

VI-102 - GESTÃO DA SEGURANÇA DE BARRAGENS DE CONTENÇÃO DE REJEITOS DE MINERAÇÃO

Anderson Pires Duarte⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Mestrando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Terezinha de Jesus Espósito⁽²⁾

Doutora em Geotecnia pela Universidade de Brasília. Profª Adjunta da Universidade Federal de Minas Gerais.

Endereço⁽¹⁾: Rua Salinas, 653/103 - Floresta - Belo Horizonte - MG - CEP: 31015-190 - Brasil - Tel: (31) 8818.5922 - e-mail: andersonduarte@yahoo.com.br

Endereço⁽²⁾: Av. do Contorno, 842 - Centro. Belo Horizonte – MG. Tel: (31) 3409.1794. e-mail: esposito@etg.ufmg.br

RESUMO

Recentes acidentes envolvendo rompimento de barragens vêm despertando a atenção para estas estruturas, que crescem cada vez mais com o aumento da exploração mineral. Esta pesquisa tem o objetivo de realizar um levantamento bibliográfico nacional e internacional sobre a gestão da segurança em barragens de contenção de rejeitos de mineração, comparando o modelo de gestão das barragens do Brasil com outros países e atendendo a demanda de informações de empresas e órgãos fiscalizadores. Atualmente, no Brasil, tudo caminha para a criação de uma Política Nacional para Segurança de Barragens, já que ainda não há padronização de critérios para cada fase do ciclo de vida destas estruturas. Internacionalmente, percebe-se que cada país vem criando seus próprios métodos de gerenciamento dos rejeitos, de acordo com as particularidades de cada local.

PALAVRAS-CHAVE: Barragens de rejeito, gestão nacional, gestão internacional.

INTRODUÇÃO

As barragens de contenção de rejeitos de mineração são estruturas complexas e dinâmicas que requerem cuidados especiais na elaboração dos projetos de engenharia, operação, manutenção das estruturas, bem como para o descomissionamento. No histórico de acidentes reportados pela Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD, 2006), as principais causas de rompimento de barragens são problemas de fundação, capacidade inadequada dos vertedouros, instabilidade dos taludes, falta de controle da erosão, deficiências no controle e inspeção pós-fechamento e falta de dispositivos graduais de segurança ao longo da vida útil da estrutura.

Rejeitos são materiais remanescentes do processo de beneficiamento e concentração de minérios em instalações industriais. Suas características granulométricas encontram-se diretamente dependentes do tipo de minério bruto lavrado e do processo industrial de beneficiamento utilizado. Assim, sua composição pode abranger uma ampla faixa de materiais, variando desde solos arenosos não plásticos até solos de granulometria muito fina (RIBEIRO E FILHO, 2004).

No passado, devido ao pequeno volume de rejeitos produzidos e à falta de especificações técnicas, esses materiais eram lançados aleatoriamente nos cursos d'água sem qualquer preocupação ambiental. Atualmente, estruturas de contenção de rejeitos (barragens e pilhas), mesmo executadas com maior controle, ainda tendem a gerar impactos ao ambiente.

Dessa forma, o grande desafio atual das empresas proprietárias de barragens consiste em minimizar os impactos ao meio ambiente e reduzir os riscos de acidentes através da adoção de práticas de gestão da segurança. Para isso, é importante conhecer o modo como as barragens vêm sendo gerenciadas em diferentes regiões, de modo a aprender com os erros e adaptar práticas bem sucedidas na gestão das barragens.

O objetivo desta pesquisa é realizar um levantamento bibliográfico sobre a gestão da segurança em barragens de contenção de rejeitos, comparando o modelo de gestão das barragens do Brasil com outros países e atendendo a demanda de informações de empresas e órgãos fiscalizadores.

Este trabalho justifica-se pelo fato das barragens de contenção de rejeitos apresentarem um impacto ambiental significativo, e a gestão dos rejeitos está se tornando um dos critérios pelos quais o desempenho ambiental das empresas é julgado. Apesar da legislação, conhecimento e tecnologia disponíveis, as barragens de contenção de rejeitos continuam rompendo e causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais. E uma das causas destas falhas se refere ao gerenciamento, ou seja, as barragens não são operadas de acordo com critérios adequados para projeto, construção e operação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho apresenta uma abordagem qualitativa objetivando interpretar e compreender a percepção dos critérios de segurança para o gerenciamento de barragem de contenção de rejeitos de mineração.

O universo desta pesquisa são as barragens de contenção de rejeitos de mineração. A coleta de dados ocorreu em periódicos, jornais, revistas e site de órgãos envolvidos com o tema, como a FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente), Ministério da Integração Nacional, Ministério de Minas e Energia, Comitê Brasileiro de Grandes Barragens, ICOLD (Comitê Internacional de Grandes Barragens), MAC (Associação de Mineração do Canadá), dentre outras fontes. Alguns países como Estados Unidos, Austrália e África do Sul receberam maior atenção por apresentarem características similares ao Brasil, quanto à contenção dos rejeitos de mineração.

O resultado do levantamento da legislação nacional e internacional permitiu estabelecer um panorama da situação em que se encontra a gestão das barragens dos diversos países, proporcionando a identificação de parâmetros que podem ser otimizados para o gerenciamento da segurança destas estruturas.

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO NACIONAL DA GESTÃO DE BARRAGENS

A Tabela 1 a seguir apresenta alguns casos recentes de rompimento de barragens de rejeitos Minas Gerais. Foi a partir de rompimentos como estes que a legislação brasileira começou a desenvolver e atuar, estabelecendo diretrizes de gerenciamento e rotinas de inspeção.

Tabela 1 – Histórico de recentes acidentes com barragens em Minas Gerais

2001	Mineração Rio Verde Ltda. Nova Lima, MG. O rompimento da barragem resultou em 5 mortes, danos à fauna, flora e unidade de conservação, pagamento de multa e prestação de serviços sociais.
2003	Indústria Cataguazes de Papel. Cataguazes, MG. Lixívia negra causa interrupção no fornecimento de água.
2006	Rio Pompa Mineração Cataguazes. Mirai, MG. Danos ambientais, prejuízos materiais.
2007	Reincidente: Rio Pompa Mineração Cataguazes. Mirai, MG. Danos ambientais, prejuízos materiais.

No Brasil, o histórico de acidentes de ruptura de barragens mostra falta de compromisso e de monitoramento por parte de alguns empreendedores e falta de capacitação técnica por parte dos órgãos responsáveis pela fiscalização. Neste sentido, está em tramitação no Congresso Nacional o Projeto de Lei 1181/2003 (BRASIL, 2003) que cria a Política Nacional de Segurança de Barragens e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNIB) para divulgação de informações, padronização da classificação de barragens, estabelecimento de planos de segurança, planos de ação emergencial, registros de acidentes, estabelecimento de responsabilidades, dentre outras ações.

O Ministério da Integração Nacional, juntamente com a Agência Nacional de Águas (ANA) e com a Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica (SIH), coloca em prática ações para prevenir e minimizar os riscos de acidentes com barragens em todo o país. Em parceria com Estados, Municípios e proprietários, o Governo Federal faz levantamento para acompanhar permanente e sistematicamente a situação dessas obras, já concluídas ou em andamento. Órgãos da administração federal, governos estaduais e agentes da iniciativa privada participam do processo de cadastramento e avaliação da situação das construções.

As mais importantes áreas de minério de ferro no Brasil estão localizadas no quadrilátero ferrífero, em Minas Gerais, e na reserva de Carajás, no Pará. Consequentemente, estes Estados devem garantir legislação e fiscalização adequadas para que a segurança das barragens de contenção de rejeitos seja garantida.

Em Minas Gerais, como resposta a acidentes de ruptura de barragens ocorridos, foi criada em 2002 a Deliberação Normativa (DN) Nº 62, aprovada pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (MINAS GERAIS, 2002) e modificada pela DN 87 (MINAS GERAIS, 2005), para estabelecer o cadastro e classificação dos vários tipos de barragens e estabelecer critérios para realização de auditorias periódicas.

De acordo com estas deliberações normativas, as barragens são classificadas (classes I, II ou III) em função do seu potencial de dano ambiental a jusante. As barragens de classe I apresentam baixo potencial de dano ambiental e devem se submeter a uma nova auditoria a cada três anos. As barragens de classe II apresentam potencial médio de dano ambiental e as inspeções de auditoria devem ocorrer de dois em dois anos. E as barragens de classe III apresentam alto potencial de dano ambiental e por isso as inspeções devem ser anuais.

Segundo a FEAM (2007), foram cadastradas 606 barragens em Minas Gerais, sendo 373 em minerações (62%) e 233 em indústrias (38%). Dentre estas barragens, 28% são de Classe I; 41% de Classe II e 31 % de Classe III. Após a classificação, os empreendedores devem tomar providências para adequar os procedimentos de segurança em cada barragem, com prazos definidos para implementação, visando à minimização do potencial de dano ambiental inerente a essas estruturas.

Em dezembro de 2007 foi publicado a DN 113 (MINAS GERAIS, 2007), que estabelece o prazo para apresentação de declaração da situação das barragens. Com isso, aumenta ainda mais o rigor da fiscalização durante o período das chuvas, período este considerado crítico e responsável pelo registro de grande parte dos rompimentos de barragens.

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO INTERNACIONAL DA GESTÃO DE BARRAGENS

Pela revisão realizada sobre legislação de barragens em diversos países percebe-se que não há uma padronização nos métodos de classificação e fiscalização das estruturas, ou seja, cada país tem criado seus próprios critérios de acordo com seu histórico de desenvolvimento e características locais. Alguns países como Estados Unidos e Austrália possuem legislação específica para os sistemas de contenção de rejeitos, enquanto outros enfatizam suas legislações para barragens convencionais (de água) e diques de contenção de cheias, sistemas estes que predominam em países como Holanda e França.

Países como Portugal, Estados Unidos, Espanha e França possuem um sistema já avançado, inclusive com classificação de risco de acordo com as características das barragens.

A Tabela 2 a seguir apresenta os resultados da revisão de literatura a respeito da gestão de barragens. Os dados obtidos é resultado da compilação de três fontes: JORNADA TÉCNICA (1999), DELLIQU (2001), TAILSAFE (2005).

Tabela 2 – Características da gestão de barragens em alguns países

País	Barragens sujeitas a legislação (H = altura; V = Volume)	Classificação de risco	Exigências	Inspeções
África do Sul	H > 5m e V > 50.000m ³	Classificação de risco de segurança elevado, médio ou baixo. Em termos ambientais: classificação quanto a extensão, duração e intensidade dos impactos considerados significativos ou não-significativos	- Inventário das barragens atualizado - Exige que a legislação seja aplicada - Relatório do Programa de Gestão Ambiental - Análise do Ciclo de Vida	Por consultores independentes
Alemanha	H > 5m e V ≥ 100.000m ³	Não existe classificação quanto ao risco. Há 6 tipos de barragens:	- Relatório de Segurança (anual) - Período de retorno para barragens de rejeitos T _R =	- Realizadas por autoridades do Estado (perito) - Os dados devem

		T ₁ : barragens e represas; T ₂ : barragens de rejeito (com água); T ₃ : medidas de segurança; T ₄ : reservatório para controle de inundação; T ₅ : reservatório de armazenamento bombeado; T ₆ : barragens de rejeito (sem água).	1.000 anos - Estado da arte - Controle da documentação - Aprovação do projeto * Não exige plano de emergência (a não ser em casos críticos ou na fase de remediação)	ser avaliados e armazenados - Ocorre durante a fase de operação, construção e primeiro enchimento Tipos: - contínua (operador); - Freqüente; - Intensiva (a cada dez anos ou após eventos incomuns)
Austrália	De acordo com a classe	3 classes: de acordo com compilação de dados de altura e categoria de risco	- Exige que a legislação seja aplicada - NOI – Notificação de Intenção (documento englobando aspectos ambientais a serem aprovados)	De acordo com a classe, a inspeção será a cada um, dois ou três anos
Eslovênia	H ≥ 15m ou - H ≥ 10 e crista ≥ 500m - V≥1.000.000m ³ - Inundação ≥ 2000m ³ /s	Barragens classificadas em três classes de acordo com potencial de perdas de vidas humanas e efeitos econômicos	- Não há exigências para projeto; regras gerais da construção civil são utilizadas - Controle da documentação - Sistema de alarme	- O monitoramento pode ser terceirizado - O proprietário deve garantir a inspeção, mas a legislação não define o nível de inspeção
Espanha	<u>1967</u> H > 15m ou 10 < H > 15m e V > 100.000m ³ <u>1996</u> Introdução do conceito de potencial de risco	<u>Classe A</u> : risco de perda de vidas humanas; danos em áreas urbanas; importância nos materiais e idade da barragem <u>Classe B</u> : riscos limitados de perda de vida humana; perigo em população escassa ou em infra-estruturas não muito importantes <u>Classe C</u> : riscos de perda de vidas humanas em condições excepcionais; poucos danos	- Controle da documentação e registros - Procedimentos para casos de eventos excepcionais - Programa de monitoramento e inspeções periódicas - Procedimento de informação para extravasamento de água - Sistema de alarme - Plano de emergência para Classes A e B	A cada 5 ou 10 anos de acordo com a classe ou após eventos excepcionais
Finlândia	- H > 3m e V “grande” ou - perigo à vida, saúde e meio ambiente	Para barragens de rejeitos P: em caso de acidentes causa riscos à saúde e sérios danos ao meio ambiente e à propriedade O: apresenta perigo mínimo T: estruturas temporárias N: que não se enquadra em P,O ou T.	- Exigência de projeto e licença - Sistema de alarme (caso tenha população a jusante) - Controle da documentação - Padrões para largura da crista - Para risco elevado: programa de monitoramento, avaliação de risco, código de prática, plano de ação emergencial.	- Inspeção de comissionamento - Inspeção Regular (a cada 5 anos) - Inspeção diária (visual)
França	Regras especiais para cada tipo de		- Não há padrões de projeto definidos, cada	- A inspeção é indicada e não

	barragem - H > 20m - H > 10m (hidroelétricas) - pequenas barragens		barragem deve conter o Estado da Arte - Registro de eventos, incidentes e atividades - Sistema de alarme - Plano de alerta e socorro à população jusante - Para H > 20m e V > 15.000.000m ³ : plano de emergência	obrigatória, podendo ser anual, a cada cinco ou dez anos. - Os dados devem ser publicados anualmente - A cada dois anos deve haver análise detalhada dos resultados
Noruega	H > 4m e V > 500.000m ³	Três classes de acordo com o número de habitantes à jusante	- Padrões de projeto - Padrões de obras civis - Alarme, se necessário	- Aprovação do Programa de Inspeção e Vistoria
Polônia	Barragens > 10ha: Ato 9 de novembro de 2000 (exige Estudo de Impacto Ambiental - EIA)	As barragens são divididas em quatro classes, sendo que as barragens de rejeitos são classificadas como barragens de água	- EIA - Plano de ação de emergência (simulação de inundação, plano de salvamento, rotas de evacuação) - Relatório de Barragens (amostragem, monitoramento, controle da documentação) - Instrumentação - Manual de Operação	De acordo com cada classe
Portugal		2 classes: - Grandes Barragens H > 15m ou V > 1.000.000m ³ ou perigo importante (perdas de vidas humanas, consequências econômicas importantes) - Pequenas Barragens	- Há regras gerais (não impõe métodos precisos) - Sistema de monitoramento - Plano de emergência - Sistema de alarme (transmissão da comunicação por telefone, rádio ou sinal sonoro)	3 tipos: - contínua - especial - excepcional
Romênia	H > 10m V > 10.000.000m ³ (áreas habitáveis devem estar a menos de 10km)	Quatro classes de acordo com volume e altura da barragem	- O Estado define alguns padrões de projeto de acordo com a classe da barragem - Controle documental - Sistema de alarme - Plano de emergência	- A própria empresa define a inspeção e o método de monitoramento - Inspeções especiais acompanhadas por peritos, em caso de eventos excepcionais
Suíça	H ≥ 10m ou H > 5m e V ≥ 50.000m ³ ou perigo importante para povos e bens		- Não há regras específicas para projeto - Programa de monitoramento - Sistema de alarme, em caso de risco para a população - Níveis de evacuação, de acordo com as condições de controle de um possível acidente	A confederação realiza inspeção: - H > 25m - H > 15m e V > 50.000m ³ H > 10m e V > 100.000m ³ - V > 500.000m ³

Segundo ICOLD (2006), a definição de barragens cobertas por um regulamento geralmente engloba alguns dos seguintes critérios:

- Altura (com relação ao nível à terra ou à fundação)
- Altura de água a montante
- Volume do reservatório
- Projeto de inundação
- Comprimento da crista

Alguns destes critérios geralmente são utilizados para a classificação de riscos. Como não há uma padronização global, cada país utiliza seus próprios critérios de acordo com suas particularidades. É o que acontece com o volume e a altura, por exemplo. Percebe-se que cada país considera um valor a partir do qual a barragem passa a ser sujeita à legislação. Por exemplo, na África do Sul, uma barragem com $H > 5\text{m}$ e $V > 50.000\text{m}^3$ está sujeita ao rigor da legislação, mas na Romênia estes valores menos rigorosos ($H > 10\text{m}$ e $V > 10.000.000\text{m}^3$).

Alguns países também levam em consideração o risco potencial para a população à jusante, mas os critérios usados para este risco são raramente detalhados. A altura da barragem e o volume do reservatório são usados mais freqüentemente (MARTINS, 1999).

Atualmente, alguns países já estão introduzindo a avaliação de risco na legislação, mas estas técnicas necessitam de uma definição mais precisa do nível aceitável do risco existente e provável, uma vez que a definição do nível de risco aceitável pode ser influenciada por julgamento cultural ou pessoal. Geralmente, a definição destes critérios não são claros e estão implícitos nas legislações atuais.

Ainda de acordo com Martins (1999), grande parte dos países possuem uma legislação a respeito de barragens. Isto se deve à importância destas estruturas do ponto de vista econômico e, sobretudo, à natureza e à escala de riscos possíveis para a população a jusante. Porém, esta legislação, muitas vezes, não é completa ou específica para cada tipo de barragem.

Um aspecto compartilhado por todos os regulamentos é que o proprietário da barragem ou o concessionário são identificados claramente como o principal responsável pela segurança e, consequentemente este responsável arcará com as consequências em caso de um rompimento da barragem (MARTINS, 1999).

Para a implantação de uma barragem é necessária aprovação formal do projeto e, durante a construção e a operação considera-se muito importante a realização de inspeção e monitoramento contínuo, utilizando-se sempre do estado da arte para execução das atividades.

No lado administrativo, a organização varia extremamente de um país a outro. Na maioria dos casos, um único ministério é responsável pelas questões técnicas que se relacionam às barragens, a não ser que como concerne proteção ou organização da ajuda da emergência. Em outros países, entretanto, esta função é compartilhada por diversos ministérios, essencialmente de acordo com o uso principal de uma barragem. Nos Países Baixos, na Suécia, e Alemanha, as autoridades locais possuem uma boa parte da responsabilidade para inspeções ou regulamentos. Em diversos países (Áustria, França, Itália, Portugal, Romênia), uma Comissão fornece o conselho e a coordenação para as atividades da administração. (MARTINS, 1999)

CONCLUSÕES

Apesar da legislação, conhecimento e tecnologia disponíveis, as barragens de contenção de rejeitos continuam rompendo e causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Uma razão comum para as falhas é que as barragens não são operadas de acordo com critérios adequados para projeto, construção e operação, o que exige ainda mais estudos nesta área.

Pode-se observar que diversos países distinguem classes de barragens (de acordo com seu tamanho ou o nível do risco a jusante) com especificações particulares para cada categoria. Em alguns países (Áustria, França, Itália), todas as barragens são cobertas por legislação, e ainda há procedimentos especiais ou regras técnicas para as mais importantes. A definição das barragens referidas por regulamentos é muito provável

ligada ao número de barragens de cada país, mas um aspecto que dificulta esta estatística é que poucos países realizam inventário de suas barragens.

O primeiro passo para gestão da segurança de barragens é realizar um inventário sobre estas estruturas. A grande parte dos países não tem controle sobre a quantidade e qualidade das barragens de contenção de rejeitos. A partir deste conhecimento, deve-se executar uma classificação de risco padronizada que irá determinar, dentre outros aspectos, o nível e o tipo de inspeção a ser realizada.

A aplicação da legislação sobre segurança de barragens depende também de outra questão básica: a partir de que grandeza é que uma barragem "merece" ser abrangida pela legislação?

Existem vários parâmetros que devem ser analisados para a classificação de segurança, e estes parâmetros ainda não foram padronizados pela literatura. Parâmetros quantitativos, como altura, comprimento da crista, consequências sociais, econômicas e ambientais a jusante e questões estruturais das barragens são aspectos que devem ser levados em consideração e ainda carecem de estudos. Porém, a dificuldade de padronização destes aspectos se baseia nas diferenças de gestão de cada país, e pelo fato de cada barragem apresentar características próprias (solo, método de construção, propriedades dos rejeitos, etc).

Definir qual o risco aceitável para cada comunidade é um aspecto difícil e que envolve uma série de agentes sociais, lembrando que quanto maior o nível de segurança desejado, maior também serão os custos envolvidos no processo de controle destes riscos.

Outra questão importante, da qual depende a segurança, é a de garantir que a legislação seja efetivamente aplicada. E, em alguns casos, isso só vai ocorrer quando medidas punitivas passarem a ser adotadas.

Enfim, as barragens de contenção de rejeitos de mineração são estruturas complexas que demandam uma gestão de segurança bastante rigorosa. Ao longo dos últimos tempos muito já tem sido feito, mas ainda há muito que se fazer para que estas estruturas sejam efetivamente seguras, ou seja, um controle eficaz dos projetos e principalmente da qualidade de construção e monitoramento resultará, seguramente, numa minimização de riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Projeto de Lei 1181/2003. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB. Diário do Executivo, 03 de junho de 2003. 8p.
2. DELLIOU, P. Le. Working Group on Dam Legislation, Final Report. ICOLD European Club, fev. 2001.
3. FEAM, FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Evolução das ações de gestão de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatórios de água de em empreendimentos industriais e minerários no Estado de Minas Gerais. Março 2007. 128p. Disponível em: www.feam.br. Acesso em 12 de abril de 2007.
4. ICOLD, Comitê Internacional de Grandes Barragens. Acidentes em barragens de contenção de rejeitos de mineração. Disponível em: <http://www.icold-cigb.net>. Acesso em 11 nov. 2006.
5. Jornada Técnica. Legislação sobre Segurança de Barragens (1999). Projeto NATO-PO FLOODRISK MANAGEMENT. LNEC. 15 de nov 1999.
6. MARTINS, Rui. Legislação sobre segurança de barragens a nível mundial. Jornada Técnica. Legislação sobre segurança de barragens. Projeto NATO-PO FLOODRISK MANAGEMENT. LNEC. 15 de nov 1999.
7. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa. DN COPAM nº 62. Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Lex: Diário do Executivo - Minas Gerais, 17 de dezembro de 2002. 9p.
8. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa. DN COPAM nº 87. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM N.º 62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.. Lex: Diário do Executivo - Minas Gerais, 18 de junho de 2005. 9p.

9. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa. DN COPAM nº 113.. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM N.º 62, de 17/12/2002. Estabelece prazo para apresentação de declaração sobre a situação das barragens. Lex: Diário do Executivo - Minas Gerais, 01 de dezembro de 2007. 1p.
10. RIBEIRO, L. F. M.; ALBUQUERQUE FILHO, L. H. Avaliação da densidade in situ de barragens de contenção de rejeitos com o penetrometer. Revista Escola de Minas, Ouro Preto, MG, vol.57, no.4, p.277-283, Out./Dez. 2004.
11. TAILSAFE Report. KREFT-BURMAN, Katarzyna. SAARELA, Jouko. ANDERSON, Reetta.. Tailings Management Facilities – Legislation, Authorisation, Management, Monitoring and Inspection Practices. Finlândia, nov. 2005.