

## NOTA TÉCNICA n° 001/2021

### ANÁLISE TÉCNICA SOBRE A MINUTA DE RESOLUÇÃO ANM N° 3039047 – CONSOLIDAÇÃO DOS NORMATIVOS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

*São Paulo, 09 de novembro de 2021.*

Em vinte e oito de setembro de 2021, a Agência Nacional de Mineração - ANM publicou a minuta de resolução n° 3039047 na qual consolida e estabelece os normativos de segurança para as barragens de mineração, revogando as diversas Portarias e Resoluções relativas ao tema que foram publicadas após os dois grandes acidentes ocorridos no Brasil.

Nesta minuta, incluíram-se também parte dos comentários e sugestões provenientes do Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), AECOM (empresa de consultoria contratada pelo MPMG) bem como da sociedade a partir da Consulta Pública n° 03/2021 realizada entre os meses de julho e agosto de 2021.

Alguns dos comentários e sugestões propostas pela sociedade foram acatados, porém outros foram desconsiderados, levando ao IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração solicitar um parecer independente sobre o tema junto as principais associações técnico-científicas de referência no Brasil.

O objetivo desta nota técnica é mostrar que, mesmo após o tema ter sido discutido por diversos profissionais, há pontos que ainda merecem ser ajustados quando comparados com os normativos e sugestões de órgãos de referência internacional no que tange a engenharia de barragem. Além disso, a experiência adquirida dos profissionais brasileiros pelas mais de 24 mil barragens construídas para finalidades diversas ao longo dos anos segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018<sup>1</sup>), não pode ser desprezada e simplistamente associada aos dois trágicos acidentes ocorridos na última década, até por se tratarem de tipo específico de estrutura de barragem.

Esta nota técnica é assinada pela Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica - ABMS na qual é a representante oficial do Brasil nas sociedades geotécnicas internacionais: ISSMGE (*International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*), ISRM (*International Society for Rock Mechanics*) e ITA (*International Tunnelling Association*).

Futuramente este documento será enriquecido com as contribuições advindas de outras duas associações brasileiras envolvidas constantemente em temas relacionados à engenharia de barragens, quais sejam:

- **Comitê Brasileiro de Barragens - CBDB** na qual representa no Brasil o ICOLD (*International Commission on Large Dams*);
- **Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - ABGE** integrante da IAEG (*International Association for Engineering Geology and the Environment*).

O parecer aqui apresentado, considerou a Minuta de Resolução ANM n° 3039047 e a Nota Técnica SEI n°22/2021-GSBM/SPM-ANM/DIRC, ambos os documentos elaborados pela ANM e datados de 05/11/2021 e 28/09/2021, respectivamente, comparando-a com as normas e recomendações quem vem sendo utilizadas no cenário internacional.

---

<sup>1</sup> ANA, 2018. Relatório de segurança de barragens 2017. Brasília-DF. Agência Nacional de Águas.

Os principais pontos e comentários observados durante a leitura e avaliação de tais documentos são apresentados a seguir.

a) **Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*“Artigo 2º, inciso XX – Empilhamento drenado: estrutura construída hidráulica ou mecanicamente com rejeitos, que se configura como maciço permeável, dotado de sistema de drenagem de fundo, com formação de espelho de água reduzido, podendo ser implantado em fundo de vale, encosta ou outra área.”*

**Comentário / Justificativa:**

Existem diferenças construtivas e conceitual entre o empilhamento drenado e o empilhamento à seco na qual a redação proposta unificou dois tipos de estruturas. Em inglês, os dois termos encontrados na literatura técnica são: “*drained stacking*” (traduzido para empilhamento drenado) e “*dry stacking*” (empilhamento à seco). As principais diferenças entre esses dois tipos de empilhamento de rejeitos são:

- Empilhamento drenado: implica em lançamento hidráulico de rejeitos (portanto transporte com água) a partir da crista de um dique de partida, formando uma praia bem ampla e mantendo o lago totalmente recuado, na parte de montante. Neste caso, os rejeitos deverão possuir uma granulometria bastante específica (arenosos), com pouco teor de finos, de forma que a permeabilidade seja suficiente para o rápido desaguoamento. A pilha deverá ainda possuir um sistema de drenagem de fundo bastante competente, já que o desaguoamento é basicamente atingido pelo fluxo vertical em direção ao dreno, portanto não poderá haver finos que gerem alguma estratificação que prejudique a eficiência do fluxo. O lago que eventualmente será formado à montante deverá ser o menor possível e a superfície freática muito baixa visto que o material provavelmente será susceptível à liquefação;
- Empilhamento à seco: o transporte e empilhamento é feito por método mecânico, implicando na necessidade de desaguoamento prévio dos rejeitos, usando filtros, peneiras, ciclones ou mesmo baias de desaguoamento. Normalmente se constrói drenos de fundo como no caso anterior, caso o local de disposição seja um talvegue (perene ou intermitente) ou as análises realizadas durante a fase de projeto indiquem tal necessidade. Em geral, busca-se que o material disposto seja compactado e, portanto, a operacionalização depende do teor de umidade x umidade ótima. É possível fazer empilhamento de rejeitos totais, rejeitos arenosos somente ou rejeitos argilosos somente. O que varia é a forma de desaguoamento e o teor de umidade resultante.

**Proposição de Nova Redação:**

Artigo 2º, inciso XX – Empilhamento drenado (*drained stacking*): estrutura construída hidráulicamente com rejeitos arenosos, que se configura como maciço permeável, devendo apresentar a formação de espelho de água reduzido e dotado de sistema de drenagem de fundo capaz de manter a superfície freática baixa. Empilhamento à seco (*dry stacking*): estrutura construída mecanicamente a partir do desaguoamento prévio dos rejeitos, usando filtros, peneiras, ciclones ou mesmo baias de desaguoamento. Poderá ser construído utilizando rejeitos totais, rejeitos arenosos somente ou rejeitos argilosos somente.

**b) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*“Artigo 2º, inciso XXIV. Estrutura de Contenção à Jusante – ECJ: estrutura construída a jusante de uma barragem de mineração ou empilhamento drenado com disposição hidráulica de rejeitos susceptíveis à liquefação, com o objetivo de reter os efluentes desta no evento de ruptura ou funcionamento inadequado.”*

**Comentário / Justificativa:**

Faltou na redação deixar claro que a ECJ não tem a finalidade de barragem

**Proposição de Nova Redação:**

Incluir na redação: ECJ não opera como barragem constantemente e somente será acionada e terá este funcionamento em caso de ruptura da barragem à montante

**c) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*“Artigo 2º, Para efeito desta Resolução consideram-se:”*

**Comentário / Justificativa:**

Ausência da definição de Borda Livre na qual é mencionado no Artigo 59.

**Proposição de Nova Redação:**

Incluir no artigo a seguinte definição: Borda livre - diferença entre a cota do N.A maximum maximorum e a menor cota da crista da estrutura com objetivo de absorver as ondas geradas no reservatório pela ação dos ventos e demais incertezas (por exemplo, diferença no levantamento topográfico, etc.).

**d) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*Artigo 23º- § 2º Os parâmetros de resistência mencionados no caput devem ser obrigatoriamente definidos a partir da análise e interpretação de resultados de ensaios geotécnicos atualizados e representativos, conforme definido pelo projetista, realizados no próprio material constituinte do barramento e do reservatório, devendo ser informadas as fontes dos parâmetros utilizados.*

**Comentário / Justificativa:**

Não menciona a necessidade de avaliação de materiais da fundação, quanto à condição não drenada.

**Proposição de Nova Redação:**

Incluir no texto original e após “...material constituinte do barramento e do reservatório” a seguinte redação: bem como também para os materiais de fundação, levando em consideração quanto à condição não drenada.

**e) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*“Artigo 24º- § 2º O tempo de retorno mínimo a ser considerado para dimensionamento do sistema extravasor durante o período de operação da barragem, deve atender aos seguintes critérios, em consonância com o DPA:*

- I. DPA baixo: 500 (quinhentos) anos;*
- II. DPA médio: 1.000 (mil) anos; e*

*III. DPA alto: 10.000 (dez mil) anos ou PMP, a que for mais restritiva para a duração crítica do sistema hidrológico avaliado.*

*§ 3º O período de retorno mínimo a ser considerado para dimensionamento do sistema extravasor para o período de desativação ou descaracterização da estrutura, deve atender, independentemente do DPA, a 10.000 (dez mil) anos ou PMP, a que for mais restritiva para a duração crítica do sistema hidrológico avaliado.”*

**Comentário / Justificativa:**

A diferenciação de DPA para definição da cheia de projeto é interessante, mas gerará um conflito com a NBR 13.028 (ABNT, 2017<sup>2</sup>) fazendo mais sentido adotar 1.000 anos para DPA baixo e médio e 10.000 anos para DPA alto, por exemplo.

Chama atenção ainda a alínea III, em que se misturam dois conceitos distintos: a PMP é um conceito físico e uma vazão com 10.000 anos de recorrência que é um conceito estatístico. Por PMP (Precipitação Máxima Provável) entende-se o volume máximo precipitável em uma coluna de atmosfera, ou seja, considera a diferença entre a capacidade de armazenamento de água dessa coluna e o valor mínimo que ela ainda reteria após o evento. A simulação da incidência desse evento na bacia de contribuição do reservatório resultaria nas vazões de projeto a partir da utilização de um modelo chuva  $\times$  vazão, de maneira análoga ao que é feito nas análises estatísticas de vazões, em que se assume que o período de retorno da chuva é o mesmo da vazão resultante. Não se trata de um conceito superior, mas apenas diferente do conceito estatístico.

No meio técnico, sugere-se que poderia ser considerado como um limite superior para as chuvas, caso as condições atmosféricas se mantivessem. No entanto, a capacidade de armazenamento da atmosfera também pode se alterar, como consequência do aquecimento global: uma atmosfera mais quente é capaz de armazenar mais água e conservar uma parcela maior após o evento chuvoso.

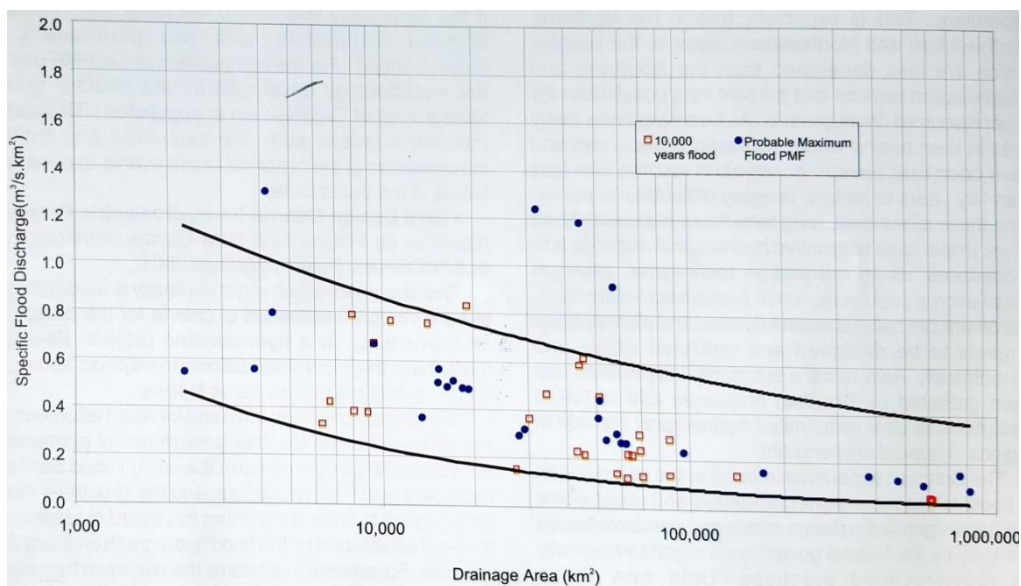
A utilização da PMP nestes critérios é problemática no Brasil. O monitoramento climatológico no Brasil é esparso, e pouco disponível nas áreas dos projetos de mineração, o que tende a levar à utilização de métodos estatísticos para a definição da PMP, tal como o proposto por Hershfield (1961 apud WMO, 2011<sup>3</sup>). Neste caso, a estimativa da PMP usa fatores de frequência, sem diferença em relação a uma análise de frequência. É opinião dos autores que a análise é frequência baseada em séries extensas (30 anos ou mais) tem qualidade superior a este método. Portanto, propõe-se adotar apenas a adoção do critério estatístico apoiado em análise de frequência.

O CBDB/ICOLD (2002)<sup>4</sup> comparam vazões obtidas por estes métodos no gráfico a seguir, em que se observa que os valores se encontram na mesma ordem de grandeza, ou seja, seriam valores equivalentes obtidos por métodos equivalentes. Por este motivo, dada a simplicidade da análise de frequência, sugere-se adotar este critério ao invés da PMP.

<sup>2</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.028. MINERAÇÃO – Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água - Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

<sup>3</sup> World Meteorological Organization – WMO. Guidelines for the estimation of Maximum Probable Precipitation. 2011

<sup>4</sup> CBDB / ICOLD. Large Brazilian Spillways: An overview of Brazilian practice and experience in designing and building spillways for large dams. Rio de Janeiro: CBDB/ICOLD, 2002.



Ademais, não fica claro se de deverá ser considerado na verificação, a borda livre.

**Proposição de Nova Redação:**

Excluir da redação: “a que for mais restritiva para a duração crítica do sistema hidrológico avaliado.”

Incluir Parágrafo único: Nas verificações do sistema extravasor deverá ser considerado a manutenção de borda livre acima do nível d’água maximum maximorum.

**f) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

“Art. 41. O empreendedor, ao ter conhecimento de uma situação de emergência expressa no art. 40, deve avaliá-la e classificá-la, por intermédio do coordenador do PAEBM e da equipe de segurança de barragens, de acordo com os seguintes Níveis:

I. Nível de Alerta

i. Quando identificada situação descrita no inciso I do art. 40

II. Nível de Emergência 1 – NE1

- i. Quando a barragem de mineração estiver com a Categoria de Risco Alto, ou
- ii. Quando for detectada anomalia com pontuação 6 na mesma coluna em EIR seguidos; ou
- iii. Quando for detectada anomalia com pontuação 10 no EIR; ou
- iv. Quando situação elencada no § 1º do art.5º desta Resolução; ou
- v. Quando o Fator de Segurança drenado estiver entre  $1,3 \leq FS < 1,5$  ou Fator de Segurança não drenado de pico estiver entre  $1,2 \leq FS < 1,3$ ; ou
- vi. Para qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura.”

**Comentário / Justificativa:**

O item v do artigo 41 atribui o Nível de Emergência 1 com o cálculo dos Fatores de Segurança. Porém, a tomada de decisão e avaliação de segurança da estrutura não poderá ser feita simplesmente pelo cálculo direto dos fatores de segurança visto que poderá haver dúvidas sobre a interpretação dos parâmetros de resistência, condições de nível de água etc. podendo levar ao acionamento do Nível 1 sem mesmo haver uma situação real de risco.

**Proposição de Nova Redação:**

Excluir da redação o item v mantendo o item iv que já deixa bem claro sobre qualquer situação que possa comprometer a segurança da estrutura.

**g) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*“ Art. 61. Somente se admite na ZAS das localidades pertencentes a poligonal da área outorgada ou em áreas averbadas em títulos minerários, próprios ou de terceiros, contemplando as áreas de lavra e de beneficiamento, a permanência de trabalhadores estritamente necessários ao desempenho das atividades de operação e manutenção e obras de alteamento ou reforço da barragem ou de estruturas e equipamentos a ela associados. ”*

**Comentário / Justificativa:**

A redação proposta remeterá futuramente a obrigação do empreendedor garantir que nenhuma pessoa possa acessar a ZAS, exceto se estiver envolvido na operação da barragem. Porém, devido a extensão da área da ZAS, esta obrigação poderá tornar-se inviável e gerar a possibilidade de descumprimento desta Resolução.

**Proposição de Nova Redação:**

Exclusão completa do Artigo.

**h) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*“Art. 63. Com vistas a minimizar o risco de rompimento, em especial por liquefação, das barragens alteadas pelo método a montante ou por método declarado como desconhecido, o empreendedor deverá:...”*

**Comentário / Justificativa:**

Outros mecanismos de ruptura poderão desencadear a instabilidade das barragens construídas pelo método de montante.

**Proposição de Nova Redação:**

Excluir do texto: “em especial por liquefação”

**i) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*“Art. 66. Para integrar o CNTBM, os profissionais devem atender aos seguintes requisitos mínimos, além de:*

*I. No que se refere a habilitação profissional, ter:*

- a. *Especialização, mestrado ou doutorado em geotecnia de barragens ou segurança de barragens ou equivalente, reconhecida pelo MEC; ou*
- b. *Especialização, mestrado ou doutorado em hidrologia ou hidráulica, reconhecida pelo MEC;*  
e
- II. *Ser membro de organização profissional reconhecida que possua código de ética devendo seguir tal Código de Ética deste Conselho*
- III. *Ter experiência em estudos, projetos, planos, manuais de dimensionamento, implantação, segurança, recuperação, manutenção ou operação de barragens;*
- IV. *Ter conhecimento detalhado de manuais utilizados no Brasil e em outros países sobre “Avaliação da Segurança de Barragens” e “Inspeção de Barragens”; e*
- V. *Ter conhecimento das normas de segurança de barragens exigidas pela legislação brasileira assim como das normas e recomendações nacionais e internacionais”*

**Comentário / Justificativa:**

A redação proposta no artigo 66 não especifica se todos os requisitos devam ser atendidos ou somente alguns deles.

Além disso, prioriza a formação (independente da qualidade da formação) mais que a experiência prática. Especialização, mestrado ou doutorado em geotecnia de barragens ou segurança de barragens são cursos novos no mercado brasileiro e os profissionais que têm esse título talvez não possuam a experiência de um geotécnico na qual seu mestrado ou doutorado apresenta o título mestre em Engenharia Civil. Sendo assim, a redação proposta exclui os profissionais de grande experiência e qualificação pois seus títulos de formação não especificam a disciplina de geotecnia de barragens.

Mais ainda, da forma como apresentada, a proposta exclui profissionais que se formaram ou se especializaram em universidades reconhecidas internacionalmente, mas não buscaram o reconhecimento destes títulos no Brasil, e ainda aqueles profissionais com extensa experiência e atuação, mas que porventura nunca formalizaram estudos de especialização.

Neste ponto, a possibilidade de uma avaliação de currículos de profissionais que porventura não se enquadrem nos requerimentos propostos poderia ser incluída como forma de comprovação de qualificação para integrar o proposto CNTBM.

Em outra instância, existem dúvidas de como será comprovado o “conhecimento detalhado de manuais e normas” para compor a documentação a ser apresentada durante o cadastro do profissional junto ao CNTBM.

**Proposição de Nova Redação:**

Excluir da redação: “a”: *de barragens ou segurança de barragens ou equivalente.*

Excluir da redação: “III. *Ter experiência em estudos, projetos, planos, manuais de dimensionamento, implantação, segurança, recuperação, manutenção ou operação de barragens;*

IV. Ter conhecimento detalhado de manuais utilizados no Brasil e em outros países sobre “Avaliação da Segurança de Barragens” e “Inspeção de Barragens”; e

V. Ter conhecimento das normas de segurança de barragens exigidas pela legislação brasileira assim como das normas e recomendações nacionais e internacionais”

Incluir na redação:

- a. Especialização, mestrado ou doutorado em geotecnia, hidrologia ou hidráulica, reconhecida pelo MEC; ou
- b. Especialização, mestrado ou doutorado em geotecnia, hidrologia ou hidráulica em universidades internacionais e submissão de currículo para análise, que comprove a experiência ou atuação nacional ou internacional em aspectos relacionados a barragens de mineração.

**j) Minuta de Resolução ANM n° 3039047**

*“Art. 72. §2º O EdR deverá ser externo à empresa, não deverá compor a equipe de manutenção e operação da barragem, não poderá ser o projetista da estrutura e tampouco o emissor da RPSB.*

**Comentário / Justificativa:**

A proposta apresentada na minuta da ANM exclui o Projetista como EdR, o que não é necessariamente a prática internacional. O próprio Padrão Global da Indústria para a Gestão de Rejeitos (ICMM, 20205) descreve o EdR como:

*“Empresa de engenharia qualificada responsável por confirmar que a estrutura de disposição de rejeitos foi projetada, construída e desativada com a devida atenção à integridade da instalação e que ela está em conformidade com a legislação, estatutos, diretrizes, códigos e padrões aplicáveis e os observa. O Engenheiro de Registro pode delegar responsabilidades, mas não a de prestar contas e ser responsável pela sua função. Em algumas jurisdições altamente reguladas, principalmente no Japão, a função de EdR é desempenhada pelas autoridades regulatórias responsáveis”.*

Cabe ressaltar que o EdR não poderá ser confundido por um auditor ou revisor independente ou até mesmo responsável pela operação da estrutura. Mas sim, um profissional qualificado e inserido no quadro da empresa contratada para assumir a função de EdR com objetivo de garantir a aderência ao processo de gestão de segurança da estrutura bem como minimizar eventuais riscos.

O EdR atua como um conselheiro do proprietário e dos acionistas assegurando que a estrutura em operação está em níveis de risco aceitáveis. E é recomendável pelas práticas internacionais de que ele seja inserido no processo desde a fase de projeto até o descomissionamento da estrutura. Estruturas que porventura o EdR não elaborou o projeto e/ou acompanhou a implantação, requer uma análise detalhada de da estrutura antes mesmo do seu aceite para tal função.

No ICMM, são também apontadas as principais responsabilidades do EdR:

- Responsável pela elaboração do Relatório de Base do Projeto

---

<sup>5</sup> ICMM, 2020. Padrão global da indústria para a gestão de rejeitos. Minuta final. International Council on Mining and Metals.



- Responsável pelo projeto;
- Responsável pela elaboração do relatório do projeto;
- Responsável pelas revisões de construção e desempenho;
- Responsável pela elaboração do Relatório de Avaliação de Alterações;
- Responsável, juntamente com o RTER, pela elaboração do Relatório de Registros de Construção;
- Apoia o RTER na elaboração do Manual de Operações, Manutenção e Vigilância.

Recentemente no GeoMin/2021<sup>6</sup>, o professor Luiz Valenzuela colocou adequadamente que o projetista é o profissional que melhor conhece as peculiaridades da estrutura e das premissas colocadas para seu projeto e construção, sendo por este motivo, o profissional com todas as condições para acompanhar a vida da estrutura e eventuais demandas para a garantia da sua estabilidade. Esta é prática mais adotada nos países em que ele presta consultoria.

Adicionalmente, o Guia de Boas Práticas sobre EdR elaborado pela GBA, 2018<sup>7</sup>, em que definem o que chamam de *EoR During the Design Phase (ou Designer of Record, DoR)*, que em linhas gerais seria o que comumente chamamos de ATO (Acompanhamento Técnico de Obra), ou seja, trata-se de acompanhamento do projetista para garantir que o projeto seja implantado de forma aderente ou, em caso de necessidade de alteração, que esta seja aprovada imediatamente.

Neste mesmo documento, está definido também o termo “*EoR During Construction and Operations*, (EdR Durante a Construção e Operações) e opinam que: “*An arrangement of the DoR continuing as the EoR during construction and into operations is viewed to be highly preferred, provided the DoR has the associated capabilities and experience with construction and operations of TSFs*” (“Um arranjo do EdR continuando como o EdR durante a construção e nas operações é visto como altamente preferido, desde que o EdR tenha as capacidades e experiência associadas com a construção e operações de Estruturas de Contenção de Rejeitos”, em tradução livre).

Mais ainda, a GBA indica que:

“*To the degree possible, maintaining a qualified EoR throughout the design, construction, and operations phases, as well as into closure and post-closure, can provide significant value to the Owner and is a common arrangement in the industry. GBA maintains that this arrangement is also preferred*” (ou, em tradução livre, “Na medida do possível, manter um EdR qualificado ao longo das fases de projeto, construção e operações, bem como no fechamento e pós-fechamento, pode fornecer um valor significativo para o empreendedor e é um arranjo comum na indústria. A GBA mantém que este arranjo é também preferido”).

Com isto, além de ser a prática mais comum da indústria na América do Norte, a utilização do EdR como projetista é a sugestão do GBA, organização que tem se dedicado a este tema há bastante tempo.

<sup>6</sup> GeoMin – evento organizado pela ABMS que trata especificamente sobre assuntos relacionados Geotecnia aplicada à Mineração

<sup>7</sup> GBA, 2018. Proposed Best Practices for the Engineer of Record (EOR) for Tailings Dams. Geoprofessional Business Association, October, 2018.

Segundo esclarecido pelo Geotécnico Jean Pierre Remy, existe um código de práticas de engenharia na França denominado “Missões Francesas”, que embora não utilize o termo EdR, sugere a presença do projetista em todas as fases da obra, defendendo com isto que o EdR seja o próprio projetista.

Somam-se ainda a estas opiniões, às dos engenheiros Paul Ridlen (Presidente Knight Piesold – EUA) e Christopher Hatton (Golder - Canadá), que também corroboram com o mesmo entendimento de que EdR deverá ser preferencialmente o projetista. Reforçamos que ambos são profissionais com larga experiência no tema, cujas empresas trabalham como EdR há bastante tempo.

**Proposição de Nova Redação:**

Excluir da redação para o §2º o texto: “*o projetista da estrutura*”.