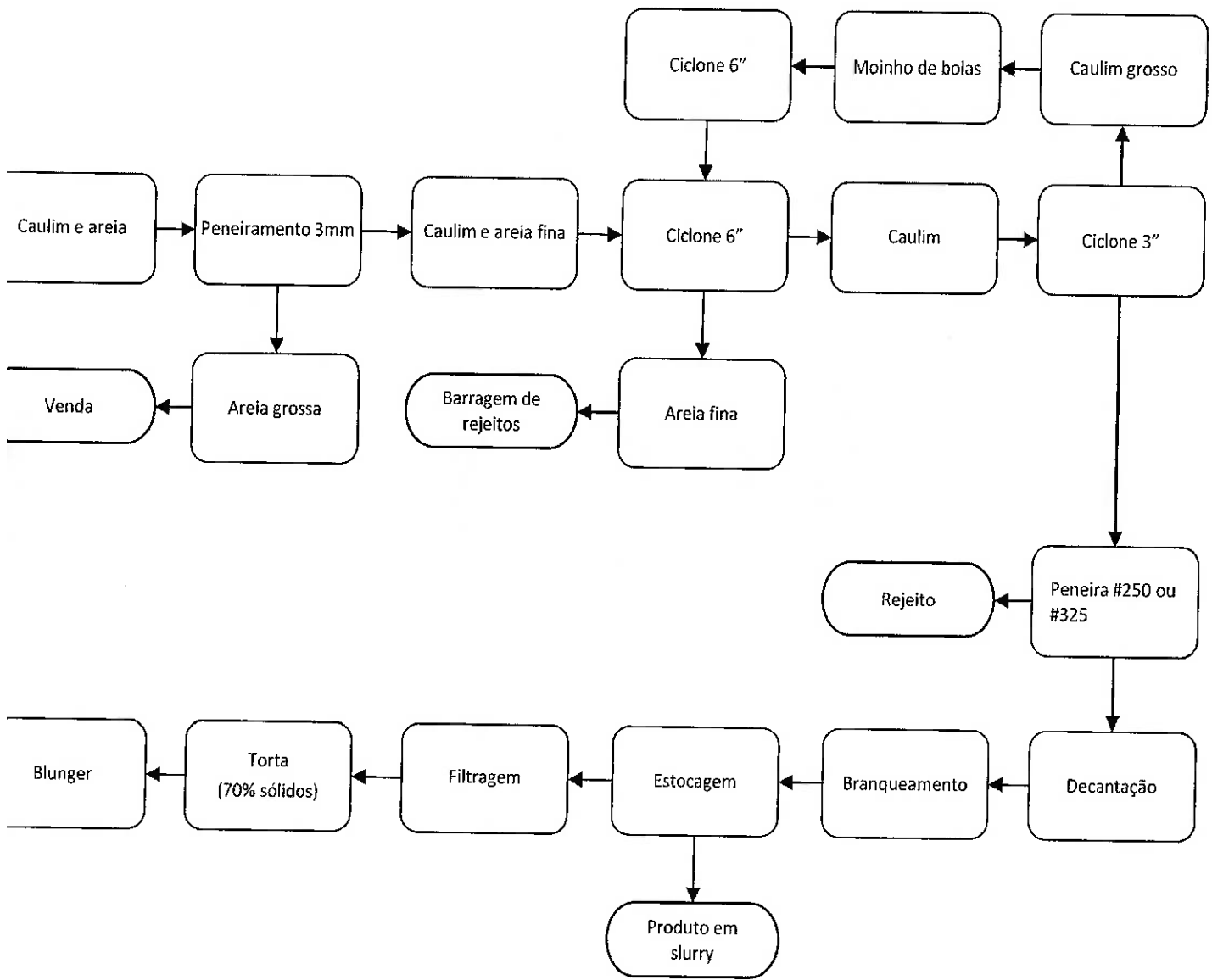
Em 1994, a CETESB solicita nova reavaliação das condições da qualidade das águas subterrâneas e, no ano seguinte, um estudo hidroquímico do aquífero, identificou concentrações de PO_4^{-3} , Mn^{+2} , Fe^{+2} e Al^{+3} .

Em 1997, a Imerys do Brasil, com o antigo nome de Imetal, adquiriu a ECC.

Em 1999 a empresa apresenta um novo PRAD, elaborado pela empresa RAS do Brasil – Consultores Associados S/C Ltda em substituição ao PRAD de 1989, o qual havia sido recusado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA).

No final do ano de 2000 a lavra é encerrada. Foram 19 anos de extração realizada pela empresa Imerys (incluindo o tempo de ECC), com extração anual de 250.000 toneladas de caulim, totalizando 2.750.000 toneladas, restando para ser extraída 1.250.000 toneladas na área². À época de cessação da atividade, a empresa avaliou que extração desse minério restante não era economicamente viável, pois ele se encontrava embaixo das instalações de beneficiamento.

² Fonte: apresentação interna da empresa, julho/2009.



xtração e beneficiamento do caulim

Ao longo de todo o ano de 2000, reuniões entre o Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental –(DAIA) da SMA e a empresa que elaborou o PRAD são realizadas para a regularização ambiental do empreendimento. Pareceres técnicos, da SMA, também são feitos para análise do PRAD (pedidos de mais informações e correções do mesmo).

O Parecer Técnico do Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental no. PT/CPRN/DAIA/220/2000, de 18 de julho de 2000, entende que “a concepção apresentada, acrescida das exigências fixadas neste Parecer, é adequada à estabilização topográfica da área”, remetendo à consideração de outros órgãos (DUSM e CETESB). O DAIA estabeleceu uma lista de 24 exigências.

Em 2001, a empresa RAS do Brasil – Consultores Associados S/A entrega três Relatórios Técnicos de Implantação das Obras Previstas no PRAD, respectivamente em fevereiro, abril e junho. Esses relatórios são referentes ao período de dezembro de 2000 a maio de 2001. Foram realizadas obras de retaludamento da cava São Caetano, cercamento da área com cerca de arame farpado, plantio de mudas, sementeira dos taludes, adubação e assentamento de canaletas para drenagem da água. Todos os serviços foram realizados pela Construtora Angola Ltda. Em outubro, a Imerys termina as atividades no local (produção e administrativas) para início das obras do projeto de recuperação (mestrado águas).

Em dezembro de 2001, o DEPRN emitiu o Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental - TCRA (no. 249/01), para que a empresa efetuasse o plantio de 4000 mudas de espécies nativas. Neste mesmo mês, a empresa foi intimada pela CETESB a apresentar um Plano de Remediação da Área.

Em 2003, a empresa de consultoria Multigeo elaborou um Projeto de Recomposição Topográfica e Revegetação de Taludes, informando que os trabalhos de recuperação foram paralisados após o retaludamento ao redor da cava São Caetano. O estudo objetivou planejar os trabalhos de curto prazo para realização das obras necessárias. Este documento aponta deficiências no PRAD de 1999, que dificultam sua implementação, como: falta de informação sobre “locação de cada elemento do sistema de drenagem, nem indicação do cálculo da vazão de projeto” e “planta planialtimétrica incompleta”. O estudo da Multigeo inclui:

- Verificação das estimativas geomecânicas para os taludes finais;
- Dimensionamento do sistema de drenagem;
- Dimensionamento da movimentação de materiais para finalização da reconformação topográfica;
- Estimativa de custos para serviços de drenagem e retaludamento (R\$ 450 mil);
- Proposta de revegetação de taludes (área total de 159.000 m²) e reflorestamento das margens das lagoas com cerca de 4000 mudas (área total de 20.200 m²);
- Cálculo de custo (R\$ 2,50/m² para os taludes e R\$ 24.240 para o reflorestamento, num total de R\$ 421 mil).

Em 2003, o DEPRN elaborou um Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental (no. 277/03), após vistoria e análise do projeto de recuperação elaborado pela Multigeo. Este TCRA substituiu o anterior.

Em agosto a empresa Multigeo elaborou o Relatório de Andamento de Obras de Recuperação de Área Minerada, descrevendo o andamento das obras do Projeto de Recomposição Topográfica e Revegetação de Taludes. Em novembro as obras são concluídas e a consultoria entregou o Relatório Final de Recuperação de Área Minerada, relatando a recuperação feita, todas de acordo com a resolução Conama 302/2002.

Em dezembro deste ano a empresa Consultoria Paulista de Estudos Ambientais concluiu o relatório Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Solo, dos Sedimentos, e das Águas Superficiais e Subterrâneas na Unidade Desativada de Mineração e Beneficiamento de Caulim no Seu Entorno. Este relatório aborda as exigências do PT/CPRN/DAIA/220/200 relativas ao monitoramento de águas e sedimentos e chegou às seguintes conclusões:

- Águas superficiais e subterrâneas estão contaminadas por sulfatos, fosfatos e zinco (devido ao beneficiamento do caulim);
- Com a desativação da Imerys (fonte primária de poluentes) a tendência é que os parâmetros de contaminação decaiam com o tempo, porém como a mineração Horii continua atuando no entorno, continuaram a ser disponibilizados contaminantes para as águas subterrâneas;
- A barragem de rejeitos utilizada em conjunto pela Imerys e Horii continua a liberar contaminantes, em especial sulfato e zinco para as águas subterrâneas e superficiais a jusante, chegando a atingir um pequeno córrego tributário do Rio Doce, demandando medidas de controle. Esta contaminação, porém, não chega a alterar a qualidade das águas dos rios Doce e Taiaçupeba e do reservatório de Taiaçupeba, utilizado para abastecimento público. A manutenção e monitoramento da barragem de rejeitos são de responsabilidade da empresa Horii;

Em 2004, a Multigeo elaborou o Primeiro Relatório Semestral de Monitoramento, apresentando os trabalhos de recuperação ambiental realizados em 2003 na área de Varinhas e suas recentes atividades de manutenção realizadas em marco de abril de 2004. Em outubro, a empresa WMT Ambiental fez o Relatório de Manutenção de Reflorestamento com Essências Florestais Nativas, descrevendo as atividades técnicas e operacionais realizadas na manutenção: roçada manual prévia, coroamento, adubação de cobertura, alinhamento e marcação das covas para replantio, preparação do substrato condicionador do solo, coveamento manual e aterro, combate as formigas cortadeiras, adubação de replantio, distribuição de mudas e replantio, relação das espécies utilizadas no replantio.

Entre abril de 2005 a abril de 2009 foram elaborados quatorze Relatórios de Monitoramento - TCRA (Termo de Compromisso de Responsabilidade Ambiental) por diversos responsáveis: empresa Metaflora, empresa Empório Verde, Engenheiro Danilo da Silveira Chausson e Engenheira Silvia Regina de Toledo Cabral. Todos os relatórios, de um modo geral, descrevem as atividades feitas no local como roçada de manutenção, alinhamento e marcação de covas, preparação do substrato, coveamento e aterro, combate às formigas cortadeiras, adubação de replantio, distribuição de mudas e plantio, coroamento, adubação de cobertura, replantio, acompanhamento do desenvolvimento de mudas. A questão referente à

contaminação das águas será abordada mais adiante, no item “A Contaminação das Águas da Área de Varinhas”.

No final de 2005, a CETESB e a Imerys assinaram um Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC), onde a Imerys se compromete a:

- Fazer a ampliação da Rede de Poços de Monitoramento da Água Subterrânea;
- Implantar e apresentar os Perfis Geológicos dos novos Poços de Monitoramento implantados;
- Caracterização Hidrogeológica detalhada da área contaminada;
- Atender às solicitações da CETESB;
- Investigação detalhada da contaminação presente no Solo e nas Águas Subterrâneas;
- Relatórios trimestrais de Monitoramento das Águas Subterrâneas e das águas superficiais;
- Definição e delimitação da eventual Pluma de Contaminação;
- Apresentar Estudo das Análises de Riscos;
- Apresentar proposta técnica para definir a melhor estratégia de ação para contenção de eventuais fontes de Contaminação;
- Implantar sistemáticas Auditorias Ambientais para detecção de eventuais fontes de contaminação pontuais.

“O Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta vigorará por prazo indeterminado, sendo sem prejuízo do disposto. Considerar-se-á encerrado o presente Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta, após o fiel, pleno e integral cumprimento pela Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. de todas as obrigações assumidas pelo mesmo âmbito deste”. TAC, 2005.

5.4 A questão da contaminação das águas subterrâneas

5.4.1 Origem da contaminação

Durante o processo de beneficiamento do minério, foram utilizados produtos para a redução do pH e um catalisador (zinco metálico) para o branqueamento do caulim, com um consumo médio de 8 a 10 toneladas por mês de zinco, mas não era possível quantificar quanto desta parcela estava incorporada no produto final a ser comercializado, e quanto permanecia incorporada nos rejeitos e águas residuais (Terrell, 2007).

5.4.2 *Monitoramento das águas*

Em 1991 foi realizada a primeira campanha de avaliação do potencial de alteração da qualidade da água subterrânea pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1991), a pedido das empresas Horii e Imerys. Neste relatório também não foi possível identificar a quantidade de zinco contido no rejeito do processo industrial. Concluiu-se que a verificação de valores excessivos de zinco, manganês, ferro, alumínio e sulfato nas águas residuais após o processamento do caulim, e também que o pH das águas dos poços e das lagoas estava fora da faixa recomendada, evidenciando a insuficiência do tratamento corretivo. Não foram detectadas alterações significativas e preocupantes na qualidade da água subterrânea, mas sim nas propriedades organolépticas destas e a necessidade de uma correção efetiva do pH das águas.

Após 1991, a mineradora começou a utilizar NaOH em substituição ao Cal (cal virgem), anteriormente usado para a correção do pH, e a substituição de pó de zinco para pó de alumínio na etapa de alveamento químico.

Em agosto de 1994 foi feita uma reavaliação da qualidade da água subterrânea pela empresa PROMINER Projetos S/C Ltda. Neste relatório foram ampliados os números de poços de monitoramento do aquífero freático e também das surgências d'água no seu entorno (nascentes).

Os resultados obtidos mostraram que a quantidade de zinco e o ferro ainda estavam com valores acima do estabelecido, principalmente na atual lagoa industrial, comportando-se como o pior corpo poluente (PROMINER, 1994). Foi recomendado um efetivo controle do pH na área da bacia de rejeitos e também nas águas do processo industrial, com o objetivo de minimizar o deslocamento dos íons pelo aquífero livre.

Em 1997, a ECC foi comprada pela Imerys do Brasil Mineração Ltda., a qual assumiu a vida útil do empreendimento, bem como a implantação das atividades de recuperação da área.

No ano de 1999 foi realizado o PRAD, contratado pela Imerys, para dar continuidade à regularização legal do empreendimento e recuperar a área degradada. No PRAD nada foi proposto em relação à contaminação das águas da área.

A partir de 2000 diversas campanhas de amostragens das águas subterrâneas foram feitas para monitorar a área das minerações, que persistiam com valores acima do estabelecidos para ferro, alumínio, manganês, zinco e sulfato, de acordo com a portaria nº1469 de 2000 do Ministério da Saúde (CETESB, 2004).

No ano de 2001 a Mineração Imerys encerrou suas atividades na área e iniciou seu projeto de recuperação.

Entre agosto e setembro de 2003 a empresa Multigeo propôs um novo plano de recuperação da área para Imerys, com o objetivo de estabilização dos taludes, correção das feições erosivas, instalação do sistema de drenagem e dispositivos de dissipação de energia hidráulica e revegetação com espécies nativas, conforme a Resolução CONAMA 302/2002 (CONAMA, 2002), a ser vistoriado periodicamente pelo DEPRN. Em relação à contaminação da água foi proposto um plano de monitoramento a ser apresentado à CETESB.

Para a conformidade legal e continuidade dos trabalhos de mineração da área, a CETESB recomendou a execução de amostragens trimestrais na área das minerações Horii e Imerys, para monitoramento da qualidade das águas subterrâneas.

No ano de 2004 iniciou-se o Monitoramento da qualidade da água subterrânea na área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. e Empresa de Mineração Horii Ltda., vem sendo feito com periodicidade trimestral (coleta de amostras em fevereiro, maio, agosto e novembro) – e é realizado regularmente desde agosto de 2004. Todos os Relatórios trimestrais apresentam gráficos atualizados com a evolução temporal – desde outubro de 2000 – dos parâmetros analisados.

Nestes relatórios trimestrais vêm sendo apresentados os controles diários de pH, além de mapas potenciométricos, mapas de isoconcentrações para os parâmetros Al, Fe, Mn, Zn e SO₄, todos atualizados com a mesma periodicidade.

Inicialmente foi desenvolvido o Projeto de Pesquisa CEPAS/IGc-USP (Centro Pesquisas de Águas Subterrâneas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo) – Avaliação da Qualidade da Água Subterrânea em Área da Empresa de Mineração Horii Ltda. e Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda., elaborado em junho de 2004.

5.4.3 Controle do pH das águas utilizadas no processo

O controle do pH visa manter o mesmo em níveis que minimizem a solubilização de metais, tais como o Zn, Al, Fe e Mn nas águas freáticas da área de mineração e é parte integrante dos procedimentos de extração/beneficiamento do caulim.

Tais procedimentos consistem em decantação de sólidos, equalização para tratamento físico-químico, tanques de aeração e floculação, sedimentação do lodo residual, filtragem em câmaras de areia e secagem em valas com filtros de brita e areia. Posteriormente, os materiais resultantes são dispostos em aterros industriais (classe II).

É necessário para tanto, que sejam feitas medições diárias de pH em diferentes etapas nas águas envolvidas nos processos de beneficiamento e branqueamento do caulim que é extraído das cavas de mineração.

Em continuidade, dependendo do resultado da medição inicial, que geralmente indica acidez, é adicionada uma quantidade de cal (CaO) de forma a tornar mais básica as águas envolvidas nos processos. Busca-se que o pH final seja mantido em torno de 7,0.

O processo e controle do pH, de uma maneira geral, pode ser sumarizado como descrito a seguir.

A origem das águas empregadas na extração e processamento do minério de caulim é das lagoas de armazenamento de águas pluviais, que são usadas de duas formas:

- O primeiro uso é na desagregação do minério através de desmonte hidráulico, que produz uma água com material particulado em suspensão, mas com um pH semelhante aos das águas das chuvas (entre 5 e 6).

- No segundo uso, outra parcela das águas das lagoas pluviais é utilizada nos processos de beneficiamento do caulim bruto e as águas resultantes deste processo são ácidas, com pH em torno de 2,0.

As águas de baixo pH são levadas à ETAP - Estação de Tratamento de Águas do Processo – onde é adicionado CaO (leite de cal) a esta água de forma a elevar o pH para entre 10-12. Este pH básico proporciona a precipitação dos íons metálicos em solução, que são retirados da água após a decantação. Ajustado o pH, a água clarificada segue para um processo de filtração para eliminação do material particulado de granulometria muito pequena e que não sedimentou antes.

A lama/lodo residual segue para as valas de secagem dotadas de filtro de brita e areia. Após a secagem, o resíduo final é destinado a aterro sanitário adequado e a água filtrada também é reutilizada nos processos de beneficiamento, não retornando mais à área de lavra. Estes procedimentos são recomendações da CETESB.

Como etapa final, o pH das lagoas é monitorado e, quando necessário, adiciona-se leite de cal ou barrilha para ajustar o pH final ao redor de 7,0.

5.5 *Situação atual*

Na área há um caseiro e a empresa PCA – Planejamento e Consultoria Ambiental é a responsável pela manutenção do local. Perante a legislação mineral, a empresa está regular, tendo submetido um relatório de reavaliação de reservas.

O monitoramento dos poços de coleta das águas para avaliação do local continua a ser realizada.

“Segundo informações da empresa, o Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais (DEPRN) está analisando um relatório, restando apenas sua aprovação para devolução da área. Do ponto de vista de contaminação, a empresa envia relatórios trimestrais à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), com análise das águas subterrâneas e até o presente momento, nenhuma contaminação foi apontada”. Kurusu, 2008.

5.5.1 *A questão da contaminação as águas*

As informações foram retiradas do Relatório de Investigação Detalhada referente ao mês de maio de 2010 – Monitoramento da qualidade da água subterrânea na área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. e Empresa de Mineração Horii Ltda., que visa atender aos padrões e itens que devem constar neste tipo de trabalho, conforme explicitado na Decisão de Diretoria no 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007 emitida pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Como a mineração Horii continua atuando no entorno, continuaram ser disponibilizados contaminantes para as águas subterrâneas.

Atualmente, as atividades de extração, beneficiamento/processamento do caulim bem como o controle do pH estão sendo efetuadas pela detentora dos direitos minerários atual – Empresa de Mineração Horii Ltda.

O laboratório Corplab – Environmental Analytical Services – foi o responsável pela coleta e análise das amostras.

5.5.2 Resultados do monitoramento das águas

Podem ser considerados como adequados o número (30 poços) e a distribuição e dos poços de monitoramento para um efetivo controle da qualidade das águas freáticas na área estudada. Da mesma forma, o número destes PMs e sua disposição a montante, internamente e a jusante da área objeto são suficientes para que sejam elaborados mapas potenciométricos e sua atualização a cada coleta de amostras.

Os resultados das análises químicas deste monitoramento (maio de 2010), mostraram que os parâmetros Al, Fe, Mn, e Sulfato em alguns poços ficaram acima dos Valores Orientadores de Intervenção (V.O.I.) para águas subterrâneas (CETESB, 2005) e conforme Portaria 518 do Ministério da Saúde (2004). Porém, no caso dos elementos Al, Fe e Mn, quando ocorrem acima dos V.O.I., não se descarta a possibilidade de estarem sendo devidos à natureza local, como constituição do solo e condições de Eh e pH, naturalmente favoráveis à solubilização destes elementos, sendo estes (Eh e pH) variáveis sazonalmente. Um exemplo de causa possível poderia ser a ocorrência de minerais ricos em Al, Fe e Mn, tais como minerais do grupo das bauxitas (Al), hematita e outros óxidos e hidróxidos (Fe), pirolusita, rodocrosita e óxidos e hidróxidos (Mn) que, quando as condições de Eh e pH se modificam (caráter sazonal), podem solubilizar em maior ou menor grau estes elementos.

Verifica-se que o número de poços que apresentaram parâmetro(s) acima dos V.O.I., considerando-se Al, Fe e Mn, diminuiu do último monitoramento para o atual, de 24 para 18 poços.

A sazonalidade, principalmente a precipitação pluviométrica, certamente modifica as condições de Eh, pH e conteúdo de materiais orgânicos presentes nas águas freáticas, o que sem dúvida influencia na solubilização destes elementos. No que tange ao Zn, o mesmo encontra-se dentro dos padrões em todos os poços amostrados.

No caso do sulfato, nos monitoramentos de fevereiro e maio de 2010 verificaram-se valores acima dos V.O.I. em 03 poços.

Comparando as campanhas de amostragens ao longo do tempo de todos os poços de monitoramento instalados na área, verifica-se que o parâmetro sulfato, de uma forma geral, vinha decrescendo até a amostragem de novembro de 2008. Pode-se observar que, comparativamente a novembro de 2008, em fevereiro, maio e agosto de 2009, aumentou o número de poços com valores elevados de SO₄. No entanto, nas amostragens de novembro de 2009, fevereiro e maio de 2010, o sulfato volta a cair. É possível que as oscilações deste parâmetro – para mais ou para menos – em períodos curtos podem ser ocasionadas devido às variações pluviométricas.

5.5.3 Avaliação de risco da área

Conforme definido pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) na Decisão de Diretoria no 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007, “O modelo conceitual é um relato escrito e/ou a representação gráfica do empreendimento investigado, do meio físico e dos processos físicos, químicos e biológicos que determinam o transporte de contaminantes da(s) fonte(s) através dos meios que compõem este sistema, até os potenciais receptores dentro deste sistema”.

De acordo com esta definição, os cenários considerados na Avaliação de Risco contida no Relatório de Investigação Detalhada de Maio de 2010 – Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea na Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. e Empresa de Mineração Horii Ltda., apresentados nos quadros a seguir, cenários reais e potenciais, respectivamente, e na Figura – 6 em anexo.

QUADRO 2 - CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS REAIS				
ÁREA	CENÁRIO	RECEPTORES	ROTAS DE EXPOSIÇÃO	CONTAMINANTES DE INTERESSE
Mineração Horii/Imerys	Real 1	Trabalhadores	ÁGUA SUBTERRÂNEA: inalação de vapores em ambientes abertos.	Metais
Residências e comércios mais próximos situados no entorno	Real 2	Residentes (representados por uma criança típica) e trabalhadores	ÁGUA SUBTERRÂNEA: inalação de vapores em ambientes abertos.	Metais
Mineração Horii/Imerys	Real 3	Trabalhadores	ÁGUA SUBTERRÂNEA: inalação de vapores em ambientes abertos.	Metais
Residências e comércios mais próximos situados no entorno	Real 4	Residentes (representados por uma criança típica) e trabalhadores	ÁGUA SUBTERRÂNEA: inalação de vapores em ambientes abertos.	Metais
Residências e comércios mais próximos situados no entorno que possuem os poços cacimba PC-01, PC-02, PC-04 e PC-05	Real 5	Residentes (representados por uma criança típica) e trabalhadores	ÁGUA SUBTERRÂNEA: contato dérmico; ingestão e inalação de vapores e gotículas.	Metais

Quadro 2 – Fonte: Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea na Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. e Empresa de Mineração Horii Ltda., maio/2010.

QUADRO 3 - CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS POTENCIAIS				
ÁREA	CENÁRIO	RECEPTORES	ROTAS DE EXPOSIÇÃO	CONTAMINANTES DE INTERESSE
Residência e/ou comércio do entorno que possui o poço de captação PC-03	Potencial 1	Residentes (representados por uma criança típica) e trabalhadores	ÁGUA SUBTERRÂNEA: contato dérmico; ingestão e inalação de vapores e gotículas.	Metais
Rio Taiapuêba Guaçu	Potencial 2	Residentes (representados por uma criança típica) e trabalhadores	ÁGUA SUPERFICIAL: contato dérmico; ingestão; inalação de vapores	Metais
Poço tubular profundo da mineração Horii	Potencial 3	Trabalhadores da mineração	ÁGUA SUBTERRÂNEA: contato dérmico; ingestão e inalação de vapores e gotículas.	Metais
Lagos de água superficial existentes nas minerações	Potencial 4	Trabalhadores da mineração	ÁGUA SUPERFICIAL: contato dérmico; ingestão; inalação de vapores	Metais

Quadro 3 – Fonte: Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea na Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. e Empresa de Mineração Horii Ltda., maio/2010.

5.5.4 Comparativo entre os diferentes momentos do empreendimento

As figuras a seguir mostram a mudança da configuração do empreendimento. As duas primeiras figuras são fotos áreas e as figuras seguintes são fotos em tres momentos diferentes: no final do período de atividade³, durante o início da recuperação⁴ e nos dias atuais⁵.

³ Sem data especificada. As fotos foram encontradas nos arquivos da empresa.

⁴ Fotos retiradas do documento Relatório de Andamento de Obras de Recuperação de Área Minerada, da empresa Multigeo, agosto/2003.

⁵ Fotos feitas no dia em que a área foi visitada, novembro/2010.

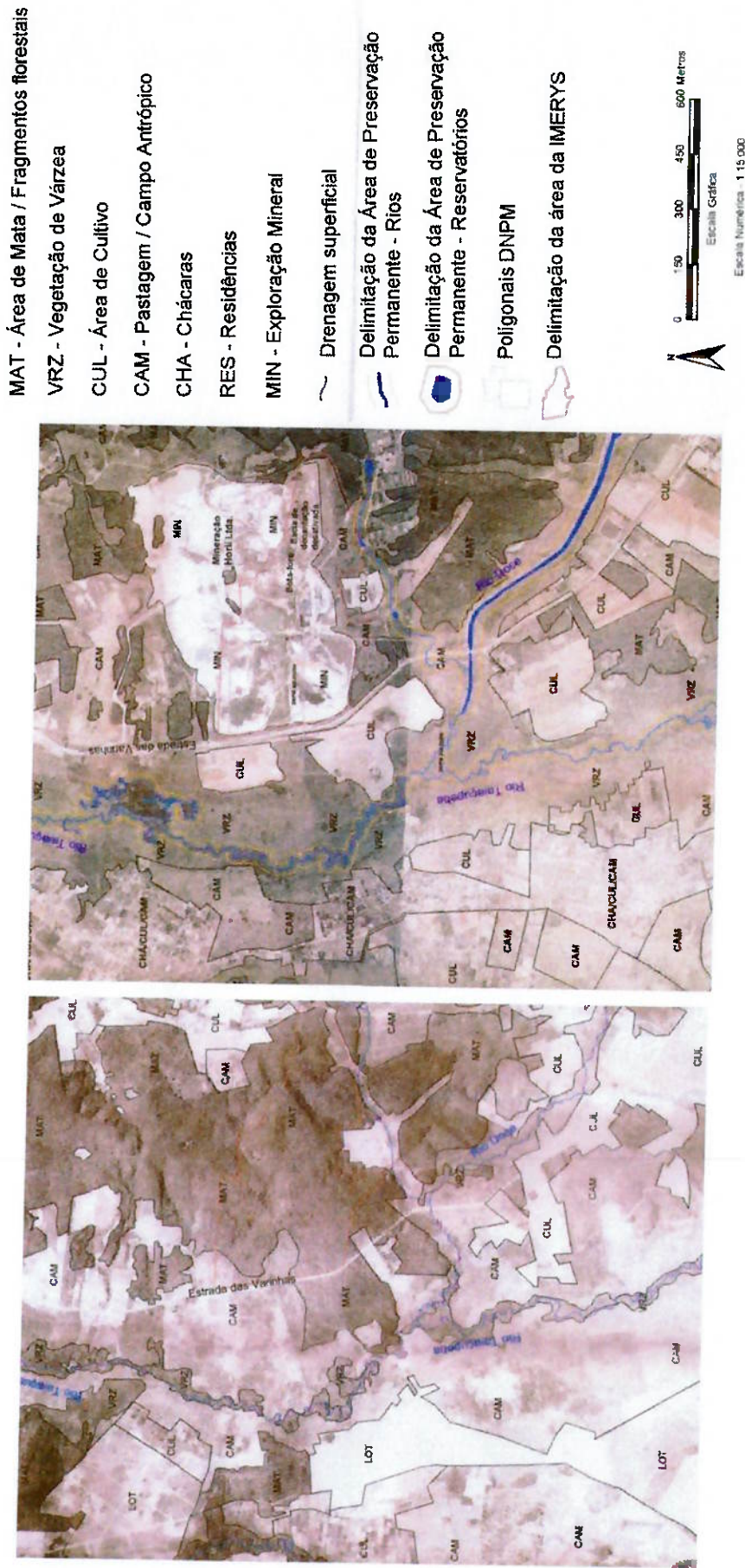


Figura 3 – No quadro à esquerda, foto aérea de 1962, no outro quadro, foto aérea de 2003.



Figura 4 – Cava São Caetano em três momentos diferentes. Da esquerda para direita: no final da época de produção, em 2003 e em 2009.



Figura 5– Cava Bica em três momentos diferentes. Da esquerda para direita: no final da época de produção, em 2003 e em 2009.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO

O planejamento para o fechamento de minas é relativamente recente no Brasil. As exigências legais são pouco detalhadas e muitas empresas não têm políticas próprias para orientar o fechamento de uma mina. No Estado de São Paulo, não há enquadramento legal específico para o fechamento de minas, aplicando-se as exigências de recuperação de áreas degradadas e, quando couber, de gestão de áreas contaminadas.

Foram estes dois tipos de dispositivos legais que orientaram a desativação da mina de Varinhas. No que refere à RAD, o tanto o planejamento quanto a execução dos serviços foram confiados a empresas contratadas, sem que a empresa de mineração exercesse adequada supervisão. Em consequência, tanto o plano de recuperação quanto a implantação das medidas nele preconizadas foram objeto de retrabalho. As atividades de reintrodução de vegetação continuam em andamento, atualmente em fase de monitoramento, acompanhamento e manutenção.

Quanto à gestão de áreas contaminadas, a empresa seguiu as diversas determinações da Cetesb, executando um amplo programa de monitoramento das águas subterrâneas, ainda em curso. Ao encerramento deste trabalho, a área continuava inscrita no Cadastro de Áreas Contaminadas.

Assim, desde o encerramento das atividades extrativas, no ano 2000, a empresa continua responsável pela área e, portanto, despendendo recursos financeiros. De acordo com os modelos conceituais de ciclo de vida de minas, a mina de Varinhas encontra-se em fase de pós-fechamento, sem que tenha havido a transferência de custódia ("relinquishment").

Houve certa dificuldade de montar um histórico do empreendimento, a partir dos documentos disponíveis na empresa, pois ainda não foi concluído o trabalho de recuperação e organização do arquivo histórico da mesma. Foram encontrados poucos documentos sobre a barragem de rejeitos que era operada pela empresa ECC na área adjacente, hoje sob responsabilidade da empresa Horii.

A contaminação das águas da área é a principal questão a ser resolvida para a liberação da área perante a Cetesb. Considerando uma avaliação geral, a partir do início do monitoramento trimestral regular, iniciados em fevereiro de 2004 e até a última campanha analisada (maio de 2010), permite-se inferir que os parâmetros de contaminação analisados vêm decaindo. O controle diário do pH é uma medida que deve ser mantida, no sentido de manter o pH das águas sub-superficiais em torno de 6,0 ou acima, para que os parâmetros de contaminação continuem a decair até o nível aceitável pela CETESB e, assim, a área ser liberada.

A falta de um roteiro e normas na legislação ambiental para o fechamento da mina antes do seu início de operação faz com que a empresa mineradora só se preocupe com essa questão na hora de iniciar o processo de recuperação da área, e com isso as medidas adotadas para desativar o empreendimento e recuperar o local nem sempre são adequadas ou suficientes para resolver essa questão.

7 CONCLUSÕES

No Estado de São Paulo, há diversos casos documentados de recuperação ambiental na mineração, todos do setor de agregados ou de pequenas cavas de argila. O tratamento das questões de recuperação ambiental e fechamento em pedreiras e portos de areia é relativamente simples se comparado às questões levantadas para o fechamento de minas metálicas e de minerais industriais. A mina de Varinhas, ainda que de pequeno porte, ilustra os tipos de problemas a serem enfrentados.

Uma normatização mais clara poderia ter servido de orientação para que a empresa pudesse desativar e fechar a mina de acordo com um plano prestabelecido e com maiores chances de sucesso.

Este trabalho, ao apontar as dificuldades encontradas neste caso ainda inconcluso, pode auxiliar no planejamento do fechamento de outras minas de minerais industriais.

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. R.; LIMA, H. M. Garantia financeira para fins de fechamento de mina e o seu impacto na viabilidade de uma mina. Estudo de caso de uma mina de grande porte. **Revista Escola de Minas vol.61 no.2**, Ouro Preto, junho 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672008000200015&script=sci_arttext>. Acessado em: 11 de novembro de 2010.

ALMEIDA, R. O. P. O. **Indicadores da qualidade do substrato para monitoramento de áreas revegetadas: estudo dirigido à mineração de areia**. 2010. 222 p. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANZMEC/MCA, Australian and New Zealand Minerals and Energy Council/Minerals Council of Australia (2000). *Strategic Framework for Mine Closure*. Canberra: ANZMEC/MCA.

INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS. **Planejamento para o Fechamento Integrado de Mina: Kit de ferramentas**. London, 2008.

KURUSU, R. S., **Projeto de recuperação de uma área degradada na mineração de caulim**. 2008. 46 p. Trabalho (PMI-5704 Recuperação de áreas degradadas) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NERI, A. C. ; SÁNCHEZ, L. E. . **A eficácia das medidas de recuperação ambiental implantadas em minas de calcário para cimento**. Revista da Escola de Minas (Impresso), v. 63, p. 371-378, 2010

OLIVEIRA JÚNIOR, J.B. **Desativação de empreendimentos mineiros: estratégia para diminuir o passivo ambiental**. 2001. 179 p. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SÁNCHEZ, L. E. . **Planejamento para o Fechamento Prematuro de Minas** 6o. Congresso Brasileiro de Mina a Céu Aberto, 2010, Belo Horizonte. 6o. Congresso Brasileiro de Minas a Céu Aberto. Brasília : Instituto Brasileiro de Mineração, 2010.

SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, VI, Coimbra, 2010. **Impactes Ambientais Em Áreas Mineiras Activas – O Caso da Ribeira do Bodelhão Minas da Panasqueira**. Coimbra: ACTAS DO VI SEMINÁRIO LATINO AMERICANO E II SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/>. Acessado em: 23 de novembro de 2010.

TAVEIRA, A. L. S. **Provisão de recursos financeiros para o fechamento de empreendimentos mineiros**. 2003. 209 p. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TERRELL, D. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em área de mineração de caulim: impactos e perspectivas de remediação, município de Mogi das Cruzes, SP**. 2007. 97 p. Tese (mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

9 APÊNDICE

Relação dos documentos analisados referentes à mina estudada

DOCUMENTO	DATA
Relatório do IPT	jan/91
PRAD	fev/99
Ata de Reunião	mai/00
Ata de Reunião + Parecer Técnico de Consultor	jun/00
Parecer Técnico CPRN/DAIA 220/2000	jul/00
Complemento à Ata de Reunião de 06/2000.	jul/00
Parecer Técnico de Consultor	jul/00
Monitoramento de Águas Subterrâneas -Primeira Campanha de Monitoramento	nov/00
Primeiro Relatório Técnico de Implementação das Obras previstas no PRAD	fev/01
Segundo Relatório Técnico de Implementação das Obras previstas no PRAD	abr/01
Terceiro Relatório Técnico de Implementação das Obras previstas no PRAD	jun/01
Monitoramento de Águas Subterrâneas -Relatório Técnico Global dos Resultados Obtidos	jun/01
Monitoramento de Águas Subterrâneas - Terceira Campanha de Monitoramento	mai/02
Nova Interpretação Hidrogeoquímica integrada no local	jun/02
Projeto de Recomposição Topográfica e Revegetação de Taludes	jul/03
Relatório de Andamento de Obras de Recuperação de Área Minerada	ago/03
Nova Proposta de Recuperação Para Área Degradada	ago/03
Relatório do Levantamento Geofísico Utilizando o Método Eletromagnético Indutivo (EM)	set/03
Relatório Final de Recuperação de Área Minerada	nov/03
Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Solo, dos Sedimentos, e das Águas Superficiais e Subterrâneas na Unidade Desativada de Mineração e Beneficiamento de Caulim no Seu Entorno.	dez/03
Parecer técnico da CETESB	fev/04
Primeiro Relatório Semestral de Monitoramento	abr/04
Parecer Técnico: Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Solo, dos Sedimentos e das Águas Superficiais e Subterrâneas na Unidade Desativada de Mineração e Beneficiamento de Caulim e no Seu Entorno.	abr/04
Parecer Técnico de Consultor	ago/04

Relatório de Manutenção de Reflorestamento com Essências Florestais Nativas	out/04
Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea na Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda e Empresa Horii Ltda.	nov/04
Relatório de Monitoramento - TCRA	abr/05
Relatório de Monitoramento - TCRA	ago/05
Prorrogação de Prazo do TCRA	set/05
Relatório de Monitoramento - TCRA	nov/05
Levantamento Planialtimétrico TCRA	dez/05
Relatório de Monitoramento - TCRA	dez/05
Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta	dez/05
Relatório de Monitoramento - TCRA	jan/06
Relatório de Monitoramento - TCRA	abr/06
Avaliação de Risco em Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda. E Empresa de Mineração Horii Ltda.	abr/06
Relatório de Monitoramento - TCRA	nov/06
Relatório de Monitoramento - TCRA	abr/07
Parecer Técnico da CETESB	out/07
Relatório de Monitoramento - TCRA	dez/07
Relatório de Monitoramento - TCRA	set/08
Relatório de Monitoramento - TCRA	nov/08
Relatório de Monitoramento - TCRA	abr/09
Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea na Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda e Empresa Horii Ltda.	set/09
Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea na Área da Imerys do Brasil Comércio de Extração de Minérios Ltda e Empresa Horii Ltda.	mai/10



Figura 6 – Localização dos poços de monitoramento da área.