

BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO: UM ACIDENTE ORGANIZACIONAL?¹

EUGÊNIO PACELI HATEM DINIZ
FRANCISCO DE PAULA ANTUNES LIMA
MARCELO ARAÚJO CAMPOS
RAONI ROCHA

1 - Introdução

Acidentes, sejam ampliados ou localizados, são eventos complexos, no sentido de que, envolvem causas heterogêneas em sua natureza (materiais, psicológicas, econômicas, organizacionais...); aspectos temporais que mesclam eventos do passado, o tempo presente ao acidente e antecipações de possibilidades futuras; e, um entrelaçamento de sequências de causas naturais e tecnológicas com ações humanas e fenômenos subjetivos.

Independentemente da extensão das consequências ou da trama de eventos que deram origem a um acidente, a complexidade resulta, antes, de sua natureza heterogênea ou composta, o que dificulta sobremaneira a análise, exigindo a cooperação de várias disciplinas, técnicas, psicológicas e sociais, pouco habituadas a trabalhar e pensar juntas.

O acidente da Samarco, em Mariana, tanto pela quantidade de causas que já são conhecidas, quanto pela extensão dos impactos, induz a conclusões que podem mascarar essa complexidade, cuja análise aprofundada é condição para

1 Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela FAPEMIG ao Projeto Conexões de Saberes e ao CEPASST.

que o evento seja compreendido e, mais importante, para que essa catástrofe seja fonte de aprendizagem social, organizacional e tecnológica.

O objetivo deste capítulo é refletir sobre as razões de o conhecimento adquirido até o momento sobre o rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão (BRF) ser, ainda, insuficiente para compreender essa complexa trama causal, mesmo que os diagnósticos revelem uma multiplicidade de causas e determinantes que remontam a construção da barragem. Nosso entendimento é que esse conhecimento não alcançou, ainda, causas profundas, no sentido de que os fatores prioritários, geralmente limitados à análise causal imediata, são insuficientes para a compreensão do que, de fato, criou a vulnerabilidade da empresa e da sociedade por causa do acidente e de suas consequências. Com isso, não apenas a empresa demonstra incapacidade de tirar lições do acidente, também, a sociedade brasileira corre o risco de permanecer em uma atitude meramente passiva e reativa, sem aperfeiçoar os instrumentos e as práticas de controle social sobre tecnologias de risco.

Resumimos o que os relatórios disponíveis dizem sobre as causas imediatas (físicas) e mediatas (econômicas, institucionais e organizacionais) e, o que pensam sobre o acidente (item 4.2.)², expondo porque qualquer conclusão, neste momento, ainda é especulativa.

Ao organizarmos o conteúdo, identificamos lacunas na sequência dos eventos, por onde infiltram imputações de sentido. Para preencher as lacunas que faltam nas explicações propostas, será necessário ter acesso direto à experiência dos envolvidos nas decisões-chaves que antecederam a tragédia. Para tanto, é necessário mudar a linha das análises realizadas até o momento, adotando uma abordagem alternativa que articule diferentes níveis de análise, da prática cotidiana à cultura organizacional, recorrendo a técnicas de análise cognitiva para reconstituir os processos decisórios de modo mais aprofundado, o que ainda não foi possível realizar, tendo em vista a blindagem jurídica que impede o acesso à empresa.

Para fundamentar a abordagem proposta, recorreremos ao exemplo do acidente da nave Challenger (item 4.3.), que ilustra uma análise organizacional multiníveis (VAUGHAN, 1996) e apresenta, a nosso ver, razões suficientes para que julgamentos precipitados não ocorram, mesmo quando existam dados que sugiram decisões absurdas (MOREL, 2003, 2012).

Essas abordagens organizacionais mostram porque a visão jurídica é insu-

² As reflexões que trazemos aqui resultam de atividades realizadas no âmbito do Projeto Conexões de Saberes sobre o Trabalho (CUNHA; LIMA *et al.*, 2015), o qual reúne especialistas e trabalhadores para promover uma confrontação entre teoria e experiência do trabalho, de onde surgiu o CEPASST, cujos coletivos atuam os autores deste texto. O acidente da Samarco se tornou o tema de reflexão desses coletivos, ou comunidades científicas ampliadas, durante o ano de 2016.

ficiente para analisar um acidente e também porque as práticas de prevenção falham, mesmo em empresas que têm a segurança como valor central (item 4.4.).

Finalmente, em conclusão (4.5.), retomamos os princípios gerais dessa metodologia de análise multiníveis, indicando como seria possível dar continuidade ao que é sabido sobre o acidente, enfatizando as articulações entre níveis e seus fundamentos cognitivos e etnográficos.

2 - O que se sabe da Barragem de Rejeito de Fundão e o que se pensa sobre o acidente

Os relatórios disponíveis até o momento, apontam problemas na BRF desde a sua construção, que não correspondeu exatamente ao projeto de engenharia, até ao dia do rompimento, momento em que eram realizadas obras de reforço da estrutura, insuficientes ou tardias. Sem pretender esgotar todos os problemas ou fatores, seus possíveis encadeamentos que resultaram no rompimento da BRF são apresentados na Figura 1, na forma esquemática de uma árvore de causas. Na representação da Figura 1, não constam várias medidas corretivas ou preventivas que a Samarco implementou e nem diversos fatores que possivelmente podem ter existido, tais como: contratos a cumprir de longo prazo de exportação de pelotas de ferro; poder de agir e interações entre instituições, consultores, prestadores de serviço e da Samarco; lógicas distintas entre as normas internas e externas etc. Como é possível perceber, persistem diversas lacunas a serem exploradas e respondidas para que o rompimento da barragem seja, de fato, compreendido em sua totalidade.

A explicação de liquefação em razão do possível processo de extrusão da argila não contempla o processo de negociação das decisões, a interação precisa entre os fatores apresentados e outros a desvelar, a gestão de operação da BRF, o tratamento dos sinais precursores, as opiniões e intuições silenciadas ou sucumbentes e suas razões etc.

Entre os problemas anteriores ao rompimento foram identificados: a opção da empresa por alteamento a montante; problemas de drenagens; surgências e trincas; alguns dispositivos de monitoramento inexistentes, inoperantes e outros com indicação de nível de emergência; proximidade à barragem de estéril da Vale; mudança do eixo executado sem base em projeto; ritmo de disposição dos rejeitos elevado etc. (MTPS, 2016). Parte desses problemas é apresentada na Figura 1. Por outro lado, o próprio relatório do Ministério do Trabalho aponta também uma série de medidas que estavam sendo adotadas pela Samarco para tentar controlar ou resolver esses problemas.

O método de alteamento a montante é reconhecidamente um método de maior risco e com histórico de acidentes graves. O local de construção da BRF

envolvia ainda outros riscos, como a proximidade da pilha de estéril da Vale impactando no gradiente hidráulico, a interação com as barragens de Germano e de Santarém e a locação a montante de povoados, como de Bento Rodrigues (WANDERLEY *et al.*, 2016).

O projeto não levou em consideração os sismos induzidos e naturais, que poderiam contribuir para o processo de liquefação, uma vez que, era previsto uma barragem sem problemas de drenagem. O desvio do eixo em “S” foi implementado em decorrência do aparecimento de um sumidouro na região do recuo, da fragilidade estrutural da galeria secundária e da construção do Dique 1^a, para armazenamento de argila muito perto do Dique 1. A obra foi executada com base nas premissas do projeto original, sem adequação específica para a nova geometria (MTPS, 2016; Morgenstern *et al.*, 2016).

O gradiente hidráulico elevado foi relacionado aos problemas frequentes de drenagem (observados desde o início da operação), à proporção de areia e lama no rejeito, ao vazamento de argila para a área do Dique 1, às limitações do tapete drenante e à dinâmica de alteamento, situações que demandavam a adoção de um fator de coesão diferente daquele utilizado na BRF (MTPS, 2016; Morgenstern *et al.*, 2016). A forte oscilação do mercado global de ferro e o uso de novas tecnologias influenciaram a taxa de depleção mineral (WANDERLEY *et al.*, 2016), que, por sua vez, impactou o processo de operação da BRF e o problema do gradiente hidráulico.

A BRF apresentou alguns sinais precursores, como trincas, surgências, sumidouros etc. Alguns piezômetros e medidores de nível de água indicavam valores alterados. A Samarco, através de suas contratadas, implementou novos projetos de drenagem e medidas corretivas para os problemas que vinham sendo observados, executando parte das orientações dadas pelas empresas de consultoria.

Apesar de todos esses problemas, o relatório do Estudo de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) **classificou o risco de rompimento da BRF no grau mais baixo: improvável** (WANDERLEY *et al.*, 2016). A Samarco elaborou um plano de emergência precário e limitado, como se o risco não existisse e deixou de cumprir diversos itens da Norma Regulamentadora NR 22.

Em 2014, a empresa foi autuada pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) em razão de focos erosivos no talude e de obstrução de canaletas de drenagens. A FEAM recomendou observar as alterações da posição freática e atualizar a carta de risco (MTPS, 2016). Em outubro de 2013, o Instituto Prístino, por solicitação do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, apresentou várias recomendações como condicionantes para revalidação da licença de operação da BRF, algumas delas já constantes na documentação inicial da licença operacional. Entre as condicionantes, destacamos: monitoramento geotécnico e periódico dos diques e das barragens em intervalo inferior a um

ano e elaboração de análise de ruptura. Foi recomendado, ainda, um estudo de possíveis impactos da proximidade entre a BRF e a pilha de estéril da Vale, pois o Instituto Prístino supunha o comprometimento na estrutura da pilha de estéril, não da BRF.

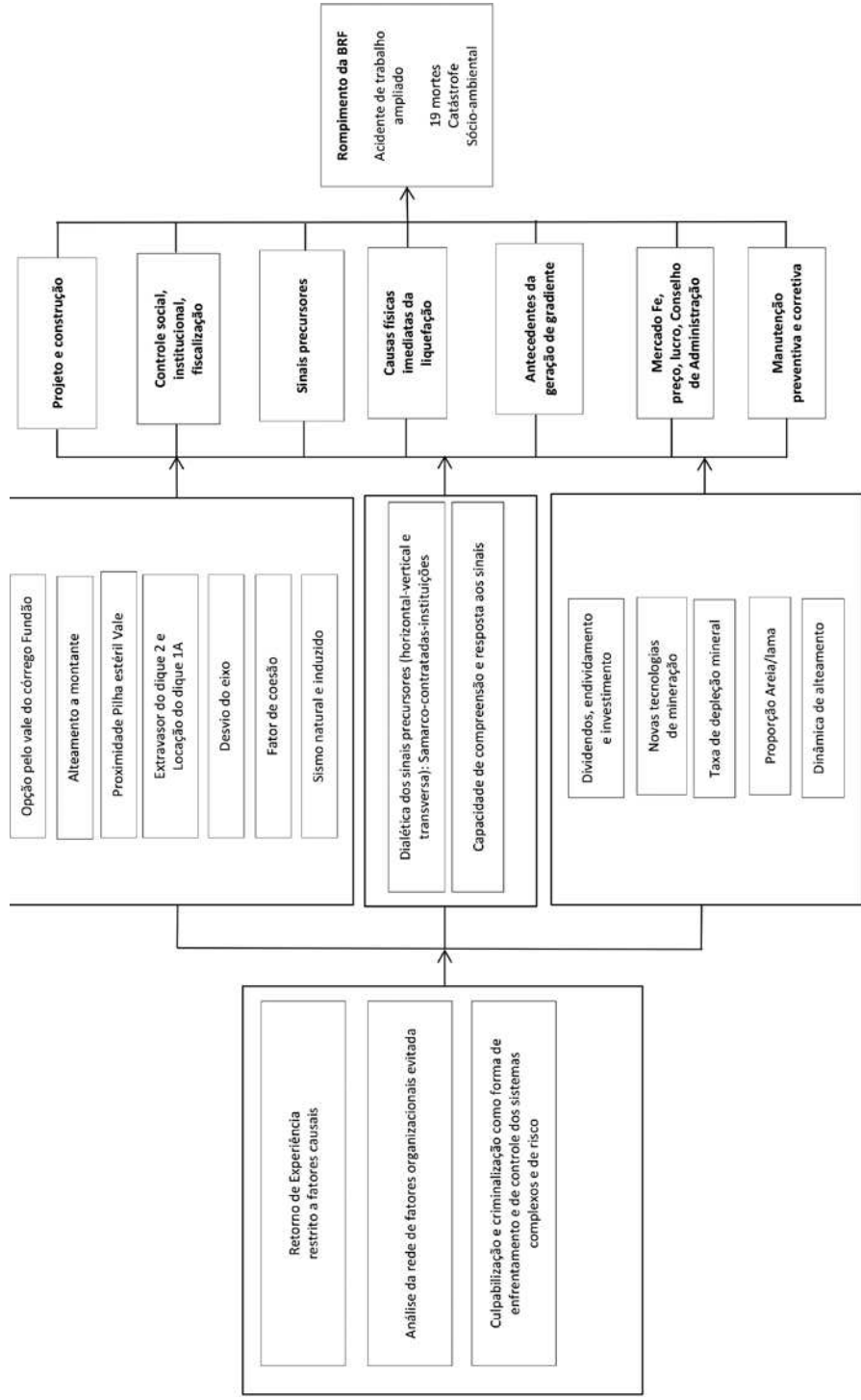
Com base no relatório do Ministério do Trabalho (2016), no relatório da Vale (Morgenstern *et al.*, 2016) e em Wanderley *et al.* (2016), os fatores causais imediatos conhecidos até o momento sobre o acidente da BRF podem ser agrupados em sete grandes categorias de análise (Figura 2):

- I. Projeto e Construção
- II. Controle social, institucional, fiscalização
- III. Sinais precursoros
- IV. Causas físicas imediatas da liquefação
- V. Antecedentes da geração do gradiente hidráulico
- VI. Mercado do ferro, preço, lucro
- VII. Manutenção preventiva e corretiva da BRF

Essas categorias são apresentadas no diagrama da Figura 2, que apresenta uma longa teia de determinantes que vão além das causas imediatas acentuadas nos relatórios divulgados. A julgar pela série de problemas, adaptações e desvios que marcam a história da barragem, fica evidente tratar-se de um caso de negligência da empresa, opinião expressa na mídia e assumida pela população em geral. Os movimentos sociais (sindicatos, MAM e MAB, etc.) e mesmo pesquisadores em ciências sociais se referem ao acidente como “tragédia-crime”, assumindo um pré-julgamento antes que as investigações sejam concluídas e que a cadeia de eventos seja bem compreendida. Quem toma conhecimento da série de problemas que marcou a história da barragem até à tarde do acidente, tem logo a impressão de se tratar de uma tragédia anunciada, à qual os responsáveis não deram importância ou tomarem decisões amorais, guiados apenas por interesses econômicos de curto prazo. Alguns chegam mesmo a sugerir que o rompimento foi intencional, único meio que a direção da empresa teria para desapropriar as terras necessárias à ampliação da barragem para manutenção da produção em ritmo acelerado.

Os engenheiros especialistas em barragens são mais cautelosos e esperam obter mais informações antes de proferir um julgamento definitivo, mas manifestam certa perplexidade pelo acidente ter ocorrido em uma barragem considerada de baixo risco e pelas evidências não terem sido suficientes para que o problema fosse tratado com a urgência necessária em uma empresa de renome como a Samarco.

Antes que nos acusem de defender diretores de empresa gananciosos, gerentes submissos à gestão financeira e engenheiros negligentes, gostaríamos de



147 Figura 2: Esquema representativo da rede de interação de grandes grupos relacionados ao rompimento da BRF (Fonte: MTPS, 2016; Wanderley *et al.*, 2016; Morgenstern *et al.*, 2016; Instituto Pristino, 2013)

deixar claro porque afirmamos que as análises ainda são inconclusivas. Mesmo que as evidências se acumulem, ainda resta desvelar não apenas as interações entre esses diversos fatores e causas, mas, sobretudo, o que ocorreu do ponto de vista organizacional, ou seja, como foram tomadas as decisões que levaram a esse encadeamento de eventos ao longo da história dessa barragem.

Ao final, explicitaremos em que consiste a análise organizacional e cognitiva de acidentes. Por ora, basta assinalar que permanecem uma incógnita, as razões pelas quais sistemas produtivos complexos, como o da Samarco, têm dificuldades de assimilar informações e percepções dos trabalhadores e de empresas consultoras que funcionam (ou deveriam funcionar) como “lançadores de alertas” (*whistleblowers*). Para que esses e outros “sinais fracos” sejam, de fato, escutados e os problemas sejam priorizados e solucionados, é necessário desenvolver interações horizontais, verticais e transversais entre os diversos setores e níveis da empresa, atualmente, difíceis de acontecer nos sistemas fragmentados de gestão que oferece poucos espaços para discussão em tempo real dos conhecimentos práticos, os quais, são fortemente hierarquizados.

Ressaltando que, ainda, não pudemos realizar pesquisas aprofundadas sobre o acidente na BRF, em Mariana, para preencher as lacunas que faltam nas explicações propostas, recorreremos, aqui, a casos bem estudados (sobretudo o acidente da nave Challenger), que oferecem razões suficientes para que julgamentos precipitados não ocorram. Assim, teremos elementos mínimos para discutir os princípios mais comuns de uma metodologia de análise multiníveis, que possibilita compreender a articulação entre determinantes econômicos, de gestão e decisões técnicas, assim como os fundamentos cognitivos das decisões organizacionais que mediam uma dada cadeia de eventos.

3 - Um modelo de análise organizacional: o caso Challenger

Respeitando as devidas diferenças entre a Samarco e a Agência Aeroespacial Norte-Americana (NASA), no que se refere à cultura organizacional, transparência, nível de complexidade das tecnologias, grau de inovação etc., é útil discutir aqui, ainda que brevemente³, como se compreende hoje, o acidente ocorrido com a nave espacial Challenger. O objetivo é justificar a necessidade de uma análise organizacional em acidentes como o da BRF, lastreada em análises ao mesmo tempo cognitivas, etnográficas e históricas, de forma a contribuir para a ampliação da compreensão da rede de determinantes do acidente, viabilizando, em termos práticos, o avanço da segurança de sistemas complexos e de alto risco.

3 Por questão de espaço, esse exemplo foi muito reduzido. Tendo em vista o risco de se distorcer o entendimento do caso, recomendamos a leitura do texto original.

A síndrome da ilusão retrospectiva, na qual analisam eventos do passado com dados do presente, tirando conclusões definitivas sobre a responsabilidade do acidente, não é um fenômeno genuinamente nacional. Pouco tempo após o acidente com a Challenger, ocorrido na manhã de 28 de janeiro de 1986, culpados foram apontados, pois tudo indicava que se tratava de uma catástrofe anunciada. Também nesse caso, a análise causal do acidente, por si só, bastava para confirmar o veredito e explicar o acidente: um dos anéis de borracha (anel-em-O ou *O-ring*), utilizado para vedar as seções do tanque de combustível sólido que falhou quando foi submetido à baixa temperatura ambiente no dia do lançamento. O prêmio Nobel em física, Richard Feynman, foi à TV demonstrar a perda de resiliência da borracha, supostamente desconhecida pela NASA, mergulhando um pedaço de plástico em um copo de água fria e mostrando como ele se quebra com facilidade.

Não bastando essa falha elementar, durante a investigação logo foi descoberto que os engenheiros da empresa Morton Thiokol (Thiokol), fabricante dos foguetes propulsores de combustível sólido, na noite anterior ao lançamento, alertaram que os anéis não funcionariam em baixas temperaturas, em vista da previsão de que seria excepcionalmente fria, na Flórida, a manhã do lançamento. Eles não teriam sido ouvidos pela sua gerência, que, por sua vez, sentiu-se pressionada pela alta cúpula da NASA. Em 1986, era grande a pressão na NASA por resultados. Um número recorde de voos havia sido programado, o lançamento anterior ao do acidente foi adiado várias vezes e a NASA precisava melhorar os resultados para se ajustar à nova realidade financeira, bem mais restritiva, após o fim da Guerra Fria. Noticiaram, na época, que os gerentes da NASA, mesmo cientes do risco, não resistiram às pressões por resultados e deram prosseguimento ao lançamento (COLLINS; PINCH, 2010).

A viagem no tempo, etnográfica e organizacional, conduzida por Vaughan (1996) em um estudo exemplar, traz à luz os dilemas, as incertezas e os embates travados entre os engenheiros da Thiokol e da NASA, desde a fabricação inicial dos foguetes propulsores até à noite da teleconferência que precedeu o lançamento.

Ninguém sabia mais sobre o problema das juntas do que os engenheiros das duas empresas e, o seu risco não foi ignorado em momento algum, em razão da pressão econômica ou da projeção que aquele lançamento traria. Os inúmeros dados de engenharia e os rigorosos procedimentos de segurança, disponíveis até àquele momento, não ofereceram motivos claros para não fazer o lançamento naquela noite. Após o acidente, fica fácil lançar mão da ilusão retrospectiva e dizer que eles erraram.

Além da Thiokol, a NASA também testava, paralelamente, as juntas e a vedação no Centro Marshall, de excelência incontestável e onde os engenheiros eram reconhecidos como sendo rigorosos e conservadores. Os embates sobre

os problemas apresentados pelos “anéis-em-O”, sempre foram intensos e comuns entre as duas equipes, mas eles reestudavam a questão e tentavam resolver o impasse até obter o mesmo resultado praticando diferentes testes. Por exemplo, a Thiokol concordou com a NASA que as juntas se abririam, porém, argumentou que isso não aumentaria o risco, porque o anel seria submetido à pressão na ignição uma vez e não vinte vezes como no teste realizado. Os anéis haviam funcionado perfeitamente nos primeiros oito ciclos de pressão, e o teste realizado com o foguete na posição horizontal poderia ter contribuído para os vazamentos. A NASA insistia na necessidade de mais testes (COLLINS; PINCH, 2010). Mas, até que ponto um teste é capaz de reproduzir uma realidade de campo e gerar indicadores válidos?

Um engenheiro da Thiokol reconhece que o projeto deve antever os piores cenários, mas percebe que, na prática, isso é impraticável, dado o número de variáveis a controlar:

(...) eles pegam o valor mínimo e o valor máximo que daria o pior de todos os casos particulares (...) e tudo que era pior, era colocado junto e eles falavam: ‘Vocês têm de fazer um projeto capaz de suportar tudo isso na pressurização inicial’. Mas, não se dá conta de fazer isso; não se consegue projetar assim (VAUGHAN, 1996, p. 99).

Inúmeros testes com as juntas continuaram a ser realizados pela Thiokol e pela NASA, e, ao contrário do esperado, surgiram novas dúvidas, aumentando as discordâncias sobre qual o tamanho da brecha que se abria entre o anel e a parede do tanque de combustível e se isso representaria risco de fato (VAUGHAN, 1996, p. 100-101). A ambiguidade dos resultados obtidos em novos testes produziu, o que Collins e Pinch (2010) denominaram de “regressão do experimentador”, presente nos experimentos que se encontram no limite da ciência. Para saber se a brecha do anel é grande ou pequena é preciso ter um bom dispositivo de mensuração. Mas nunca podemos saber se o teste é bom até que o realizemos e descubramos que ele chegará a um resultado correto. Para saber se o resultado é correto, é preciso ter um bom dispositivo de teste, com instrumentos suficientemente sensíveis e bem calibrados, mas não podemos ajustá-lo, a menos que saibamos a ordem de grandeza dos fenômenos a serem medidos e assim por diante.

Qual é o limite de aceitabilidade de determinado valor de uma variável, cujas ação e reação são estreitamente interligadas a inúmeras outras e apresentam suas próprias incertezas, como no caso da Challenger? A equipe da Thiokol e da NASA reconheciam que o anel poderia ser usado, só não tinham certeza se ele poderia funcionar em todos os lançamentos. A certeza absoluta não se manifesta diante de uma nova tecnologia, daí o viés em julgar como erro as decisões tomadas nessa fronteira, quando o objetivo é fazer o melhor possível.

Larry Wear, do Centro Marshall da NASA, esclarece:

Não existem anéis perfeitos que não vazam. Dependendo do tipo de indústria, o tanto que tem que vedar e o que pode vazar muda tudo dentro da mesma definição de 'anel de vedação'. O nível de vazamento aceitável é subjetivo e depende de se ter alguma experiência para saber o que se pode realmente aceitar (COLLINS; PINCH, 2010. p. 59. Fala editada).

Os dois grupos reconheciam que as juntas não funcionavam como previsto no projeto, mas consideraram que funcionava suficientemente bem a ponto de ela ser classificada como “risco aceitável”.

Em abril de 1981, o primeiro voo comprovou que as juntas cumpriram seu papel sem apresentar anomalias. Após o segundo lançamento, foi constatado que gases quentes haviam queimado cerca de 1,3 milímetros de uma das juntas. Ainda assim, ela conseguiu vedar. A causa do problema foi eliminada com uma cobertura resistente ao calor e, testes foram realizados utilizando anéis com o dobro da anomalia encontrada, usando o triplo da pressão esperada.

Entre 1983 e 1984, foram constatadas novas evidências de corrosão do anel. As causas foram esclarecidas e, a pesquisa concluiu que a corrosão provocada pelos gases quentes era um fenômeno autolimitante. A ausência de problemas, nos dois últimos voos de 1984, fez crer que o problema tinha sido controlado.

Em 1985 ocorreu a primeira falha mais grave do anel primário, que permitiu que o escape de gases quentes afetasse o anel secundário. O engenheiro da Thiokol, Roger Boisjoly, levantou a hipótese de que o problema estaria relacionado à baixa temperatura ambiente, mas como a temperatura de combustão ultrapassava 3.300°C, os dados disponíveis eram sobre o efeito do calor extremo, não do frio. Ele, então, se mobilizou em busca de dados, mas, por ironia, a temperatura baixa era fato raro na Flórida; assim, seu programa não era prioritário.

Os problemas constatados em 1985 não deixaram os engenheiros omissos ou incautos. Foram implementados novos tipos de revisões, análises e testes, incluindo o de resiliência da borracha sob baixa temperatura. Paralelamente, três razões fizeram com que o Centro Marshall e a Thiokol continuassem a classificar as juntas como de risco aceitável: I) a amplitude da corrosão era menor que a pior registrada em experimentos; II) a quantidade de corrosão estava dentro da margem de segurança estabelecida pelos testes realizados com anéis com partes cortadas; III) o fenômeno parecia autolimitante. Uma pesquisa no documento Revisão de Prontidão do Voo revela que as condições não eram desejáveis, mas aceitáveis (VAUGHAN, 1996, p. 156).

Ficou constatado que a pesquisa organizacional revelou que os problemas com as juntas não foram omitidos ou ignorados, em momento algum, pela NASA ou pela Thiokol, como cogitaram muitos investigadores do acidente

(COLLINS; PINCH, 2010).

O conhecimento obtido ao longo do tempo sobre o comportamento dos “anéis-em-O” ajudam a compreender as razões da decisão pelo lançamento que resultou no acidente. Partir para um novo projeto implicaria descartar todo esse aprendizado, obtido a duras penas, e, pior, se deparar com problemas ainda desconhecidos e não testados. Para Collins e Pinch (2010), parte do nosso comportamento acusador não se deve apenas à ilusão retrospectiva, mas também é creditada na visão equivocada de que o conhecimento de engenharia é conhecimento líquido e certo. Nossas mentes tendem a querer concretizar, no comportamento do outro, o mundo imaginário onde tudo é conhecido, previsível e controlável. A prática está distante desse mundo, mesmo quando é possível contar com a ajuda de tecnologias inovadoras de suporte para diagnóstico, gestão e de correção dos desvios. Daí a insuficiência do princípio de precaução e a impossibilidade prática de risco zero.

Na noite em que antecedeu o lançamento, durante a teleconferência entre a equipe da Thiokol e a NASA, a ausência de dados objetivos quantitativos sobre o comportamento da junta no frio, associada à experiência acumulada com os estudos das falhas do “anel-em-O” pesaram contra o argumento do engenheiro Roger Boisjoly. A Thiokol havia decidido inicialmente pelo não lançamento da nave, se a temperatura fosse menor que 12°C. Todos os participantes da teleconferência concordaram que os argumentos da Thiokol eram fracos, do ponto de vista dos métodos usuais em engenharia. Não votar pelo lançamento, se a temperatura estivesse abaixo de 12°C, contrariava seus próprios dados, que mostravam ausência de fuga de gases com temperatura em 1°C. A Thiokol fracassou na sua decisão de mudar o parâmetro de temperatura mínima aceitável, por não dispor de dados técnicos necessários para convencer a NASA. A perda de resiliência da borracha em temperaturas baixas não era fato desconhecido e foi objeto de estudo ao longo de muito tempo, mas sempre considerada dentro das margens de segurança (COLLINS; PINCH, 2010).

Os quatro gerentes da Thiokol revelaram porque mudaram de opinião concordando com o lançamento. Eles haviam levado em consideração, na recomendação técnica inicial (que estabelecia novo critério de temperatura para aprovar o lançamento), que não havia uma correlação indiscutível entre a fuga de gases e a temperatura, que os dados mostravam que os anéis possuíam uma margem de segurança grande para corrosão e que havia uma redundância com a presença do anel secundário (COLLINS; PINCH, 2010).

A conclusão desse relato sobre a Challenger é que a visão de culpa, aqui transferida ao nível gerencial, é questionável quando é realizada uma análise organizacional, incluindo a análise cognitiva das decisões em conjunto com a análise etnográfica da cultura da empresa e a narrativa histórica da cadeia de eventos. Os fatores causais imediatos servem como ponto de partida para uma investigação

sistêmica, não para fechar a análise. Como dizem Collins e Pinch (2010), a certeza descortinada pela visão retrospectiva não deve ser confundida com o conjunto de incertezas que permeia o mundo real do trabalho. Nesse ponto, a NASA também falhou. Ao longo do tempo, ela optou por cobrir o ônibus espacial com um manto de certeza e infalibilidade. Expor as fragilidades e as falhas poderia ajudar a população a compreender que, apesar da conquista extraordinária da exploração aeroespacial, o risco persiste. Mesmo após o acidente e as mudanças de projeto e novas medidas de segurança, o risco oficialmente admitido é de um acidente catastrófico para cada cem lançamentos de foguetes.

4 - A interpretação moral dos acidentes de trabalho e o esgotamento das ferramentas de gestão

O que o caso da nave Challenger, uma tecnologia na fronteira do conhecimento, pode nos ensinar a compreender sobre o acidente da Samarco? A resposta tem dupla direção: a Challenger e, em especial, os anéis de borracha já eram considerados uma tecnologia relativamente controlada e a combinação das causas que levaram à liquefação na BRF ainda é parcialmente desconhecida. Assim, como os processos de “normalização” (VAUGHAN, 1996) levam à subestimação dos riscos em uma tecnologia de ponta, classificada como controlada cedo demais, fenômenos novos em uma tecnologia denominada, como barragens de rejeito, podem passar despercebidos, assimilados ao que já é conhecido. Mesmo que as direções sejam diferentes – uma tecnologia de risco considerada controlada e uma tecnologia controlada na qual não reconhecem novos riscos – ambos os casos convergem para os mesmos aspectos de avaliação de riscos, notadamente, a significação de problemas e sinais fracos (mas que se mostraram relevantes após o acidente).

Como dissemos no início, não se trata aqui, de defender os engenheiros e os gerentes indiciados no inquérito policial, já julgados pela opinião pública e por boa parte dos pesquisadores e movimentos sociais envolvidos, ou diretamente afetados pelo acidente. Nossa intenção é impedir a subordinação da análise de acidentes com base científica à racionalidade jurídica que procura responsabilizar indivíduos, quando se trata de um sistema organizacional que produz os acidentes. Mesmo que uma diferenciação entre falta profissional (negligência) e falha (agindo de boa-fé) seja difícil de ser feita, esse é o objetivo da análise de acidentes que, tal como ocorre em alguns países, deveria ocorrer em paralelo e independentemente do processo judicial (DEGOS, 2013).

5 - Encontrar culpado(s) não explica o acidente

Romper a barreira da explicação moral dos eventos adversos, separar a lógica jurídica – que procura responsáveis, dolo ou culpa – da lógica técnica, que

busca compreender o encadeamento de fatos e decisões, é fundamental para superar o simplismo das explicações sobre porque os acidentes acontecem. Isso não quer dizer que seja possível escapar da necessidade de reparações onde há responsabilidade objetiva, já prevista em lei.

Do ponto de vista do aprendizado social, a criminalização dos acidentes, por meio da condenação de engenheiros e gestores ou da demissão do trabalhador que “provocou o acidente” e “desobedeceu” a alguma lógica (ainda que obedecendo a outra), não traz avanços. Pune-se alguém, mas as causas continuam não desveladas, não entendidas (ou conhecidas e entendidas, mas omitidas e não discutidas por não haver espaço para tal discussão), portanto não tratadas.

A tendência à culpabilização para dar satisfação aos anseios sociais, jurídicos ou econômicos impede a evolução e o aprofundamento das análises técnicas e da prevenção. Esse tipo de abordagem é uma simplificação da rede de interações que produz acidentes em sistemas complexos.

Quando é possível mostrar a impertinência da culpabilização do trabalhador da linha de frente (VILELA *et al.*, 2004), é comum que passe a apontar seu superior como culpado, repetindo o mesmo ciclo de interpretação moral dos comportamentos e das decisões. Contudo, uma análise só é abrangente e objetiva o suficiente quando permite compreender o acidente (e encontrar determinantes a serem tratados com finalidade de desenvolver produção mais segura e maior bem-estar social) sem necessidade de explicações morais.

Superar essa barreira moral é um dos pontos críticos para avançar na prevenção de acidentes: ela impede de aprender com os erros, confunde as análises das causas e das decisões com atribuições de culpa e aumenta a sensação das empresas (e dos gestores) de que, em primeiro lugar, devem achar alguma maneira de se defenderem previamente da possibilidade de atraírem para si acusações.

A catástrofe decorrente do rompimento da BRF só será capaz de proporcionar conhecimentos e medidas de prevenção efetivas quando se sustentar em análises que não se limitem à culpabilização de pessoas. Caso contrário, as análises de acidentes correrão o risco de cair na “ilusão retrospectiva”, ou a necessidade de se justificar o passado (o acidente em si) com dados do presente (pós-acidente), avaliando as decisões tomadas em momentos anteriores ao evento pelas consequências verificadas a *posteriori*.

Explicações sustentadas pelo senso comum não bastam para a compreensão de eventos complexos como esse acidente, além de não contribuírem para o fortalecimento e a respeitabilidade dos serviços de saúde e segurança do trabalho. Da mesma maneira, finalizar a análise apontando um “culpado” é sinal de uma investigação superficial ou incompleta. Aliás, imputação de culpa não é da

esfera de ação da prevenção de acidentes, apesar de a prática cotidianamente adotar esse princípio, que concerne apenas ao campo jurídico.

É hegemônica a “ideologia do ato inseguro”, a qual postula que, se algo deu errado, é porque “alguém não previu, não planejou ou desobedeceu” (SILVA, 2012). No entanto, no mundo real não é possível prever, planejar e obedecer a tudo, pois a realidade é mutável, dinâmica, cheia de incertezas e imprevisibilidades.

A imprevisibilidade está relacionada com a complexidade de um sistema produtivo, a qual é proporcional ao nível tecnológico, à dispersão geográfica e, principalmente, à diversidade de lógicas que são colocadas em contato e devem ser conciliadas (lógica da produção lógica econômica, lógica da preservação ambiental, lógica da segurança, lógica das relações institucionais e com a comunidade, lógica dos patrimônios tangível e intangível dos envolvidos, lógica da ética e direitos humanos etc.).

Como afirmam Llory e Montmayeul (2014, p.xxxi), “o conceito do erro humano tornou-se um dogma que pesa sobre o futuro da segurança”. Muitas empresas, após um grande avanço alcançado em termos de prevenção de acidentes e de confiabilidade do sistema sociotécnico, encontram-se atualmente num estágio de estagnação, com poucos acidentes, mas alguns deles, surpreendentemente graves ou catastróficos. Para esses autores, por ironia, a análise organizacional necessita, para se desenvolver, de acabar com um de seus conceitos geradores: o erro humano (LLORY; MONTMAYEUL, 2014, p. xxxi).

6 - O esgotamento das ferramentas de gestão

Sistemas complexos não podem ser controlados de cima, como pretendem os instrumentos de governança corporativa, ou com procedimentos de coordenação de tarefas. É necessário contar com três formas de cooperação: horizontal, entre pares; vertical, entre chefia e subordinados; e transversa, entre setores ou empresas prestadoras de serviços e instituições diferentes. Dessa forma, a responsabilidade passa a ser compartilhada, agregando diferentes expertises.

A história confirma que sempre existem, previamente aos acidentes industriais (ex.: Challenger, Fukushima, Chernobyl, Fundão...), documentos e informes internos que identificavam sinais precursores e que as causas imediatas eram parcialmente conhecidas. Ou seja: um dos determinantes organizacionais é a permeabilidade da gestão e sua capacidade de assimilar e aquilatar as informações técnicas e dúvidas dos que estão na ponta, e que divergem da corrente e lógica dominante.

Compreender o que impede os líderes de decidirem em tempo, com base nessas informações e dúvidas, é um dos desafios das análises, mesmo que haja interpretações moralistas (culpar os gestores) e, portanto, perpetuar a vulnera-

bilidade a novas falhas.

Nos modelos atuais de gestão, um chefe não compartilha mais as decisões que implicam avaliação de riscos, fazendo vistas grossas ao que é necessário fazer para garantir as metas (muitas vezes isso implica produzir indicadores, mas não acompanhar o que de fato acontece na produção). Porém, quando algo de grave acontece, ele também poderá ser responsabilizado.

Há muitas ferramentas e programas de gestão da produção e de saúde e segurança do trabalho (SST) para diagnosticar “não conformidades”, muitas delas sob a forma de “avaliações comportamentais”, mas falta compreensão sobre as razões dos desvios. O achado de “comportamento desviante” ou “ato inseguro” não explica porque o desvio aconteceu.

A forma como as organizações funcionam dificulta, ou mesmo, impede que os líderes se aproximem da realidade da produção e compreendam melhor os sinais e as percepções de perigos que vêm de quem está vivenciando diretamente o processo produtivo.

Os indicadores não alcançam detalhes importantes da realidade, nem o que é mais pertinente nela. A gestão está normalmente focada em medir e interpretar indicadores, e isso artificializa e limita o trabalho das lideranças, que deve decidir apenas com base em indicadores formais. Gerenciar implica reconhecer a realidade, que, nas corporações, está cada vez mais enevoada pelas ferramentas de gestão. Sob esse ângulo, um dos grandes desafios a ser solucionado é como criar condições para que os diferentes conhecimentos, de gestão e de operação, possam somar e se desenvolver: como institucionalizar a confrontação dos saberes e dar um salto qualitativo para uma produção mais segura.

Um sistema de gestão que não abre espaço para participação, sem coação, as dificuldades para realizar o trabalho e alcançar as metas (e questionar seu desenho, metas conflitantes e a relação entre sistemas de avaliação de desempenho e dificuldades em priorizar segurança), induz as pessoas a adotarem soluções de compromisso, legítimas ou não, mas as pune quando esses comportamentos vêm à tona durante a análise de algum evento adverso.

Ao mesmo tempo, os líderes não têm uma visão crítica dos limites práticos das ferramentas e teorias de gestão, para as quais são treinados e cobrados para aderir (em geral, percebem as falhas como se fossem falhas de aplicação), e, quando a têm, não significa que tenham poder de agir para transformá-las.

Em consequência, a realidade se torna um problema para os gestores, ela os desestabiliza, já que levá-la em consideração implicaria ter que rever formas pré-definidas de funcionamento de todo o sistema, quando o poder para agir é limitado. Sem saberem fazer de outra forma, a não ser aplicando as ferramentas de gestão, e sem poder para agirem quando percebem falhas e esgotamentos daquelas ferramentas, geralmente optam pelo silêncio, já que não existem ou-

vidos interessados.

Essa atitude defensiva, onipresente nos diferentes níveis hierárquicos, impede a visão do todo e que integrem os saberes de cada divisão da empresa para compor uma representação adequada do conjunto e tomar decisões mais sensatas e em tempo.

A forma como as empresas estão funcionando está provocando esse rompimento da capacidade de gerenciamento, por perda de contato com a variabilidade do mundo real. Como diz, de forma instigante, um autor francês do campo da gestão: “problemas acontecem nas empresas não devido à gestão, mas por falta dela” (DETCHESSAHAR, 2001).

7 - Conclusão: aprofundar as análises para fazer avançar a segurança

Procuramos contribuir com uma visão crítica indicando caminhos para desenvolver as análises e fazer avançar a segurança, principalmente naquelas empresas que já realizaram investimentos expressivos nessa área, mas que continuam a se deparar com um número pequeno e constante de acidentes, alguns deles de natureza grave. Após o acidente da BRF, tornou-se comum dizer que a Samarco “era” uma empresa exemplar em termos de SST, como se o acidente fosse suficiente para desqualificar toda a sua história. Inclusive, a autenticidade de sua imagem é colocada em questão, dizendo que ela “parecia” ser responsável. No entanto, se evitamos esses pré-julgamentos, não é apenas a empresa que deve ser colocada em questão, mas todas as engenharias que sustentavam essa imagem. O acidente, além de colocar em questão as práticas de engenharia e de gestão internas, coloca na berlinda todas as engenharias que tinham a Samarco como exemplo.

Explicações sobre erro humano, negligência e imprudência, normalmente forjadas com base nos achados iniciais de não conformidade com o previsto e o legislado, não trazem à luz os dilemas, os conflitos, as contradições (inclusive entre normas, leis, portarias, etc.), as incertezas, as angústias, os embates de forças e de argumentos travados nos níveis verticais, horizontais e transversais da corporação, que certamente ocorreram ao longo de sua existência.

Sem esse conhecimento, a prevenção se torna refém de argumentos jurídicos e econômicos, que clamam por mais recrudescimento de normas, fiscalizações e punições. Ainda que, em certa medida e em certas situações, se façam necessárias, esse aumento do poder normativo pode ser contraproducente em termos de segurança: o excesso de normas vem se tornando determinante de maior vulnerabilidade a eventos adversos.

A análise organizacional busca elucidar as fragilidades organizacionais que possam comprometer a segurança e a eficiência das empresas. Sob a concepção do acidente organizacional, o erro é tratado como categoria de fonte de

aprendizado e de melhoria, e não de algo de que nos livramos sacrificando bo-
des expiatórios.

O setor de saúde e de segurança das empresas e as instituições públicas de estudo e pesquisa sobre o tema (Universidades, Fundacentro, etc.) têm sido impedidas de buscar a compreensão profunda da natureza dos acidentes e de atuar, de forma efetiva, nessas análises e, com isso, têm deixado de contribuir com todo o seu potencial para discutir os conflitos e os impactos das regras e ferramentas gerenciais na atividade real desempenhada pelos trabalhadores de campo. A distância entre a gestão e a realidade do trabalho, assim como o impedimento da convergência entre eles, estão presentes de forma sistêmica nas organizações e levam geralmente os trabalhadores a silenciarem diante das contradições presentes no trabalho. Esses fatores são determinantes na ocorrência de acidentes e, assim sendo, é fundamental que eles apareçam nas análises dos mesmos.

Tem ficado sob responsabilidade dos tribunais, por meio da judicialização dos casos, ser o *locus* central da missão reguladora dos ambientes de trabalho com base em análises causais dos acidentes, onde prepondera a cultura da reparação e da punição para essas situações (HIRSCHL, 2016). No Brasil é significativo que acidentes ainda sejam “caso de polícia” e que acidentes aéreos sejam analisados em processos secretos por militares.

Apesar dos fatores causais já identificados, como discutido anteriormente, serem importantes e merecedores de atenção, por si só, não esclarecem como ocorria a significação dos sinais precursores e dos antecedentes da geração do gradiente nos diversos níveis da Samarco e entre essa e as suas contratadas, os consultores, os trabalhadores, as instituições públicas, os acionistas e o público a jusante. Em cada um desses momentos e eventos, qual era o valor ou relevância da informação e qual era a capacidade organizacional de compreensão e de resposta aos sinais e problemas acontecidos ao longo da história da BRF?

Uma parte relativamente mais acessível e visível das causas dos acidentes se encontra nos momentos próximos ao evento. A partir do que é conhecido, com base nos achados iniciais, os dados da análise causal imediata são considerados como suficientes para explicar o acidente. Relatórios de investigação são, assim, finalizados com o uso de termos genéricos como “erro do operador” (ou decisão do gestor), “falha humana” ou “falha técnica” de processo ou de equipamentos. Porém, a recorrência de tragédias envolvendo rompimentos de barragens de rejeitos no Brasil é um sinal forte de que a capacidade de análise e de diagnóstico desses casos não está adequada e, com isso, coloca em xeque a representação que se tem sobre a segurança e a prevenção.

É necessário não ter os achados iniciais como verdade absoluta e formular novas representações sobre a segurança e a prevenção. É preciso alcançar os espaços opacos da organização, internos da empresa e também aqueles que

provêm de fora, dos órgãos legisladores, dos acionistas ou do próprio mercado, e que fazem nascer uma nova categoria de causas profundas de acidentes, e ainda, pouco exploradas no nosso meio, denominadas de macrodeterminantes da segurança (LLORY; MONTMAYEUL, 2014).

Explicar que os fatores organizacionais estão na gênese dos acidentes implica desvendar a teia desses macrodeterminantes, ou seja, identificar e descrever a participação que os diversos pontos de vulnerabilidades, contradições e conflitos enfrentados pelos trabalhadores e gestores tiveram no decorrer do acidente. Compreender o modo de funcionamento íntimo de uma organização e as suas razões de atuar de uma forma e não de outra, deve ser necessariamente objeto de interesse e pesquisa nas análises de acidentes, para que a prevenção ascendente e diferente do estágio atual. A concepção organizacional dos acidentes permite repensar os fundamentos de uma organização industrial mais segura, uma vez que antecipa outros cenários com sequências acidentais possíveis e diferentes da anterior e produz ensinamentos genéricos que podem ser aplicados em outras empresas e setores de atividade.

8. Referências

COLLINS, H.; PINCH, T. O foguete está nu: atribuindo culpas pela explosão do Challenger. In: _____. *O Golem à solta: o que você deveria saber sobre tecnologia*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010. p. 43-80. cap. 2. (Série Ciência Tecnologia e Sociedade).

DEGOS, L. *L'éloge de l'erreur*. Paris: Le Pommier, 2013.

DETCHESSAHAR, M. Quand discuter, c'est produire... Pour une théorie de l'espace de discussion en situation de gestion. *Revue française de gestion*, v. 132, p. 32-43, 2001.

HIRSCHL, R. O novo constitucionalismo e a judicialização da política pura no mundo. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 251, p. 139-178, mar. 2013. ISSN 2238-5177. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rda/article/view/7533/6027>.doi:<http://dx.doi.org/10.12660/rda.v251.2009.7533>. Acesso em: 30 set. 2016.

INSTITUTO PRÍSTINO. Análise Técnica Referente à Revalidação da Licença Operacional da Barragem de Rejeitos do Fundão – SAMARCO MINERAÇÃO S/A. *Laudo Técnico em resposta ao Parecer Único Nº 257/2013. PA Nº00015/1984/095/2013*. Disponível em: <http://www.earthworksaction.org/files/pubs-others/9.1-laudo-tecnico.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

LIMA, F. P. A; RABELLO, L.; CASTRO, M. (Org.). *Conectando saberes: dispositivos sociais de prevenção de acidentes e doenças no trabalho*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2015. 493 p. (Série Confiabilidade Humana).

LLORY, M.; MONTMAYEUL, R. *O acidente e a organização*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2014. 192 p. Disponível em: <http://www.forumat.net.br/at/sites/default/arq-pagi>

nas/o_acidente_e_a_organizacao_mio_lo_e_capa2.pdf. Acesso em:???

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL (MTPS). Superintendência Regional do Trabalho e Emprego em Minas Gerais. Seção de Segurança e Saúde no Trabalho (SEGUR). *Rompimento da Barragem de Rejeitos Fundão em Mariana* – MG. Belo Horizonte: MTPS, 2016. Relatório de Análise de Acidente.

MOREL, C. *Erros radicais e decisões absurdas: uma reflexão sobre a estrutura das decisões*. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

MOREL, C. *Les décisions absurdes: comment les éviter*. Paris: Gallimard, 2012. vol. II. (Collection Bibliothèque des Sciences humaines).

MORGENSTERN, N. R. (Chair); VICK, S. G; VIOTTI, C. B.; WATTS, B. D. Report on the Immediate Causes of the Failure of the Fundão Dam. In: *Fundão tailings dam review panel*. Disponível em: <http://fundaoinvestigation.com/the-report/>. Acesso em: 05 out. 2016.

SILVA, P.H.N.V. *Epidemiologia dos acidentes de trânsito com foco na mortalidade de motociclistas no estado de Pernambuco: uma exacerbação da violência social*. 2012. 140 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2012.

VAUGHAN, D. *The Challenger launch decision: risky technology, culture, and deviance at NASA*. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

VILELA, R.A.G; IGUTI, A. M; ALMEIDA, I.M. Culpa da vítima: um modelo para perpetuar a impunidade nos acidentes do trabalho. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2. p. 570-579, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102311X2004000200026&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 out. 2016

WANDERLEY, L. J. *et al*. Desastre da Samarco/Vale/BHP no Vale do Rio Doce: aspectos econômicos, políticos e socioambientais. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 68, n. 3, Set. 2016. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 out. 2016.