

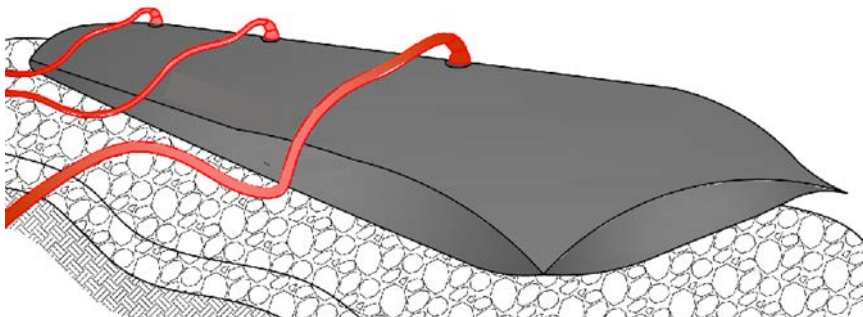
## Disposição de rejeitos em bolsas geossintéticas

### O que é ?

Trata-se de usar bolsas geossintéticas de grandes dimensões para acondicionar rejeitos. A matéria sólida decanta dentro da bolsa e a água sai, podendo ser tratada e reutilizada.

O rejeito, que tem grande quantidade de água, é bombeado para dentro de uma bolsa (Figura 1). Face à permeabilidade do geossintético, a maior parte da água sai e o rejeito se torna uma pasta dura e vai ganhando resistência com o tempo, até ter a consistência de um tijolo.

O material da bolsa é um geossintético não-tecido com altíssima permeabilidade e grande capacidade de retenção de finos. As dimensões das bolsas são da ordem de 50 m de comprimento, 10 a 18 m de largura e altura da ordem de 2 m.



*Figura 1 - A bolsa geossintético em processo de enchimento*

Este tipo de solução já foi aplicada no Brasil para obras marítimas e também para dispor materiais contaminados.

### Aplicações na mineração

A disposição de rejeito em bolsas geossintéticas pode ser uma solução alternativa economicamente viável nas seguintes situações:

- Vulnerabilidade – em caso de paralização temporária do sistema de disposição convencional já utilizado.
- Reativação – solução ideal para reativar áreas já dispostas, na medida em que minimiza o uso de espaço.

## Empilhamento

As bolsas podem ser empilhadas após a secagem (Figura 2), reduzindo-se muito a área para estocagem de rejeitos.



*Figura 2 - Empilhamento de bolsas geossintéticas*



*Figura 3 - Princípio do empilhamento, formando muro de solo reforçado*

O conceito de empilhamento já é empregado há muitos anos em muros de solo reforçado (Figura 3), não havendo limite teórico para altura das pilhas.

## Tipos de geossintéticos

Os geossintéticos são fabricados a partir de fibras de polipropileno ou poliéster e podem ser tecidos, ou não (Figura 4). Os tecidos são fabricados em teares, como na indústria têxtil. Os não-tecidos são fabricados com um emaranhado de fibras e agulhados para aumentar a permeabilidade.



Figura 4 - Geossintético tecido (esquerda) e o não-tecido (direita)

Os geossintéticos tecidos podem alcançar altas resistências à tração, por exemplo, 200 kN/m, as do “tipo não tecidos” chegam a cerca de 1/3 deste valor. Por outro lado, os não tecidos tem maior capacidade de retenção de partículas finas, evitando a turbidez da água ao final do processo de enchimento. Além disso, a drenagem da bolsa não tecida é muito mais rápida.

Tabela 1 Comparação bolsas geossintéticos não-tecidas e tecidas

	<b>Não tecido</b>	<b>Tecido</b>
Fabricação no Brasil ?	Sim	Importado
Capacidade de retenção de finos	Muito melhor	
Velocidade de drenagem	Maior	
Velocidade de enchimento	Maior	
Custo	Menor	
Resistência	Cerca de 70 kN/m	Até 200 kN/m

## Coagulação e decantação

O emprego de rejeitos finos, ou seja, siltes e argilas, implica no uso de técnicas que acelerem a coagulação e a decantação de partículas finas, ou seja com granulometria inferior a 60  $\mu\text{m}$ .

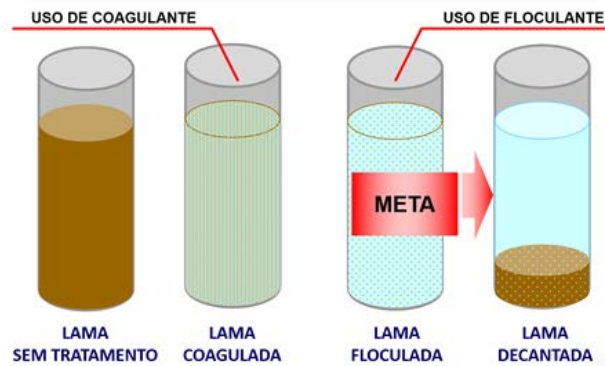


Figura 5 - Uso de polímeros para a coagulação e decantação dos finos

Um sistema eficiente de coagulação e decantação levará à água sair limpa (Figura 6).



Figura 6 - Saída da água totalmente limpa, sem finos

## Fluxo de operação

O fluxo de operação ideal é da usina do processo de mineração, para um espessador e daí para a disposição final (Figura 7.). Como se trata de operação com grandes volumes, pode-se inserir uma lagoa intermediária que funcione de pulmão, de onde se pode bombear para a bolsa. Esta lagoa-pulmão pode ser usada no caso de paralização do uso das bolsas, para evitar paralização da mina.



Figura 7 - Fluxo de disposição: da usina de processamento à bolsa geossintética

## Custo da solução

A Terratek elaborou recentemente um estudo de viabilidade técnica e econômica para uma mineradora que dispõe seus rejeitos em baias de contenção com diques periféricos e geomembranas de impermeabilização.

A baía analisada tem um volume útil de 550 000 m<sup>3</sup> de rejeitos e foi construída há dois anos com custo atualizado de R\$ 22 M aproximadamente. Isso corresponde a um custo de R\$ 40 /m<sup>3</sup> de rejeito depositado ali.

A solução com bolsas geossintéticas (Figura 8) permite uma pilha de cinco camadas de bolsas com 60 m de comprimento, 20 m de largura e até 2 m de altura. O volume total encapsulado calculado foi de 1.1 Mm<sup>3</sup> de rejeito seco, o que corresponde a duas vezes mais de rejeito com água.

A Tabela 1 compara os custos das soluções, mostrando que a nova tecnologia pode reduzir até 50% dos custos de construção.

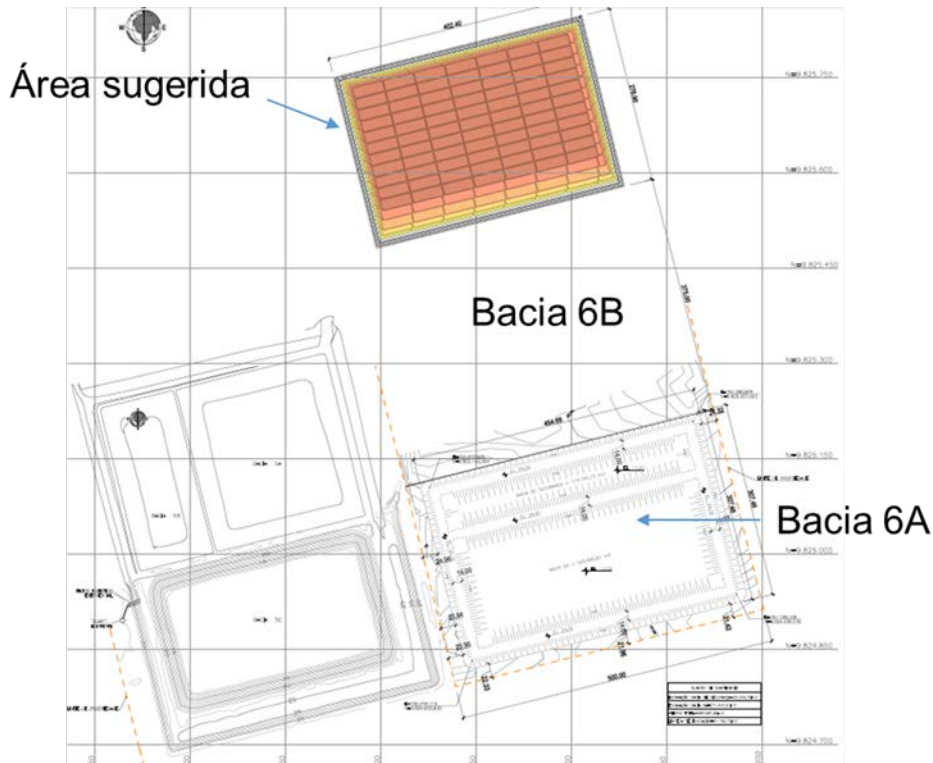


Figura 8 - Estudo de encapsulamento para a Imerys Mineração, planta

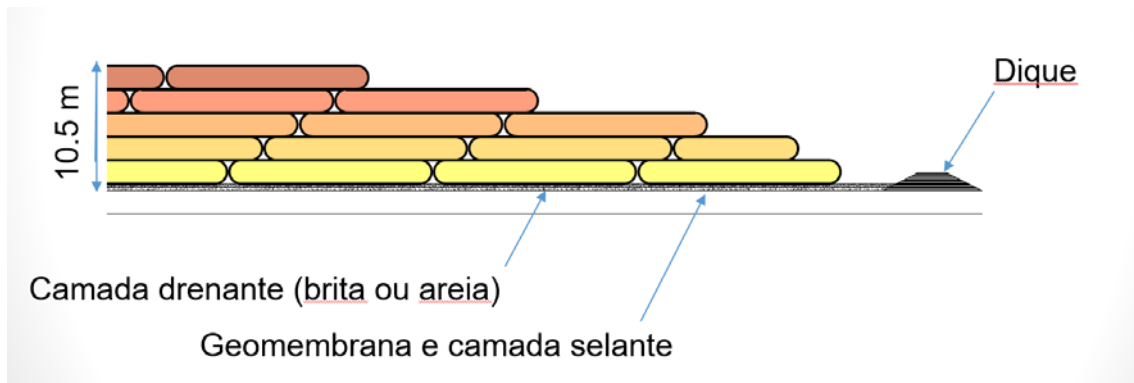


Figura 9 - Estudo de encapsulamento em bolsas geossintéticas



Figura 10 - Comparação de custo das soluções convencional e encapsulada

## Aplicações

- Vulnerabilidade – Sistema secundário de disposição para uso em função da paralização temporária do sistema de disposição já utilizado.
- Reativação – Solução ideal para reativar áreas já dispostas, na medida em que minimiza o uso de espaço.

## Vantagens do encapsulamento em bolsas geossintéticas

- 100% de segurança quanto à ruptura por liquefação, evitando-se o que aconteceu na Samarco;
- Fácil aprovação em órgãos ambientais, pois se trata de pilha e não de barragem;
- Redução do espaço e volume, pois a secagem do rejeito reduz o volume ensacado em até 50%;
- Empilhamento sem limite teórico. As primeiras experiências são para 10 m de empilhamento, mas isso poderá atingir alturas muito maiores no futuro.
- Diminuição dos custos de descomissionamento.
- Alternativa de rápida mobilização com todos os materiais de fornecimento nacionais.



## Ensaio necessários para elaboração de estudos de viabilidade

Informações da área de disposição

1. Topografia
2. Geologia detalhada e sondagens geotécnicas do terreno de fundação
3. Estruturas vizinhas

### 1a Fase Ensaio preliminares

Ensaio de caracterização do rejeito:

- Granulometria completa (peneiramento e sedimentação)
- Limites de Atterberg (limite de liquidez e plasticidade)
- Teor de umidade.

Ensaio de definição dos reagentes:

São necessários ensaios para determinar separação, concentração e clarificação da polpa e do rejeito. A definição dos reagentes é feita através de amostras do rejeito que serão enviadas pelo cliente para a realização de ensaios de laboratório. Os testes a serem realizados, de responsabilidade da Terratek, para a definição dos reagentes serão:

- Coagulação
- Floculação
- Sedimentação
- Adensamento.

O prazo para realização destes ensaios é de 20 dias a partir da chegada das amostras no laboratório.

### 2ª Fase – Ensaio de filtragem da bolsa geossintética e análise de efluentes

A segunda fase compreende a realização de ensaios de aplicação da solução em escala reduzida. Serão executadas as seguintes etapas:

Ensaio de filtragem do geossintético:

Consiste em avaliar a eficiência do processo de retenção de finos do geossintético e avaliar o deságue da bolsa. Os reagentes definidos na primeira fase serão reavaliados em conjunto com o geossintético empregado na bolsa. Este teste auxilia na avaliação da eficiência dos reagentes utilizados e também na previsão do percentual de umidade restante após o deságue. Todos os materiais para este ensaio serão de fornecimento da Terratek.





A água do desague deverá ser encaminhada para análise química do efluente, visando atender a resolução do Conama 430/2011. A análise da água será de responsabilidade do cliente.

#### Teste em escala reduzida da bolsa geossintética

Consiste na realização de ensaios com bolsas de dimensões reduzidas. Semelhante ao ensaio de filtragem, este ensaio visa analisar em condições mais próximas da realidade o enchimento e desague das bolsas. Ao final do ensaio serão medidas a umidade *versus* o tempo para avaliação dos sólidos totais. A água do desague deverá ser encaminhada para análise química do efluente. Os testes da água serão de responsabilidade do cliente.



#### 3ª Fase – Ensaio em escala real e análise de efluentes

Com todos os parâmetros definidos (quais os reagentes, quanto e resultados esperados nos efluentes) com material da bacia, esta fase inclui um teste em escala real com uma bolsa geossintética em dimensões verdadeiras.

A água do desague deverá ser encaminhada para análise química do efluente.

