

O risco construído: reflexões sobre o desastre ocorrido em Mariana, estado de Minas Gerais, em 2015, a partir da perspectiva da relação entre população e ambiente.

Tathiane Mayumi Anazawa (Programa de Pós-graduação em Demografia. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. E-mail: tathiane@nepo.unicamp.br)

Thiago Fernando Bonatti (Programa de Pós-graduação em Demografia. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. E-mail: thiago@nepo.unicamp.br)

Roberto Luiz do Carmo (Departamento de Demografia. Núcleo de Estudos de População "Elza Berquó". Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. E-mail: roberto@nepo.unicamp.br)

Palavras-chave: desastre; barragens; grade estatística; relação população e ambiente.

Introdução

Vivemos na "Sociedade do Risco", conforme definiu Ulrich Beck em seu livro já clássico (BECK, 2011). E os desastres que se configuram de tempos em tempos nos trazem de volta essa realidade. Imersos em nosso cotidiano, os riscos parecem não nos atingir. Mas casos como o ocorrido em Mariana, Minas Gerais, com o rompimento de uma barragem de rejeitos de mineração, nos despertam para uma realidade preocupante.

Um desastre é produzido através da combinação de fenômenos naturais perigosos e situações vulneráveis (ROMERO; MASKREY, 1993), partindo da necessidade de refletir sobre este conceito sob outra perspectiva: a abordagem social. O desastre consiste na materialização do risco. Este, por sua vez, refere-se à probabilidade de que se manifestem certas ocorrências, às quais estão relacionadas com o grau de exposição aos elementos submetidos apenas à vulnerabilidade desses elementos a ser afetada pelo evento. Pode ser entendido também como a probabilidade de realização de um perigo (CARDONA, 1993). O risco é formado pela interação tempo-território específicos de dois fatores, que consistem nas ameaças e nas vulnerabilidades sociais (LAVELL THOMAS, 2000). Portanto, há um alto risco de desastre se um ou mais fenômenos naturais perigosos acontecer em situações vulneráveis (ROMERO; MASKREY, 1993).

A ideia de risco baseada nos estudos de vulnerabilidade, nos últimos anos, tem sido amplamente difundida e explorada, tornando o cerne de muitas pesquisas. Marandola Jr. e D'Antona (2014) identificam determinados motivos que permitiram os estudos de risco como principal eixo das pesquisas, como por exemplo, a discussão dos sociólogos contemporâneos como base para a análise dos riscos em um novo contexto, a partir da teoria da sociedade de risco difundida por Ulrich Beck, e da modernidade reflexiva, de Anthony Giddens. Outro motivo consiste nos estudos sobre as mudanças ambientais que permitiram a análise dos riscos e perigos relacionados com as diferenças regionais, locais e de grupos populacionais e o seu enfrentamento. Por fim, os autores destacam as limitações e esgotamento dos estudos sobre pobreza, cujo enfoque nas capacidades tornou-se importante para buscar entender como pessoas em diferentes situações de exclusão e segregação são expostas de modo diferenciado aos mesmos riscos.

Outro elemento intimamente relacionado com os desastres é a vulnerabilidade. Segundo Cardona (1993), a vulnerabilidade pode ser entendida como a predisposição intrínseca de

um sujeito ou elemento de sofrer dano devido a possíveis ações externas. Sendo assim, contribui para o conhecimento do risco a partir da interação do elemento suscetível com o ambiente perigoso.

Nessa perspectiva, são importantes as reflexões que revisitem o conceito de um desastre, propondo sua discussão no âmbito dos desastres socialmente construídos a partir da reflexão de um risco construído historicamente, e as implicações de defini-los como tal. A partir desta discussão teórica, o presente trabalho analisa o rompimento da barragem de rejeitos de mineração de Fundão, localizada no município de Mariana, em Minas Gerais, considerado um dos maiores desastres ambientais da história brasileira. São analisados ainda os riscos implícitos, a distribuição espacial da população, bem como estimativas de população atingida a partir da análise dos dados disponibilizados em grades regulares pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015.

A relação população e ambiente e os desastres

Ao analisar os estudos entre população e ambiente desde a criação do Grupo de Trabalho População e Ambiente, na ABEP, em 1990, Marandola Jr. e Hogan (2007) indicam que os temas riscos e vulnerabilidade, cidade e degradação social e ambiental e conflito população-recursos no enfoque regional, foram consolidados como grandes temas desde meados dos anos 90. Os autores consideram que dois eixos temáticos se tornaram mais amplos em meio aos estudos de população e ambiente: situações de risco e vulnerabilidade. Trabalhar com a questão do risco é proporcionar uma leitura diferenciada sobre a forma como se encaram os conflitos existentes entre população, recurso e Estado.

Torres (2000), em busca por uma demografia do risco ambiental, afirma que uma abordagem sociológica e demográfica da questão ambiental, permite a identificação de diferentes características sociais e demográficas de diversos grupos populacionais, expostos a diferenciados graus de riscos ambientais. A demografia se encontra desafiada nesta temática por que precisa pensar em uma escala intraurbana (demografia de pequenas áreas), uma vez que a demografia convencional tenha se atentado a processos macro, como o crescimento e distribuição da população e os componentes da dinâmica demográfica (mortalidade, fecundidade e migração).

Alguns estudos sobre a relação população e ambiente tendem a considerar a população somente em termos de seu tamanho, enquanto outros tendem a estudar somente um dos componentes da mudança, como por exemplo, a migração, não conseguindo capturar a

dinâmica total da população (LUTZ et al., 2002). Os autores enfocam que a dinâmica da estrutura por idade e sexo precisam considerar outras dimensões, como a localização da população, as dinâmicas ambientais, os tipos de interações entre a população e o ambiente e as escalas espacial e temporal. As possibilidades de agregação da população por domicílio, a localização (rural/urbana) e por educação, são citadas por Lutz et al. (2002), buscando capturar a dinâmica da população.

A dinâmica demográfica caracterizada pela composição da população em termos de sexo e idade, consiste em uma importante base para a compreensão da construção social dos desastres. Para entender os desastres, é necessário analisar a evolução da população em termos de volume, mas também sua composição etária, que determina, por exemplo, quais as características da população mais vulnerável aos desastres. Além de conhecer as características da população, é importante analisar como ocorreu a redistribuição espacial da população ao longo do tempo, configurando situações de vulnerabilidade e não acessibilidade (CARMO, 2015). Nesse sentido, destacam-se os processos migratórios e a intensa e rápida urbanização brasileira, que resulta na concentração da população em diferentes localidades espaciais, com diversas formas de ocupação, revelando assim diferentes graus de exposição dos riscos dos desastres.

Segundo Carmo (2015), nos estudos sobre desastres, há que se considerar a distribuição espacial da população sob duas perspectivas: a forma com que a população ocupa historicamente o espaço pode levar a situações de risco do desastre, como também as características dessa distribuição, podendo ocupar áreas com maior ou menor dificuldade de acesso, implicando nas situações pós-desastre, como por exemplo, o socorro. Essas perspectivas ficam claras ao se pensar em um desastre de grande impacto, como é o caso de enchentes e deslizamentos: as populações que ocupam áreas próximas a corpos d'água e em locais com alta declividade, encontram-se mais vulneráveis aos desastres relacionados.

Desastre natural ou tecnológico?

O rompimento da barragem de Mariana (MG) foi classificado pelo Governo Federal como um desastre tecnológico (desastre decorrente do rompimento ou colapso de barragens – BRASIL, 2015). Por outro lado, muitas vezes a mídia o tratou como um desastre natural. Afinal, qual seria diferença entre um desastre tecnológico e natural? Quais as implicações de classificar o rompimento como tal?

A Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade) estabelece as regras de classificação dos desastres para decretos de estado de emergência e calamidade, podendo ser de dois tipos: naturais e tecnológicos. Quanto aos desastres naturais, a Cobrade os classifica como geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos e biológicos. Já os desastres tecnológicos são classificados de acordo com sua relação a substâncias radioativas, a produtos perigosos, a incêndios urbanos, a obras civis e ao transporte de passageiros e cargas não perigosas.

Segundo Lieber e Romano-Lieber (2005), os desastres são classificados na literatura tradicional como: os desastres naturais, os desastres provocados pelo homem (*man-made disaster*), que é muitas vezes confundido com o desastre tecnológico. Essas classificações só enfatizam o evento deflagrador do desastre: um terremoto, uma guerra ou um choque entre aeronaves, respectivamente (LIBER; ROMANO-LIEBER, 2005). Já para Hodgkinson (1989) o desastre tecnológico é apresentado como um desastre provocado pelo homem, ou seja, um fenômeno da sociedade tecnológica. Tanto os desastres naturais quanto os tecnológicos apresentam diferenças para o autor, mesmo que tais desastres possam envolver simultaneamente fenômenos da natureza e erro humano. As diferenças entre esses dois tipos de desastre referem-se principalmente aos impactos, uma vez que um desastre natural tem seus efeitos sentidos em um dado momento específico (como por exemplo, as consequências de uma enchente), e os impactos de um desastre tecnológico podem manifestar-se em momentos diferentes para cada pessoa, como por exemplo, num caso de intoxicação. A outra diferença refere-se ao controle, pois o desastre natural não é visto como algo controlável. Já o desastre tecnológico é tido como uma perda de controle do homem (HODGKINSON, 1989).

No entanto, é possível perceber que a imputação de responsabilidades, a partir da descrição das classificações técnicas não é clara: um desastre natural é causado por forças da natureza, enquanto um desastre tecnológico é decorrente da perda de controle do homem. Nesse sentido, o rompimento da barragem da Samarco poderia ser classificado como um desastre tecnológico com implicações ambientais de grande extensão espacial e com decorrências previstas para um longo período temporal.

Reflexões de um desastre socialmente construído

Os desastres são amplamente discutidos pela literatura desde o início do século XX, com intensificação das pesquisas sobre desastres após a Segunda Guerra Mundial, conforme

apresentado por Dynes e Drabek (1994), e também por Quarantelli e Dynes (1977). Contudo, as abordagens sobre as discussões dos desastres são pautadas em diferentes disciplinas e escopos teóricos, marcados pela determinação de um desastre como evento ou processo. Caracterizar o desastre com tal, evento ou processo, implica reposicionar o próprio conceito de desastre.

Segundo Valêncio (2014), nos estudos sobre desastres, há que se diferenciar a teoria dos *hazards* e a teoria dos desastres. Enquanto a primeira está relacionada com a abordagem geográfica, a teoria dos desastres encontra sua base na abordagem sociológica. A teoria dos *hazards* tem seu foco nos mecanismos físicos do desastre, bem como a distribuição temporal e espacial dos eventos. As medidas utilizadas nessa teoria estão relacionadas à magnitude, frequência e duração dos desastres (MATEDDI; BUTZKE, 2001). Já a teoria dos desastres tem seu foco voltado para a dimensão humana dos desastres, ou seja, para a organização social complexa e o comportamento coletivo (VALÊNCIO, 2014).

Segundo Lavell Thomas e Franco (1996), tratar o desastre como evento é posicioná-lo como imprevisível, ingovernável e inevitável. Os autores também enfatizam que as ciências da terra e as engenharias, ao se consolidarem como disciplinas, fortaleceram os estudos dos desastres como eventos. Como resposta a esse recorte teórico, os estudos tiveram foco na prevenção e previsibilidade dos desastres, uma vez que os eventos físicos foram considerados os principais responsáveis dos desastres e por serem considerados anormais e imprevisíveis. Essa mesma visão do desastre como inevitável e incontrolável, apresenta a questão da organização da sociedade em função ao enfrentamento do desastre e a forma de conduzir a mesma ao seu estado de “normalidade” (LAVELL THOMAS; FRANCO, 1996).

Nesse contexto, cabe discutir e definir os desastres baseados na abordagem social, cujos estudos têm início na década de 1940 e ganham força e estrutura a partir de 1960. Destacam-se os estudos conduzidos na América Latina, no final da década de 1980, e são concentrados pela *Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina* (LA RED), formada em 1992. Segundo Wilches-Chaux (1993), o posicionamento do desastre é tido como um processo contextualizado na Teoria dos Sistemas. Segundo o autor, um sistema é um conjunto de elementos em permanente interação e que necessita de certa flexibilidade que permita sua adaptação frente às mudanças nas suas estruturas. Caso não haja tal adaptação, surge a crise, que por sua vez pode gerar perdas materiais e humanas, transformando-se então, em um desastre (WILCHES-CHAUX, 1993).

Ao discutir a aproximação da abordagem dos desastres e das ciências sociais verifica-se que ao engessar o conceito de desastre como um evento pontual, as causas dos mesmos não são relacionadas (LAVELL THOMAS, 1993). Dessa forma, o desastre socialmente construído pode ser entendido como:

"una ocasión de crisis o stress social, observable en el tiempo y el espacio, en que sociedades o sus componentes (comunidades, regiones, etc.) sufren daños o pérdidas físicas y alteraciones en su funcionamiento rutinario. Tanto las causas como las consecuencias de los desastres son producto de procesos sociales que existen en el interior de la sociedad" (LAVELL THOMAS, 1993, p. 120).

Dessa forma, o desastre pode ser considerado como produto, mas também como resultado de processos sociais, nos âmbitos histórico e territorial. Ser produto de processos historicamente determinados confere aos desastres a importância de considerar a compreensão dos tipos de produtos sociais (LAVELL THOMAS, 1993). Valêncio (2013) enfatiza que no estudo dos desastres sob a abordagem sociológica é necessário considerar que “um desastre pode ser descrito como um acontecimento social trágico e pontual sem que, com isso, seja preciso sonegar sua definição como um tipo de crise crônica na esfera social, ou seja, é possível convergir analiticamente situação e processo” (VALÊNCIO, 2013, p. 11).

No caso do desastre de Mariana a construção social do desastre é evidente. Havia indicações de que a barragem apresentava problemas. A normatização prevê para esses casos a ação de um agente legalmente instituído, o Ibama, que deve realizar o acompanhamento das condições da barragem e emitir um parecer. Embora o parecer apontasse para a necessidade de cuidados específicos, estes não foram efetivados. Fica evidente, a partir desse ponto de vista, a responsabilidade assumida a partir do não cumprimento de uma ação prevista por procedimento legal. Nesse sentido, a discussão remete a uma característica da legislação brasileira de maneira geral, e da legislação ambiental de maneira específica, que é a dificuldade de sua implementação efetiva.

O risco construído: barragens de rejeitos

As barragens de rejeitos são provavelmente as maiores estruturas do planeta feitas pelo homem. Tendo isso em vista, a gestão da segurança nas operações de mineração deve ter como ponto fundamental os cuidados com a vida e o ambiente (ICOLD, 2001).

Entretanto, em um levantamento realizado pela ICOLD (*International Commission on Large Dams*), 2001, verificou-se que as principais causas de acidentes com barragens de rejeitos são relacionadas à falta de controle do balanço hídrico e falta de compreensão das características que tornam seguras as operações realizadas nessas barragens. Poucos casos foram identificados como resultantes da ocorrência de eventos climáticos ou sísmicos inesperados, o que também segundo a ICOLD (2001), frente ao conhecimento atual sobre tais circunstâncias, deveria contar com ações de controle premeditadas.

Para contextualizar a problematização dos acidentes que envolvem barragens, destacam-se alguns exemplos de acidentes com barragens pelo mundo e seus impactos, segundo informações do ICOLD (2001): Martin Country Coal Corporation, Kentucky, EUA - 2000. Liberação de 0.95 milhões de m³ de lodo de resíduos de carvão em córregos locais, causando morte de peixes e tornando a água imprópria para o consumo; Borsa, Romênia - 2000. Vazamento de 22 mil toneladas de rejeitos contaminados por metais pesados; Haelva, Espanha - 1998. Vazamento de 50.000m³ de ácido e água contaminada; Omai, Guiana - 1995. Vazamento de 4,2 milhões de m³ de lodo de cianeto.

Já no Brasil, destacam-se, segundo Duarte (2008), quatro acidentes com barragens no Estado de Minas Gerais na década de 2000: Mineração Rio Verde Ltda., Nova Lima, MG - 2001. Rompimento da barragem que resultou em 5 óbitos, danos ao ambiente, às estruturas de abastecimento; Indústria Cataguazes de Papel. Cataguazes, MG - 2003. Liberação de lama que causou interrupção no serviço de abastecimento de água no município; Rio Pompa Mineração Cataguazes. Mirai, MG - 2006. Vazamento de lama que causou danos ambientais e interrupção no abastecimento de água em municípios dos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais; e Rio Pompa Mineração Cataguazes. Mirai, MG - 2007. Rompimento da barragem, causando além de danos ao ambiente e interrupção no fornecimento de água, deixou 500 desabrigados.

O Estado de Minas Gerais concentra um número significativo de barragens. Iniciou em 2006 no Estado de Minas Gerais o Programa de Fiscalização de Barragens, quando haviam sido registradas 606 estruturas, número esse que tem evoluído desde então, chegando a 754 estruturas registradas em 2014, com pequena queda em 2015, apresentando 730 estruturas cadastradas. A bacia do Rio São Francisco é a que possui maior quantidade de estruturas, em função da concentração de empreendimentos de mineração.

Das estruturas cadastradas, 713 possuíam em 2015 a Declaração de Condição de Estabilidade. Destas, 675 estavam enquadradas no grupo A, com estabilidade aferida pelo auditor; 16 pertenciam ao grupo B, sobre as quais não houve conclusão sobre a estabilidade por falta de dados ou documentos técnicos; por fim, 19 estruturas pertenciam ao grupo C, as quais não possuíam estabilidade aferida pelo auditor. Houve ainda o rompimento de uma estrutura (Barragem de Fundão) e outras duas que haviam sido cadastradas anteriormente como parte do Sistema de Rejeitos do Fundão (FEAM, 2015). A condição de estabilidade aponta, no momento da aferição, se há risco iminente de rompimento da barragem. Em documento apresentado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais, em 2014, não há indicativo da presença da Barragem de Fundão na listagem referente às barragens com “Estabilidade Não Garantida pelo Auditor” ou que o “Auditor não conclui sobre a situação de estabilidade por falta de dados ou documentos técnicos” (FEAM, 2014, p. 32-33).

O caso da barragem de Fundão

O Município de Mariana em Minas Gerais, localizado a 122 km da Capital Belo Horizonte, e situado na Zona Metalúrgica do Estado, conhecido como Quadrilátero Ferrífero, sofreu com o rompimento no dia 05 de novembro de 2015 da barragem de Fundão, utilizada pela empresa Samarco Mineração S.A., mineradora controlada atualmente pela empresa brasileira Vale e pela empresa anglo-australiana BHP Billiton. O rompimento da barragem ocasionou a liberação de lama e rejeitos de minério de ferro provindos da mineradora, os quais vêm afetando 35 municípios¹ (Figura 1), que abrigam uma população de cerca de 1,1 milhão de pessoas, 5,3% do contingente populacional do Estado de Minas Gerais (IBGE, 2015). O rompimento da barragem ocasionou a morte de 17 pessoas que foram identificadas, e 2 desaparecimentos (LESTE, Geomorfologia e Recursos Hídricos; TERRA, 2016).

A sequência dos impactos tem seu início no distrito de Bento Rodrigues, localizado a cerca de 2,5 km do dique, impactado após 15 minutos do rompimento da barragem. Paracatu de Baixo, outro distrito de Mariana, também foi fortemente impactado, com parte das casas soterradas. Os rejeitos foram drenados pelo Rio Gualaxo do Norte, desaguando no Rio do Carmo, atingindo posteriormente o Rio Doce. Nesse percurso, o

¹Dados do Boletim Estadual de Proteção e Defesa Civil, nº 348, 14 de dezembro de 2015. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/attachments/article/78/348%20DE%2014%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202015%20-%20EVD.pdf>

município de Barra Longa sofreu com inundações do trecho urbano decorrente da onda de cheia causada pelos rejeitos. Em 21 de novembro de 2015, os rejeitos alcançaram o Oceano Atlântico, com extensão de espalhamento superior a 10km no litoral do Espírito Santo (LESTE, Geomorfologia e Recursos Hídricos; TERRA, 2016).

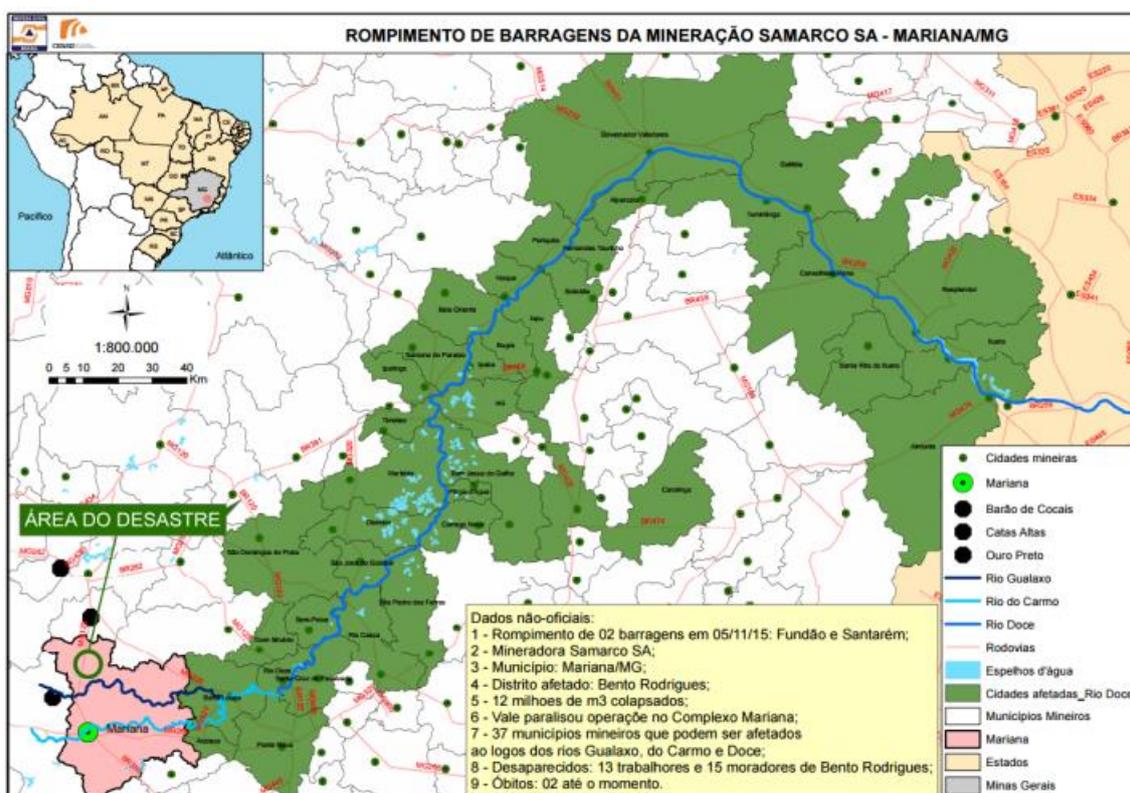


Figura 1. Localização da área do desastre e os municípios atingidos. Fonte: Figura retirada do Relatório de 07/11/2015 – Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD, 2015)².

A perda de vidas humanas é a característica fundamental desse desastre e exige que seja tratado de maneira específica. A impressionante destruição material do distrito de Bento Rodrigues sinaliza que o número de mortes poderia ter sido maior caso o rompimento da barragem tivesse ocorrido em um momento de maior presença de pessoas em suas casas. Ficou evidente que um aspecto fundamental nesses momentos, que é a comunicação imediata do desastre, funcionou de maneira precária.

Passado o momento crítico, as atenções estão voltadas agora para as perdas ambientais. Segundo informações do Ibama, a barragem de Fundão continha 50 milhões de m³ de

² Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/11/Relat%C3%B3rio-MG-Presidencia-151107.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2016.

rejeitos de mineração de ferro, sendo que foram lançados ao meio ambiente 34 milhões de m³, e 16 milhões de m³ continuam sendo liberados, o que significa que o desastre “continua em curso”. O impacto do carreamento dos rejeitos afetou diretamente em todo seu percurso 663,2 km de corpos hídricos (IBAMA, 2015).

O Ibama, em conjunto com a Diretoria de Proteção Ambiental – DIPRO – e a Coordenação Geral de Emergências Ambientais – CGEMA -, elaborou um laudo técnico preliminar em novembro de 2015 sobre os “Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais”, ocorrido no dia 11 de novembro de 2015 (IBAMA, 2015). Segundo o relatório, o desastre ocorrido em Mariana é classificado como sendo de nível IV – “desastre de muito grande porte” – conforme classificação da Defesa Civil, sendo esses “não suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas”. O reestabelecimento das condições, nesse caso, depende de ação coordenada dos governos nas instâncias municipal, estadual e federal e, em alguns casos, inclusive através de ajuda internacional. E a evolução do acontecimento é caracterizada como “súbita”, dada a velocidade em que ocorreu o rompimento da barragem e pela violência dos eventos causadores.

O rompimento da barragem de Fundão, segundo o Centro de Sensoriamento Remoto do Ibama, “causou a destruição de 1.469 hectares ao longo de 77 km de cursos d’água, incluindo áreas de preservação permanente” (IBAMA, 2015), devastando matas ciliares remanescentes, soterrando espécies arbóreas de menor porte, além do risco de contaminação do solo potencializado pelos rejeitos de minério de ferro. Em diversos trechos atingidos a recuperação da mata afetada dependerá de ações de recuperação para além da recuperação natural, dada as diferentes capacidades de resiliência, além de constante monitoramento ambiental.

Em termos dos impactos socioeconômicos, segundo o Ibama (2015), todos os municípios banhados pelos Rios Gualaxo do Norte, Carmo e Rio Doce, foram afetados de maneira distinta, tendo em vista que os municípios mais próximos à barragem, como foi o caso do distrito de Bento Rodrigues, foram os que mais tiveram danos em função da lama e dos rejeitos liberados. Porém, comum a todos, está a impossibilidade da utilização da água, tanto no meio rural quanto no urbano, ainda que os municípios que possuem fontes de captação alternativa foram menos afetados.

Para além da questão do abastecimento, houve destruição de edificações e estruturas públicas e privadas. Culturas agrícolas e agropecuárias ao longo do Rio Doce foram destruídas, de modo que a subsistência através dessas culturas e também através do turismo na região não sejam mais passíveis de serem retomadas a curto prazo. Outro modo de produção de subsistência bastante afetado é o da pesca artesanal profissional, que terá redução de sua receita por tempo ainda inestimado. O desastre gera inclusive uma perda da identidade das comunidades, dada a separação dos grupos afetados, deturpando valores intrínsecos a estes, referentes à cultura, religião, referências de lugar, costumes tradicionais entre outros danos sociais, sem falar dos óbitos ocorridos e pessoas que permanecem desaparecidas (IBAMA, 2015).

A distribuição espacial da população afetada pelo rompimento da barragem de Fundão

A proximidade à rede drenagem, no caso, os rios Doce, do Carmo e Gualaxo do Norte, indica uma potencial exposição de um grupo populacional residente ao perigo de uma enchente e assim aos riscos de alagamento dos imóveis, interrupção de transportes e serviços e de doenças de veiculação hídrica pelo contato direto com a água que pode estar contaminada. No caso do desastre de Mariana, a população que estava exposta a outros riscos e perigos citados anteriormente, sofreu, em maior ou menor grau, com o impacto do rompimento da barragem de Fundão.

Para analisar os impactos potencialmente diferentes referentes a localização da população no território, foi construída uma proxy de análise de impacto. Este indicador refere-se à distância do corpo d'água: quanto mais próximo ao corpo d'água, maior era o risco do impacto antes do desastre, consequentemente, maior o impacto sentido pela população que se localizava próximo a esses corpos d'água.

Os dados utilizados são provenientes de fontes distintas: dados do Censo Demográfico, 2010 disponibilizados em grades regulares (total de população, domicílios permanentes ocupados, total de população feminina e masculina) e dados vetoriais dos rios, obtidos junto à Agência Nacional das Águas (ANA), a partir de uma atualização da base cartográfica de 2012. Dessa forma, a análise proposta será de caráter exploratório, para verificar a localização da população, observando o grau de impacto do desastre. O diferencial dessa análise consiste na apresentação dos dados do Censo Demográfico em grades regulares, disponibilizados pelo IBGE em 2015.

A criação do sistema de grades parte da necessidade de integrar dados de diversas origens, agregados em unidades geográficas incompatíveis, além de agregar dados em unidades pequenas. O sistema de grades trata-se de um sistema de células regulares, como o próprio nome diz, dispostas em forma de grade, utilizados para a geração de um suporte geográfico estável para a disseminação de dados. As vantagens apresentadas pelo sistema de grades são: estabilidade espaço-temporal, adaptação a recortes espaciais, hierarquia e flexibilidade, versatilidade. A principal desvantagem consiste na difícil equação entre suprimir ou liberar dados referentes a pequenas áreas, por risco de quebra de sigilo estatístico. Para evitar a quebra de sigilo, é utilizada a técnica de supressão de dados, que podem ocasionar em alterações nos resultados (IBGE, 2016).

Para delimitar o grau de impacto, foi determinado que as áreas mais próximas ao corpo d'água estavam mais expostas a danos potenciais do que as áreas mais distantes do corpo d'água, o que significa que as áreas mais expostas sofreram maior impacto do desastre. Já áreas menos expostas, sofreram menor impacto. Foram consideradas duas divisões de análises de impacto: buffer de proximidade a cada 200m e a cada 1km, pensando na compatibilização entre a distância do buffer e o tamanho das células da grade estatística do IBGE. Para cada análise foram gerados 10 níveis de buffers, no software Terraview 4.2.2, totalizando 10 zonas de impacto (Tabela 1 e Figura 1), o que significa que a primeira análise consegue atingir uma população localizada numa extensão de 2km a partir do rio considerado, e já na segunda análise, a extensão totaliza 10km.

Tabela 1. Delimitação das zonas de impacto e respectivos buffers de proximidade.

Zonas de impacto	Buffers de proximidade do corpo d'água	
	Análise 1	Análise 2
Z1	0 a 200m	0 a 1km
Z2	200 a 400m	1 a 2km
Z3	400 a 600m	2 a 3km
Z4	600 a 800m	3 a 4km
Z5	800 a 1000m	4 a 5km
Z6	1000 a 1200m	5 a 6km
Z7	1200 a 1400m	6 a 7km
Z8	1400 a 1600m	7 a 8km
Z9	1600 a 1800m	8 a 9km
Z10	1800 a 2000m	9 a 10km

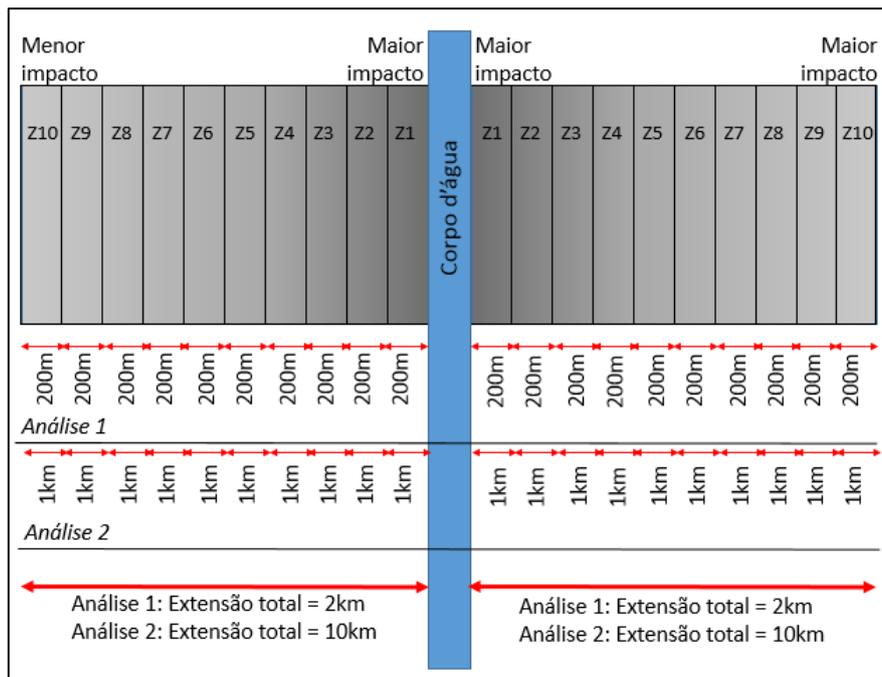


Figura x. Desenho esquemático da distribuição das zonas de impacto, buffers de distância e extensão total das análises.

Para a análise de impactos foram considerados 40 municípios (relatados como impactados pela CENAD e também todos os que estavam próximos aos rios). As divisões político-administrativas dos municípios foram utilizadas para delimitar o espaço celular utilizado, totalizando 51.651 células, sendo 19.088 células localizadas em áreas rurais (com dimensões de 1km x 1km) e 32.563 células em áreas urbanas (com dimensões de 200m x 200m). A extensão do buffer de proximidade da análise 1, abrangeu um total de 10.274 células, sendo que desse total, apenas 390 tiveram suas zonas de impacto classificadas, ou seja, essas células estavam totalmente inseridas ou coberta pela área do buffer. Do total de 390 células, 272 não continham informações. Já a extensão do buffer de proximidade da análise 2, abrangeu um total de 26.946 células, das quais 14.728 tiveram suas zonas de impacto definidas. Destas, 10.871 células não apresentaram informações. Portanto, o universo da análise 1 é de 118 células e da análise 2 é de 3.871 células.

Com relação a análise 1, verificou-se que todas as células analisadas se localizavam em área urbana, em decorrência da escolha da distância do buffer, de níveis de 200m, coincidindo com o tamanho da célula urbana. A Tabela 2 mostra que as informações foram obtidas apenas nas três primeiras zonas de impacto, onde este é sentido com maior intensidade. A Z1, de maior impacto, concentrou um total de 18.251 pessoas e 5.734 domicílios.

Tabela 2. Total de população e domicílios por zona de impacto, dos municípios atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão – Análise 1.

Zona de Impacto	Total de População	Total de Domicílios
Z1	18.251	5734
Z2	10	2
Z3	13	4
Total	18274	5740

Fonte: IBGE (2010).

Ao aumentar a extensão das zonas de impacto, coincidindo com o tamanho das células localizadas em área rural (com dimensão de 1km x 1 km), observou-se a distribuição das células em todas as zonas de impacto. Os domicílios estavam localizados, em sua maioria, em área urbana e na zona de maior impacto (Z1), totalizando 180.664 pessoas (Tabela 3). Em seguida, a segunda zona de maior impacto (Z2) apresentou a segunda maior concentração de domicílios. Já as zonas de menor impacto (Z9 e Z10), apresentaram as menores concentrações de domicílio e de população.

Tabela 3. Total de população e domicílios por zona de impacto, dos municípios atingidos pelo rompimento da barragem de Fundão – Análise 2.

Zona de Impacto	Total de população		Total de domicílios	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Z1	180664	1941	56267	541
Z2	85132	-	25960	-
Z3	54642	-	16405	-
Z4	22221	9	6989	2
Z5	29636	-	9149	-
Z6	36151	-	11117	-
Z7	56011	-	16849	-
Z8	33334	-	9771	-
Z9	16161	49	4809	11
Z10	11862	141	3349	45
Total	525814	2140	160665	599

Fonte: IBGE (2010).

Determinar a localização dos domicílios e da população, em uma escala intraurbana desagregada, faz com que potenciais análises sejam consideradas, como a distribuição da população em áreas rurais e urbanas. Segundo o relatório do grupo LESTE, Geomorfologia e Recursos Hídricos e TERRA (2016), houve diferenciação no tratamento pós-desastre entre a população urbana e rural. Como por exemplo, no município de

Periquitos, o abastecimento de água foi prioridade apenas para a população urbana. Já a população rural dependeu de seus próprios esforços, seja para o abastecimento de água, como também para a dessedentação de animais. Conhecer a localização da população afetada é de suma importância para se estabelecer o grau de impacto e realizar ações de caráter emergencial.

Em relação à definição dos atingidos pelo desastre, a utilização das células de análise pode ser utilizada para fazer avaliações considerando diversas possibilidades de impacto em função da distância dos cursos d'água.

Segundo dados obtidos junto ao relatório do Grupo da Força-Tarefa do Governo do Estado de Minas Gerais (GRUPO FORÇA-TAREFA, 2016), o total de atingidos, seja de forma direta quanto indireta, foi de 321.626 pessoas: 17 mortos, 256 feridos, 380 enfermos, 644 desabrigados, 716 desalojados, 2 desaparecidos e 319.565 afetados de outras maneiras. Para se definir um número oficial, os municípios impactados enviaram um formulário ao Grupo Força-Tarefa, o que significa uma demora na estimativa real do número de afetados. Dessa forma, a utilização das grades estatísticas para se avaliar o impacto imediato de um desastre, de caráter exploratório, sob a forma mais desagregada de dados possíveis, mostrou-se satisfatório.

Considerações Finais

A constatação objetiva é que um desastre, como foi o caso de Mariana, que atingiu proporções gigantescas, com perda de vidas humanas e com decorrências ambientais gravíssimas, poderia ter sido evitado com o cumprimento efetivo das normas já estabelecidas. Ou seja, para reduzir os desastres é fundamental a vigilância para o cumprimento dos procedimentos que já estão legalmente estabelecidos.

Os impactos do desastre podem ser diferentes dependendo da distância em relação aos cursos d'água que foram atingidos pelo desastre. Através das células disponibilizadas pelo IBGE pode-se fazer estimativas da população atingida, contribuindo dessa forma, para o momento pós-desastre, a partir do auxílio para gestores e defesa civil.

Referências

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. 2. ed. São Paulo, SP: Editora 34, 2011. 383 p.

BRASIL. **Portaria nº 222**, de 10 de novembro de 2015.

CARDONA, O. D. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. . In: MASKREY, A. (Org.). **Los Desastres no son Naturales**. LaRED - Red de Estudios Sociales en Prevencion de Desastres en America Latina, 1993.

CARMO, R. L. População, riscos, vulnerabilidade e desastres: conceitos básicos. In: SIQUEIRA, A.; VALENCIO, N.; SIENA, M.; MALAGONI, M. A (Orgs.). **Riscos de desastres relacionados à água: aplicabilidade das bases conceituais das Ciências Humanas e Sociais na análise de casos concretos**. São Carlos: RiMA, 2015.

DUARTE, A. P. **Classificação das Barragens de Contenção de Rejeitos de Mineração e de Resíduos Industriais no Estado de Minas Gerais em Relação ao Potencial de Risco**. Dissertação, Mestrado no Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 22 ago. 2008.

DYNES, R.R.; DRABEK, T.E. The structure of disaster research: its policy and disciplinary implications. **International Journal of Mass Emergencies and Disasters**, v.12, n.1, p.5-23. 1994.

Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). **Inventário de barragem do Estado de Minas Gerais**. Ano 2015. Belo Horizonte, 2016.

_____. **Inventário de barragem do Estado de Minas Gerais**. Ano 2014. Belo Horizonte, 2015.

GRUPO FORÇA-TAREFA. **Relatório: Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG**. Governo do Estado de Minas Gerais. 2016. Disponível em:<

http://www.agenciaminas.mg.gov.br/ckeditor_assets/attachments/770/relatorio_final_ft_03_02_2016_15h5min.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2016.

HODGKINSON, P.E. Technological disaster-survival and bereavement. **Social Science Medicine**. v29. n3. p.351-356, 1989.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2015.**

Disponível em:

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_dou.shtml. Acesso em: 12 dez. 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Grade Estatística.** 2016.

Disponível em:<

ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/censo_2010/grade_estatistica/Grade_Estatistica.pdf>. Acesso em 04 abr. 2016.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Lauda Técnico Preliminar. Disponível em:

http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf. Acesso em: 12 dez. 2015.

International Commission on Large Dams (ICOLD). Tailing Dams Risk of Dangerous Occurrences: Lessons learnt from practical experiences. **Bulletin 121.** Paris, 2001.

LAVELL THOMAS, A.; FRANCO, E. **Estado, Sociedad y Gestión de los Desastres en América Latina. En busca del paradigma perdido.** Lima, Perú. La Red-FLACSO-IT Perú. Lahmann. 1996.

LAVELL THOMAS, 2000, Desastres y desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre. El caso del huracán Mitch en Centroamérica. In: GARITA, N.; NOWALSKI, J. (eds.), **Del desastre al desarrollo humano sostenible en Centroamérica**, Banco Interamericano de Desarrollo-Centro Internacional para el Desarrollo Humano Sostenible, San José de Costa Rica, p. 7-45.

LAVELL THOMAS, A. Ciencias Sociales y Desastres Naturales en America Latina: Un Encuentro Inconcluso. In. MASKREY, A. (Org.). **Los Desastres no son Naturales.** LaRED - Red de Estudios Sociales en Prevencion de Desastres en America Latina, 1993. p. 135-154.

LESTE, Geomorfologia e Recursos Hídricos; TERRA. **Relatório de campo e interpretações preliminares sobre as consequências do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão (Samarco/VALE/BHP).** 2016. Disponível em:

<http://www.ufjf.br/noticias/files/2016/02/ufmg_ufjf_relatorioexpedicaooriadoce_v2.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2016.

LIEBER, R.R.; ROMANO-LIEBER, N.S. Risco e precaução no desastre tecnológico. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 13, n. 1, p. 67-84, 2005.

LUTZ, W.; PRSKAWETZ, A.; SANDERSON, W.C. Introduction. In: LUTZ, W.; PRSKAWETZ, A.; SANDERSON, W.C. (eds.). In: Population and Environment: methods of analysis. A suplemente to Vol. 28, **Population and Environment Review**, 2002, p.1-21.

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J Em direção a uma demografia ambiental? Avaliação e tendências dos estudos de população e ambiente no Brasil. **Rev. bras. estud. popul. [online]**., vol.24, n.2. 2007.

MARANDOLA JR., E. J.; D'ANTONA, A. O. Vulnerabilidade: Problematizando e Operacionalizando o Conceito. In: CARMO, R.; VALENCIO, N. (Org.). **Segurança humana no contexto dos desastres**. 1ed. São Carlos: Rima Editora, 2014, p. 45-61.

MATTEDI, M. A., & BUTZKE, I. C. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e desastres. **Ambiente & Sociedade**, 9, 1-16, 2001.

QUARANTELLI, E.L.; DYNES, R.R. Response to social crisis and disaster. **Annual Review of Sociology**; (3):23-49. 1977.

ROMERO, G.; MASKREY, A. Como entender los desastres naturales. In: MASKREY, A. (Org.). **Los Desastres no son Naturales**. LaRED - Red de Estudios Sociales en Prevencion de Desastres en America Latina, 1993.

TORRES, H. G. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H. da G.; COSTA, H. (Orgs.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Senac, 2000. p. 53-73

VALENCIO, N. Da 'área de risco' ao abrigo temporário: uma análise dos conflitos subjacentes a uma territorialidade precária. In: VALENCIO, N.; SIENA, M.; MARCHEZINI, V.; GONÇALVES, J. C. (Orgs.). **Sociologia dos Desastres - Construções Interfaces e Perspectivas para o Brasil**. São Carlos: Rima Editora, 2009.

VALENCIO, N. F. L. S. Desastres: tecnicismo e sofrimento social. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3631-3644, 2014 .

VALENCIO, N. **Sociologia dos desastres: construção, interfaces e perspectivas no Brasil**. São Carlos: RiMa Editora, 2013.

WILCHES-CHAUX, Gustavo. La Vulnerabilidad Global. In. MASKREY, A. (Org.). **Los Desastres no son Naturales**. LaRED - Red de Estudios Sociales en Prevencion de Desastres en America Latina, 1993.