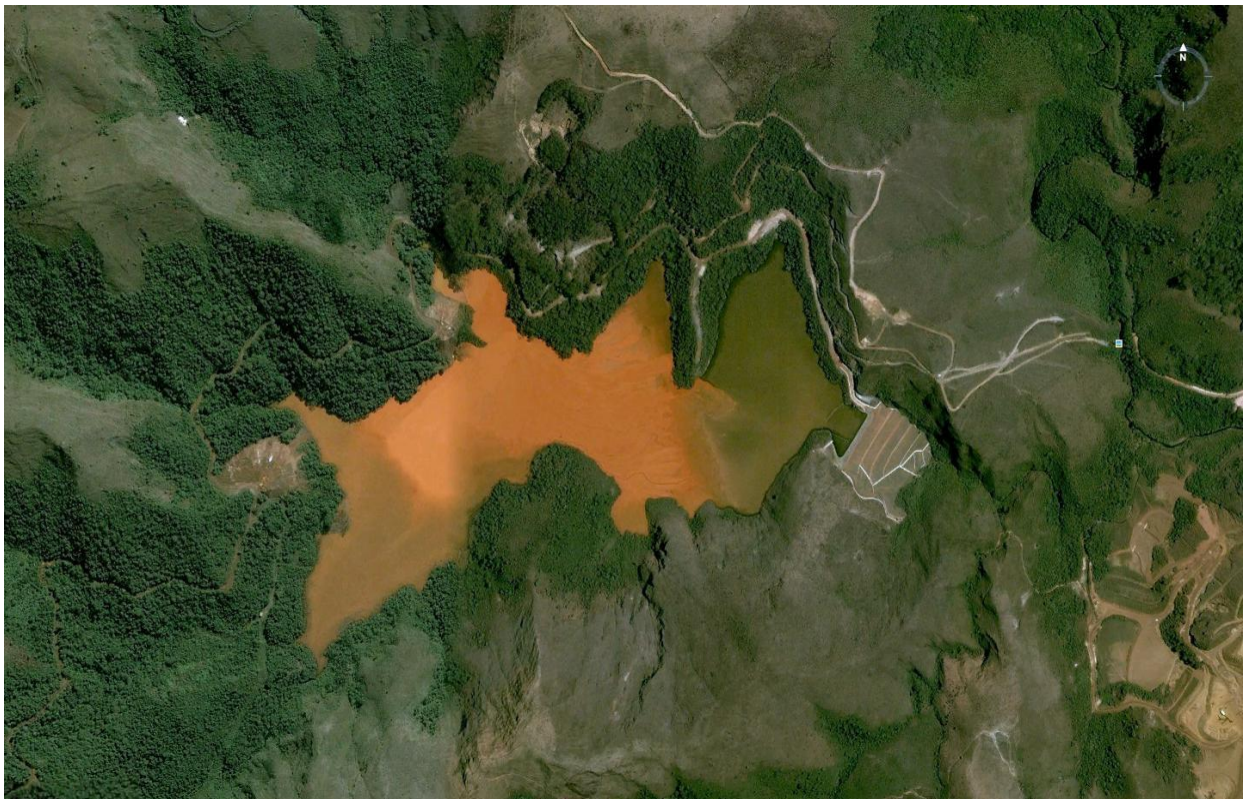


Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente

Inventário Estadual de Barragens do Estado de **MINAS GERAIS**



**Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Qualidade e Gestão Ambiental
Gerência de Qualidade do Solo**

INVENTÁRIO ESTADUAL DE BARRAGENS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

FEAM-DQGA-GESOL-IB-01/2010

**Belo Horizonte
Novembro 2010**

© 2010 Fundação Estadual do Meio Ambiente

Governo do Estado de Minas Gerais

Antônio Augusto Junho Anastasia
Governador

Sistema Estadual de Meio Ambiente – SISEMA

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD

José Carlos Carvalho
Secretário

Fundação Estadual do Meio Ambiente

José Cláudio Junqueira Ribeiro
Presidente

Diretoria de Qualidade e Gestão Ambiental

Zuleika Stela Chiachio Torquetti
Diretora

Gerência da Qualidade do Solo

Rosângela Moreira Gurgel Machado
Gerente

Elaboração:

Alder Marcelo de Souza
Bráulio Victor Rodrigues
Cíntia Guimarães dos Santos
Duilhio Duval Versiani Passos
Hiram Jacques Alves de Rezende
Luiz Otávio Martins Cruz
Patrícia Rocha Maciel Fernandes
Rafael Bethonico Aragão
Rodrigo de Paula Tonidandel
Rômulo César Soares Alexandrino
Rosângela Moreira Gurgel Machado

Colaboração:

Estagiários:
André Souto Cattoni
Gabriel Rodrigues Vasconcelos
Roberto Alexandre Ramos de Carvalho

Rosiane Nunes de Oliveira – Auxiliar Administrativo

F981i Fundação Estadual do Meio Ambiente.
Inventário estadual de barragens de Minas Gerais /
Fundação Estadual do Meio Ambiente. --- Belo Horizonte: Feam,
2010.
37 p. ; il.

FEAM-DQGA-GESOL-RT-01/2010.

1. Barragens – inventário. 2. Barragens-gerenciamento.
I. Título.

CDU: 627.82(815.1)

Cidade Administrativa Tancredo Neves
Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/n, 1º andar, Edifício Minas
CEP: 31630-900 – Tel: (031) 3915-1105
www.meioambiente.mg.gov.br

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. DEFINIÇÃO	3
2.2. MÉTODOS CONSTRUTIVOS E DE ALTEAMENTO DE BARRAGENS	4
2.3. ETAPAS DA VIDA ÚTIL DA BARRAGEM DE REJEITOS	7
3 – OBJETIVO GERAL	10
3.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4. METODOLOGIA.....	11
5 – CARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS CADASTRADAS NA FEAM.....	12
6 – EVOLUÇÃO DA GESTÃO DE BARRAGENS NO PERÍODO DE 2006 A 2009	20
7 – RESULTADOS DA GESTÃO DE BARRAGENS DO ANO DE 2010.....	26
7.1 SITUAÇÃO FINAL DAS 704 ESTRUTURAS CADASTRADAS ATÉ O ANO DE 2010	28
8 – CONCLUSÃO.....	30
9 - REFERÊNCIAS.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Métodos de Alçamento.....	04
Figura 2: Comparação de volumes do aterro para os três tipos de alçamentos de barragens.....	07
Figura 3: Evolução no tempo das atividades relativas a barragens de rejeitos.....	08
Figura 4: Custos para minimizar o risco de acidentes vs custos de acidentes.....	09
Figura 5: Barragens cadastradas por classe no banco até dezembro de 2010.....	12
Figura 6: Barragens cadastradas até dezembro de 2010 por tipo de atividade.....	13
Figura 7: Barragens cadastradas por classe e por tipo de atividade.....	14
Figura 8: Mapa das SUPRAM's e respectivas sedes.....	15
Figura 9: Distribuição das Barragens por SUPRAM's.....	16
Figura 10: Distribuição das Barragens por classe nas SUPRAM's.....	17
Figura 11: Distribuição das Barragens por bacia hidrográfica.....	18
Figura 12: Distribuição das Barragens inseridas nas bacias hidrográficas por classe.....	19
Figura 13: Situação das 606 estruturas após análise dos Relatórios de Auditoria em 2006 e 2007.....	21
Figura 14: Situação das 661 estruturas após análise dos Relatórios de Auditoria - 2008.....	23
Figura 15: Situação das 720 estruturas após análise dos Relatórios de Auditoria - 2009.....	26
Figura 16: Resposta ao Ofício Circular 01/2010.....	27
Figura 17: Situação das 706 estruturas cadastradas até o final do ano de 2010.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação geral quanto ao potencial de dano ambiental para as barragens cadastradas no Estado de Minas Gerais.....	12
Tabela 2: Número de barragens por tipo de empreendimento.....	13
Tabela 3: Número de barragens por classe e tipo de empreendimento.....	14
Tabela 4: Número de barragens distribuídas por SUPRAM.....	16
Tabela 5: Número de barragens distribuídas por classe nas SUPRAM's.....	17
Tabela 6: Número de barragens distribuídas por bacia hidrográfica.....	18
Tabela 7: Número de barragens inseridas nas bacias hidrográficas por classe.....	19

1 – INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais apresenta como base econômica a atividade mineradora e possui muitas indústrias e destilarias de álcool, o que torna imprescindível a disposição de resíduos e rejeitos para o desenvolvimento sustentável dessas atividades. No entanto, as barragens causam riscos de rompimento quando não são bem monitoradas e gerenciadas. 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.

De acordo com o Caderno Técnico Gestão de Barragens de Rejeitos e Resíduos em Minas Gerais, publicado em 2008 pela FEAM, no Estado de Minas Gerais há registros de cinco grandes acidentes envolvendo barragens de rejeitos e resíduos. 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 de erosão, deficiências no controle e inspeção pós-operação e falta de procedimentos de segurança ao longo da vida útil da estrutura.

Devido às repercussões sociais e ambientais desses acidentes, 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 experientes, representantes de diversas entidades que atuam na área ambiental e da sociedade. Ao final desses debates foram criadas Deliberações Normativas que possibilitaram o aprimoramento da Gestão de Barragens.

A nível Federal não existia uma regulamentação que tratasse das barragens de rejeitos, acumulação de água e resíduos industriais. Somente em setembro de 2010, o governo Federal através da Lei 12334 de setembro de 2010, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens, cujo objetivo é garantir os padrões de segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidentes e suas

conseqüências; regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação e de usos futuros de barragens em todo o território nacional; promover o monitoramento e o acompanhamento das ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens; criar condições para que se amplie o universo de controle de barragens pelo poder público, com base na fiscalização, orientação e correção das ações de segurança; coligir informações que subsidiem o gerenciamento da segurança de barragens pelos governos; estabelecer conformidades de natureza técnica que permitam a avaliação da adequação aos parâmetros estabelecidos pelo poder público e fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos. Devido a essas afirmativas é que a Gestão de Barragens do Estado é imprescindível para a melhoria e acompanhamento das estruturas.

Esse inventário tem como objetivo apresentar os principais dados do Cadastro de barragens, as diretrizes e ações realizadas pela FEAM, considerando o modelo de gestão de barragens aplicado no Estado de Minas Gerais. Além disso, será abordada a evolução dos resultados obtidos no gerenciamento de barragens desde a sua implantação.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Definição

Na Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, barragem é definida como qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas. Segundo a Deliberação Normativa COPAM nº. 62, de 17 de dezembro de 2002, barragem é definida como qualquer estrutura – barramento, dique ou similar – que forme uma parede de contenção de rejeitos, de resíduos e de formação do reservatório de água. Rejeito é o material descartado, resultante do processo de beneficiamento do minério (lavagem, moagem, britagem, tratamento químico, etc.). Assim, uma barragem para armazenar rejeitos é uma obra com a finalidade de reter sólidos e líquidos gerados pela operação de usinas de tratamento de minério e outras indústrias.

A estabilidade em barragens convencionais, (retenção de água, geração de energia, regularização de vazão, etc) é função das características geotécnicas da fundação e do barramento, como também de condições locais tais como topografia, geologia, hidrologia, água subterrânea e superficial, clima, sismicidade, possibilidade de terremotos, etc.

Ainda segundo a Lei nº 12.334, a segurança da barragem é uma condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente.

Nas barragens de retenção de rejeitos todas essas características e condições são importantes, entretanto, as modificações das características e das propriedades dos rejeitos, assim como sua evolução podem ser fatores determinantes na concepção do projeto. É comum utilizar inicialmente no projeto considerações para barragens convencionais como, por exemplo, a investigação do local, tendo em vista sua possível seleção, a dimensão do reservatório, a complexidade do local, as consequências de uma possível ruptura, os riscos de geração de poluição atmosférica

ou na água. Entretanto, não se pode omitir que as necessidades de operação são diferentes. As barragens de contenção de rejeitos são projetadas para serem construídas ao longo da vida útil da mina. Dessa forma, sua construção é usualmente simultânea com sua própria operação. (Pimenta e Espósito, 2008)

2.2. Métodos construtivos e de alteamento de barragens

Os métodos construtivos mais conhecidos são os de Montante, Jusante e Linha de Centro (Fig. 01).

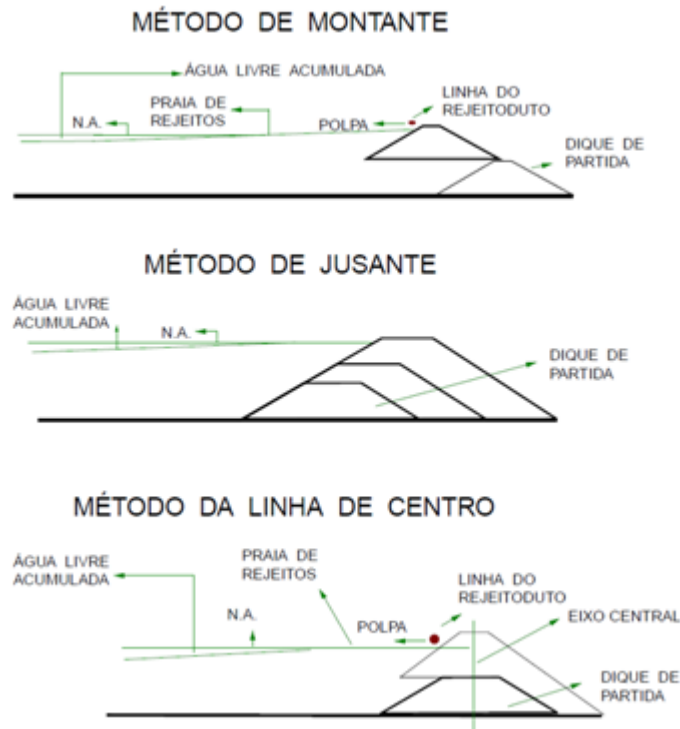


Figura 01: Métodos de Alteamento
Fonte: Pimenta e Espósito, 2008

2.2.1. Método de Montante

O método de Montante é considerado o mais econômico e de maior facilidade executiva. Para a sua execução, inicialmente, é construído um dique inicial, sendo o rejeito lançado em seguida perimetralmente, a partir da crista, formando a denominada

praia de rejeitos. Essa praia, por sua vez, torna-se fundação para o segundo dique periférico. Assim, sucessivamente, a barragem vai sofrendo incrementos até atingir a altura máxima especificada em projeto.

No alteamento pelo método de montante, existem poucas medidas estruturais que podem ser tomadas para controlar o nível d'água interno da barragem. Isto faz com que, às vezes, o nível d'água interno da barragem se eleve, podendo causar problemas de estabilidade e de "piping", se houver aparecimento de água no talude. A maior parte da barragem é formada pela praia, onde os rejeitos são apenas lançados e se encontram saturados e num estado fofo. Isto aumenta a probabilidade de ocorrência de liquefação, devendo ser assunto de estudos e investigações na fase de projeto. O rejeito granular, quando possui baixa densidade relativa e está saturado, se submetido a terremotos (solicitações cíclicas ou dinâmicas), pode se liquefazer e sofrer rupturas no talude. O método de montante não é aconselhado em regiões de alto risco sísmico.

Devido ao difícil controle do nível d'água da barragem, a praia deve ser extensa, para manter a linha freática afastada do talude. Assim, o volume de água livre diminui muito, não sendo aconselhado este método para situações onde haja necessidade de uma barragem com grande capacidade de retenção de água. Entretanto, barragens construídas pelo método de Montante, usando principalmente o rejeito como material de construção, possuem algumas desvantagens, tais como dificuldade de controle da superfície freática, redução na capacidade de armazenamento do reservatório, susceptibilidade ao piping, superfícies erodíveis e probabilidade de liquefação, no caso de rejeitos granulares, fofos e saturados. Pode-se dizer que esse método é o mais econômico, porém o mais crítico sob o ponto de vista de segurança. (Pimenta e Espósito, 2008).

2.2.2. Método de Jusante

No método de Jusante, após a conclusão do dique de partida, o material é lançado de forma que o eixo da barragem em cada alteamento vai se deslocando para jusante da mesma. Este método é o que exige maiores volumes de materiais de

construção controlados, podendo ser utilizado o próprio rejeito, solos de empréstimos ou estéril proveniente de lavra. Se o rejeito for utilizado como material de construção, dependendo das características do mesmo e do tempo necessário para alteamento, deverá ser utilizado o “underflow” obtido da operação de hidrociclones, de forma que só a fração grossa seja utilizada no corpo da barragem. As principais vantagens desse método são: Resistência a efeitos dinâmicos; Escalonamento da construção sem interferência na segurança; Não interferência na operação dos rejeitos; Facilidade na execução da drenagem interna; Aproveitamento integral das técnicas de barragens convencionais; Possibilidade de obediência integral das hipóteses de projeto.

Apesar de todas essas vantagens, essa barragem é bastante onerosa, apresentando um alto custo de construção devido ao grande volume do maciço controlado ou compactado. (Pimenta e Espósito, 2008).

2.2.3. Método de Linha de Centro

O método da Linha de Centro é geometricamente uma solução intermediária entre o método de Montante e o método de Jusante. Como nos dois outros métodos, a barragem é iniciada com um dique de partida de solo compactado. Os alteamentos sucessivos se dão de tal forma que o eixo da barragem se mantém na posição inicial, ou seja, coincidente com o eixo do dique de partida. Assim, o espaldar de montante apóia-se nos rejeitos e o de jusante sobre toda a etapa subjacente. Estruturalmente, o seu comportamento se aproxima mais do comportamento de barragens alteadas pelo método de Montante, apesar de permitir um controle da linha freática no talude de jusante do maciço, não tornando crítico a localização do nível de água de montante. É um método que apresenta facilidades construtivas e custos compatíveis, mas ainda apresenta alguns pontos críticos em relação à segurança.

Pode-se dizer que o volume de aterro, no método de montante, disponibilizado para a construção dos diques periféricos, é a metade do utilizado no método da linha de centro e um terço do gasto no método de jusante. Dessa forma, é obtido, em relação aos demais métodos, um baixo custo (Fig. 02).

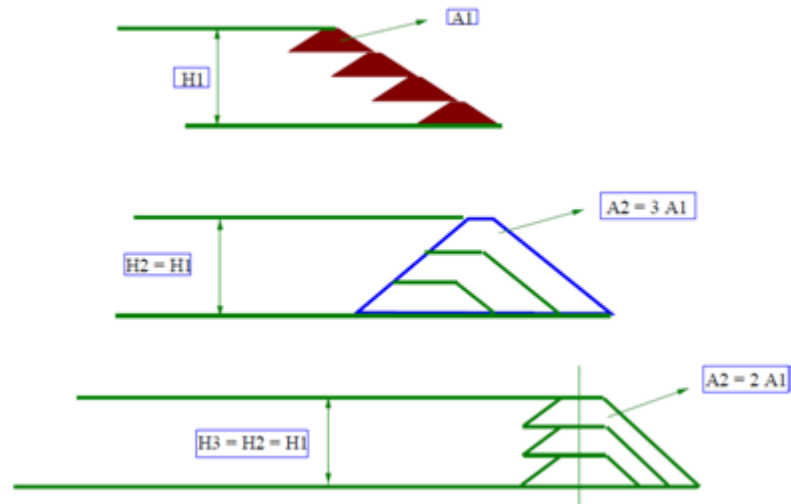


Figura 02: Comparação de volumes do aterro para os três tipos de alteamentos de barragens
Fonte: Pimenta e Espósito, 2008

A escolha de um ou outro método de execução irá depender de uma série de fatores tais como: tipo, características geotécnicas e nível de produção de rejeitos, necessidade de reservar água; necessidade de controle de água percolada, sismicidade, topografia, hidrologia, hidrogeologia e geologia local e custos envolvidos.

No entanto, como as barragens alteadas pelo método de Montante têm se mostrado de maior facilidade de execução e mais economicamente viáveis, essas têm sido as preferencialmente adotadas pelas empresas mineradoras. (Pimenta e Espósito, 2008).

2.3. Etapas da vida útil da Barragem de Rejeitos

As etapas da vida útil de uma barragem compreendem a procura do local, o projeto da instalação, a construção, a operação e o fechamento definitivo. O processo de seleção de locais aptos divide-se em duas fases claramente diferenciadas. Na primeira realiza-se uma avaliação em grande escala, que tem como objetivo descartar áreas impróprias e obter uma classificação preliminar das zonas aceitáveis, baseada em fatos reais. Podem-se utilizar avaliadores geológicos de prospecção como a geoquímica ou a geofísica, para identificar áreas potencialmente exploráveis para extração de minério. Áreas com aspectos legais impeditivos também são eliminadas

nesta fase, como por exemplo, áreas de proteção ambiental e de patrimônio histórico. Na segunda fase, uma vez delimitadas regiões alternativas menores, utilizam-se fatores mais específicos de escolha. (LOZANO, Fernando Arturo Erazo, USP 2006)

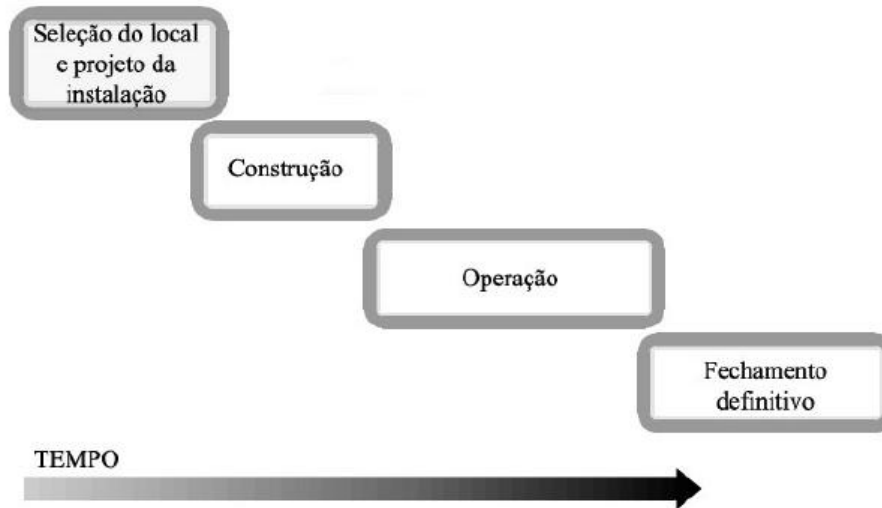


Figura 3: Evolução no tempo das atividades relativas a barragens de rejeitos
Fonte: LOZANO, Fernando Arturo Erazo, USP (2006) in Mello, 1981

Em se tratando de mineradoras as variáveis consideradas para determinar a melhor opção de local se limitam às econômicas, já que a disposição dos rejeitos é um investimento sem retorno a curto ou médio prazo. As novas legislações ambientais, porém, obrigam os mineradores a considerar também as variáveis ambientais, as estruturais, as geológicas e até os impactos que os rejeitos gerarão nas comunidades circunvizinhas.

É necessário na seleção de local vincular todo tipo de variáveis que direta ou indiretamente influenciam a obra: características geológicas, hidrológicas, topográficas, geotécnicas, ambientais, sócias, avaliação de riscos, entre outras. Segundo De Mello (1987), não se deve subestimar o que pode suceder na construção, operação ou fechamento de uma barragem de rejeitos, a lista de checagem deve ser ampla, considerando tudo ou tanto que se possa imaginar como admissível: “O importante é não começar os raciocínios às avessas, admitindo que quase nada possa ocorrer, até ser surpreendido com a ocorrência”. No estudo apresentado por Mello

(1981) sobre segurança das barragens de rejeitos nos Estados Unidos (Fig. 04), observa-se que os custos nos estudos preliminares são muito menores do que os custos de um eventual acidente, isto é, o investimento nas etapas iniciais do planejamento garante a segurança das estruturas e representa uma economia em longo prazo. (LOZANO, Fernando Arturo Erazo, USP 2006)

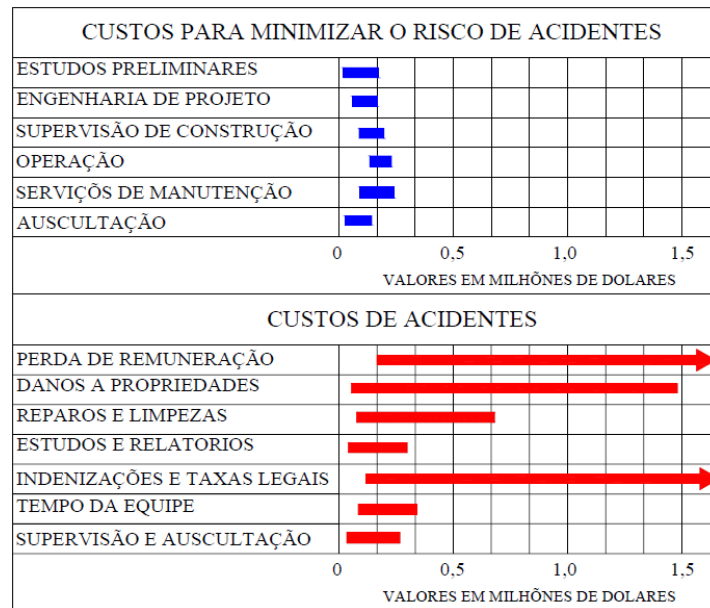


Figura 4: Custos para minimizar o risco de acidentes vs custos de acidentes
 Fonte: LOZANO, Fernando Arturo Erazo, USP (2006) in Mello, 1981

Contudo, a tomada de decisões na localização da barragem de rejeitos geralmente não utiliza métodos apropriados, que estabeleçam claramente as variáveis envolvidas e que associem um peso ou um valor obtido com consistência matemática a cada alternativa. Segundo Galves (1995), a partir do início dos anos 60 houve uma crescente conscientização quanto à necessidade de se considerarem vários objetivos na análise e solução dos problemas relacionados a obras de grande porte. O enfoque tradicional, baseado na estimativa de benefícios e custos, deu lugar a uma abordagem mais realista, que inclui objetivos ambientais e sociais, com o subsequente desenvolvimento de diversos métodos de auxílio à decisão, capazes de tratar problemas com objetivos múltiplos de uma maneira formal. (LOZANO, Fernando Arturo Erazo, USP 2006).

Diante disso, é possível verificar a necessidade da Gestão das Barragens do Estado, não só por parte dos órgãos ambientais, mas também das empresas que serão as maiores beneficiadas, uma vez que irão minimizar os gastos com pagamento de multas e com a recuperação ambiental dos danos causados por uma possível ruptura em suas estruturas.

3 – OBJETIVO GERAL

Atualizar as informações referentes às ações gerenciais desenvolvidas no ano de 2010, e analisar as declarações que foram enviadas pelos empreendedores no sistema *online* existente no *site* da FEAM na página de Declarações Ambientais.

3.1 - Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar as declarações incorporadas no sistema informatizado, a fim de verificar se as informações estão pertinentes quanto à condição de estabilidade das estruturas;
- ✓ Acompanhar a atualização dos dados referentes à: Altura da barragem; Volume do reservatório; Ocupação humana a jusante; Interesse ambiental a jusante; Instalações na área de jusante, que possam influir na alteração de classificação das estruturas;
- ✓ Avaliar os dados de localização e bacia hidrográfica das estruturas, para que a localização no mapa seja a mais precisa;
- ✓ Avaliar relatórios técnico-fotográficos, para acompanhamento das recomendações para melhoria de segurança das estruturas;
- ✓ Fiscalizar as barragens do Estado, com prioridade para as barragens sem garantia de estabilidade, focando no acompanhamento da execução das recomendações apontadas pelos auditores, para que estejam em conformidade com a Legislação Ambiental aplicável e assim a população e o meio ambiente estejam resguardados de possíveis danos ambientais.

4. METODOLOGIA

As informações contidas no cadastro de barragens e nos relatórios de auditoria protocolizados na FEAM até o mês de novembro/2010 e as declarações de condição de estabilidade preenchidas no sistema online foram trabalhadas e consistidas para a elaboração deste Inventário.

Foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- ✓ Busca das informações no BDA e no banco de dados da FEAM;
- ✓ Adequação dos dados lançados na planilha Excel, banco de dados usado atualmente, para avaliação das informações validadas e tratamento estatístico dos dados;
- ✓ Formulação de um ofício e envio para as empresas que possuíam barragens classe II e III e que não apresentaram a declaração de condição de estabilidade;
- ✓ Acompanhamento das respostas dos ofícios para tratamento estatístico desses dados e adequação da condição de estabilidade das barragens;
- ✓ Levantamento das novas estruturas que foram cadastradas no ano de 2010;
- ✓ Elaboração do relatório.

5 – CARACTERIZAÇÃO DAS BARRAGENS CADASTRADAS NA FEAM

As barragens cadastradas na FEAM são enquadradas em classes de potencial de dano ambiental conforme DN's 62/2002 e 87/2005 do COPAM. As classes são: classe I (baixo potencial de dano ambiental), II (médio potencial de dano ambiental) e III (alto potencial de dano ambiental). Atualmente existem 706 barragens cadastradas, sendo sua distribuição apresentada na figura 5.

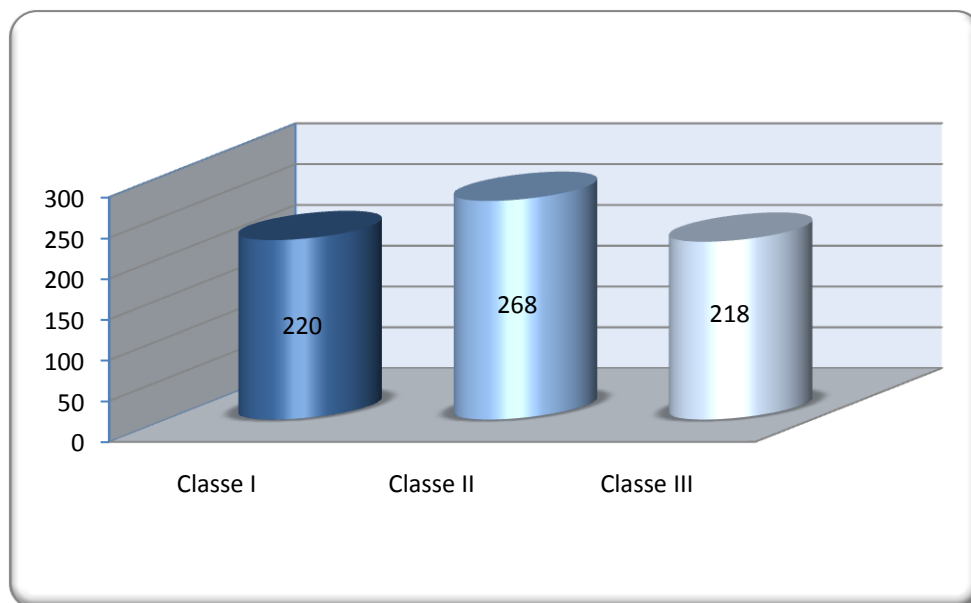


Figura 5. Barragens cadastradas por classe no banco até dezembro de 2010. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Em porcentagem tem-se que 62% das barragens são classe I e III, e 38% classe II.

Tabela 1. Classificação geral quanto ao potencial de dano ambiental para as barragens cadastradas no Estado de Minas Gerais

Classe	Barragens	Percentual de Barragens (%)
I	220	31
II	268	38
III	218	31
Total	706	100

As barragens foram também caracterizadas por tipo de atividade. Os quatro grupos de atividades são: mineração, indústria, indústria de polvilho e destilaria de álcool (Figura 6).

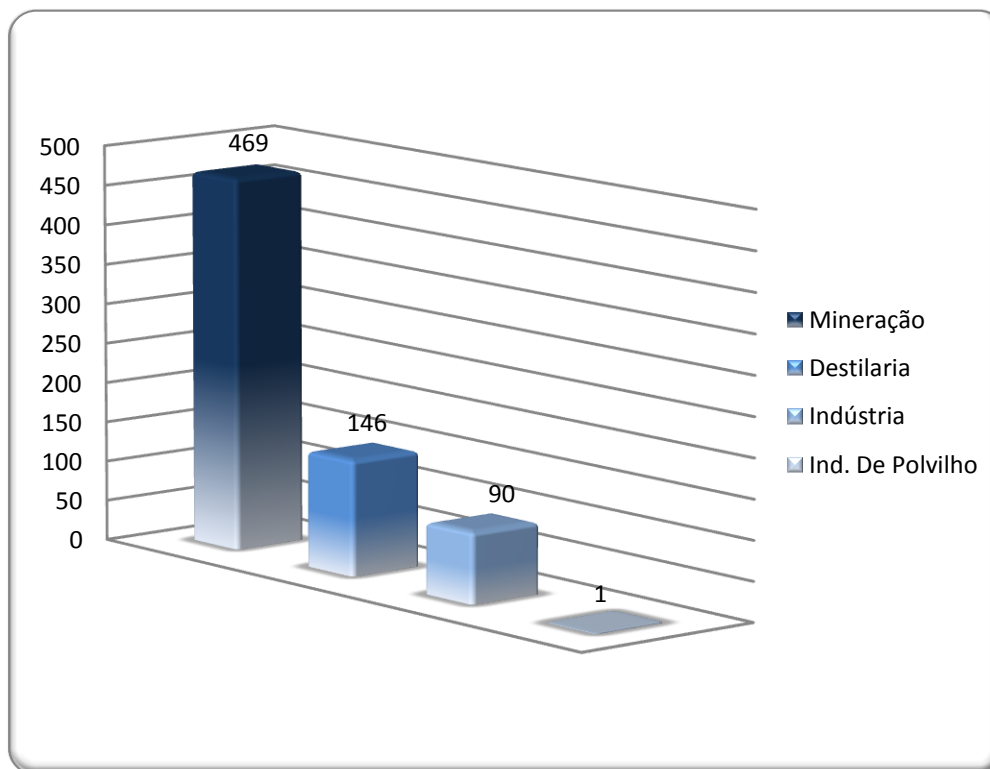


Figura 6. Barragens cadastradas até dezembro de 2010 por tipo de atividade. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Foi observado que a mineração representa a maior percentagem (67%) de todas as barragens cadastradas do Estado de Minas Gerais. Esse número é reflexo do alto índice de minerações em Minas Gerais e demonstra a importância dessa atividade para a economia do Estado.

Tabela 2. Número de barragens por tipo de empreendimento

Tipologia	Barragens	Percentual de barragens (%)
Mineração	469	66,5
Destilaria	146	20,7
Indústria	90	12,7
Ind. De Polvilho	1	0,1
Total	706	100

Foi feita uma interação entre o tipo de empreendimento e a classe de potencial de dano ambiental a qual estava associado (Figura 7).

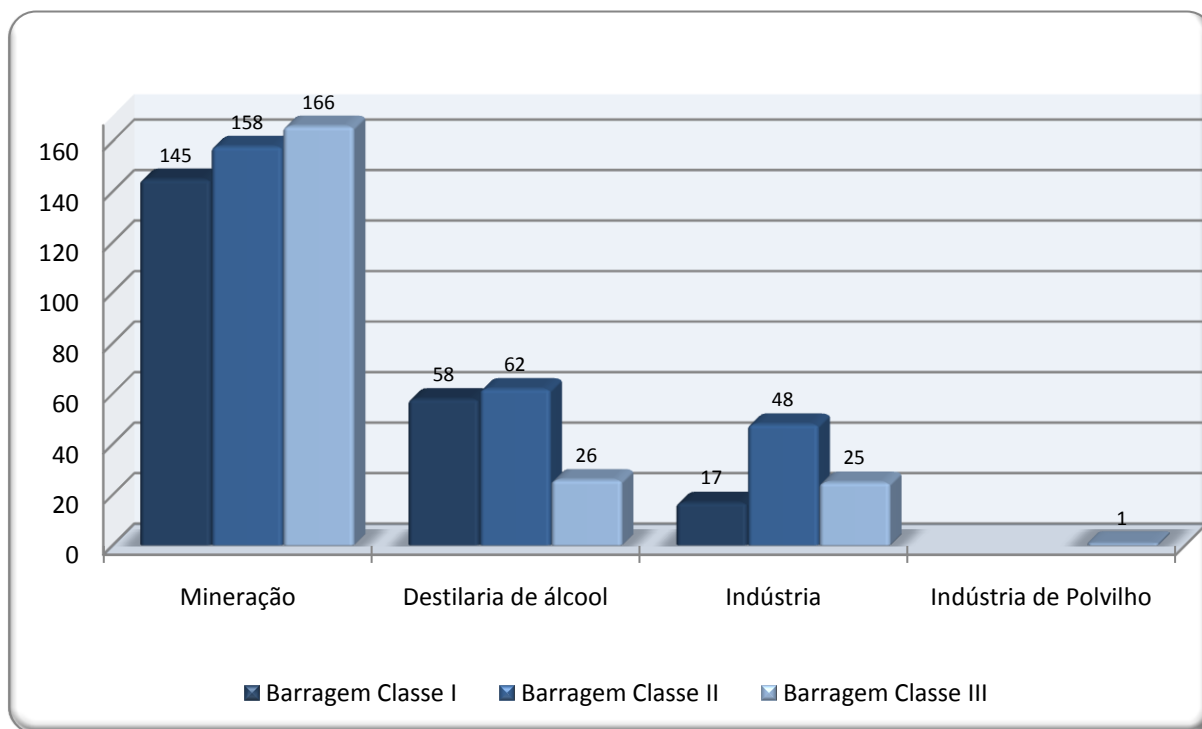


Figura 7. Barragens cadastradas por classe e por tipo de atividade. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Foi observado que o número de barragens classe III foi superior para a atividade de mineração, o que reflete que grande parte das barragens em mineração apresentam um alto potencial de dano ambiental. Esse fato deve-se as barragens desses empreendimentos acumularem uma quantidade elevada de rejeitos e por estar próximas de áreas de relevância ambiental e comunidades.

Tabela 3. Número de barragens por classe e tipo de empreendimento

Tipo de Estrutura	Mineração	Destilaria de Álcool	Indústria	Indústria de Polvilho
Classe I	145	58	17	
Classe II	158	62	48	
Classe III	166	26	25	1
Total	469	146	90	1

Foi avaliada a situação das barragens no contexto das SUPRAM's, uma vez que a finalidade da SUPRAM's é planejar, supervisionar, orientar e executar as atividades relativas à política estadual de proteção do meio ambiente e de gerenciamento dos recursos hídricos formulados e desenvolvidos pela SEMAD dentro de suas áreas de abrangência territorial (Figura 8).



Figura 8: Mapa das SUPRAM's e respectivas sedes.
Fonte: www.feam.br, 2010

A figura 9 apresenta a distribuição das barragens por SUPRAM's.

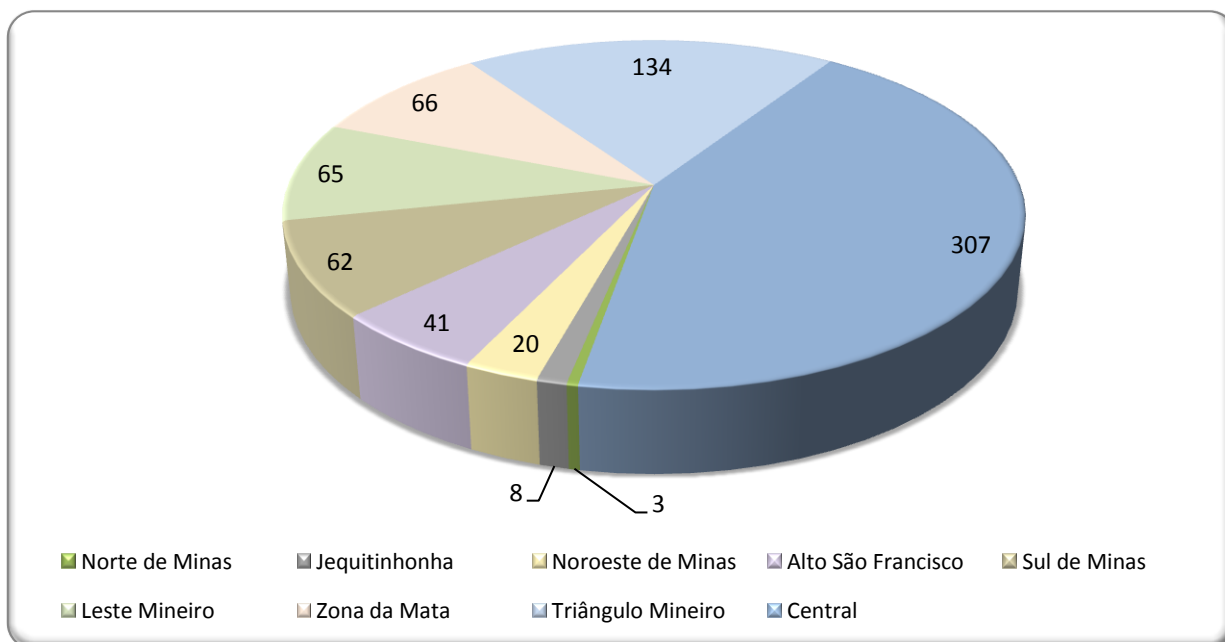


Figura 9. Distribuição das Barragens por SUPRAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Observando os dados apresentados na Figura 9 e Tabela 4, verifica-se que mais de 60% das barragens estão localizadas na área abrangida pelas SUPRAM's Central e Triângulo Mineiro. Esse fato deve-se a essas áreas abrigarem muitas barragens de mineração e destilarias de álcool.

Tabela 4. Número de barragens distribuídas por SUPRAM

SUPRAM's	Nº de Barragens	Percentual de Barragens (%)
Norte de Minas	3	0,43
Jequitinhonha	8	1,14
Noroeste de Minas	20	2,83
Alto São Francisco	41	5,8
Sul de Minas	62	8,8
Leste Mineiro	65	9,2
Zona da Mata	66	9,34
Triângulo Mineiro	134	18,98
Central	307	43,48
Total	706	100

A Figura 10 apresenta a distribuição das barragens por classe nas SUPRAM's.

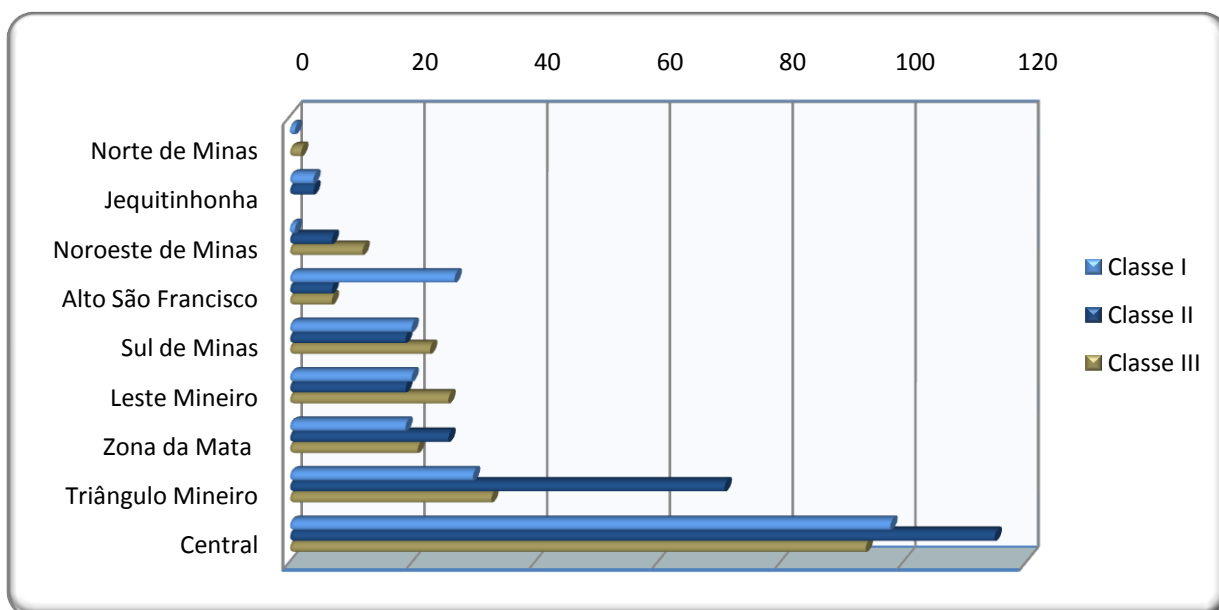


Figura 10. Distribuição das Barragens por classe nas SUPRAM's. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Tabela 5. Número de barragens distribuídas por classe nas SUPRAM's

SUPRAM	Classe I	Classe II	Classe III	Percentual (%)
Norte de Minas	1	0	2	0,43
Jequitinhonha	4	4	0	1,14
Noroeste de Minas	1	7	12	2,83
Alto São Francisco	27	7	7	5,8
Sul de Minas	20	19	23	8,8
Leste Mineiro	20	19	26	9,2
Zona da Mata	19	26	21	9,34
Triângulo Mineiro	30	71	33	18,98
Central	98	115	94	43,48
Total	220	268	218	100

Nas SUPRAM's Sul de Minas, Leste Mineiro, Norte de Minas e Noroeste de Minas foi observado maior número das barragens classe III (Figura 10). No que diz respeito a bacias hidrográficas, a bacia do Rio São Francisco abriga o maior número de barragens, aproximadamente 47% do total de estruturas. É possível observar, que nas bacias do rio Doce, rio Mucuri e rio Paraíba do Sul o número de barragens classe

III foi superior. Na bacia do Rio São Francisco a classe II foi predominante (Figura 11 e 12).

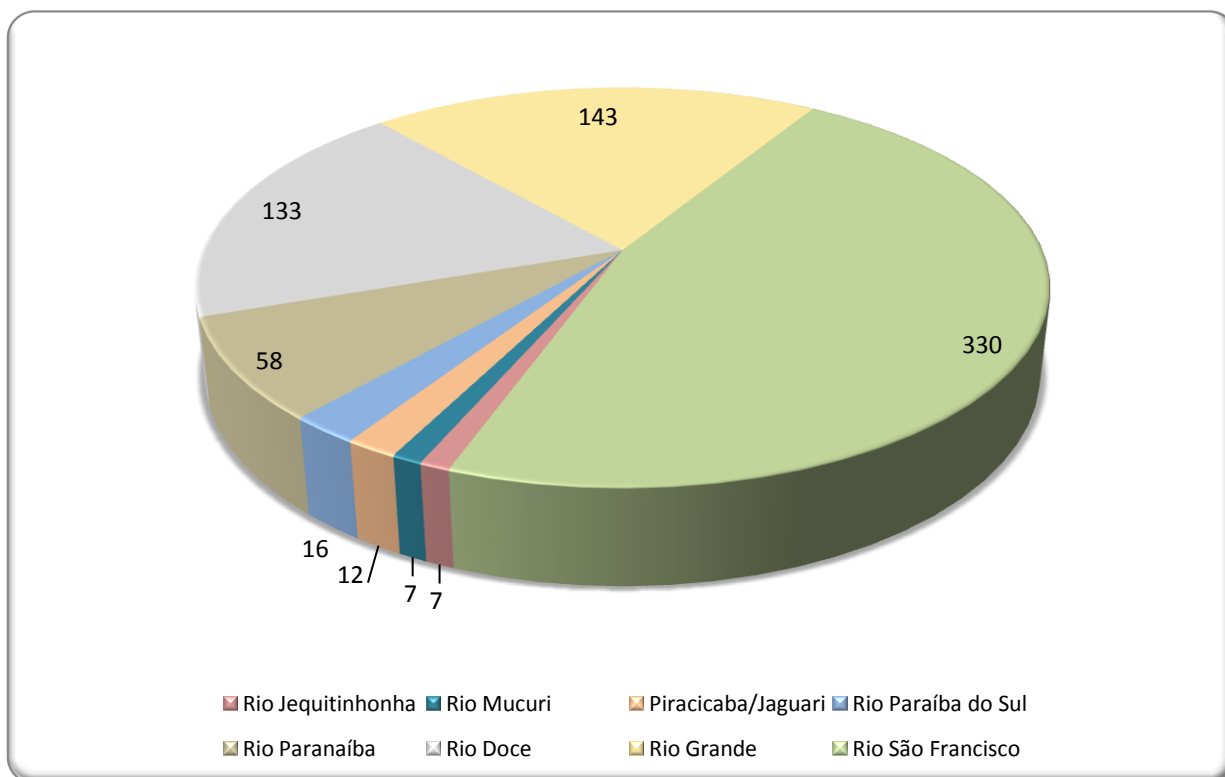


Figura 11. Distribuição das Barragens por bacia hidrográfica. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Tabela 6. Número de barragens distribuídas por bacia hidrográfica

Bacia Hidrográfica	Nº de Barragens	Percentual (%)
Rio Jequitinhonha	7	1
Rio Mucuri	7	1
Piracicaba/Jaguari	12	1,7
Rio Paraíba do Sul	16	2,3
Rio Paranaíba	58	8,2
Rio Doce	133	18,9
Rio Grande	143	20,2
Rio São Francisco	330	46,7
Total	706	100

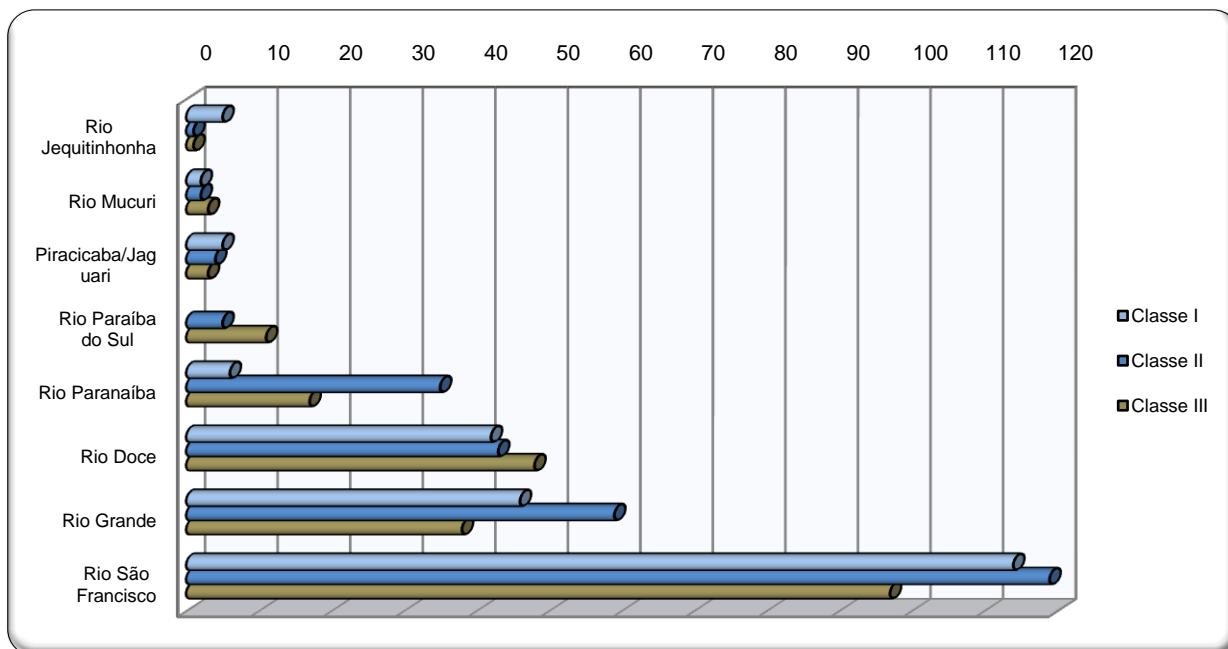


Figura 12. Distribuição das Barragens inseridas nas bacias hidrográficas por classe. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Tabela 7. Número de barragens inseridas nas bacias hidrográficas por classe

Bacia Hidrográfica	Classe I	Classe II	Classe III	Percentual (%)
Rio Jequitinhonha	5	1	1	1
Rio Mucuri	2	2	3	1
Piracicaba/Jaguarí	5	4	3	1,7
Rio Paraíba do Sul	6	5	11	2,3
Rio Paranaíba	6	35	17	8,2
Rio Doce	42	43	48	18,9
Rio Grande	46	59	38	20,2
Rio São Francisco	114	119	97	46,7
Total	220	268	218	100

6 – EVOLUÇÃO DA GESTÃO DE BARRAGENS NO PERÍODO DE 2006 A 2009

De acordo com o Relatório Técnico Gesol nº 19/2009, após a apresentação dos primeiros relatórios de auditoria foi feita uma sistematização das informações contidas nos mesmos. Assim, 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 da estrutura, verificou-se que das 606 estruturas cadastradas na FEAM em 2006, 478 (79%) apresentaram-se estáveis, 55 (9%) não possuem garantia de estabilidade e 73 (12%) não obtiveram conclusão sobre sua estabilidade, principalmente devido à falta de dados técnicos e de monitoramento.

Dando continuidade 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 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, sendo 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 maioria, as recomendações dos relatórios de auditoria foram implementadas, sendo 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, do total de 606 estruturas, 83% das barragens (506) foram consideradas estáveis, ou seja, houve um aumento de quatro pontos percentuais em comparação com o levantamento anterior (79%, ou 478 barragens, em março/2006). As barragens sem garantia de estabilidade representaram 10% (58), enquanto 7% (41) não obtiveram conclusão sobre sua estabilidade devido à falta de dados e/ou documentos (Figura 13).

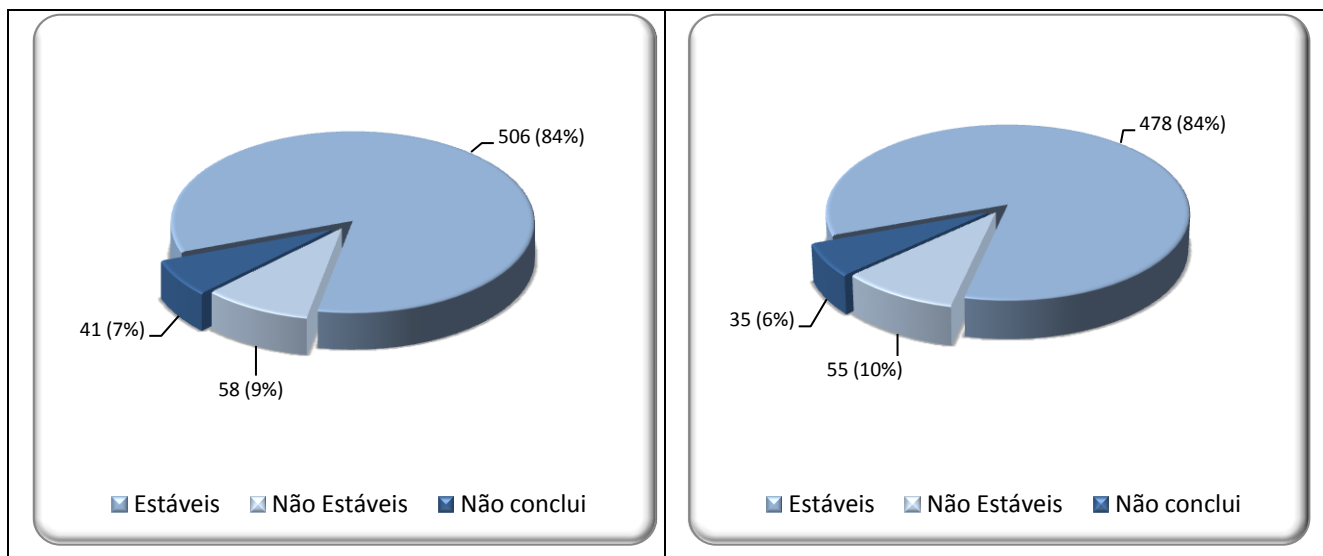


Figura 13. Situação das 606 estruturas após análise dos Relatórios de Auditoria em 2006 e 2007. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

Dando continuidade e visando aprimorar o programa de Gerenciamento de Barragens, foram realizadas três operações de fiscalização de barragens em 2008. Os relatórios protocolizados pelos empreendimentos em resposta às 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:

- Análise de relatórios técnicos das estruturas que apresentaram não conformidades, conforme constatações das operações de fiscalização realizadas em 2007;
- Recebimento e análise de relatórios de acompanhamento da implementação das medidas propostas pelos auditores;
- Publicação de Deliberação Normativa COPAM Nº 124/2008, que altera e complementa a DN COPAM Nº 87/2005, a qual complementa a DN 62/2002.

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 estadual Deliberação Normativa COPAM 87/2005, somente o primeiro relatório de auditoria teria que ser apresentado à FEAM e os subseqüentes deveriam estar disponíveis 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.

A apresentação da declaração de condição de estabilidade possibilitou à FEAM conhecer os resultados da auditoria técnica de segurança de barragens e atualizar as informações referentes à condição de estabilidade das estruturas no Banco de

Declarações Ambientais – BDA, uma ferramenta criada pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais – SISEMA.

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 significativa em relação a 2007.

Após a consolidação das informações obtidas em 2008, o panorama geral da situação das barragens cadastradas pela FEAM foi modificado, gráfico 9, do total de 661 estruturas, 86% das barragens (566) são consideradas estáveis, ou seja, houve um aumento de 3 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 7% (41) para 5% (33) após análise de documentação solicitada pela FEAM e dos relatórios de auditoria, bem como das declarações de condição de estabilidade (Figura 14).

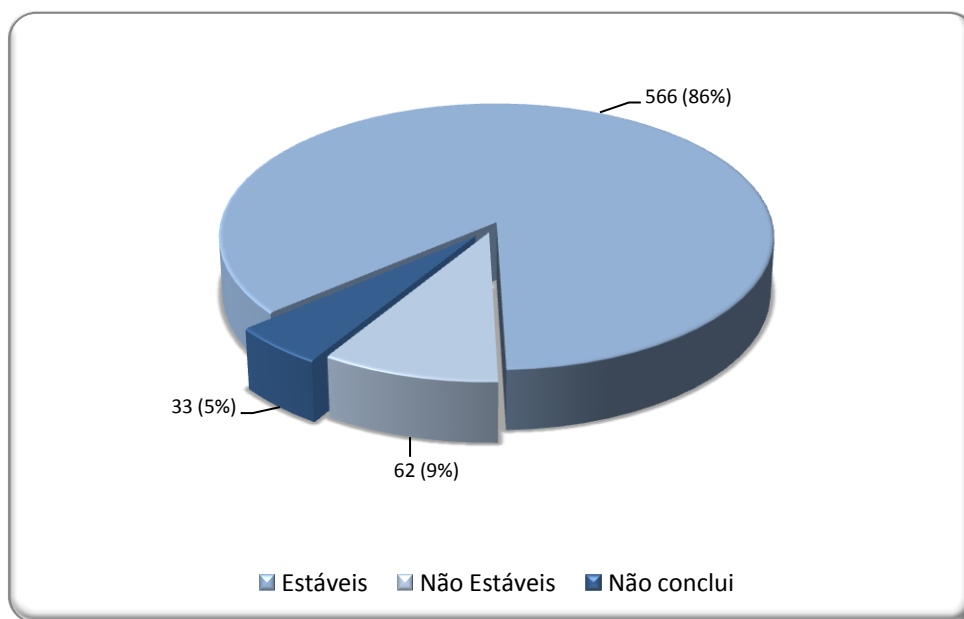


Figura 14. Situação das 661 estruturas após análise dos Relatórios de Auditoria – 2008. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

A porcentagem das estruturas sem garantia de estabilidade também reduziu de 10% (58) em 2007 para 9% (62) em 2008.

No ano de 2009 o quadro da situação das barragens apresentou uma melhora, como tem acontecido em todos os anos, provavelmente em consequência das ações de gerenciamento adotadas pela FEAM e pela atitude responsável dos empreendedores que tem cumprido rigorosamente essas determinações.

As ações e diretrizes definidas para o ano de 2009 podem ser sintetizadas nos seguintes itens:

- Análise de relatórios técnicos das estruturas que apresentaram não conformidades, conforme constatações das operações de fiscalização realizadas em 2008;
- Recebimento e análise de relatórios de acompanhamento da implementação das medidas propostas pelos auditores;
- Gerenciamento das barragens pelo BDA – Banco de Declarações Ambientais, em ambiente web.
- Fiscalização das barragens sem garantia de estabilidade pelo auditor e sem conclusão por falta de documentos ou dados.

Como citado anteriormente para aprimorar a Gestão de Barragens do Estado de Minas Gerais foi criado um sistema informatizado no BDA – Banco de Declarações Ambientais. O Banco de Declarações é uma ferramenta de gestão que contém os sistemas de gerenciamento de áreas, de gerenciamento de barragens, de gerenciamento de resíduos sólidos industriais e de resíduos minerários e um módulo para declaração de carga poluidora no âmbito do Estado de Minas Gerais.

Por meio dessa ferramenta os usuários cadastrados no sistema foram atualizando os dados do cadastro das estruturas, cadastrando novas estruturas e apresentando a declaração de estabilidade. O desenvolvimento do banco baseia-se na melhoria da prestação de serviços públicos aos cidadãos mineiros, simplificando e facilitando o seu relacionamento com o Poder Público. Assim, permitirá à FEAM realizar um controle mais efetivo, com maior agilidade das ações, com maior eficácia da atualização dos dados que, possibilita uma melhor gestão com foco na melhoria ambiental.

Por ser uma ferramenta complexa a implementação do BDA requereu muitos ajustes e adequações, trazendo alguns problemas como atrasos, mas contando com a compreensão dos empreendedores, que também apresentaram declarações de condição de estabilidades em meio físico foi possível a elaboração do Inventário Estadual de Barragens do ano de 2009.

Para superar os problemas para apresentação da declaração de condição de estabilidade que é um resumo do relatório de auditoria foi elaborado e enviado um ofício às empresas que possuem barragens classe I e II e que ainda não haviam preenchido a declaração de condição de estabilidade no BDA ou apresentado em meio físico concedendo a elas um prazo adicional para que o documento fosse protocolizado na FEAM. Foram enviados um total de 77 ofícios, sendo que 78% deles foram respondidos apresentando as correspondentes declarações.

Para um melhor acompanhamento da situação de cada estrutura foram realizadas 21 campanhas de fiscalização no ano de 2009, sendo que 95 estruturas foram vistoriadas. Essas estruturas são aquelas as quais não tiveram a estabilidade garantida pelo auditor por falta de dados ou documentos técnicos e também aquelas que não foram consideradas estáveis pelo auditor.

Baseando-se nos dados de 2008, que deram subsídio para as fiscalizações do ano de 2009, do total de 95 estruturas, 03 barragens deverão ser excluídas do cadastro por não mais existir seja em função do avanço da cava ou pelo avanço da pilha de estéril e 06 serão descaracterizadas por se tratar de barragens com finalidade de geração de energia. O número de barragens após as fiscalizações, onde o auditor não garantia estabilidade e/ou que o auditor não concluía sobre a estabilidade da estrutura por falta de dados ou documentos, reduziu de 95 para 70.

Destaca-se que houve um aumento no número de estruturas cadastradas na FEAM, no ano de 2009, uma vez que além de novas barragens construídas e cadastradas a FEAM solicitou ao empreendedor Vale que cadastrasse também os diques de seus empreendimentos, embora legislação não o determinasse, por serem estruturas bastante robustas que muitas vezes trazem os mesmos riscos ou, até mais

riscos que uma barragem convencional. A Figura 15 apresenta a situação final das barragens cadastradas até o ano de 2009.

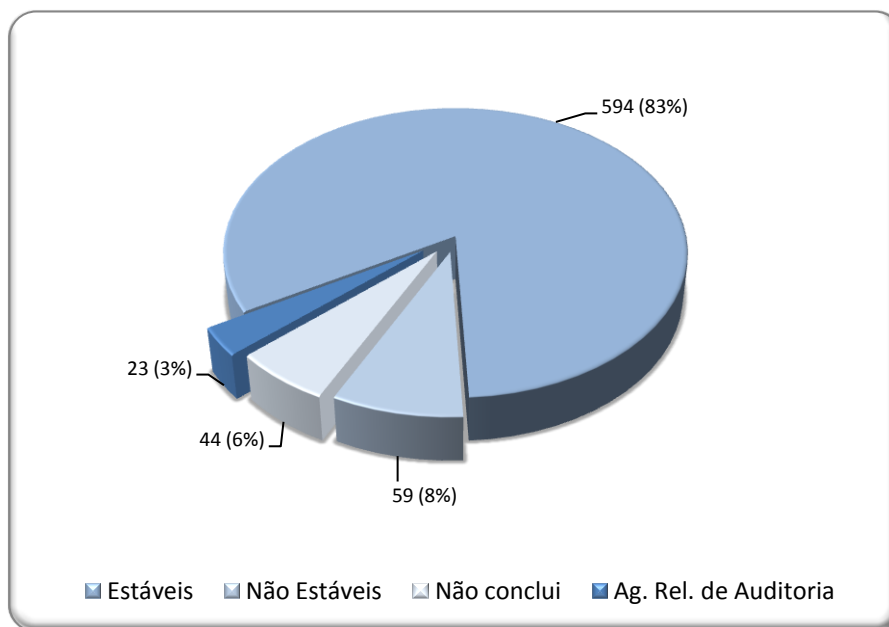


Figura 15. Situação das 720 estruturas após análise dos Relatórios de Auditoria – 2009. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

7 – RESULTADOS DA GESTÃO DE BARRAGENS DO ANO DE 2010

No ano de 2010 o quadro da situação das barragens apresentou uma melhora, como tem acontecido em todos os anos, provavelmente em consequência das ações de gerenciamento adotadas pela FEAM e pela atitude responsável dos empreendedores que tem cumprido rigorosamente essas determinações.

As ações e diretrizes definidas para o ano de 2010 podem ser sintetizadas nos seguintes itens:

- Análise de relatórios técnicos das estruturas que apresentaram não conformidades, conforme constatações das operações de fiscalização realizadas em 2009;
- Análise das declarações de condição de estabilidade das estruturas, que é uma síntese dos relatórios de auditoria feitos pelos auditores;

- Recebimento e análise de relatórios de acompanhamento da implementação das medidas propostas pelos auditores;
- Gerenciamento das declarações inseridas na página de Declarações Ambientais disponível no site da FEAM;
- Fiscalização das barragens sem garantia de estabilidade pelo auditor e sem conclusão por falta de documentos ou dados.

Foram definidas 09 campanhas de fiscalização para o ano de 2010. O objetivo dessas fiscalizações é analisar como se encontram as estruturas que não apresentam condição estável de estabilidade física do maciço ou das estruturas hidráulicas.

Atualmente, temos cadastradas na FEAM 706 estruturas. Desse total, 09 estruturas se encontram em situação especial.

Como o BDA de barragens apresentava problemas e não era possível apresentar a declaração de condição de estabilidade, foi desenvolvido excepcionalmente para esse ano, um programa pela DTI para apresentação da mesma. Através de um ofício foi prorrogado o prazo para apresentação da declaração até o dia 25 de outubro para as empresas que ainda não haviam apresentado a declaração nem em meio físico e nem online.

Obtivemos resposta para 64% dos ofícios que foram enviados, e as empresas que não apresentam resposta serão autuadas por descumprir a Legislação vigente no Estado (Figura 16).

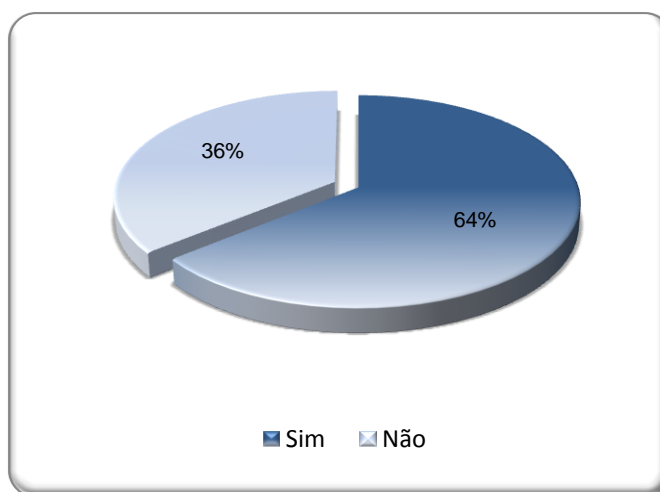


Figura 16. Resposta do Ofício Circular 01/2010. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

7.1 SITUAÇÃO FINAL DAS 706 ESTRUTURAS CADASTRADAS ATÉ O ANO DE 2010

Atualmente existem cadastradas 706 estruturas no banco de dados da FEAM. Dessas 612 estruturas são estáveis (87%), para 43 barragens o auditor não garante estabilidade (6%), para 42 estruturas o auditor não conclui sobre a estabilidade da estrutura por falta de dados ou documentos (6%) e 9 estruturas (1%) se encontram em situação especial, como descrito a seguir:

- 3 são estruturas pertencentes a empreendimento que ainda não está em operação (processo de LO análise);
- 2 barragens estão em situação irregular junto ao órgão ambiental, e estão sendo tomadas medidas para regularizar as pendências;
- 1 estrutura foi auditada, mas como ainda não está em operação, não existe uma definição quanto a sua estabilidade, com próximo relatório de auditoria previsto para 2012;
- 2 estruturas ainda estão em fase de implantação e a partir do momento de operação, serão auditadas nos próximos anos, conforme a classe e a periodicidade definidas na DN87/05.
- 1 estrutura é recém construída, e já está recebendo vinhaça. A previsão para apresentação do Relatório de Auditoria de acordo com a classe definida na DN62/2002 e 87/2005 é para o ano de 2012.

A figura 18 apresenta o status final das estruturas cadastradas até o ano de 2010.

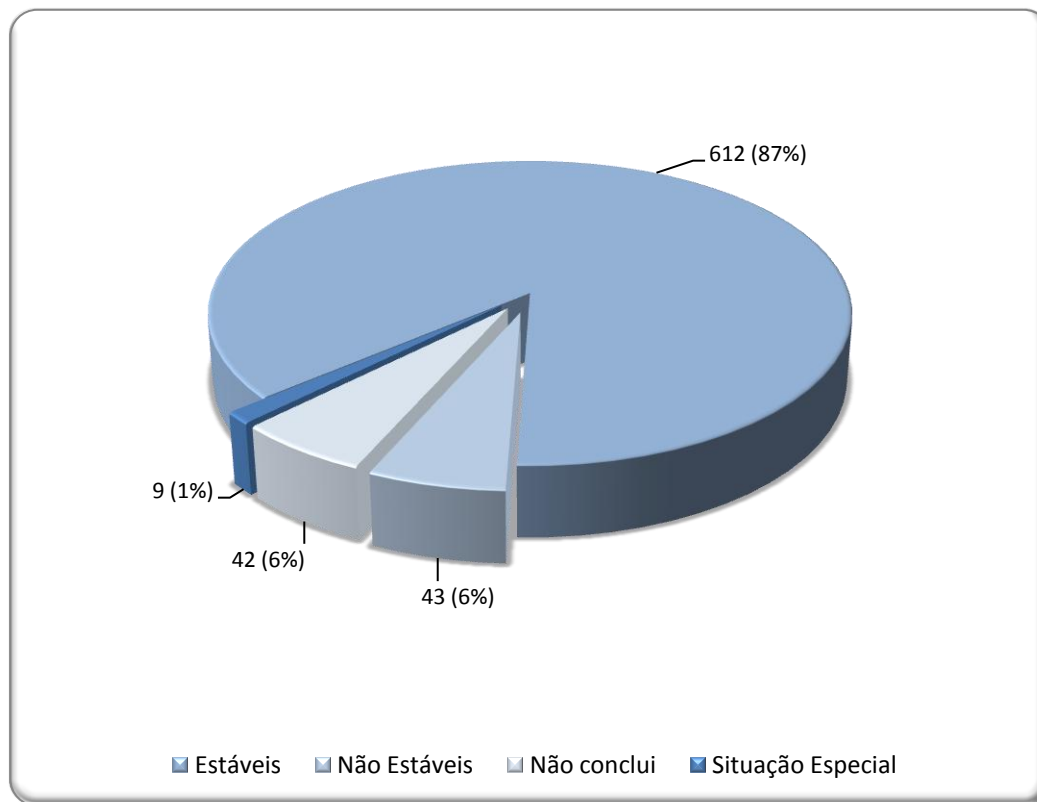


Figura 17. Situação das 706 estruturas cadastradas até o final do ano de 2010. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010

8 – CONCLUSÃO

O Banco de dados de barragens da FEAM possui 706 estruturas cadastradas. As ações de gerenciamento adotadas para o ano de 2010 foram satisfatórias, uma vez que ocorreu um aumento significativo no número de estruturas estáveis, passando de 83% (594) em 2009 para 87% (612) em 2010.

O percentual de barragens sem garantia de estabilidade sofreu uma redução de 8% (59) em 2009 para 6% (43) em 2010. O número percentual permaneceu estável em 6% para as barragens onde o auditor não garante sobre a estabilidade por falta de dados e/ou documentos.

Como relação às ações para o ano de 2011 a FEAM, além de continuar a fiscalizar as estruturas para verificar o cumprimento das recomendações apontadas pelo auditor, de forma a manter as barragens operando em nível de segurança adequado, estará propondo uma alteração na legislação no que diz respeito ao cadastro de diques e identificação de barragens existentes que não foram descomissionadas e nem cadastradas.

Ressaltamos que a manutenção das condições de segurança relacionadas à estabilidade e operação das barragens é de responsabilidade exclusiva do empreendedor, de seus projetistas e dos técnicos responsáveis pela sua operação e monitoramento, com a co-responsabilidade do auditor.

9 - REFERÊNCIAS

ÁVILA, Pimenta; ESPÓSITO, Terezinha. **Programa de Implementação de Procedimentos de Gestão e Segurança das Barragens de Rejeitos**. Belo Horizonte, 2008.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 62**, de 17 de dezembro de 2002. Dispõe sobre critérios de classificação de contenção de rejeitos, de resíduos e reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais).. **Deliberação Normativa nº 87**, de 17 de junho de 2005. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM nº 62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de contenção de rejeitos, de resíduos e reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 124**, 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.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 139**, de 09 de setembro de 2009. Prorroga prazo para apresentação da Declaração de Condição de Estabilidade de barragens de rejeitos e resíduos.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Gestão de Barragens de rejeitos e resíduos em Minas Gerais: histórico, requisitos legais e resultados**. Belo Horizonte: Feam, 2008. 92 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Inventário Estadual de Barragens do ano de 2009**. Belo Horizonte: Feam, 2009. 27 p.

TONIDANDEL, Rodrigo de Paula. **Relatório Técnico Gesol nº 19/2009**. Gestão de Barragens de rejeitos e resíduos em empreendimentos industriais e minerários de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2008.

LOZANO, Fernando Arturo Erazo. **Seleção de Locais para Barragens de Rejeitos usando o Método de Análise Hierárquica**. São Paulo, USP, 2006. 128 p.