

AS NOVAS NORMAS NBR ABNT 13.028 E 13.029 E SEUS EFEITOS NO SETOR MINERAL

PAULO FRANCA



Itens da apresentação

- Histórico de elaboração das normas brasileiras 13.028 e 13.029
- Comparação entre versões 2006 e versão atual
- *Principais pontos das normas atuais*
 - *ABNT NBR 13029 - 2017 - Mineração — Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha*
 - *ABNT NBR 13028 - 2017 - Mineração — Requisitos para a elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água*
- Comentários Finais

Histórico

- Primeiras versões das normas foram publicadas em 1993, em esforço coordenado pelo DNPM, durante seminários do setor mineral promovidos pelo órgão;
- Por serem pioneiras, as normas apresentavam postos questionáveis:
 - Terminologia inadequada (p.ex. – *abandono, estéril temporário*);
 - Incluíam itens não relativos a projetos (p.ex. – itens de licenciamento ambiental);
 - Continham recomendações específicas, sem a devida justificativa técnica:
 - “*Não se recomenda o alteamento de barragem pelo método a montante*”
 - “*Altura máxima da pilha de estéril de 200 m*”
- Não explicitavam critérios mínimos de projeto (p.ex. – *TR, FS*)

Histórico

- Solicitação de revisão das normas foi encaminhada em 2004;
- Criado grupo de trabalho, sob coordenação do IBRAM-CONIM, com participação de empresas de mineração, de projeto/consultorias e universidades;
- Principais pontos tratados:
 - Revisão/adequação da terminologia e definições;
 - Explicitar critérios mínimos de projeto (p.ex. – TR, FS);
 - Recomendar “como fazer” em vez de recomendar “não fazer”;

Histórico

**NORMA
BRASILEIRA**

**ABNT NBR
13028**

Segunda edição
04.09.2006

Válida a partir de
04.10.2006

Mineração-Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água

Mining – Preparation and presentation of design of tailings, sediments and water dams

**NORMA
BRASILEIRA**

**ABNT NBR
13029**

Segunda edição
04.09.2006

Válida a partir de
04.10.2006

Mineração — Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha

Mining – Elaboration and presentation of a mining waste disposal design.

Histórico

- Em fevereiro de 2015 foi proposta nova revisão dessas normas, para sua adequação às normas internacionais e a legislação brasileira vigente, mais especificamente a Lei 12.334/2010 e seus desdobramentos (por exemplo, a Portaria DNPM 70.389/2017);
- Foram criados três grupos de trabalho, sendo um para cada norma e um “board” de consultores;
- Trabalhos paralisados logo após o acidente da Samarco, por indisponibilidade dos participantes, face às novas demandas resultantes do evento;

Histórico

- Reuniões retomadas no início de 2017;
- Norma submetida à consulta pública duas vezes;
- Principais pontos de destaque na atual revisão da norma:
 - revisão da terminologia específica;
 - adoção de critérios de análise mais abrangentes (por exemplo: liquefação, condição de ruptura não drenada, análises sísmicas, rejeitos perigosos, etc.);
 - utilização de critérios hidrológicos para dimensionamento do sistema extravasor em função das consequências de ruptura ou dano potencial associado.



ABNT/CEE-220
PROJETO DE REVISÃO ABNT NBR 13029
OUT 2017

Mineração — Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha

Norma 13029 – Projetos Pilhas de Estéril

Versão 2006

Fatores de Segurança

- a) ruptura do talude geral:
- superfície freática normal: fator de segurança mínimo de 1,50;
 - superfície freática crítica: fator de segurança mínimo de 1,30;
- b) ruptura do talude entre bermas: fator de segurança mínimo de 1,50.

Versão atual

Fatores de Segurança:

- a) ruptura do talude geral:
- superfície freática normal: FS mínimo de 1,50;
 - superfície freática crítica: FS mínimo de 1,30;
- b) ruptura do talude entre bermas:
- face predominante de solo: FS mínimo de 1,50;
 - face predominante de rocha: FS mínimo de 1,30.

Norma 13029 – Projetos Pilhas de Estéril

Versão 2006

Drenagem interna

- A drenagem interna deve ser dimensionada em função das vazões máximas medidas ou calculadas das surgências, aplicando-se um fator de segurança mínimo de 1,5 aos valores das vazões medidas.

Versão atual

Drenagem interna

- A drenagem interna deve ser dimensionada em função das vazões medidas ou calculadas na área de implantação da pilha. Essas vazões devem ser tomadas como referência, sendo recomendável aplicar um fator de segurança mínimo conforme Tabela 1.

Norma 13029 – Projetos Pilhas de Estéril

Tabela 1 – Fator de segurança de acordo com o método de obtenção da vazão

Vazão	Frequência de medição	Fator de segurança mínimo	Método de medição
Medida	Mensal (ou com frequência superior) ao longo de um ano hidrológico	1,5	Equipamentos de hidrometria (molinete, vertedor ou calha Parshal)
Calculada	–	2,5	–

- Nas pilhas formadas por material rochoso, o sistema de drenagem interna pode ser suprimido em função da permeabilidade geral do depósito de estéril. Neste caso, o material rochoso constitui-se como o próprio dreno.



ABNT/CEE-220
2º PROJETO DE REVISÃO ABNT NBR 13028
OUT 2017

Mineração — Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água — Requisitos

Norma 13028 – Projetos Barragens

Versão 2006

Os seguintes fatores de segurança devem ser considerados para análises de estabilidade, em termos de tensões efetivas:

- a) ruptura do talude geral de jusante:
 - superfície freática normal: FS mínimo de 1,50;
 - superfície freática crítica: FS mínimo de 1,30;
- b) ruptura do talude geral de montante:
 - nível normal de operação da lâmina d'água normal: FS mínimo de 1,50;
 - rebaixamento rápido da lâmina d'água, quando houver: FS mínimo de 1,10;
- c) ruptura do talude entre bermas: fator de segurança mínimo de 1,50.

Para análises de estabilidade em termos de tensões totais, os fatores de segurança devem ser estabelecidos no projeto.

Versão atual

Fase	Tipo de ruptura	Talude	Fator de segurança mínimo
Final de construção ^a	Maciço e fundações	Montante e jusante	1,3
Operação com rede de fluxo em condição normal de operação, nível máximo do reservatório	Maciço e fundações	Jusante	1,5
Operação com rede de fluxo em condição extrema, nível máximo do reservatório	Maciço e fundações	Jusante	1,3
Operação com rebaixamento rápido do nível d'água do reservatório	Maciço	Montante	1,1
Operação com rede de fluxo em condição normal	Maciço	Jusante	1,5
		Entre bermas	1,3
Solicitação sísmica, com nível máximo do reservatório	Maciço e fundações	Montante e jusante	1,1

^a Etapas sucessivas de barragens alteadas com rejeitos não podem ser analisadas como "final de construção", devendo atender aos fatores de segurança mínimos estabelecidos para as condições de operação.

Norma 13028 – Projetos Barragens HIDROLOGIA

VERSÃO 2006 - Recomenda-se observar os seguintes critérios gerais quando do projeto do sistema extravasor:

- durante a operação das barragens ou sua construção por etapas, considerar vazão afluente calculada para tempo mínimo de recorrência de 500 anos, verificado para 1.000 anos, sem borda livre;
- para desativação, considerar a vazão efluente calculada com base na precipitação máxima provável (PMP), sem borda livre.

Tabela 3 – Tempo de retorno mínimo a ser considerado para dimensionamento do sistema extravasor em função das consequências ou legislação vigente

	Consequências ou dano potencial	Período de retorno de projeto (período operacional)	Período de retorno de projeto (período de fechamento)
VERSÃO ATUAL	Baixa	200 anos a 500 anos	10000 anos ou PMP
	Média	500 anos a 1000 anos	10000 anos ou PMP
	Alta	1000 anos a PMP	10000 anos ou PMP

Norma 13028 – Projetos Barragens

Novidades versão atual - definições

Sólidos ou líquidos contaminantes

- concentrações de elementos químicos sólidos ou líquidos, incluindo os radioativos (conforme tabela de contaminantes do Conama e outras instituições normativas) de interesse que têm o potencial de afetar negativamente o meio ambiente ou a saúde humana

Desativação da barragem

- suspensão da operação, temporária ou definitivamente, quando a estrutura não está recebendo aporte de rejeitos e/ou sedimentos

Plano de fechamento da barragem

- conceituação, planejamento e projeto do conjunto de atividades necessárias para permitir o fechamento da estrutura

Empilhamento drenado

- Estrutura construída hidráulica ou mecanicamente com rejeitos, que se configura como um maciço permeável, dotado de sistema de drenagem de fundo, com formação de espelho de água reduzido, podendo ser implantada em fundo de vale, encosta ou outra área;
- O método de empilhamento drenado destaca-se como um detalhamento na engenharia dos rejeitos, quanto às características granulométricas e permeabilidade adequadas e controladas durante toda a sua vida útil, para que a livre drenagem ocorra, permitindo que a estrutura esteja em condições não saturadas.

Norma 13028 – Projetos Barragens

Novidades versão atual - definições

Cheia de projeto

- vazão ou hidrograma de dimensionamento de projetos hidráulicos, como, por exemplo, de um sistema extravasor, correspondendo a valores significativos de vazão de pico, ou volume de dada duração, e associados a um período de retorno, para os quais se estabelece o risco e a segurança das estruturas ou sistemas hidráulicos.

Período de retorno

- conceito estatístico que representa o período médio, em anos, em que um determinado evento de cheia é igualado ou superado, representando também o inverso da probabilidade de que este evento seja igualado ou superado em um ano qualquer.

Borda livre

- altura livre entre o nível de água maximum maximum calculado pelo modelo hidrológico, no momento da passagem da cheia de projeto e da elevação de coroamento da barragem.

Volume de espera

- volume mínimo destinado ao amortecimento da cheia de projeto, situado entre a soleira do sistema de extravasamento e o nível d'água max. maximum, utilizado no dimensionamento das estruturas de vertimento. Nas barragens de rejeitos, os volumes para amortecimento de cheias devem ser maiores que os volumes de espera no início da operação, sendo progressivamente reduzidos ao longo da vida útil, pela ocupação dos depósitos de rejeitos.

Norma 13028 – Projetos Barragens

Novidades na versão atual

Impermeabilização da barragem

- Caso a barragem armazene rejeitos perigosos, Classe I, conforme ABNT NBR 10004, a barragem deve contemplar o projeto de revestimento impermeabilizante. O projeto do revestimento, bem como a especificação dos materiais, deve ser feito por equipe de engenharia com experiência comprovada em aplicações dessa natureza. A adoção de sistemas de detecção de vazamento é recomendável. Já os rejeitos classificados como classe 2A (não perigosos e não inertes) demandam uma avaliação hidrogeológica para definir necessidade e tipo de revestimento.

Estudos sísmicos

- Os estudos sísmicos devem avaliar o potencial de sismicidade na área de implantação da barragem, com base em bibliografia, incluindo normas existentes e registros.
- Recomenda-se, para as etapas iniciais de estudo, a utilização do critério sugerido pela Canadian Dam Association (CDA), que indica a adoção da aceleração da gravidade resultante do Sismo Máximo Provável (MCE – Maximum Credible Earthquake) para análise pseudo-estáticas.

Norma 13028 – Projetos Barragens

Novidades na versão atual

Materiais de construção

- Para barragens construídas com rejeito, devem ser apresentados e analisados os resultados da caracterização geotécnica dos rejeitos, como granulometria, em especial o conteúdo de finos, densidades máxima e mínima, em especial o índice de vazios para a condição densa e fofa dos rejeitos, densidade dos grãos, coeficiente de permeabilidade, parâmetros de adensamento e deformação e parâmetros de resistência ao cisalhamento; em especial avaliar o potencial de liquefação dos rejeitos (comportamento durante o cisalhamento e análise de estabilidade para condições não drenadas). Apresentar também as características dos materiais granulares a serem utilizados para construção dos dispositivos de drenagem interna da barragem.

Condições não drenadas/ Liquefação

- Para condições não drenadas de carregamento, as análises de estabilidade podem ser executadas em tensões totais, com a utilização de parâmetros de resistência não drenada ou em tensões efetivas, com a utilização de parâmetros efetivos de resistência e poro pressões estimadas;
- Em análises de estabilidade que utilizam parâmetros de resistência não drenada, os fatores de segurança mínimos devem ser estabelecidos pelo projetista, com base nas boas práticas de engenharia;
- Nas barragens com potencial de liquefação, deve-se avaliar a segurança utilizando envoltórias de resistências não drenadas, que apresentem comportamento contrátil, por meio de ensaios de laboratórios e/ou ensaios de campo, quando disponíveis.

Próximos passos/ sugestões

- Publicação/divulgação/aplicação das novas normas;
- Adaptação das estruturas, se necessário, para atendimento às normas;
- Manutenção de grupo de discussão permanente sobre o tema disposição de rejeitos e estéril em mineração;
- Criação de normas adicionais *ou* guias de referência?
 - Tecnologias de disposição
 - Estabilidade física
 - Estabilidade química
 - Reaproveitamento de rejeitos