

Seminário Técnico

Barragens de Mineração

21/01/2016



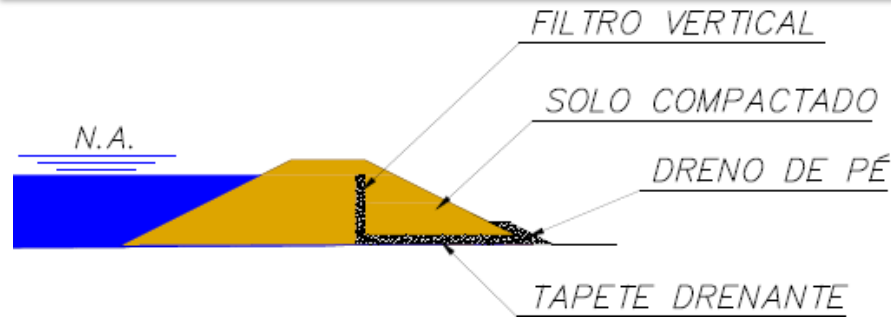
GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO

Secretaria de
Energia e Mineração

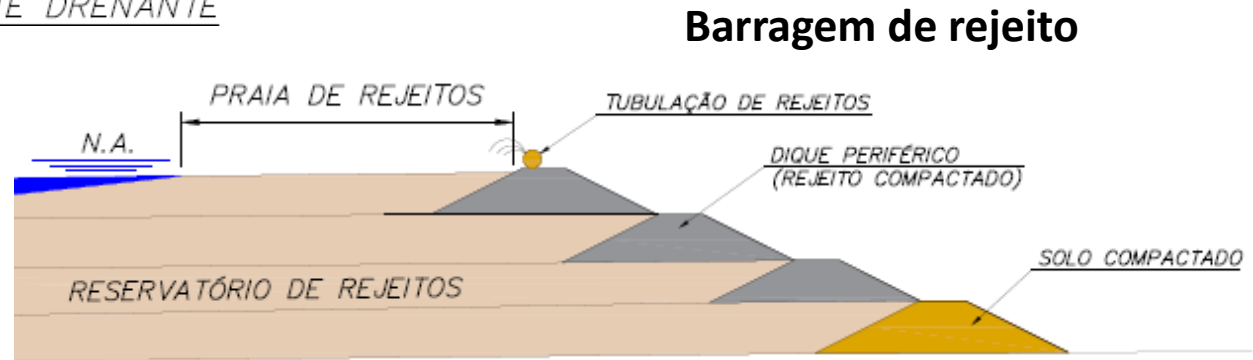
**CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS DE
REJEITO DE MINERAÇÃO**



Barragem convencional x Barragem de rejeitos



Barragem convencional



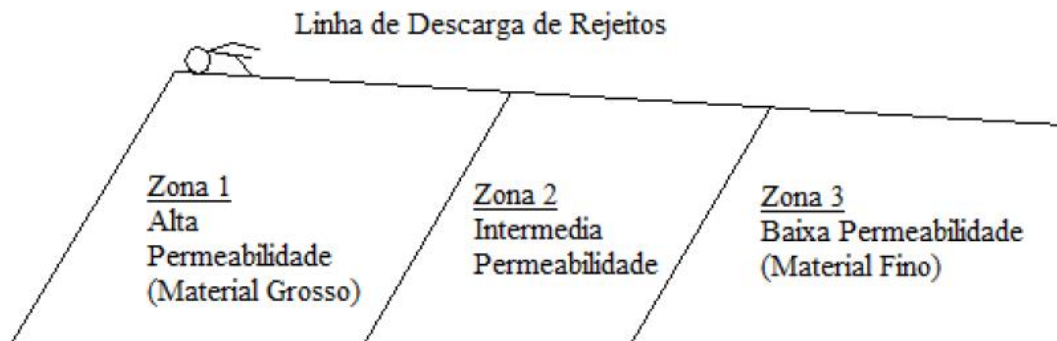
Barragem de rejeito

DIFERENÇAS FUNDAMENTAIS ENTRE AS BARRAGENS CONVENCIONAL E REJEITOS

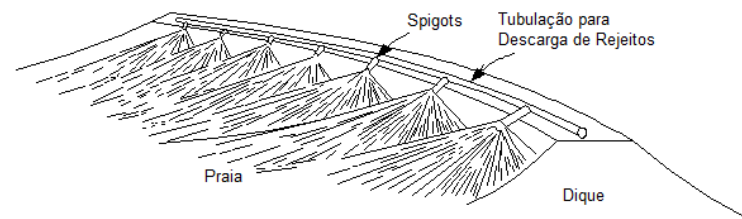
Barragem Convencional	Barragem de Rejeitos
Controle completo do material de construção (solo proveniente de empréstimo)	Baixo controle do material de construção (rejeito)
Construção em uma etapa – solo compactado com controles de construção	Construção em etapas (ao longo da operação da mina) - Metodologia de aterro hidráulico
Permite tratamento da fundação	Fundação – praia de rejeitos não consolidados

PRINCÍPIO BÁSICO DE CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS DE REJEITOS – ATERRO HIDRÁULICO

1 - Princípio da Segregação Hidráulica

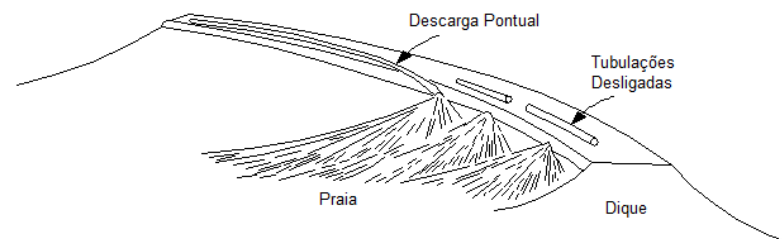


2 - Descarga Perimetral do Rejeito para formação da praia



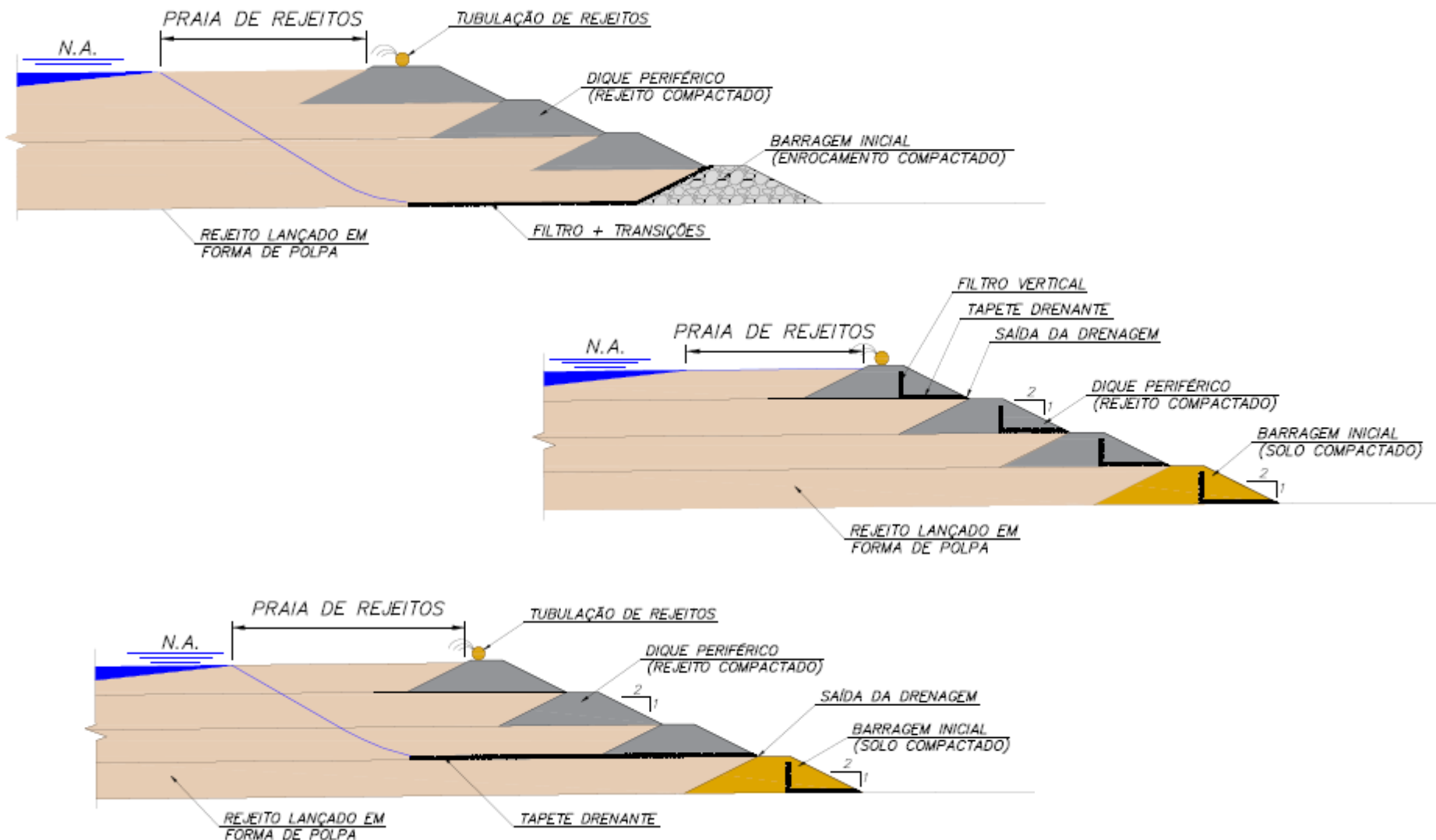
3 – Afastamento do lago da crista da barragem de rejeitos

4 – Contraste de permeabilidade entre as zonas segregadas que permite o controle do NA. dentro da barragem.



MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

Barragens alteadas por montante com diferentes configurações de drenagem interna



Barragens alteadas por jusante e pela linha de centro

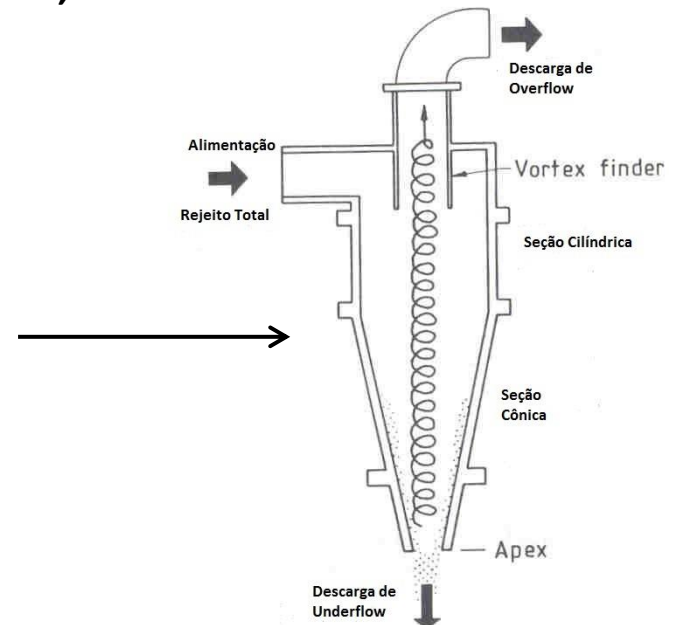
Características gerais – construídas com rejeito

- São construídas com rejeito ciclonado;
- A construção é feita com metodologia de aterro hidráulico;
- Pode-se controlar a qualidade do material de construção (underflow da ciclonagem do rejeito);
- São compactadas – podendo-se controlar a compactação;
- Exigem um sistema robusto de drenagem interna;
- Exigem o afastamento do lago.

Características gerais – barragens de terra

- Seguem os princípios das barragens de terra convencionais.

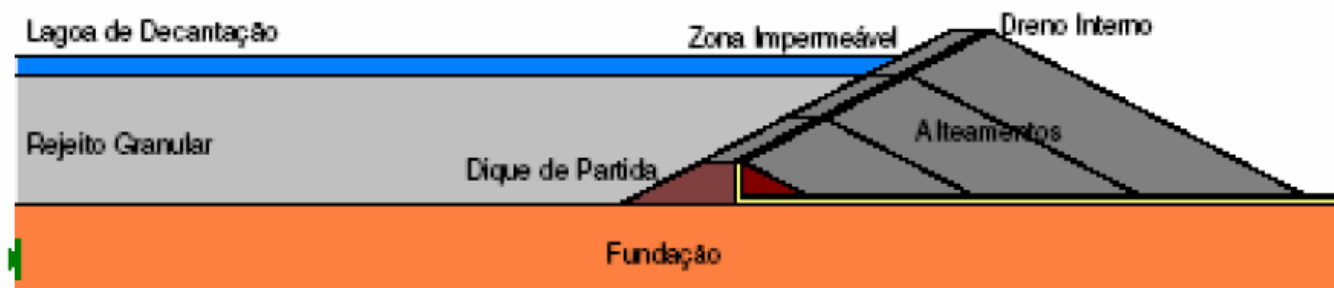
Ciclone



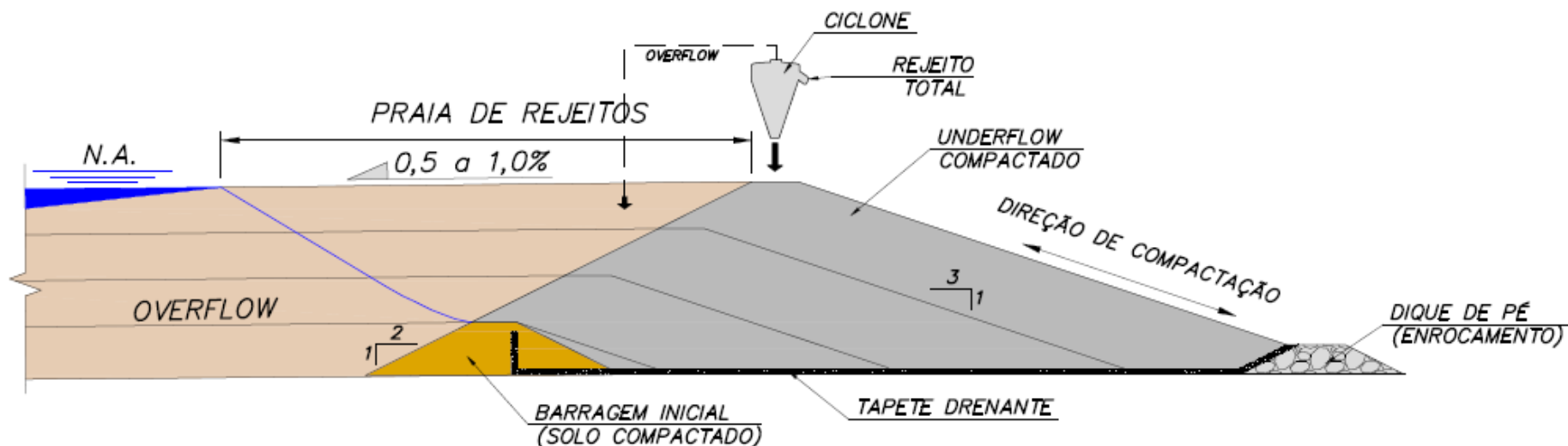
MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

Barragens alteadas por jusante

1- Barragem de terra convencional - construída em etapas



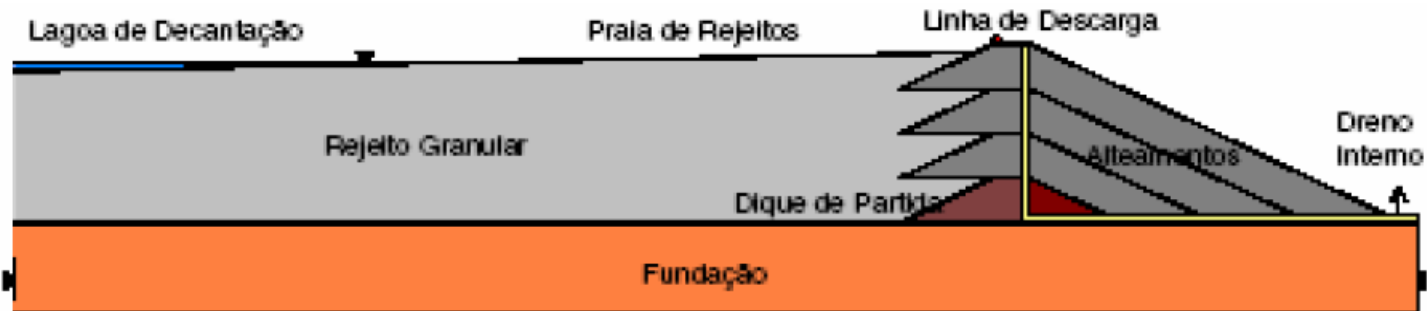
2- Barragem construída com rejeitos ciclados



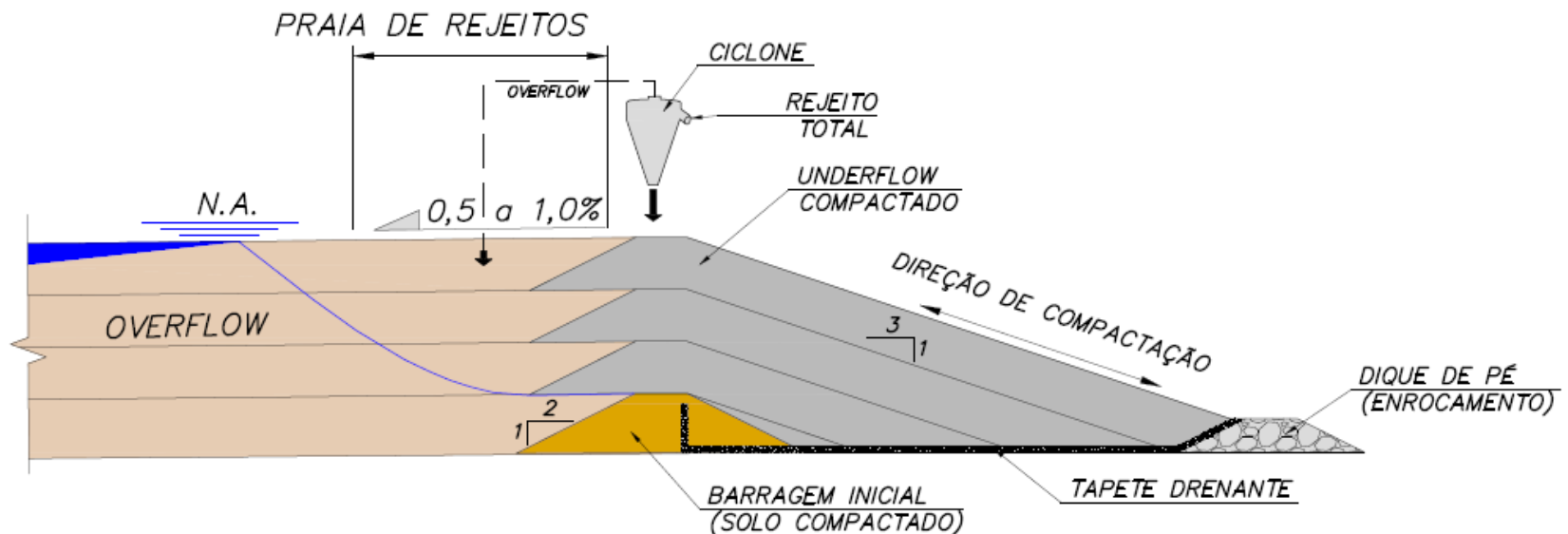
MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

Barragem pela linha de centro

1 – Construção dos alteamentos com solo compactado



2 – Barragem construída com rejeito ciclonado



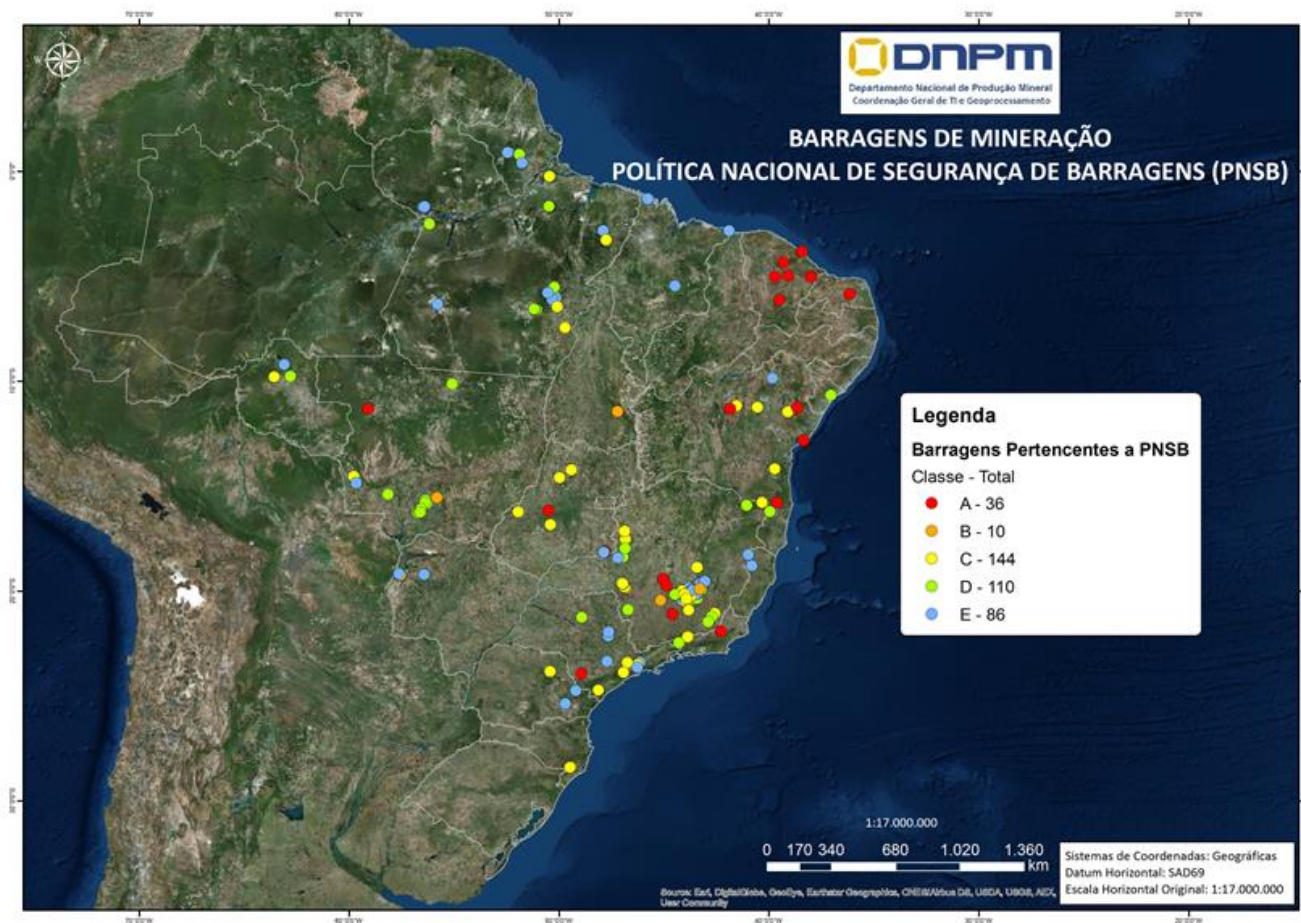
COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

Método de alteamento	Vantagens	Desvantagens	Observação
Montante	<ul style="list-style-type: none"> Menor custo Maior velocidade de construção 	<ul style="list-style-type: none"> Difícil controle da superfície freática; Risco de piping; Superfície de ruptura passa pelo material de baixa resistência; Difícil construção de sistema de drenagem eficiente 	<ul style="list-style-type: none"> Construção com metodologia de aterro hidráulico; Dique perimetral construído com o rejeito escavado na praia
Jusante	<ul style="list-style-type: none"> Menor probabilidade de ruptura; Superfície de ruptura passando em zona resistente e compactada; Controle da freática via sistema de drenagem 	<ul style="list-style-type: none"> Custo mais elevado; Maior volume de material compactado Ocupa maior área. 	<ul style="list-style-type: none"> Os alteamentos podem ser realizados com o próprio rejeito ou com solo compactado.
Linha de Centro	<ul style="list-style-type: none"> Economia de área; Menor volume de material; Drenagem interna eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Custo intermediário entre montante/jusante Risco de fissuração no corpo da barragem; Maior risco de piping; 	<ul style="list-style-type: none"> Caso particular do método de jusante. Podem ser construídas com o próprio rejeito ou com solo compactado

- **Norma Técnica ABNT NBR 13.028/2006**
 - Mineração - Elaboração e apresentação de projetos de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água
- **Lei Nº 12.334 de 20 de setembro de 2010**
 - Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.
- **Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012**
 - Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.
 - **Anexo 1 – Matriz de classificação de barragens para disposição de rejeitos e resíduos.**

- **Resolução Nº 144 CNRH de 10 de julho de 2012**
 - Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
- **Portaria Nº 416 de 03/09/2012 do DNPM**
 - Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o **Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração** conforme a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010
- **Portaria Nº 526 de 09 de dezembro de 2013**
 - Estabelece a periodicidade de atualização e revisão, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do **Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM)**

BARRAGENS DE REJEITOS/ CADASTRO 2014



TOTAL: 386 Barragens

Fonte:
www.dnpm.gov.br/barragens

CONCLUSÕES

- O país possui uma Engenharia de barragens de rejeitos que aplica as tecnologias adequadas de projeto e operação;
- O país possui uma Norma Técnica;
- O país possui uma Lei de Segurança de barragens;
- O país possui centros de formação de pessoal para atuação na Engenharia de Barragens de Rejeitos (mestrado doutorado);
- O país possui órgãos regulamentadores **(talvez a fiscalização de campos deva ser intensificada)**;
- Para alcançar os níveis desejáveis de segurança no projeto e operação das barragens é necessário que empreendedores, projetistas, construtores e órgãos regulamentadores atuem de forma coordenada.

Muito obrigado pela atenção !

Eng. José Mário Queiroga Mafra, M.Sc.

jmafra@vogbr.com.br

VOGBR Recursos Hídricos e Geotecnia Ltda.

Belo Horizonte – MG.