

BARRAGENS DE REJEITO

Maira Jacqueline de Souza¹

Nilo Gonçalves dos Santos Filho²

RESUMO

Barragens de rejeitos são estruturas que têm a finalidade de reter os resíduos sólidos e líquidos dos processos de beneficiamento de minério. Seu planejamento inicia-se com a procura do local para implantação, etapa na qual se deve vincular a todo tipo de variável direta e indiretamente que influenciem a obra: características geológicas, hidrológicas, topográficas, geotécnicas, aspectos ambientais, sociais, avaliações de riscos, dentre outras. Este trabalho visa estabelecer uma visão global das condições de estabilidade, controle e monitoramento, além de apontar as principais vantagens e desvantagens oriundas da geometria, sendo necessário um estudo aprofundado antes da construção da barragem de rejeitos. O desenvolvimento de uma estratégia de gestão de resíduos é de extrema importância, apesar de ser um processo complexo, pois visa conseguir um balanço razoável entre dois objetivos conflitantes: a maximização da redução dos riscos de contaminação/poluição e a minimização de custos financeiros. Os rejeitos da planta produzem impactos ambientais, que devem ser minimizados ao máximo para o meio ambiente e a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Beneficiamento. Minério. Barragem.

¹ Aluna do 9º período da turma Gama Noturno do Curso de Direito da Faculdade Atenas – e-mail: mhayra3m@hotmail.com -
Disciplina: Direito Ambiental

² Professor do curso de Direito da Faculdade Atenas.

INTRODUÇÃO

Um dos atos que potencialmente geram maior impacto no meio ambiente são as atividades de mineração.

Nos países onde há falta de controle ambiental, a mineração gera conflitos sócio-ambientais, devido sua interferência nos ecossistemas e nas comunidades.

É imprescindível desenvolver novas técnicas e/ou aplicar novas metodologias que minimizem estes impactos. Empresas de mineração atualmente têm consciência da necessidade de investimentos adicionais relacionados aos controles ambientais desde o início do projeto até a mitigação ambiental.

Os resíduos sólidos são os principais responsáveis pelo impacto ambiental nas atividades mineradoras. Seu tratamento e armazenamento visando minimizar os custos e maximizar a segurança são um dos principais objetivos das mineradoras para cumprir as exigências ambientais.

O armazenamento é feito através das barragens de rejeitos estruturas com a finalidade de reter os resíduos sólidos e água dos processos de beneficiamento de minério.

O planejamento inicia com a pesquisa do melhor local para implantação, sendo influenciado por todas as variáveis direta ou indiretamente que possam interferir nas obras, como: características hidrológicas, topográficas, geotécnicas, ambientais, geográficas, sociais e avaliação dos riscos.

1 METODOLOGIA

Existe uma tendência das empresas de consultoria em desenhar barragens super dimensionadas, bem acima da necessidade do empreendimento. Às vezes seu custo é tão alto, que inviabiliza o projeto.

Uma barragem para represar água ou lama deve ser construída usando os materiais próprios existentes na localidade; portanto, seu desenho deve ser apropriado a tais materiais. As barragens para controlar o despejo dos rejeitos sólidos devem ser construídas junto com a lavra, sendo um custo operacional, e controladas diariamente junto à lavra.

O desenho da barragem ou pilha deve levar em consideração as propriedades do solo e as condições climáticas. Também é necessário determinar o uso da terra a montante e a jusante da barragem ou pilha; não somente na elaboração do projeto, mas também durante sua vida operacional. O desmatamento recente, a urbanização do campo e as mudanças climáticas podem exigir modificações do desenho e construções originárias (BATES, 2002, p.15).

Existem três categorias de barragem a ser consideradas:

1. As barragens para represar água;
2. As barragens para represar os sólidos em suspensão, incluindo lama; as barragens e outras obras para despejar os rejeitos sólidos livre d'água.
3. A primeira é sempre considerada como ativa, enquanto as demais podem ser ou ativas ou inativas. Por ativa entendermos que a represa está em uso, o recebendo e/ou descarregando líquidos e sólidos. As inativas consistem de antigas represas, não mais em uso, as quais foram usadas pela empresa e, portanto, são de sua responsabilidade, muitas vezes o rompimento ocorre numa barragem inativa, devido às mudanças no seu ambiente e à má construção.

Uma regra fundamental: as pilhas de rejeitos devem ser seguras, não obstante as praticas do passado, normalmente os estragos à natureza e a perda de vidas são as conseqüências do deslizamento dos rejeitos, quer estejam confinados pela barragem, quer não. Um entendimento do desenho e da operação no despejo dos rejeitos é necessário aos responsáveis para realizar a segurança da sociedade e do meio ambiente (BATES, 2002, p.18).

2 DISPOSIÇÕES DE REJEITOS NA INDÚSTRIA

As atividades industriais geram uma grande quantidade de resíduos sólidos, dos quais os mais importantes em termos de volume são os gerados pela atividade de extração do minério (estéreis) e pelas usinas de beneficiamento (rejeitos).

Os rejeitos são partículas sólidas resultantes da britagem, da moagem, e efetivamente do tratamento químico do minério, sem nenhum valor econômico. A granulometria dos rejeitos varia em função do tipo do minério. Os rejeitos são transportados para os locais de disposição em tubulações, por gravidade ou por bombeamento, com grande quantidade de água. Chama-se de polpa a suspensão de rejeitos e água, sendo que a porcentagem de água é de aproximadamente 70% (NIEBLE, 1986, p.28).

As disposições dos rejeitos podem ser feitas a céu aberto, de forma subterrânea, ou subaquática. A disposição subaquática não é muito utilizada devido aos problemas ambientais que gera; os impactos aos ecossistemas aquáticos são negativos e algumas vezes irreversíveis. Já a disposição subterrânea é feita em câmaras que restam depois da extração do minério; os rejeitos são bombeados na maioria dos casos e depositados preenchendo essas câmaras.

A disposição mais comum é a céu aberto, e pode ser feita em pilhas controladas ou em estruturas de contenção localizadas em bacias ou vales. Também existem disposições dos rejeitos vinculados aos sistemas de extração de minério, por deposição subterrânea e a céu aberto; nesse caso os rejeitos formam camadas para a fundação para os equipamentos de extração.

A estrutura de contenção é construída levantando-se inicialmente um dique de partida com solo de empréstimo, o qual deve ter uma capacidade de retenção de rejeitos para dois ou três anos de operação da lavra. Os estágios posteriormente (alteamentos) podem ser construídos também com material de empréstimo, com estéreis, por deposição hidráulica de rejeitos ou por ciclonagem dos mesmos rejeitos (NIEBLE, 1986, p. 32).

A ciclonagem é feita com equipamento chamado ciclone, que separa granulometricamente, por efeitos de pressão, partículas menos densas e finas de partículas mais densas e grossas.

A polpa de rejeitos entra no ciclone e é separada em dois fluxos: “overflow”, composto de partículas mais finas e menos densas que saem pela parte superior do ciclone e “underflow” de partículas mais grossas e mais densas que saem pela parte inferior do ciclone.

Os alteamentos podem assumir diferentes configurações, cada uma com suas características, especificações, vantagens e desvantagens. Os métodos de alteamentos são geralmente classificados em três classes: método montante, método jusante e método da linha de centro. Os nomes referem-se à direção em que os alteamentos são feitos em relação ao dique inicial (NIEBLE, 1986, p.26).

2.1 Método Montante

Inicialmente é montado o dique de partida e nos alteamentos o eixo da barragem se desloca para o montante.

A polpa é descarregada ao longo do perímetro da crista do dique, formando uma praia. A descarga pode ser por ciclones, ou com uma seqüência de tubulações menores perpendiculares à tubulação principal, chamados de “spigots”, que permitem uma melhor uniformidade na formação da praia. Como os rejeitos têm uma distribuição granulométrica ampla, as partículas mais grossas e mais pesadas sedimentam mais rapidamente, ficando nas zonas próximo ao dique, e as partículas menores e menos densas ficam em suspensão e são transportadas para as zonas internas da bacia de sedimentação (VICK, 1983, p.156).

Nas etapas posteriores, são construídos diques em todo o perímetro da bacia. O tamanho dos diques nos alteamentos é uma variável que depende das necessidades operacionais do processo. O dique inicial geralmente é sempre maior que os diques das etapas seguintes.

Se os alteamentos forem construídos com rejeitos, é necessário que esses contenham de 40 a 50% de areia e que na descarga da polpa seja de

alta porcentagem de sólidos por peso para que ocorra a segregação granulométrica; essa alta porcentagem de sólidos pode ser obtida pela ciclonagem da polpa (VICK, 1983, p.145).

Com todo o método de construção apresentam vantagens e desvantagens.

Vantagens:

- O volume de material (de rejeitos ou de empréstimos) dos alteamentos é menor;
- Menor custo de construção;
- Maior velocidade de alteamento;
- Facilidade de operação;
- Pode ser construída em topografias muito íngremes, onde o limitante principal é a área de deposição.

Desvantagens:

- Baixa segurança (a linha freática muito próxima ao talude de jusante).
- Susceptibilidade à liquefação por sismos naturais ou por vibrações decorrentes do movimento de equipamentos, quando os alteamentos são realizados com os rejeitos, isto devido à fundação do alteamentos ser constituída de areias saturadas fofas não compactada e/ou não classificadas (rejeitos descarregados por “spigots”).
- Quando os rejeitos não são compactados ou ligeiramente compactados, a superfície crítica de deslizamento passa pelos rejeitos sedimentados.
- Existe a possibilidade de ocorrência de “piping” devido à linha freática estar muito próxima do talude da jusante e À não compactação dos rejeitos, ou quando ocorre a concentração de fluxo entre dois diques compactados.

2.2 Método de Jusante

É chamado assim por que nos alteamentos o eixo da barragem se desloca para jusante. É construído um dique inicial impermeável, o qual deve ter uma drenagem interna, composta por filtro inclinado e tapete drenante. O talude interno da barragem ou talude de montante, nos alteamentos, é impermeabilizado. A drenagem interna e a impermeabilização

do talude de montante não são obrigatórias se os rejeitos possuem características de alta permeabilidade e ângulo de atrito elevado.

Neste método os rejeitos são ciclizados e o “underflow” é lançado no talude da jusante. Somente são utilizados os rejeitos grossos no alteamento, os quais são compactados quando as características de umidade da zona o permitam; também se pode utilizar material de empréstimo, ou estéril proveniente da lavra (RITCEY, 1989, p.154).

Existem variantes do método da jusante, onde são construídos um dique inicial e um dique de enrocamento; os rejeitos ciclizados vão sendo depositados entre essas duas estruturas para formar os alteamentos. Observa-se que neste método a quantidade de rejeitos para realizar os alteamentos deve ser maior do que no método de jusante convencional. A camada impermeabilizante do talude da montante é substituída por um tapete drenante do dique inicial ao dique de enrocamento, para que a linha freática não fique próxima do talude da jusante.

As vantagens e desvantagens do método de jusante:

Vantagens:

- O método é eficiente para o controle das superfícies freáticas, pela construção de sistemas contínuos de drenagem.
- Pode ser usado em lugares com vibrações e/ou alta sismicidade, já que, se compactados os rejeitos do “underflow”, a susceptibilidade de liquefação é muito menor.
- Operação bastante simples.
- Possibilita a compactação de todo o corpo da barragem.
- Maior segurança devido aos alteamentos controlados (disposição da fração grossa dos rejeitos a jusante, sistemas de drenagem e compactação): as probabilidades de “piping” e de rupturas horizontais são muito menores.
- O estéril proveniente da lavra pode ser utilizado, e/ou misturado nos alteamentos.

Desvantagens:

- Necessidade de grandes quantidades de rejeitos nas primeiras etapas da construção.

- Dependendo das características dos rejeitos, os problemas de área se incrementariam, devido aos taludes bastante abatidos.
- Necessidade de sistemas de drenagem eficientes, havendo probabilidade de colmatação.
- Devido à complexidade dos diques de partida e de enrocamento e aos sistemas de drenagem, os investimentos iniciais são altos.
- Em zonas de alta pluviosidade é possível que os rejeitos a jusante não possam ser compactados adequadamente, devendo-se esperar épocas de estio para a operação de equipamentos em cima dos rejeitos.
- Não possibilita a proteção com cobertura vegetal no talude de jusante, e tampouco drenagem superficial durante a fase construtiva, devido à superposição dos rejeitos.
- É necessário o emprego de ciclones para garantir uma ótima separação dos rejeitos.

2.3 Método da Linha de Centro

O método da linha de centro é assim chamado devido ao eixo da barragem ser mantido na mesma posição enquanto ela é elevada, é uma solução intermediária entre o método de montante e o jusante (inclusive em termos de custo), embora seu comportamento estrutural se aproxime do método da jusante.

Inicialmente é construído um dique de partida e o rejeito é lançado perifericamente da crista do dique até formar uma praia. O alteamento subsequente é formado lançando materiais de empréstimo, estéril da mina ou “underflow” de ciclones, sobre o limite da praia anterior e no talude de jusante do maciço de partida, mantendo o eixo coincidente com o eixo do dique de partida (SOARES, 2004, p.56).

Por ser uma combinação dos dois métodos descritos anteriormente, as vantagens e desvantagens são similares às dos mesmos, tentando minimizar as desvantagens.

Vantagens:

- Facilidade na construção.

- Eixo dos alteamentos constante.
- Redução do volume de “underflow” em relação ao método da jusante.

Desvantagens:

- Necessidade de sistemas de drenagem eficientes e sistemas de contenção a jusante (se o material de rejeito fica saturado a jusante, pode comprometer a estabilidade do maciço).
- Operação complexa; é necessário equipamento para deposição mecânica a jusante.
- Pela complexidade da operação, os investimentos globais podem ser altos.

Como se viu anteriormente, o método de jusante tem as melhores características de estabilidade; porém, o volume necessário de “underflow”, material de empréstimo ou estéril da lavra, é três vezes o do método de montante, o que relaciona, logicamente, com os custos do projeto total.

Deve-se observar que as características das barragens construídas com rejeitos são diferentes das construídas com materiais de comportamento geotécnico melhor, como solos de empréstimo ou estéril proveniente da lavra. Quando os alteamentos são feitos com os rejeitos, o corpo da barragem se comporta como um aterro hidráulico, onde o material é lançado de uma forma quase aleatória, sem controle das variáveis que influenciam o processo de deposição.

3 MONITORAMENTO DE BARRAGENS

Para o aprimoramento das condições de instalação de barragens é estabelecido um sistema de monitoramento geotécnico, conforme a Norma Regulamentadora NR22 de Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração que define a supervisão e o monitoramento,

através de um conjunto de ações e instrumentos que visam acompanhar o comportamento das barragens, aspectos ambientais e dentre outros.

Os depósitos de estéril, rejeitos ou de produtos e as barragens devem ser mantidas sob supervisão de profissional habilitado e dispor de monitoramento da percolação de água, da movimentação e estabilidade e do comprometimento do lençol freático (NR 22, Ministério do Trabalho, item 22.26.2, 1987).

No monitoramento são utilizados inspeções de campo e leituras dos instrumentos PZ's, INA's, MS's, MV's, R's.

O monitoramento deve ser feito nos depósitos, sendo os mesmos acompanhados para verificar se estão sendo construídos, operados e se estão se comportando conforme previsto em projeto e com a legislação, bem como a geometria, as movimentações, N.A. interno e da fundação, erosões, sistema de drenagem superficial, diques de contenção de sólidos, definições das possíveis causas de falha (ruptura) da barragem, chuvas intensas, erosão e outros comportamentos como tubulações, canais de cintura, dentre outros.

O monitoramento geotécnico dos depósitos de estéril deve ser realizado através de levantamentos topográficos, realização de inspeções rotineiras de campo e pela medição de grandezas através de instrumentos de monitoramento instalados em locais pré-definidos.

- Levantamentos topográficos
- Inspeções de campo
- Instrumentação de monitoramento geotécnico

A geometria do depósito deve ser definido em projeto as seções para monitoramento da geometria do depósito, bem como o levantamento topográfico das seções de controle com frequência adequada. A frequência é determinada em função do progresso de depósito. Em geral, o controle é feito a cada banco finalizado. Seguido pela apresentação de desenhos com as seções projetadas e executadas.

As inspeções de campo deverão ser acompanhadas frentes de disposição. De acordo com:

- Áreas de maior risco e potencial de dano:
- Locais próximos às estradas com tráfego de veículos
- Locais próximos às construções
- Taludes com maiores alturas
- Áreas de fundação menos competente e com N.A. elevado
- Diques de contenção de sólidos
- Sistema de drenagem superficial
- Buscar evidência de comportamento anômalo ao previsto em projeto (trincas, erosões, assoreamento, etc).

As frequências das inspeções deverão ser:

- Inspeções diárias: todas as equipes que trabalham na área dos depósitos (operação, topografia, etc) deverão colaborar na detecção de problemas;
- Inspeções realizadas por técnico treinado deverão ter frequência mínima mensal no período seco e quinzenal no período chuvoso;
- Inspeções adicionais sempre após ocorrência de chuvas fortes.
- Formalizar as inspeções em formulários próprios.

4 INSTRUMENTAÇÃO

As instrumentações têm como função medir grandezas que indicam se o comportamento do depósito está de acordo com o previsto em projeto. Sendo a programação da instrumentação definida no projeto e pode ser complementado em função das observações feitas durante a operação do depósito.

As medições devem ser feitas nos deslocamentos verticais e horizontais, norma ambiental interna do depósito, pressão da água na fundação, vazões (drenos), chuvas. Os instrumentos são:

- Marcos superficial
- Indicadores de N.A.
- Piezômetros
- Medidores de vazão
- Pluviômetro

5 VULNERABILIDADE E RISCO DE RUPTURA DE BARRAGENS

O atual Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) exige um conjunto de procedimentos importantes relativos à segurança das barragens e à gestão de crises de emergência.

O desenvolvimento de novas metodologias, controles através dos instrumentos e monitoramentos diários, é indispensável para a gestão dos riscos relativos aos acidentes em barragens.

Dentre os aspectos a refletir, tendo em vista a definição de sistemas de prevenção e de proteção eficazes, contam-se os referentes aos planos de emergência e do sistema de aviso e alerta às populações (gestão de crise), mas, também, os referentes à gestão do risco durante a fase de exploração das barragens, de forma a garantir o controle do risco e a mitigação da vulnerabilidade humana.

O Regulamento de Segurança das Barragens faz alusão à expectativa de ocorrência de um incidente, mesmo que o potencial do evento tenha uma expectativa de ocorrência muito pequena, mas que não deixa de ser considerada segundo os padrões de uma Sociedade civilizada. Esta atitude reflete-se nos regulamentos e códigos oficiais de segurança, como é o caso do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB, Decreto-Lei nº11/90, art. 3º).

Este regulamento impõe procedimentos que se relacionam com a problemática da segurança das barragens e que levantam questões importantes, no que diz respeito à sua aplicação e à prática da gestão do risco nessas áreas do território.

O Regulamento de Segurança das Barragens refere-se a possibilidades de cenários de catástrofe associados aos cenários de ruptura, medidas de segurança nas diversas fases da vida da obra. Satisfazendo desta forma as exigências necessárias para evitar incidentes e acidentes, tendo em conta os aspectos estruturais, hidráulicos, operacionais e ambientais. E às exigências relativas à limitação de incidências prejudiciais ao ambiente, designadamente aos meios populacionais e produtivos (RSB, Decreto-Lei nº11/90, artigo 3º).

6 ASPECTOS LEGAIS

A legislação considera a necessidade de conhecer o acervo de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água existentes em empreendimentos industriais e de mineração, de forma a estabelecer requisitos mínimos para o licenciamento de novas barragens nesses empreendimentos.

Os depósitos de estéril e rejeitos, os sistemas de tratamento de efluentes, de beneficiamento e de infraestrutura das atividades minerárias, somente poderão intervir em APP em casos excepcionais, reconhecidos em processo de licenciamento pelo órgão ambiental competente, atendido o disposto no inciso I do art. 3º desta resolução (CONAMA, art.369 § 6, 2006).

O poluidor é obrigado a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade - recuperação de sítios degradados - criou o CONAMA e o SISNAMA (Lei 6.938/81, Regulamentada pelo decreto nº88.351, 1983).

São considerando por parte dos empreendedores a necessidade de desenvolver mecanismos específicos para a segurança na implantação, construção, operação e fechamento/desativação dessas barragens; e a aplicação de sistemas eficazes de gestão de riscos das barragens e suas estruturas auxiliares para reduzir nos riscos de acidentes.

Decreto nº 750 de 1993 - Dispõe sobre o corte, a exploração, e a supressão de vegetação primária e nos estágios avançado e médio de regeneração de mata atlântica e dá outras providências (CONAMA, decreto nº750, 1993).

A lei da Constituição Federal 9.605 de fevereiro de 1998, é a nova lei dos crimes ambientais, dispondo de sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, que permite a abertura de uma ação e processo penal contra crimes ambientais.

O infrator que cometer dano ambiental ficará obrigado a recompor plenamente a área degradada, devendo adotar todas as providências cabíveis para esse fim (CF, art.72 § II, 2003).

Ficará obrigado o titular da Concessão, além das condições gerais que constam deste Código, ainda, às seguintes, sob pena de sanções previstas no Capítulo V: Evitar poluição do ar, ou da água, que possa resultar dos trabalhos de mineração (CÓDIGO DE MINERAÇÃO, Lei 227, C. III, art. 47, 1967).

CONCLUSÃO

É de fundamental importância uma correta e precisa avaliação dos projetos da barragem de rejeitos, vinculando todo tipo de variável que pode influenciar na obra, direta ou indiretamente, características como: sociais, hidrológicas, topográficas, geotécnicas, geológicas, aspectos ambientais e as avaliações de riscos de ruptura ou contaminação para a sociedade, fauna, flora e rios.

De modo a evitar, em primeira instância que se atinja um grau relativamente baixo de confiabilidade nos sistemas adotados na construção, possibilitando desta forma causar acidentes, prejuízos e danos, tanto físicos quanto financeiros ou até mesmo ambientais.

Tendo este quadro em mente, tornam-se óbvia a importância de se avaliar, monitorar, e acompanhar os instrumentos de controle de riscos, fatores de qualidade, que estão diretamente relacionados com a confiabilidade das barragens de rejeitos.

Com a utilização destes controles, podem e devem ser atingidos melhores níveis de confiabilidade, diminuindo, desta forma, os riscos de acidentes fatais e/ou graves.

Os resultados obtidos no decorrer do trabalho demonstram que a manutenção não é a única responsável pelo comportamento dos componentes das barragens. São um conjunto de todas as condições como, a confiabilidade na construção e nos instrumentos de controle, sistemas operacionais, equipamentos e estruturas, tanto quanto o tratamento e destino dos rejeitos da planta.

Alguns fatores são necessários para aumentar a confiança do sistema, mas acabam reduzindo o desempenho do mesmo, entretanto, confiança, em geral, é mais importante do que o desempenho, até mesmo porque sistemas não confiáveis podem causar perdas catastróficas, prejuízos ambientais e maiores danos financeiros.

Dentro deste contexto, o gerenciamento e controle freqüentemente das barragens no decorrer de todo o ciclo da vida útil é muito importante, para a avaliação dos impactos ambientais e medidas mitigadoras, tendo em vista a organização e busca do conhecimento no bloqueio das causas que geram falhas pré-maturas.

ABSTRACT

Tailings dams are structures that are intended to retain the solid and liquid waste from ore beneficiation processes. Your planning starts with the search site for deployment, in which step should link to all kinds of variable directly and indirectly influencing the work: geological, hydrological, topographical, geotechnical, environmental, social, risk assessments, among others. This study aims to provide an overview of conditions of stability, control and monitoring, while pointing out the main advantages and disadvantages arising from the geometry, a detailed study is necessary before construction of the tailings dam. The

development of a strategy for waste management is of utmost importance, although it is a complex process, it aims to achieve a reasonable balance between two conflicting objectives: maximizing the reduction of risks of contamination / pollution and minimizing financial costs. The tailings from the plant produce environmental impacts that should be minimized to the maximum for the environment and society.

KEYWORDS: Processing. Ore. Dam.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9896 - **Poluição das Águas - Terminologia**. São Paulo, 1987.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9897 - **Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores - Procedimento**. São Paulo, 1987.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9898 - **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores -Procedimento**. São Paulo, 1987.

AMORIM, N. R, PORTO, N.L.F., COSTA, A.G.D – **Avaliação da Segurança de Barragens de Rejeitos em Operação. Caso da Barragem de Germano**. In: III Simpósio Sobre Barragens de Rejeitos e Disposição de Resíduos – REGEO, pp. 251-258, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5892. Norma para datar**. Rio de Janeiro, 1989.

BATES, Jeremy. **Barragens de Rejeitos**. São Paulo: Signus Editora, 2002.

BRAUN-BLANQUET, J. **Sociologia Vegetal**. Estudo das comunidades dos vegetais. Trad. A.P.L. Digilis y Grassi, M. Buenos Aires, Acme Agency, 444 p. 1950.

CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y. & CASTRO, C.F.A. **Funções Múltiplas das Florestas: Conservação e Recuperação do Meio Ambiente**. In: 6º Congresso Florestal Brasileiro. Campos do Jordão, SP. Anais 216-217p. 1990.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. 2001. Diário Oficial da União. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, nº 53, seção 1, 18 de março, pág. 58-63.

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. 1987. **Deliberação Normativa**. COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986. Diário do Executivo - Minas Gerais, 10 de janeiro.