

GESTÃO DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Autor: Rodrigo de Paula Tonidandel^{1;2}

Co-autores: Luiz Otávio Martins Cruz²; Rosângela Moreira Gurgel Machado²; Patrícia Rocha Maciel Fernandes²; Cíntia Guimarães do Santos²; Rômulo César Soares Alexandrino²; Alder Marcelo de Souza²; Bráulio Victor Rodrigues³ Gabriel Figueiredo Braga⁴

RESUMO

No estado de Minas Gerais há registros de cinco grandes acidentes envolvendo barragens de rejeitos e resíduos. Diante das repercussões sociais e ambientais dos acidentes de grande magnitude, a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM iniciou um processo de debates sobre gestão de barragens de rejeitos e resíduos industriais e minerários. Este trabalho tem como objetivo apresentar o modelo de gestão de barragens aplicado no Estado de Minas Gerais e os resultados do gerenciamento das barragens de rejeito de mineração. Foi instituída, por meio de legislação, a criação de um cadastro a fim de propor medidas para reduzir os riscos de novos acidentes. As barragens foram classificadas quanto ao Potencial de Dano Ambiental - Alto, Médio e Baixo, estabelecendo uma periodicidade para realização de Auditoria Técnica de Segurança para determinação das providências necessárias para adequação dos procedimentos de segurança, de acordo com a classificação. Os resultados do gerenciamento entre 2006 e 2008 apontaram para um aumento no número de barragens de mineração consideradas estáveis. Essa melhora é considerada reflexo do acompanhamento das adequações das medidas de segurança.

ABSTRACT

In Minas Gerais, Brazil there are five huge accidents records involving waste and tailings dams. Considering the social and environmental effects of these great magnitude accidents, the Environmental State Foundation - FEAM, started a process of discussions on management of industry and mining waste and tailing dams. This paper aims to present the dams management model applied in the State of Minas Gerais and the mining tailing dams management results. In order to propose measures to reduce the risk of further accidents, the mandatory registration of dams was established through legislation. The dams were classified as regarding to the potential for environmental damage - high, medium and low - setting a schedule for implementation of Security

¹ Mestrando em Geologia Econômica Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG do Departamento do Instituto de Geociências - IGC; E-mail: rodrigo.tonidandel@meioambiente.mg.gov.br - Tel: (31) 3219-5712;

² Fundação Estadual do Meio Ambiente, Minas Gerais; Rua Espírito Santo, nº 495 – Cep: 30160-030, Belo Horizonte/MG;

³ Graduando Engenharia Ambiental na Universidade FUMEC;

⁴ Graduando Geografia e Meio Ambiente no Centro Universitário Newton Paiva;

Technical Audits to determine the arrangements for the security procedures adequation, according to the classification. Management results between 2006 and 2008 showed an increase in the number of mining dams classified as stable. This improvement is considered a reflex of the security measures monitoring.

Palavras-Chave: Gestão de barragens de mineração, cadastro e classificação.

1 – INTRODUÇÃO

As barragens são estruturas complexas e dinâmicas que requerem cuidados especiais na elaboração dos projetos de engenharia, operação, manutenção e monitoramento das estruturas, bem como para o encerramento da atividade. No histórico de acidentes reportados pela Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD), 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-operação e falta de procedimentos de segurança ao longo da vida útil da estrutura. Na maioria dos casos, a ruptura da barragem causa dano ambiental em virtude da descarga descontrolada de substâncias, o que representa um perigo iminente ou um risco potencial para o meio ambiente e, em alguns casos, à vida humana.

No estado de Minas Gerais há registros de cinco grandes acidentes envolvendo barragens de rejeitos e resíduos [1]. Diante das repercussões sociais e ambientais dos acidentes de grande magnitude e, por ser o estado de Minas Gerais um território onde a atividade mineradora é base econômica, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Semad, por meio da Fundação Estadual do Meio Ambiente – Feam, iniciou em 2001 um amplo processo de debates sobre gestão de barragens de rejeitos e resíduos em indústrias e minerações, com a participação de empreendedores, consultores de notório saber, representantes de diversas entidades que atuam na área ambiental e da sociedade.

Este trabalho tem como objetivo apresentar o modelo de gestão de barragens aplicado no Estado de Minas Gerais e os resultados da evolução deste sistema de gerenciamento referente às barragens de rejeito de mineração.

2 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICÁVEL A GESTÃO DE BARRAGENS

As experiências adquiridas com as ações subseqüentes ao acidente ambiental provocado pelo rompimento de uma grande barragem no município de Nova Lima, em 2001, motivaram a criação

de um cadastro por meio da Resolução Semad nº 99/2002 [2]. Este cadastro teve como objetivo iniciar o levantamento do número e do tipo de barragens de rejeitos e resíduos existentes nas indústrias e minerações do Estado, a fim de propor medidas para reduzir os riscos de novos acidentes.

Desde então, a Feam conduziu um amplo processo de debates sobre essa questão, com a participação de empreendedores, consultores de notório saber, representantes do Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), Dnrm, Crea/MG, ONG's e do Conselho Estadual de Política Ambiental - Copam. Essa discussão culminou com a aprovação, em 2002, da Deliberação Normativa - DN Copam nº 62 que define critérios de classificação quanto ao Potencial de Dano Ambiental para barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatórios de água em empreendimentos industriais e minerários [3].

A DN Copam n.º 62/2002 constitui o primeiro marco na legislação ambiental estadual que contempla um sistema de classificação das barragens, considerando as características técnicas da estrutura, os aspectos sócio-ambientais da área de jusante susceptíveis a danos decorrentes de um possível acidente. O objetivo principal dessa DN é classificar as barragens cadastradas quanto ao Potencial de Dano Ambiental - Alto, Médio e Baixo - que se refere à magnitude do impacto que possa vir a ocorrer no caso de algum acidente, associado ao porte da barragem e às características de sua área de jusante, independentemente da rotina de operação e gerenciamento.

Conforme previsto na DN COPAM n.º 62/2002, foi constituído um Grupo Multidisciplinar de Trabalho - GT Barragens, que tinha como objetivo proceder a consolidação, tratamento dos dados e a classificação das barragens; definir os critérios para a delimitação da área a jusante da barragem para fins de sua classificação; estabelecer a periodicidade das auditorias nas estruturas e posteriormente determinar as providências necessárias para adequação dos procedimentos de segurança de cada barragem.

Como principal resultado, o grupo de trabalho apresentou uma minuta de deliberação normativa para alterar e complementar a DN Copam n.º 62/2002, que culminou na publicação da Deliberação Normativa Copam nº 87/2005 [4].

As principais alterações incluídas nessa norma, comparativamente à DN Copam nº 62/2002, foram modificações nos critérios de classificação, a inclusão e aperfeiçoamento de definições técnicas, e a definição de um novo modelo de formulário para cadastro de barragens [4]. O requisito mais importante instituído pela DN Copam n.º 87/2005 é a exigência de realização de Auditoria Técnica de Segurança em todas as barragens de rejeitos e resíduos e reservatórios de água de indústrias e minerações em operação no Estado. A Auditoria Técnica de Segurança, contendo as recomendações do auditor responsável para garantir a segurança das estruturas e promover melhorias nos sistemas de operação e monitoramento, figura como instrumento de gestão voltado à

redução da probabilidade de ocorrência de acidentes. A norma prevê que este relatório deve conter, no mínimo, laudo técnico sobre a segurança de barragem, recomendações de melhorias e cronograma de implantação, além do nome completo do auditor com a respectiva titularidade e Anotação de Responsabilidade Técnica - ART.

A DN Copam Nº 87/2005, estabeleceu o prazo de 180 dias, a partir de sua publicação, para apresentação à Feam do primeiro Relatório de Auditoria Técnica de Segurança de Barragem - RATSB. A periodicidade da execução das auditorias subsequentes depende da classe da barragem [4]:

- a) anualmente, para barragens Classe III – Alto Potencial de Dano Ambiental
- b) a cada dois anos, para barragens Classe II – Médio Potencial de Dano Ambiental
- c) a cada três anos, para barragens Classe I – Baixo Potencial de Dano Ambiental

A DN Copam nº 87/2005 determinou, também, que a partir do segundo RATSB elaborado não deveria ser enviado a FEAM, mas apenas mantido no empreendimento para consulta em caso de fiscalização. Com o desenvolvimento dos trabalhos observou-se que as informações referentes a condição de estabilidade da barragem no banco de dados do órgão ambiental estavam defasadas uma vez que nem todas as estruturas eram fiscalizadas anualmente.

Em 2008 foi publicada a DN Copam nº 124 [5], na qual estabeleceu-se que o empreendedor deve apresentar ao órgão ambiental a Declaração de Condição de Estabilidade, que constitui em um resumo contendo conclusão, recomendações e respectivo cronograma implantação e cópia da ART da auditoria realizada.

3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 – Classificação e Gestão de Barragens

A partir do cadastro das barragens, realizado em função da legislação, seguiu-se a etapa de classificação das estruturas, que consistiu, primeiramente, na aplicação dos critérios de classificação de barragens em todas as estruturas cadastradas, agregando também os dados coletados nas inspeções de campo.

As informações contidas nos relatórios de auditoria apresentados a Feam permitiu o agrupamento das estruturas quanto à situação de estabilidade:

- a) Estabilidade garantida pelo auditor
- b) Estabilidade não garantida pelo auditor
- c) Auditor não conclui por falta de dados e documentos

3.2 – Critérios de Classificação de Barragens

As Deliberações Normativas Copam n.º 62/2002 e 87/2005 definem dois critérios técnicos e três critérios ambientais para a classificação quanto ao potencial de dano ambiental de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatórios de água em empreendimentos industriais e minerários:

- a) Altura da barragem-H;
- b) Volume do reservatório-Vr;
- c) Ocupação humana a jusante da barragem.
- d) Interesse ambiental a jusante da barragem.
- e) Instalações na área a jusante.

Segundo as Deliberações Normativas, cada um destes critérios recebe uma pontuação (V) que varia de zero a quatro, dependendo das características da barragem, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Critérios para classificação das barragens

Altura da barragem-H (m)	Volume do reservatório-Vr ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	Ocupação humana a jusante	Interesse ambiental a jusante	Instalações na área de jusante
H < 15 V=0	Vr < 0,5 V=0	Inexistente V=0	Pouco significativo V=0	Inexistente V=0
15 ≤ H ≤ 30 V=1	0,5 ≤ Vr ≤ 5,0 V=1	Eventual V=2	Significativo V=1	Baixa concentração V=1
H > 30 V=2	Vr > 5,0 V=2	Existente V=3	Elevado V=3	Alta concentração V=2
-	-	Grande V=4	-	-

Considerando-se o somatório dos valores (V) dos parâmetros de classificação do Quadro 1, as barragens são classificadas quanto ao potencial de dano ambiental em três categorias:

- a) **Baixo potencial de dano ambiental - Classe I**, quando o somatório dos valores for menor ou igual a dois ($V \leq 2$).
- b) **Médio potencial de dano ambiental - Classe II**, quando o somatório dos valores for maior que dois e menor ou igual a quatro ($2 < V \leq 5$).
- c) **Alto potencial de dano ambiental - Classe III**, quando o somatório dos valores for maior que quatro ($V > 5$).

A referidas DN's apresentam definição para vários termos técnicos utilizados e critérios para o estabelecimento do porte das estruturas, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios para definição do porte da barragem

Barragem	Altura da barragem-H	Reservatório	Volume-Vr (m3)
----------	----------------------	--------------	----------------

	(m)		
Pequeno porte	$H < 15$	Pequeno porte	$V_r < 500.000$
Médio porte	$15 \leq H \leq 30$	Médio porte	$500.000 \leq V_r \leq 5.000.000$
Grande porte	$H > 30$	Grande porte	$V_r > 5.000.000$

Para estabelecer a definição técnica de “área a jusante da barragem”, visando a subsidiar a avaliação dos critérios “ocupação humana”, “interesse ambiental” e “instalações a jusante”, consideraram-se três hipóteses distintas:

- Para reservatório de água: a área a jusante deve ser definida por estudos hidrológicos elaborados pelos respectivos responsáveis técnicos;
- Para reservatório de materiais inertes em forma de polpa ou pouco ativos: assimila-se a trajetória do fluxo conseqüente a um evento de ruptura a um volume, desenhado pela massa em deslocamento, em forma de dois prismas sucessivos ao longo do vale, definidos da seguinte forma: o primeiro prisma tem por base a seção da barragem transversal ao vale, por topo a seção de inundação do curso d’água no ponto em que se admite que o fluxo passa a ocupar apenas essa seção, por altura a distância d_1 , obtida pela divisão do volume de reservatório mais o volume da barragem pela seção da barragem acima definida. O segundo prisma tem por base o topo do primeiro e é formado pelo leito de inundação com altura d_2 (extensão medida ao longo do leito), obtida pela divisão do volume do reservatório mais o volume da barragem pela seção de inundação acima definida. A Figura 1 ilustra a forma de determinar d_1 e indica esquematicamente as distâncias d_2 e d_3 .

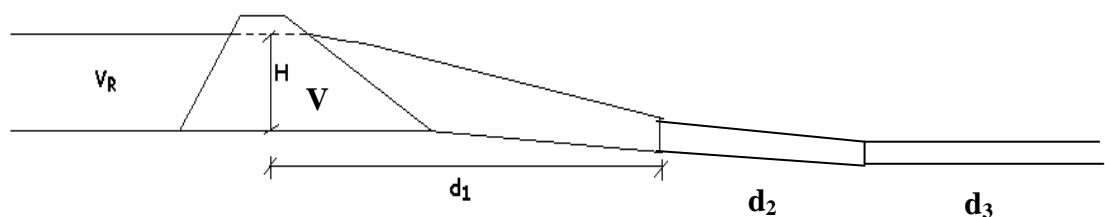


Figura 1 - Parâmetros para definição da área de jusante de barragens com reservatórios de materiais inertes em forma de polpa.

Assim, a área a jusante da barragem de rejeitos inertes, em forma de polpa, ou pouco ativos pode ser determinada aplicando-se:

$$AJ = \text{Área envolvente dos prismas de alturas } d_1 + d_2 + d_3$$

sendo,

$$d_1 = (V_R + V_B) / ST \text{ barragem};$$

$d_2 = (V_R + V_B) / ST$ inundação

d_3 = distância para diluição aos níveis considerados toleráveis pela OMS para a substância contida

$V_R + V_B$ = Volume do Reservatório mais o da barragem (m³)

ST = Seção da barragem transversal ao vale (m²)

c) Para reservatório de materiais perigosos: a área a jusante é a soma das áreas envolventes dos prismas acima mais o prisma ao longo do leito que se estende até uma distância d_3 , medida ao longo do curso d'água, de modo que a diluição dos contaminantes/poluentes alcancem os níveis considerados toleráveis pela OMS para as respectivas substâncias.

4 – EVOLUÇÃO DA GESTÃO DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS – RESULTADOS 2006 A 2008.

Após a sistematização das informações contidas nos relatórios de auditoria apresentados em 2006, a FEAM notificou os empreendedores informando que os relatórios foram considerados satisfatórios ou solicitando complementações, no caso de existência de não-conformidades.

A compilação dos dados permitiu observar que o conteúdo do relatório de auditoria associa-se à própria condição de trabalho encontrada pelo auditor, ou seja, a existência ou não de documentação técnica sobre a barragem, dados de monitoramentos anteriores e a própria situação de acesso e manutenção da estrutura. Houve uma grande incidência de barragens com deficiência de documentação técnica (projetos, plantas topográficas, medições, etc), fato que exigiu dos auditores estudos e levantamentos complementares para elaboração de um laudo conclusivo sobre a segurança.

Com relação à conclusão do auditor quanto às condições de estabilidade das barragens de empreendimentos minerários, verificou-se que das 391 estruturas cadastradas em 2006 junto a FEAM, 267 (68%) apresentaram-se estáveis, 53 (14%) não possuem garantia de estabilidade e 72 (18%) não obtiveram conclusão sobre sua estabilidade, principalmente devido à falta de dados técnicos e de monitoramento.

Dando prosseguimento ao gerenciamento de barragens, a FEAM focou suas ações no acompanhamento da execução das recomendações apontadas pelo auditor, por meio de fiscalização para verificação da implementação das atividades incluídas no cronograma definido pelo empreendedor, com a prioridade para as barragens sem garantia de estabilidade.

Após avaliação e discussão dos relatórios de auditoria foram definidas as seguintes prioridades para fiscalização em 2007:

- a) Barragens da Bacia do Paraíba do Sul (Parte Mineira).
- b) Barragens em que o auditor não atestou a estabilidade da estrutura.
- c) Barragens em que o auditor não concluiu sobre a estabilidade da estrutura por falta de dados técnicos.

Essas campanhas de fiscalização coordenadas contaram com o apoio do IGAM, CREA-RJ, CREA-MG, MPE, DNPM e IBAMA, tendo sido vistoriadas 104 Barragens, sendo que as 15 localizadas na bacia do Rio Paraíba do sul foram vistoriadas em duas oportunidades durante o ano de 2007 - em Janeiro e setembro, devido ao histórico de acidentes e ao elevado índice pluviométrico registrado na região.

Após a realização das vistorias foi constatado que, em sua grande maioria, as recomendações dos relatórios de auditoria foram implementadas, tendo sido registradas algumas não conformidades operacionais de pequena significância, para as quais foram novamente solicitadas correções imediatas. As não conformidades relacionadas se referem principalmente a excesso de vegetação, acúmulo de materiais sólidos nos vertedouros, focos erosivos e presença de animais.

Após a consolidação das informações obtidas, o panorama geral da situação das barragens cadastradas pela FEAM foi modificado.

Ao final de 2007, Figura 2, do total de 391 estruturas, 74% das barragens (293) foram consideradas estáveis, ou seja, houve um aumento de 6 pontos percentuais em comparação com o levantamento anterior (267 barragens). As barragens sem garantia de estabilidade representaram 15% (56), enquanto 11% (40) não obtiveram conclusão sobre sua estabilidade.

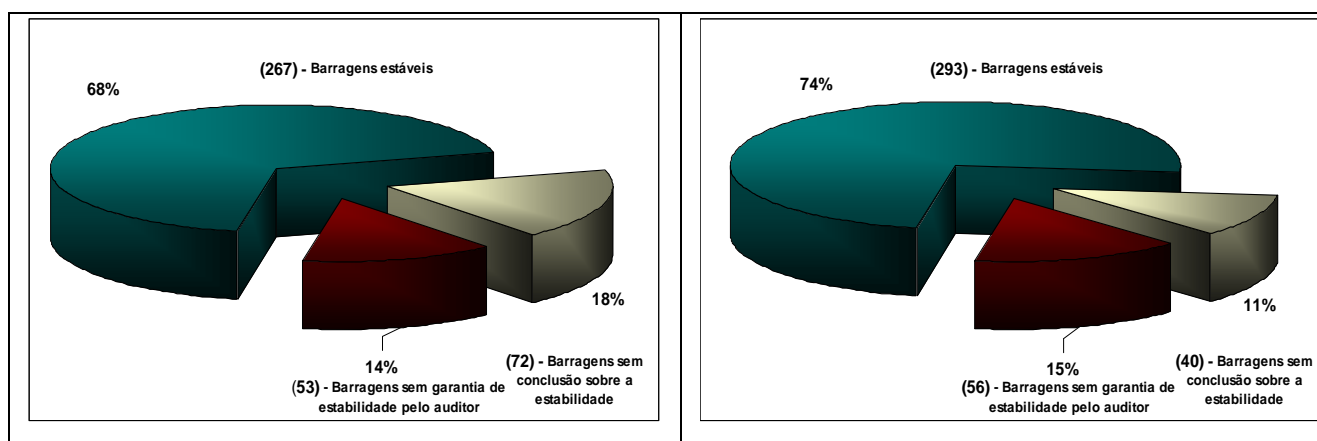


Figura 2 – Situação das 391 estruturas após análise dos Relatórios de Auditoria em 2006 e 2007

Dando continuidade e visando aprimorar o programa de Gerenciamento de Barragens, foram realizadas 03 operações de fiscalização de barragens em 2008. Os relatórios protocolizados pelos empreendimentos em resposta as notificações enviadas pela FEAM, decorrentes das operações de

fiscalização realizadas em 2007, serviram de subsídio para realizar a seleção das barragens a serem vistoriadas durante o ano de 2008

As campanhas de fiscalizações integradas contaram com a colaboração do IGAM, CREA-RJ, CREA-MG, MPE, DNPM, IBAMA e Polícia Militar, onde foram vistoriadas 72 Barragens no estado de Minas Gerais em 2008.

Para o ano de 2008 foram definidas as ações e diretrizes a serem realizadas:

- a) Análise de relatórios técnicos das estruturas que apresentaram não conformidades, conforme constatações das operações de fiscalização realizadas em 2007.
- b) Recebimento e análise de relatórios de acompanhamento da implementação das medidas propostas pelos auditores;
- c) Publicação de Deliberação Normativa COPAM 124/2008, que altera e complementa a DN COPAM 87/2005.

A partir da experiência e das ações realizadas no primeiro ano de gerenciamento de barragens, após auditoria técnica de segurança, foi identificada a necessidade de instituir a apresentação de documento junto a FEAM informando o resultado da auditoria técnica de segurança de barragem, uma vez que de acordo com a legislação somente o primeiro relatório de auditoria teria que ser apresentado a Feam e os subsequentes deveriam estar disponível no empreendimento. Desta forma, foi publicada a Deliberação Normativa COPAM 124/2008, que convoca os empreendimentos a apresentarem a Declaração de Condição de Estabilidade contendo conclusão, recomendações, cronograma de implementação das recomendações e cópia da ART do auditor, de acordo com a periodicidade definida em função da classe de potencial de dano ambiental de cada estrutura.

Com a apresentação da declaração de condição de estabilidade possibilita à Feam conhecer o resultado da auditoria técnica de segurança de barragem e atualizar as informações referente a condição de estabilidade das estruturas no BDA.

As diretrizes e ações de acompanhamento e fiscalização de barragens previstas para 2008 foram executadas e, após a consolidação das informações obtidas, a situação das estruturas de empreendimentos minerários cadastradas junto a FEAM obteve uma melhora em relação à 2007.

Ao final de 2008, Figura 3 , do total de 391 estruturas, 78% das barragens (304) são consideradas estáveis, ou seja, houve um aumento de 4 pontos percentuais em comparação com o levantamento de 2007 (293 barragens). O número de estruturas sem conclusão sobre a estabilidade por falta de dados ou documentos reduziu de 11% (40) para 09% (36) após análise de documentação solicitada pela FEAM e dos relatórios de auditoria, bem como das declarações de condição de estabilidade.

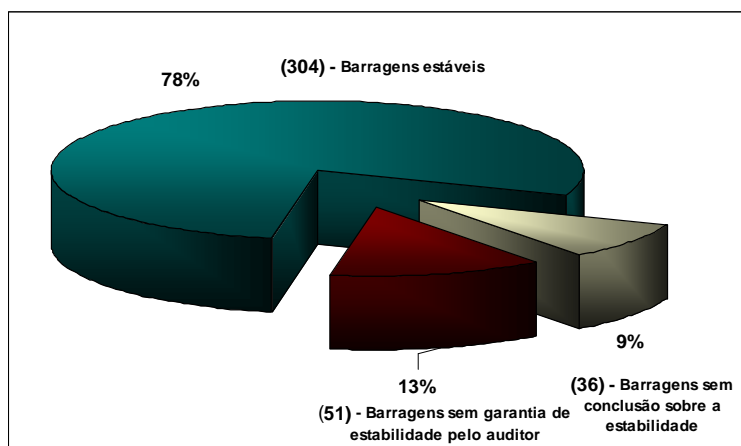


Figura 3 - Situação das 391 estruturas após análise dos Relatórios de Auditoria - 2008

O total de estruturas sem garantia de estabilidade reduziu de 15% (56) em 2007 para 13% (51) em 2008, uma vez que nas declarações de condição de estabilidade, o status de 5 dessas barragens passou para a condição de “barragem estável”.

5 – CONCLUSÃO

A situação das barragens de empreendimentos minerários cadastradas junto a FEAM obteve uma melhora entre o período de 2006 e 2008, em função das diretrizes de gerenciamento adotadas. Do total de 391 estruturas, 78% das barragens (304) são consideradas estáveis, ou seja, houve um aumento de 10 pontos percentuais em comparação com o levantamento de 2006 (267 barragens). O número de estruturas sem conclusão sobre a estabilidade por falta de dados ou documentos reduziu de 18% (72) para 09% (36) após análise de documentação solicitada pela FEAM e dos relatórios de auditoria, bem como das declarações de condição de estabilidade.

Embora as obras relacionadas à adequação e melhorias em barragens na maioria das vezes são obras complexas e onerosas, o resultado obtido no gerenciamento de barragens após auditoria técnica de segurança vem sendo satisfatório. Entende-se que o planejamento estratégico de gerenciamento de barragens, que envolve vários planos e um grande número de empreendimentos, é um trabalho que alcançará grandes resultados em longo prazo.

O Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (Sisema), em ação pioneira no país, criou o Banco de Declarações Ambientais (BDA) em ambiente Web. A ferramenta permite o cadastro on-line das barragens de rejeitos e resíduos do Estado e apresentação da declaração de condição de estabilidade referentes às auditorias de segurança.

As informações obtidas pelas declarações dos empreendedores permitirão à FEAM realizar um controle mais efetivo dessas atividades, melhorar a prestação de serviços públicos aos cidadãos

mineiros, possibilitando a elaboração de políticas e metas governamentais, visando à minimização da degradação ambiental no âmbito estadual.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] FEAM. **Gestão de barragens de rejeitos e resíduos em Minas Gerais: histórico, requisitos legais e resultados**. Caderno Técnico. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2008. 92p.

[2] MINAS GERAIS. **Resolução SEMAD**, de 22 de janeiro de 2002. Estabelece prazo para os empreendimentos minerários e industriais, que possuem barragens de rejeito e água apresentarem formulário para cadastro de barragens de rejeito, e reservatórios de água. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

[3] MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº62**, de 17 de dezembro de 2002. Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, resíduos e reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

[4] MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº87**, de 17 de junho de 2005. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, resíduos e reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

[5] MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº124**, de 09 de outubro de 2008. Complementa a Deliberação Normativa COPAM Nº 87, de 06/09/2005, 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. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla>>. Acesso em: 15 mar. 2009.