

A TRAGÉDIA DE BRUMADINHO E OS LIMITES DA ÉTICA NA ENGENHARIA CIVIL

Bernardo Felipe Estellita Lins¹

I don't ask for much

I only want trust

And you know it don't come easy

(dos versos de It Don't Come Easy – Starkey e Harrison)

Resumo

O artigo discute as falhas de avaliação relacionadas com o rompimento da barragem B1 da mina de Córrego do Feijão, ocorrida em janeiro de 2019. O desastre resultou em cerca de 300 vítimas, a maior parte empregados da Vale, controladora da mina. As suas implicações para a ética profissional da engenharia são importantes. O engenheiro deve-se pautar tanto pela solidez do conhecimento técnico quanto pela compreensão de que a engenharia é uma disciplina em permanente evolução, envolvendo riscos importantes mesmo em situações aparentemente sob controle.

Palavras-chave: Engenharia civil; ética profissional; responsabilidade técnica

¹ Engenheiro civil e doutor em economia pela Universidade de Brasília. Consultor Legislativo aposentado da Câmara dos Deputados. Membro da Academia Brasileira da Qualidade.

Abstract

We discuss appraisal failures related to the tailings dam rupture that occurred in 2019, in the area of the Córrego do Feijão mine. The disaster resulted in nearly 300 victims, most of them employees of Vale, the mine proprietor. The ethical implications for the engineering discipline are examined. The engineer has to rely on a consistent body of knowledge, but also be aware that all techniques are in a continuous process of development, and important risks may arise, even in situations that are apparently under control.

Keywords: Civil engineering, professional ethics, technical responsibility

INTRODUÇÃO

Ao longo do ano de 2019, a Câmara dos Deputados conduziu, mediante uma comissão externa e uma comissão parlamentar de inquérito, um exame pormenorizado das causas, das responsabilidades e das implicações do rompimento da barragem B1 da mina de Córrego do Feijão, na localidade de Brumadinho, em Minas Gerais. O desastre foi também acompanhado por comissões congêneres no Senado Federal, na Assembleia Legislativa de Minas Gerais, na Câmara Municipal de Belo Horizonte e na Câmara Municipal de Brumadinho. Foram conduzidas, ainda, extensas investigações pelos órgãos de segurança pública envolvidos na apuração dos fatos e responsabilidades.

Tratava-se, como foi amplamente repercutido na imprensa, de uma tragédia de grandes proporções, que vitimou 272 pessoas, a maior parte das quais era empregada pela Vale S.A., controladora da mina. Além dessa perda dramática em termos de vidas humanas, o rompimento resultou na liberação de cerca de 12,5 milhões de metros cúbicos de rejeitos que se espalharam no vale a jusante, com extensos danos ambientais, comprometimento do modo de vida de populações da área e prejuízos econômicos importantes. O desgaste da imagem pública da mineradora foi inevitável. A divulgação na imprensa elevou, também, a consciência do público a respeito dos

riscos envolvidos na mineração, até porque o desastre sucedeu a dois outros episódios semelhantes que também receberam extensa cobertura midiática, ocorridos em Itabirito e em Mariana (G1, 2014; Hatjel et al, 2017; Franco, 2019; Passarinho, 2019).

A mineração é indispensável à vida econômica e social. Por outro lado, trata-se de uma atividade arriscada, danosa ao meio ambiente e que compromete por longo tempo o uso da terra para outros fins. Cada mina representa uma escara na superfície terrestre que leva décadas, às vezes séculos, para se corrigir. Além do movimento de solo e da destruição da natureza local, o uso de produtos tóxicos para a separação dos minérios de valor econômico e seu beneficiamento é uma constante e representa um efeito deletério importante. A disposição de grandes volumes de rejeitos da mineração, muitas vezes contaminados com outros componentes, portanto, é um problema a ser tratado, limitando sua disseminação no meio ambiente.

Desde a década de 1930, a adoção de barragens para contenção de rejeitos de mineração tornou-se uma prática dominante. Barragens, no entanto, são estruturas complexas, de grandes dimensões, expostas a episódios climáticos e tectônicos extremos e cujo tamanho e uso vão se adequando às demandas técnicas e comerciais do empreendimento minerário. Não é surpresa, pois, que estejam sujeitas a incidentes graves e, de fato, um total de 257 rompimentos encontravam-se registrados nos principais bancos de dados internacionais do setor até 2022, resultando em cerca de 2.650 mortes e 250 milhões de metros cúbicos de resíduos contaminados liberados no meio ambiente. Cerca de metade desse volume e de 640 mortes estavam associados a incidentes ocorridos a partir de 2000 (Piciullo et al, 2022: 1).

Nesse contexto, o rompimento da barragem B1 é considerado, até o momento, o mais grave deste século. A circunstância de ter ocorrido com uma estrutura desativada, sem a observação de qualquer episódio externo que explicasse, como de início se imaginava,

uma súbita mudança de comportamento, contribuiu para a preocupação técnica com o episódio. Diversos estudos foram realizados para estabelecer explicações sólidas para o mesmo (Lumbroso et al, 2021; Rotta et al, 2022).

Esta comunicação não pretende discutir as consequências do desastre, já amplamente examinadas na cobertura da imprensa e em outros artigos aos quais remetemos o leitor interessado (Costa et al, 2020; Soares et al, 2020; Garcia et al, 2022; Piciullo et al, 2022; MAB, 2023). O enfoque deste texto é examinar as implicações para a ética profissional do engenheiro e sua responsabilização, relacionadas com as falhas de decisão que foram sendo evidenciadas nos depoimentos das comissões da Câmara dos Deputados.

Para manter a análise na trilha pretendida, os nomes das pessoas envolvidas nos episódios relatados serão limitados ao estritamente necessário, mas os depoimentos na CPI foram registrados e são públicos, estando à disposição daqueles que desejarem se aprofundar no tema (Câmara dos Deputados, 2019).

Para tal, o texto está organizado como se descreve a seguir. Na próxima seção, as características gerais da barragem B1 são apresentadas e o histórico do rompimento é brevemente comentado. A seguir, descreve-se o acompanhamento da barragem. Na seção 4, discute-se o aprendizado a que se chegou com a análise subsequente da ruptura. Na seção 5, examinam-se as falhas de avaliação constatadas e algumas questões éticas correlatas. Apresentam-se, enfim, algumas considerações finais.

HISTÓRICO DA BARRAGEM B1 DA MINA DE CÓRREGO DO FEIJÃO

A barragem B1 da mina do Córrego do Feijão era uma barragem de terra destinada à contenção de resíduos de mineração de

ferro. Havia sido inicialmente construída em 1976, com 18 metros de altura, pela empresa Forteco, que detinha a concessão da mina à época. Ao longo da vida útil, totalizou dez alteamentos a montante em diversos períodos, alcançando uma altura de 86 m., com um volume final de cerca de dez milhões de metros cúbicos de contido.

Há diversas formas de proceder ao alteamento de uma barragem (figura 1). O alteamento feito a jusante consiste na construção de uma parede abaixo da barragem para estender sua capacidade de armazenamento (a). Quando feito por linha de centro aproveita-se a construção existente para elevar a barragem, mantendo o eixo de equilíbrio da estrutura (b). Já o alteamento a montante consiste em apoiar a estrutura adicional sobre o próprio resíduo armazenado, que se supõe firme e capaz de sustentar o peso do armazenamento adicional. A própria parede da barragem, em alguns casos, é montada com material oriundo de rejeitos de mineração (c). Esta última é a modalidade mais arriscada de alteamento, pois uma liquefação do contido pode transmitir a carga sobrejacente, pressionar a estrutura e provocar o rompimento. Tem sido também a modalidade construtiva mais utilizada e a B1 foi alteada dessa forma.

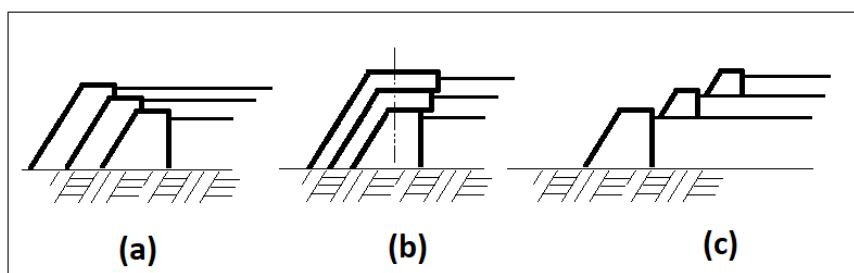


Figura 1 – Modalidades de alteamento de barragens de rejeito

Fonte: elaboração própria.

Após a construção do dique inicial, com 18 m de altura da crista, a barragem B1 passou por outros nove processos de alteamento, que envolveram a construção de 14 diques. O primeiro destes

alteamentos, realizado entre 1982 e 1990, consistiu na construção de cinco estruturas previstas na concepção inicial, elevando a barragem até uma altura de 36m.

Entre 1991 e 2000, outros quatro ciclos de alteamento, com cinco diques, elevariam a barragem a 60 m. Em 2001 a Vale S.A. adquiriu o controle da mina e a integrou a outras operações na mesma área, compondo o complexo minerário de Paraopeba. Entre 2003 e 2013, outros quatro alteamentos elevariam a barragem até a altura final de 86 m que exibia quando do seu rompimento.

Ao longo da vida da barragem B1 houve a necessidade de outras intervenções na estrutura e adaptações no projeto de seus alteamentos. Em 1983 já havia referências esparsas a respeito da ocorrência de surgências de água no maciço da barragem. Por esse motivo, em 1984 o dique inicial foi envelopado, ou seja, recoberto com material a jusante. No projeto do quarto alteamento, realizado em 1995, foi constatado que o fator de segurança da estrutura não atendia ao recomendado pela norma técnica, sendo projetado um recuo (berma) de largura variável, para melhorar sua estabilidade. Observou-se, também, que ocorriam outras surgências em um dique. Optou-se, novamente, por envelopar a parte da barragem já existente (Brasil, 2019: 31, 36).

Em certa medida essas decisões eram tomadas em um ambiente de informação limitada, porque já não estava disponível o projeto executivo detalhado do dique inicial e dos primeiros alteamentos. Os engenheiros desconheciam os detalhes da estrutura e do subsolo que lhes permitissem um tratamento exato dos problemas observados. Estes se concentravam em três temas principais: excesso de líquido acumulado no contido, problemas com a percolação (ou seja, a passagem filtrada de líquido) nos diques e ocorrência de surgências na estrutura (Brasil, 2019: 21, 28-29).

Em 2015 a Vale S.A. incluiu, no âmbito de processo de licenciamento ambiental junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e

Desenvolvimento Sustentável (Semad/MG), procedimento para esvaziamento e tratamento do contido da barragem B1.

A barragem B1 encontrava-se inativa desde julho de 2016, não recebendo conteúdo. Havia um projeto em estudo para que esta fosse descomissionada, ou seja, colocada em condições de estabilidade de longo prazo. Em 2018 encontrava-se constituído e atuante um grupo de trabalho para o descomissionamento da B1, com consultoria da certificadora alemã TÜV SÜD (Brasil. 2019: 18-34; Câmara dos Deputados, 2019: 54, 59, 67-69).

Aquele ano, que antecedeu ao rompimento, foi particularmente problemático. Diversos incidentes foram identificados e tomou-se a decisão de intervir de modo mais acentuado na barragem, com a realização, em junho de 2018, de drenos horizontais profundos (dutos com filtros), que permitissem o escoamento de líquido e uma secagem do contido. Um desses drenos apresentou problemas ao ser perfurado, com extravasamento da água injetada em um local acima da perfuração, sugerindo a ocorrência de fratura hidráulica, forçando a suspensão do procedimento.

Nas semanas que antecederam o rompimento, optou-se também por atualizar o sistema de monitoramento, implantando-se uma rede local para integrar os dados dos piezômetros e instalando nas proximidades da barragem um radar interferométrico para acompanhamento preciso da sua geometria. Os dados fornecidos pelos equipamentos, de imediato, surpreenderam os engenheiros. Havia registros de pressões negativas no interior da barragem e de movimentação do maciço. Tais informações foram consideradas incorretas em decorrência dos equipamentos se encontrarem em fase de testes.

No dia 25 de janeiro de 2019, às 12:28 h., a barragem B1 se rompeu. Em sequência, duas barragens menores, a B-IV e B-IV-A, também se romperiam. Um total de 12,5 milhões de metros cúbicos de lama iriam se espalhar, alcançando o rio Paraopeba.

As mortes, em sua maioria, ocorreram porque a Vale S.A mantinha uma unidade operacional logo abaixo da estrutura e uma unidade administrativa e um refeitório a cerca de mil metros de distância a jusante da barragem, dentro da área da mancha de inundação. Não houve alarme sonoro, mas, de qualquer modo, a onda de enchente percorreria essa distância em um minuto e meio, havendo pouca chance das pessoas seguirem uma rota de fuga. A altura da onda, segundo testemunhos, pode ter alcançado os dez metros (Franco, 2019).

PROCEDIMENTOS DE ACOMPANHAMENTO DA BARRAGEM

A barragem B1 compunha o estoque de barragens acompanhadas regularmente pela Vale S.A. A estrutura estava instrumentada com piezômetros e marcos topográficos. O acompanhamento era monitorado por um engenheiro responsável pela manutenção e uma engenheira que supervisionava a inspeção.

A Vale mantinha um registro de ocorrências observadas na B1, que era submetido, junto com os registros das demais estruturas, ao acompanhamento da alta direção da empresa. Em nível corporativo, esses dados eram observados no seu agregado. Localmente, o gerente executivo do complexo de Paraopeba acumulava a responsabilidade gerencial pela barragem. Ademais, uma equipe corporativa de geotecnia acompanhava o andamento da manutenção em nível consultivo. A empresa TÜV SÜD já prestava assessoramento a essa organização gerencial quando a licença para o descomissionamento da B1 seria solicitada, em 2015.

Os dados da B1, em conjunto com as demais barragens da Vale, eram apresentados semestralmente a um painel de especialistas independentes que se reunia para identificar situações em que o

risco de rompimento ou de outros incidentes menores devesse ser considerado, recomendar intervenções corretivas nas estruturas que apresentassem problemas e prestar esclarecimentos técnicos quanto a procedimentos de manutenção (Brasil, 2019: 17; Câmara dos Deputados, 2019: 364-371).

A barragem recebia uma classificação de risco prevista em lei e era também caracterizada, tecnicamente, por um fator de segurança.

A classificação de risco, prevista na Lei nº 12.334, de 2010, consiste na atribuição de uma categoria de risco e de um dano potencial associado à barragem. Ambos os indicadores possuem três níveis, baixo, médio e alto. Essa caracterização deve ser aplicada a barragens com altura superior a 15 m., ou volume do reservatório acima de três milhões de metros cúbicos, que contenha resíduos perigosos, cujo dano potencial associado seja médio ou alto, ou cuja categoria de risco seja alta (art. 1º, parágrafo único). A barragem B1 enquadrava-se nos quatro primeiros critérios.

Para a atribuição da categoria de risco consideram-se as características técnicas da estrutura, seu estado de conservação e a existência de plano de segurança da barragem. Para determinar o dano potencial associado, avalia-se o potencial de perdas de vidas humanas e os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes de uma eventual ruptura da barragem (art. 7º).

Segundo a classificação atribuída em 2017 pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, hoje Agência Nacional de Mineração, a B1 enquadrava-se em categoria de risco baixa e dano potencial associado alto (Brasil, 2019: 17).

Já a adoção do fator de segurança (FS) é recomendada pela norma técnica NBR 13028 para a determinação da estabilidade física do maciço da barragem (item 5.4.10). Sua estimação envolve procedimentos de amostragem de material e de cálculo relativamente complexos, que demandam um conhecimento apropriado de geotecnia, e devem ser realizados por profissional qualificado em projeto de

barragens. Em linhas gerais, o fator de segurança expressa a relação entre a resistência da estrutura e as cargas impostas sobre a mesma. Admite-se como segura uma barragem cujo fator de segurança seja maior ou igual a 1,5 em condição normal de operação. O cálculo do FS deve ser refeito periodicamente, pois é afetado pelas condições da estrutura e do contido. Se houver degradação das condições da barragem, com redução do FS, pode ser necessário proceder a intervenções para melhorar sua drenagem ou reforçar sua estrutura, de modo a recuperar sua condição operacional.

A barragem B1 teve um histórico insatisfatório em termos de segurança. Em 1991, por ocasião do terceiro alteamento, seu FS já se encontrava abaixo de 1,3, nível que demanda atenção. Ao final da vida útil, chegou a estar próximo de 1, sinalizando uma possível ruptura. O encerramento da utilização da barragem em 2016 foi determinado por razões de segurança, havendo ainda capacidade de acumulação de rejeitos no último alteamento (Câmara dos Deputados, 2019: 96-98).

PROCESSO DE ROMPIMENTO: O QUE APRENDEMOS COM SUA ANÁLISE

O histórico repleto de vicissitudes não é exclusividade da B1. Um bom número de barragens e, mais recentemente, de pilhas de rejeitos enfrentaram ciclos de vida complexos, em que intervenções de manutenção mais ou menos incisivas se fizeram necessárias. Acompanhar uma dessas estruturas é uma tarefa de dedicação em tempo integral.

O estudo do rompimento em Brumadinho propiciou avanços na boa técnica da avaliação de segurança de barragens. Além dos aspectos levantados nas comissões e que descrevemos sucintamente nas seções precedentes, foi constatado que a inexistência de uma

drenagem de fundo adequada e a acumulação de rejeitos muito finos e pouco permeáveis mantiveram o nível da água no contido, submetendo partes da estrutura a uma carga muito elevada. O rejeito mais antigo era friável, devido à oxidação do ferro residual, estando sujeito a fragmentação, com perda súbita de resistência. Como a barragem era marginalmente estável devido à inclinação muito acentuada dos últimos alteamentos, havia variações de carga que não eram tratadas apropriadamente pelos métodos de cálculo de estabilidade mais usuais. Embora a barragem estivesse desativada e a carga fosse constante, havia em andamento um processo de desagregação do material, que resultou em um rompimento súbito (Robertson et al, 2019; Williams, 2021: 7-8).

Toda tragédia tem múltiplas causas. Algumas são importantes, outras secundárias. No caso do rompimento da barragem B1, diversas decisões tomadas pela Vale S.A. ao longo do ciclo de uso da estrutura provavelmente contribuíram para o desastre. A barragem apresentava problemas de estabilidade desde 1991, quando possuía metade da altura final. O risco de liquefação do contido era voz corrente e foi objeto de estudos independentes desde 2010. A B1 foi usada para clareamento da água posteriormente transferida à barragem B IV, o que pode ter contribuído para manter o nível da água do contido. Nesse sentido, os alteamentos da barragem B1 a partir de 1991 podem ser vistos, à luz das evidências constatadas, como atos de temeridade técnica.

Em 2018 a Vale sabia que a barragem B1 operava com fator de segurança de 1,09, muito abaixo do recomendado pela norma. No entanto, quando solicitou licença para seu descomissionamento, declarou na documentação um fator de 1,5. A TÜV SÜD também sabia que havia possibilidade real de ocorrer liquefação, mas, mesmo assim, emitiu, em junho e em setembro de 2018, declarações que atestavam a estabilidade da barragem. Os problemas com a instalação de drenos e o extravasamento de lama e água de junho de 2018

foram ocultados da ANM. Os alertas fornecidos pelos piezômetros e pelo radar interferométrico nos dias que antecederam o rompimento foram ignorados (Câmara dos Deputados, 2019: 43).

Destaque-se que a Vale dispunha de ampla documentação sobre o comportamento da barragem B1, em vista do monitoramento geotécnico, obtidos com os instrumentos de auscultação da barragem e com os relatórios de inspeção de campo. A equipe, no período imediatamente anterior ao rompimento, mostrou-se incapaz de compreender esses dados e recomendar as decisões preventivas que teriam salvado vidas (Câmara dos Deputados, 2019: 376).

A decisão de recomendar a execução de um plano emergencial, que incluísse o deslocamento de moradores e empregados que estivessem na área da mancha de inundação, estava nas mãos dos engenheiros e gestores responsáveis pela operação da mina, segundo os depoimentos colhidos. Nem eles, nem a linha de comando e gestão, tomaram qualquer decisão nesse sentido. O que ocorreu?

FALHAS DE AVALIAÇÃO E INADEQUAÇÃO ÉTICA

A Vale S.A mantinha em sua diretoria do corredor sul, que inclui o complexo de Paraopeba, procedimentos de compliance usualmente considerados apropriados. No caso da barragem B1, dispunha de uma equipe de manutenção e vistoria que se reportava ao gerente da unidade, de uma assessoria de geotecnia corporativa com a qual estes se reuniam mensalmente e trocavam informações quando necessário e de um painel de especialistas externos que acompanhava as atividades semestralmente. A alta direção era informada regularmente de indicadores-chave da operação. Havia documentação apropriada em termos de planejamento de emergência.

Infelizmente, nada disso serviu para evitar o desastre com a barragem B1 e a morte de quase trezentos colaboradores e prestadores

de serviços da empresa. As falhas gerenciais ocorreram em um grau mais fundamental e envolveram quatro aspectos claramente identificados durante as investigações e depoimentos relativos ao incidente.

O primeiro erro diz respeito à irresponsabilidade da alta administração corporativa e da gerência da mina, ao manter instalações com grande número de servidores a uma distância curta a jusante da barragem, dentro da mancha de inundação. Ficou evidenciado, quase que por simples observação, que as pessoas não teriam como escapar da onda de rejeitos. Os poucos sobreviventes seguiram um comportamento instintivo, distinto da previsão de rotas de fuga programadas, e tiveram uma sorte incrível.

Não há como saber os motivos que levaram a empresa a manter essas instalações, mas uma combinação de hábitos, de resistência a enfrentar os custos de um remanejamento de edificações e de omissão da equipe técnica facilitaram essa decisão. A possibilidade, no entanto, era vislumbrada pelas pessoas que circulavam na área, como mostra o seguinte depoimento:

E quando eu estava saindo de casa, meu pai falou comigo: “Ô, Fernando, ô, filho, você que fica na ITM, fica na parte mais alta, que aquela barragem está igual a uma bomba. Aquilo está condenado. Ela vai estourar a qualquer hora. Qualquer barulho, você corre sentido a 14B.” A 14B é onde tem um pre-dinho ali, do lado da barragem B6. Eu mesmo não levei muito a sério, não, sabe? Falei assim: “Aquilo não estoura”. Mas o pai tinha um conhecimento (Câmara dos Deputados, 2019: 210).

O pai do depoente, lamentavelmente, morreu no rompimento da B1. O filho estava de folga naquele dia e sobreviveu. “Morreu almoçando, coitado”, lamentaria.

O segundo aspecto era o falseamento de indicadores e omissão de informações. Embora as informações técnicas a respeito da barragem circulassem adequadamente na empresa, os números fornecidos

às autoridades minerárias e ambientais eram incorretos, ou estavam mascarados por declarações e certificados enganadores:

Toda essa ocorrência que houve foi reportada a todos os consultores. Nós fizemos uma avaliação com os especialistas da própria Vale nos dias da ocorrência, para que eles vissem tudo o que tinha sido feito. Reportamos tudo, em termos de todo o monitoramento que foi feito, de meia em meia hora, dos instrumentos, todas as leituras de instrumentação, todas as fotografias de tudo o que foi feito, e tudo foi validado. Ai, quando vem a auditoria de setembro de 2018, a estrutura recebe a declaração de estabilidade, mostrando que ela estava na condição de retornar à normalidade da operação (Câmara dos Deputados, 2019: 193).

Esse trecho levanta também o terceiro aspecto, a postura eticamente dúbia de prestadores de serviços. Três práticas recorrentes foram observadas: a superposição de funções conflitantes nos contratos de prestação de serviços (uma empresa realizando tarefas que implicam em conflito de interesses, por exemplo auditar em um contrato e executar em outro), o acerto entre consultorias (para realizar atividade conjunta em conflito com outros contratos em que uma destas compete com a outra) e a adequação a condições negociais duras e incompatíveis com as exigências de uma tarefa ou com a boa prática, impostas pela Vale (por exemplo, redução de número de ensaios, simplificação de procedimentos, mascaramento de evidências, emissão de laudos inadequados).

Cabe, ainda, mencionar um quarto aspecto, informado por diversos depoentes: a omissão na tomada de decisão por diversas pessoas na empresa, revelando um clima de gestão pelo temor. Como comentou um depoente, “a barragem estava na iminência de estourar 6 ou 7 meses atrás. E eles com medo de parar e perder emprego, olha no que deu!” (Câmara dos Deputados, 2019: 211). Em relação aos engenheiros e à área operacional da mina, por exemplo, competiria a

eles dar início à execução do plano de ação de emergência para barragens de mineração (PAEBM) da B1, já distribuído em meados de 2018, e não o fizeram, por exemplo, após a fratura hidráulica na colocação dos drenos horizontais profundos ou diante de indicadores alarmantes nos dias que antecederam o rompimento:

Ressalto que a aplicação e execução do PAEBM em cada barragem é feita de maneira específica e independente pela área operacional de cada mina. Gostaria ainda de reforçar que o documento técnico PAEBM tem caráter preventivo, de maneira a dar a efetividade aos objetivos nele previstos, sendo de responsabilidade exclusiva da área operacional a sua aplicação e execução dos procedimentos nele previstos, por meio dos destinatários nomeados em cada mina, e que inclusive assinam os seus termos de responsabilidade individuais (Câmara dos Deputados, 2019: 220).

Um importante elemento subjacente à natureza das decisões erradas que foram tomadas deve ser buscado no substrato cultural da disciplina da engenharia e, em especial, da engenharia de minas. Essa cultura é herdada da tradição da disciplina, que remonta às guildas de construtores da Idade Média e é repassada no ensino da profissão. Há, em particular, pressupostos morais decorrentes dessa tradição que são repetidamente destacados: o culto à qualificação técnica, o reconhecimento da especialização, o respeito à hierarquia, a convivência com o risco, o pressuposto da neutralidade moral da tecnologia e o mérito social da profissão.

Em geral esses fundamentos, explicitados no código de ética da profissão, são vistos sob o enfoque positivo da valorização da profissão e se reproduzem com certa similaridade em outras categorias profissionais, sendo autoexplicativos. Não pretendemos aqui aprofundar a complexa análise da universalidade dos fatos morais e da sua aplicabilidade ao exercício profissional, mas apenas apontar que

estes carregam ônus a serem considerados. Dois aspectos merecem um comentário adicional.

Em relação ao respeito à hierarquia, cabe o comentário de que os ambientes em que a engenharia é exercida agregam pessoas das mais variadas qualificações e experiências, desde o operário focado no trabalho prático até o executivo concentrado na gestão do empreendimento. Há, portanto, interesses distintos que devem ser harmonizados para que os projetos se realizem dentro dos objetivos de qualidade e segurança apropriados.

Uma das implicações dessa complexa malha de relações é a de que a hierarquia e as linhas de comando são claras e há uma cultura de respeito enraizada nas pessoas. Mesmo nos casos em que uma gestão participativa e horizontal se encontra implantada, esse reconhecimento do direito de decidir e fazer se preserva. O engenheiro se vê como um prestador de serviços e sua lealdade está vinculada à relação fornecedor-cliente com o contratante. Tal enfoque dificulta a tomada de decisão autônoma em conflito com os interesses do empreendimento, mesmo em situações de impasse ético.

Outro pressuposto que merece um comentário é a convivência com o risco. Engenharia não é uma profissão para os fracos. O engenheiro, em especial o profissional que trabalha no campo, enfrenta constantemente situações em que fica exposto a riscos pessoais. E isso, em certa medida, faz parte da natureza da atividade. Procedimentos eventuais como descer em uma perfuração de tubulão para vistoriar sua execução, ser alçado por um guindaste até um ponto elevado de uma estrutura para visualizar uma falha, percorrer uma área que foi aterrada ou dinamitada para conferir sua estabilidade, entrar em um túnel em escavação, estão entre os muitos em que, apesar de uma proteção compatível com as normas técnicas aplicáveis, o profissional se expõe.

O bom profissional tem consciência dos riscos envolvidos e da proteção apropriada. Não deixa de executar a atividade de inspeção.

Os procedimentos de prevenção são desenhados e implantados a partir dos dados existentes e das conjecturas técnicas cabíveis. As atividades de avaliação e vistoria são indispensáveis precisamente para confirmar a eficácia do desenho e garantir a segurança dos demais trabalhadores e do público em geral. O hábito de conviver com o risco, no entanto, torna o profissional resiliente em situações limítrofes.

Tais atitudes, vinculadas à atividade profissional, podem ter levado engenheiros e gestores a retardar a informação à linha de comando, a deixar de disparar procedimentos de emergência que seriam custosos à empresa e a proteger o empregador em suas declarações e depoimentos posteriores, ainda que factualmente corretos. Reciprocamente, a Vale garantiu aos empregados uma defesa advocatícia apropriada e manteve um relacionamento cordial aos olhos do público com seus colaboradores indiciados.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES FINAIS

Revisitar a história do rompimento da barragem B1 da mina de Córrego do Feijão é lançar um olhar sobre um crime corporativo que permanece impune. Não pretendemos, neste texto, examinar as questões jurídicas em jogo, os argumentos oferecidos ou a narrativa dos envolvidos. Nosso foco foi o de examinar a relação entre as decisões individuais de alguns atores e a ética profissional a que se afiliam.

A ética, como disciplina que conduz um exame e uma construção de normas e critérios para a conduta humana, faz referência aos princípios morais que orientam nossa vida em sociedade e nossa interação com outras pessoas e com outros valores consagrados. O código de ética representa um guia simplificado e razoável para nos orientar no percurso da vida, em algum contexto específico da nossa atuação. Nem sempre as recomendações, as obrigações e as vedações

que dele emanam são imediatamente aplicáveis. Demandam reflexão e tomada de decisão do praticante.

A maior parte dos fatos da vida e das ações que realizamos não possuem peso moral, são neutras. Muitas são mera rotina do dia-a-dia. Os profissionais da Vale e de seus prestadores de serviços, porém, se confrontaram com uma conjuntura que exigiu deles decisões sobre fatos morais relevantes e seu fracasso se traduziu em uma tragédia de grandes proporções. Ainda que venham a ser inocentados pela justiça ou beneficiados pelo prazo alongado dos caminhos do judiciário, pesará sobre eles a dúvida, a culpa, a sombra da sua trajetória nesse episódio.

Abriu-se, em 2019, com as comissões parlamentares de inquérito do Senado Federal, da Câmara dos Deputados, das assembleias e câmaras de Minas Gerais e dos municípios atingidos, uma janela para combater problemas nas instituições de fiscalização, para aperfeiçoar legislações e para corrigir fragilidades regulatórias. Essa janela foi mal aproveitada. Vivemos neste momento um caminho inverso, de liberalização e leniência. Veremos uma repetição de tragédias em novos episódios?

Uma reflexão semelhante pode ser conduzida a respeito da ética nos negócios. Se o profissional técnico eventualmente se aventura no risco por uma questão de amoralidade, de conluio com o colega ou de lealdade com o empregador, o executivo procura o risco como um caminho para maximização dos ganhos, dentro de uma margem de acerto. Errar está dentro da sua perspectiva. Supervisionar o empreendimento e deter controle sobre os colaboradores assegura o grau necessário de convergência de vontades e esforços para melhorar as chances de sucesso.

Contrariamente ao que se busca apontar nesses casos, diante de um fracasso, a culpa não está eximida. O aprendizado não inocenta. O controle sobre os colaboradores reforça a responsabilidade gerencial pelo episódio. A alegação de desconhecimento dos fatos por

parte do gestor é intolerável, porque a omissão em informar decorre da modalidade de gestão imposta na empresa. Ademais, decisões cuja inadequação salta aos olhos dispensam assessoramento. Deixar centenas de funcionários expostos ao risco ao pé de uma barragem instável é uma delas. Morreram porque nada foi feito para protegê-los.

A essência do poder é poder fazer. A responsabilidade do poder é fazer certo. O preço do poder é assumir o ônus do erro. A sociedade brasileira continua, anos após o desastre, à espera desse desfecho. Simples assim.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13028: Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT. 2017.

ALVES, Elizeu B. Gestão de espaço de fala e análise das condições de produção de versões sobre um crime corporativo: o caso do rompimento da Barragem B1 da Vale S/A em Brumadinho (MG). *Organizações & Sociedade*, 30(104), 145- 178. 2023.

BRASIL. Ministério da Economia/Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. Relatório de Análise de Acidente de Trabalho – Rompimento da barragem B I da Vale S.A. em Brumadinho/MG em 25/01/2019. Brasília: Ministério da Economia. 2019. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/acidentes-de-trabalho-informacoes-1/relatorio_analise_acidentes_brumadinho.pdf.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação

de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. DOU, 21/9/2010.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Comissão Parlamentar de Inquérito destinada a investigar as causas do rompimento da barragem de mineração Mina Córrego do Feijão, da empresa Vale S.A., situada no município de Brumadinho, no Estado de Minas Gerais, ocorrido em 25/1/2019, bem como apurar responsabilidades por esse sinistro e avaliar formas de minorar os riscos da ocorrência de novos acidentes (CPIBruma). Relatório Final da CPI. Brasília: Câmara dos Deputados, 2019. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/internet/comissoes/cpi/cpibruma/RelatorioFinal.pdf>.

COSTA, Giulia B., Geórgia R. LAU, Camilla F. SILVA, Maria C. MANTEL, Maria C. PERES, Tatiane N. LUNA e Priscila N. SILVA. Rompimento da barragem em Brumadinho: um relato de experiência sobre os debates no processo de desastres. *Saúde Debate*, 44 (n.esp. 2): 377-387. 2020.

FRANCO, Luiza. Tragédia em Brumadinho: os 30 minutos em que lama avançou sem alerta. *BBC News Brasil*, 7/2/2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47149958>.

G1. Rompimento de barreira em mina soterra trabalhadores em Itabirito. G1, 10/4/2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2014/09/rompimento-de-barreira-soterra-veiculos-na-cidade-de-itabirito.html>.

GARCIA, Frederico D., Maila C. NEVES, Josélia O. FIRMO, Sérgio V. PEIXOTO e Erico CASTRO-COSTA. Prevalência de sintomas psiquiátricos e seus fatores associados na população adulta da área

atingida pelo rompimento da barragem de rejeitos: Projeto Saúde Brumadinho. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2022; 25:220011. supl.2. 2022.

HATJEL, Vanessa, Rodrigo M. PEDREIRA, Carlos E. REZENDE, Carlos A. SCHETTINI, Gabriel C. SOUZA, Danieli C. MARIN e Peter C. HACKSPACHER. The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. *Scientific Reports*, 7: 10706. 6/9/2017.

LUMBROSO, Darren, Mark DAVIDSON, Richard BODY e Gregor PETKOVSEK. Modelling the Brumadinho tailings dam failure, the subsequent loss of life and how it could have been reduced. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21, 21–37. 2021.

MAB – Movimento dos Atingidos por Barragens. 4 anos após o rompimento da Barragem do Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), atingidos realizam atos para cobrar justiça e segurança. 23/1/2023. Disponível em: <https://mab.org.br/2023/01/23/4-anos-apos-o-rompimento-da-barragem-do-corrego-do-feijao-em-brumadinho-mg-atingidos-realizam-atos-para-cobrar-justica-e-seguranca/>.

PASSARINHO, Nathalia. Tragédia com barragem da Vale em Brumadinho pode ser a pior no mundo em 3 décadas. *BBC News Brasil*, 29/1/2019. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47034499?ocid=wsportuguese.chat-apps.in-app-msg.whatsapp.trial.link1_.auin.

PICIULLO, Luca, Erlend B. STORROSTEN, ZHONGQIANG Liu, Farrokh NADIM e Suzanne LACASSE. A new look at the statistics of tailings dam failures. *Engineering Geology*, 303 (2022) 106657. 2022.

ROBERTSON, Peter K., Lucas de MELO, David J. WILLIAMS e G. Ward WILSON. Report of the Expert Panel on the Technical Causes

of the Failure of Feijão Dam I. Disponível em: <https://bdrblinvestigationstacc.z15.web.core.windows.net/assets/Feijao-Dam-I-Expert-Panel-Report-ENG.pdf>.

ROTTA, Luiz H., Enner ALCÂNTARA, Edward PARK, Rogério G. NEGRI, YUNNUNG Nina L., Nariane BERNARDO, Tatiana S. MENDES e Carlos R. SOUZA FILHO. The 2019 Brumadinho tailings dam collapse: Possible cause and impacts of the worst human and environmental disaster in Brazil. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation* 90 (2020) 102119. 2020.

SOARES, Ana L., Samuel F. DUARTE, Lenora N. GOMES e Silvia C. OLIVEIRA. Impacto do rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro da Mina do Feijão, em Brumadinho, quanto ao uso e à cobertura do solo e à qualidade das águas superficiais do rio Paraopeba. *Revista da UFMG*, v. 27, n. 2, p. 356-381. 2020.

WILLIAMS, David J. Lessons from tailings dam failures – where to go from here? *Minerals* 2021, 11, 853.

Recebido em 16.12.2025
Aprovado em 26.02.2026