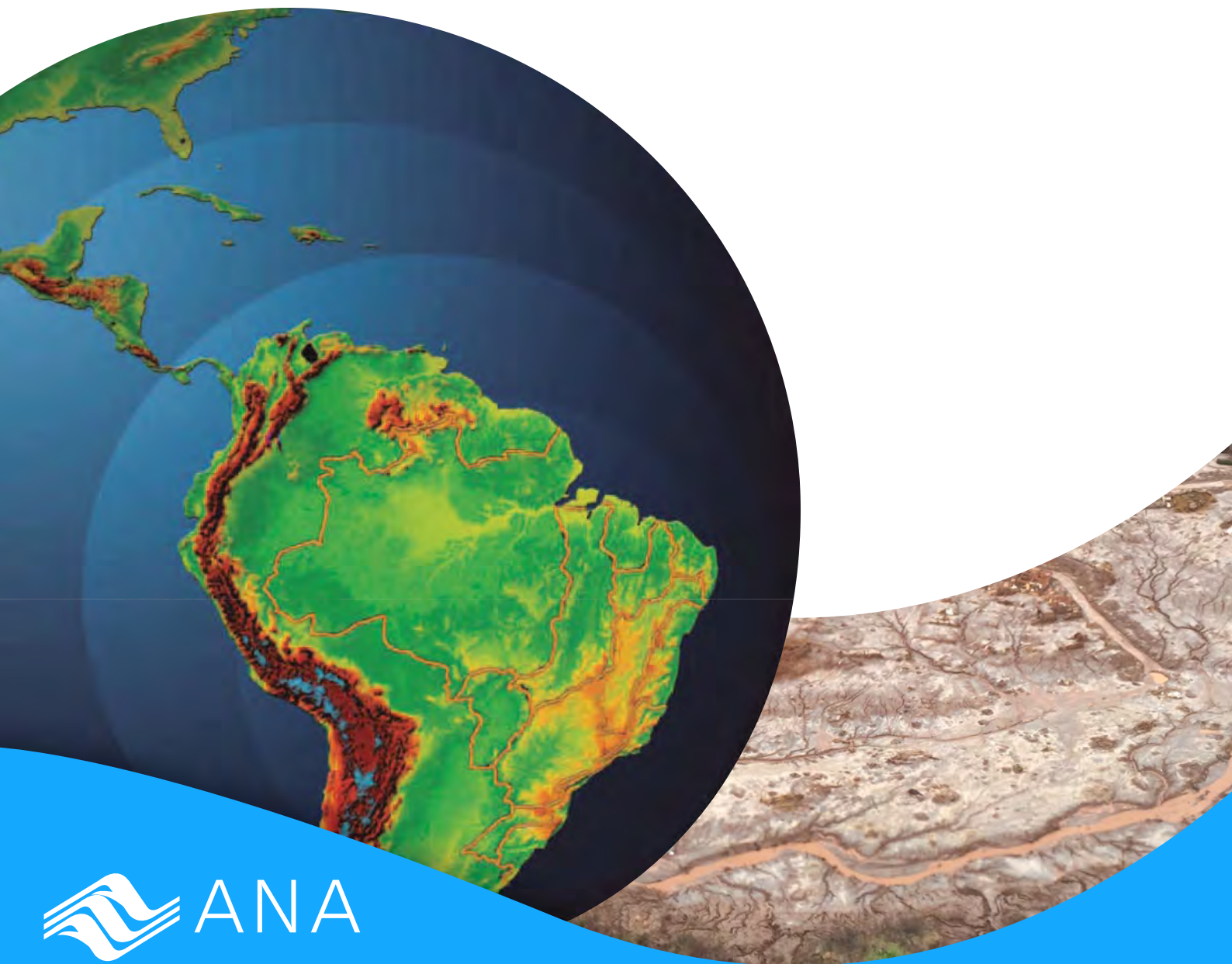


Encarte Especial sobre a

Bacia do Rio Doce

Rompimento da Barragem em Mariana/MG



República Federativa do Brasil

Dilma Vana Rousseff
Presidenta

Ministério do Meio Ambiente

Izabella Mônica Vieira Teixeira
Ministra

Agência Nacional de Águas (ANA)**Diretoria Colegiada**

Vicente Andreu Guillo (Diretor-Presidente)
Paulo Lopes Varella Neto
João Gilberto Lotufo Conejo
Gisela Damm Forattini
Ney Maranhão

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Superintendência de Regulação (SRE)

Rodrigo Flecha Ferreira Alves

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH)

Valdemar Guimarães

Superintendência de Operações e Eventos Críticos (SOE)

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

Superintendência de Fiscalização (SFI)

Flávia Gomes de Barros

Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SAS)

Humberto Cardoso Gonçalves

Encarte Especial sobre a

Bacia do Rio Doce

Rompimento da barragem em Mariana/MG

CONJUNTURA
dos RECURSOS HÍDRICOS
no BRASIL
INFORME
2015

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. CONTEXTO.....	6
2.1 Aspectos Físicos, Políticos e Econômicos da Bacia.....	6
2.2 Gestão de Recursos Hídricos na Bacia.....	12
2.3 Segurança de Barragens.....	17
3. DESASTRE NA BACIA – ROMPIMENTO DA BARRAGEM EM MARIANA/MG	18
3.1 Antecedentes sobre Acidentes com Barragens	18
3.2 Descrição do Evento	22
4. ANÁLISE DOS IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS E MEDIDAS ADOTADAS	30
4.1 Qualidade da Água	31
4.2 Abastecimento de Água	42
4.3 Outros Usos da Água	44
4.4 Medidas Adotadas	46
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste encarte é descrever os eventos ocorridos a partir do rompimento da barragem de Fundão, no município de Mariana, Estado de Minas Gerais, no dia 5 de novembro de 2015, além dos principais impactos do evento. Embora cientes de que os impactos desse desastre de grande magnitude extrapolam os recursos hídricos, o presente relatório se atém à análise daqueles associados especificamente aos cursos de água doce, excluindo zona costeira e marítima.

Como principais consequências, destacam-se os impactos na qualidade da água, os quais levaram à interrupção do abastecimento público de algumas cidades e de diversos outros usuários de água. Além disso, outros usos dos recursos hídricos na bacia foram afetados como geração de energia elétrica, indústria, pesca e lazer. O rompimento da barragem de Fundão impactou e continuará impactando, por tempo ainda indefinido, os rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce.

A bacia do rio Doce abrange parte dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, no Sudeste do Brasil. Pode ser considerada privilegiada no que se refere à disponibilidade hídrica, mas há desigualdade entre as diferentes regiões da bacia. No Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH-Doce), elaborado entre 2008 e 2009 e aprovado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce) em 2010, uma das questões cruciais levantadas diz respeito à qualidade da água. O Plano considerou as ações de saneamento e controle de erosão como as metas mais ambiciosas incorporadas em seu escopo.

A insuficiência na oferta de água para os diversos usos ou a falta de água de boa qualidade gera efeitos diretos no dia-a-dia da população e na economia do País e tem exigido grande atenção na busca de alternativas para o enfrentamento dos problemas: medidas emergenciais e medidas estruturantes, além de medidas não estruturantes relacionadas ao aprimoramento da gestão de recursos hídricos no Brasil.

Por seu desenvolvimento histórico de atividades econômicas voltadas à extração mineral, a bacia do Doce abriga diversas barragens utilizadas para deposição de rejeitos dessa atividade. No Brasil, há registros de alguns acidentes envolvendo barragens ou pilhas de rejeitos de mineração, conforme registros do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD). Porém, nenhum deles atingiu as proporções do evento ocorrido em Mariana, o qual resultou em um desastre ambiental com grande repercussão nacional e internacional.

A Lei nº 12.334/2010 estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e definiu os órgãos responsáveis pela fiscalização da segurança das barragens do Brasil. Essa Lei tem sido implementada pelos diversos órgãos fiscalizadores, por meio de regulamentações, desenvolvimento de capacidade institucional e capacitação.

Neste encarte são apresentadas as características gerais da bacia hidrográfica do Doce, o panorama atual da gestão de recursos hídricos na bacia e informações sobre a segurança de barragens no país. Os impactos do rompimento da barragem nos recursos hídricos são apresentados segundo três enfoques principais: o comprometimento da qualidade da água, a consequente suspensão das captações de água para abastecimento público e demais impactos em outros usos da água. São apresentadas as características da qualidade da água na bacia antes e após o acidente e as medidas adotadas pela ANA.



Lago da UHE Mascarenhas/ES (14/11/2015) - Maurrem Vieira - Banco de Imagens/ANA

2. CONTEXTO

2.1 Aspectos Físicos, Políticos e Econômicos da Bacia

O rio Doce recebe esse nome a partir da confluência dos rios Piranga e do Carmo, entre as cidades de Ponte Nova, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado, em Minas Gerais. O curso d'água principal da bacia percorre 888 km desde a nascente do rio Xopotó até a sua foz no Oceano Atlântico localizada no município de Linhares, Estado do Espírito Santo¹.

A área de drenagem da bacia do rio Doce corresponde a cerca de 84 mil km², dos quais 86% encontram-se no Estado de Minas Gerais e 14% no Espírito Santo. Está localizada na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, no Sudeste do Brasil. Possui rica biodiversidade, estando 98% de sua área inserida no bioma de Mata Atlântica, um dos mais importantes e ameaçados do mundo, e os 2% restantes em área de Cerrado.

A bacia hidrográfica compreende 225 municípios, cujos territórios estão total ou parcialmente nela inseridos, sendo 200 mineiros e 25 capixabas. São 209 sedes municipais localizadas no território da bacia, com uma população residente de aproximadamente 3,6 milhões de habitantes². A Figura 1 apresenta a localização das cidades da bacia conforme a população residente e as usinas hidrelétricas (UHEs) instaladas na bacia.

Os recursos hídricos da bacia do rio Doce desempenham um papel fundamental na economia do leste mineiro e do noroeste capixaba, uma vez que fornecem a água necessária aos usos doméstico, agropecuário, industrial e geração de energia elétrica, dentre outros.



Rio Doce em Governador Valadares/MG (20/08/2009) - Cláudia Dianni - Banco de Imagens/ANA

¹ Segundo dados da Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) da ANA disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=7bb15389-1016-4d5b-9480-5f1acdadd0f5>.

² Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo – Características da População e dos Domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010universo.asp?o=7&i=P>.



O relevo é bastante acidentado, sendo que a bacia pertence à porção do território brasileiro caracterizada por um “mar de morros”. A existência de declividades elevadas limita as atividades econômicas e a ocupação urbana do solo. O relevo movimentado condicionou a produção do espaço urbano na bacia, que se concentrou junto ao talveque dos cursos de água, em áreas suscetíveis a inundações.



O canal do rio Doce possui padrões geomorfológicos diferenciados, com segmentos de meandros, retilíneos e anastomosados e ainda presença de ilhas, principalmente no médio curso. As planícies fluviais são amplas e os terraços, em sua maioria, constituídos por material arenoso e argilo-arenoso, com cerca de 3 metros de desnível. Eventualmente, esses terraços são inundados durante cheias excepcionais⁴. Algumas características da hidrografia são apresentadas na Figura 2.

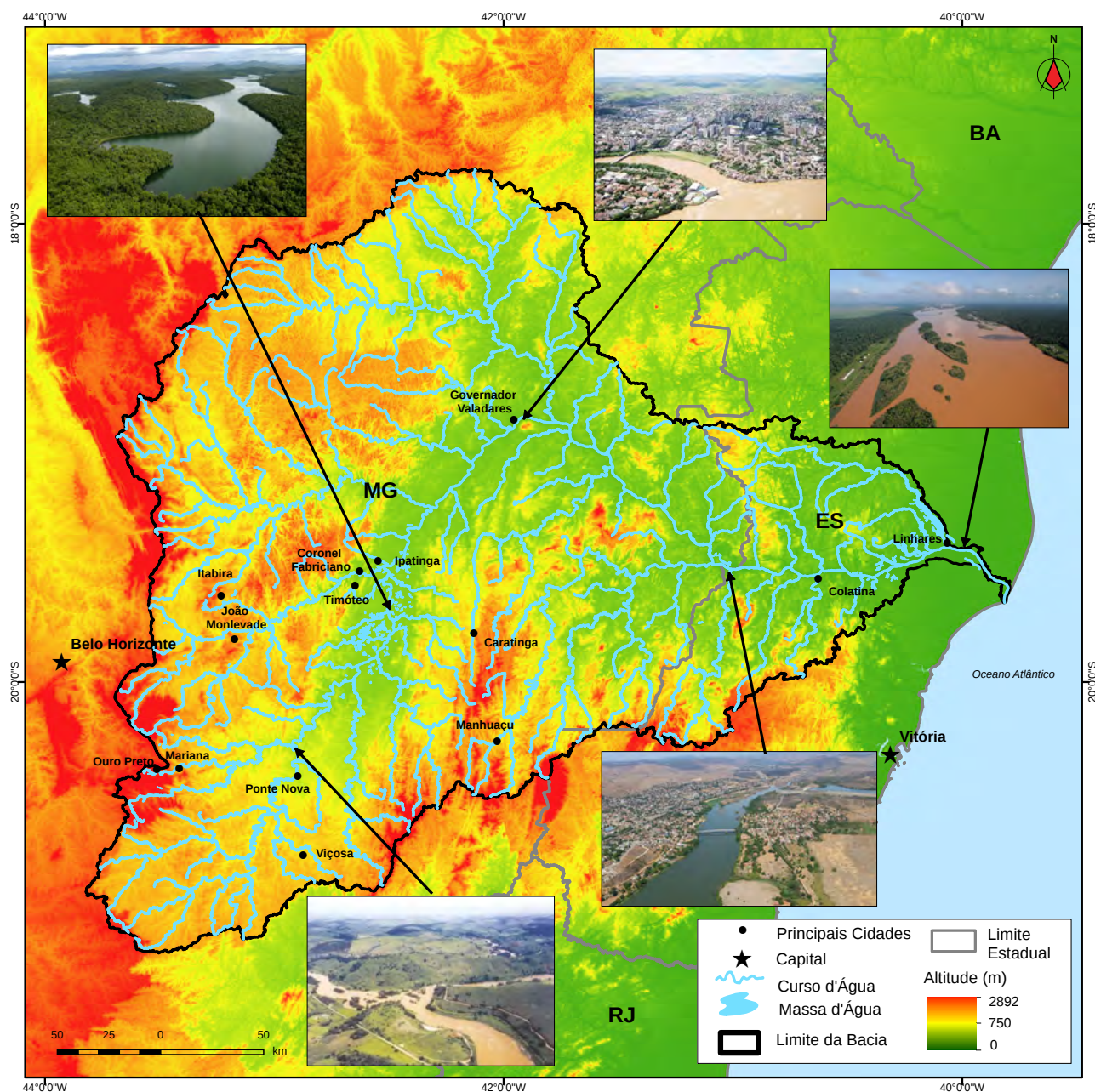


Figura 2. Características fisiográficas da bacia do rio Doce

A bacia apresenta um quadro de grande supressão da cobertura vegetal, estando os remanescentes florestais restritos às áreas mais declivosas do terreno. As pastagens encontram-se bastante degradadas, o que proporciona uma superfície suscetível à erosão do solo, formando volumes expressivos de sedimentos que são carregados aos cursos d'água.

⁴ Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce: Relatório Executivo. Consórcio EcoPLAN/Lume, 2010. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/servicos/planejamento/planoderecursos/20150902_Relatorio_Executivo_com_creditos.pdf.

[illegible]

Segundo o mapeamento de uso e cobertura do solo na bacia do Doce concluído em 2013, o uso antrópico predominante corresponde à pastagem, com 59% da área da bacia. Outros 5% são ocupados por áreas agrícolas e 4% por áreas reflorestadas. A vegetação nativa ainda recobre 27% do território⁷.

6 Fonte: CAMPAGNOLI, F. The Production of the Sediment of the South America Continent: Propose of Mapping of the Erosion Rates based on Geological and Geomorphological Aspects. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 7, n.1, 2006, pp 3-8. Disponível em: http://www.ugb.org.br/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_7_n_1_2006/RBG_Ano_7_n_1_2006_03_08.pdf

7 O mapeamento foi contratado pelo Ibio AGB-Doce em escala 1:25.000, com imagens obtidas entre 2008 e 2012. Dados disponíveis em: <https://www.igeo.org.br/map#>

O crescimento econômico centrado sobre a exploração de commodities pressiona os recursos naturais do vale do rio Doce, onde existem reservas minerais importantes. A localização das atividades de extração mineral e uso e cobertura do solo na bacia do Doce são apresentados na Figura 4. Segundo dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) existem 366 áreas de concessão de lavra na bacia⁸. As principais atividades de exploração mineral são aquelas relacionadas à extração de ferro e minério de ferro, que somam 31,4% das concessões de lavra, e a extração de rochas ornamentais, que representam 25,1%, destacando-se granitos e gnaisses.

As lavras de ferro e minério de ferro se concentram, de modo geral, nas cabeceiras do rio Piracicaba, um dos principais afluentes do Doce e, em parte das cabeceiras do rio do Carmo. As de rochas ornamentais, por sua vez, encontram-se distribuídas principalmente na porção capixaba da bacia.

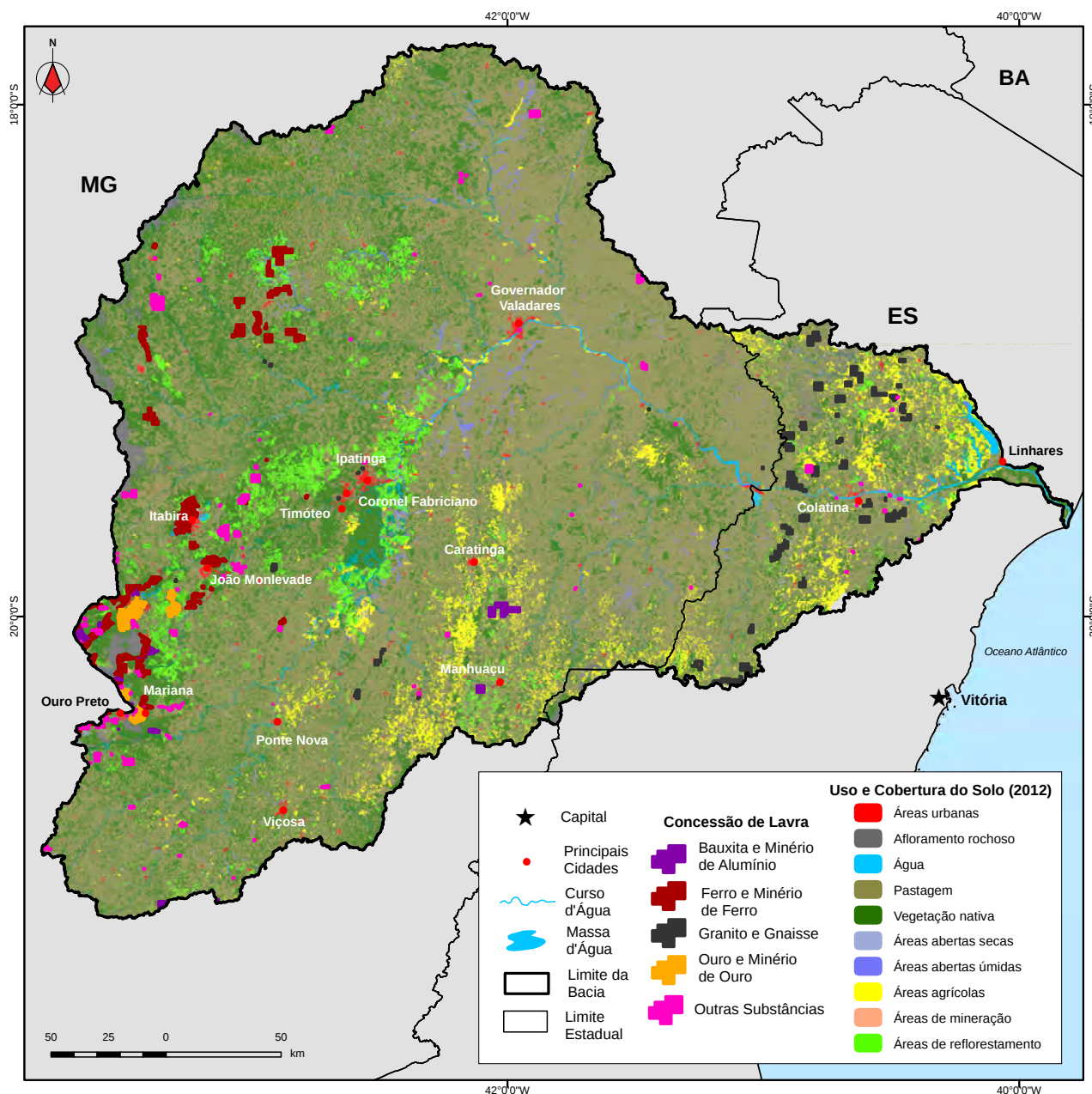


Figura 4. Atividades minerárias e uso e cobertura do solo na bacia do rio Doce

⁸ Fonte: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE). Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>.

As minas de ferro da região operam à base de elevado grau de mecanização e equipamentos pesados, sendo empreendimentos de grandes empresas. As duas principais mineradoras que atuam na bacia são a Vale e a Samarco Mineração, as duas maiores produtoras de minério de ferro do país⁹.

Os cursos d'água da bacia do rio Doce funcionam como canais receptores, transportadores e autodepuradores dos rejeitos e efluentes produzidos por essas atividades econômicas e dos esgotos domésticos da grande maioria dos municípios ali existentes, o que compromete a qualidade da água.

A falta de tratamento dos esgotos domésticos é um dos principais problemas verificados na bacia. Segundo o Atlas Brasil de Despoluição de Bacias Hidrográficas: Tratamento de Esgotos Urbanos, estudo em andamento na Agência Nacional de Águas (ANA)¹⁰, apenas 41 das 209 cidades localizadas na bacia do rio Doce apresentam serviços de coleta e tratamento de esgotos, sendo que 28 dessas cidades tratam mais da metade do esgoto que produzem. O impacto da ausência de tratamento de esgotos é observado em alguns trechos de rios da bacia, notadamente nos afluentes do rio Doce, e no médio curso do rio Doce (Figura 5).

Ainda em relação à qualidade da água do rio Doce, as florações de cianobactérias são eventos recorrentes na bacia, com ocorrência em seu curso principal e nas bacias afluentes no estado do Espírito Santo, especialmente no período de julho a dezembro¹¹.



9 Fonte: Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira. 7ª edição. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004035.pdf>.

10 O referido estudo utilizou dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), incluindo o Censo Demográfico de 2010, da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2001 a 2011 e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2013, prioritariamente, da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (MCI). O diagnóstico das condições de atendimento por coleta e tratamento de esgoto urbano dos municípios da bacia foi refinado com dados coletados durante visitas técnicas realizadas àquelas localidades que possuem prestadores do serviço de saneamento estruturado, ou seja, companhias estaduais, serviços autônomos ou empresas privadas.

11 Relatório Técnico: Ocorrência de cianobactérias na bacia hidrográfica do rio Doce. Francisco Romeiro et al. Brasília: ANA, 2012.



A Lei nº 9.433/1997 trouxe uma nova ordem para o setor de recursos hídricos, capaz de inibir a continuação de processos de ação fragmentada no que se refere à utilização desses recursos, estabelecendo novos princípios de gestão. A legislação criou um arcabouço institucional diferente das tradicionais estruturas existentes na organização social e política do Brasil e estabeleceu alguns instrumentos de política setorial, apresentados na Figura 6. O Plano de Recursos Hídricos corresponde àquele voltado para o planejamento das ações de gestão hídrica em uma determinada região.

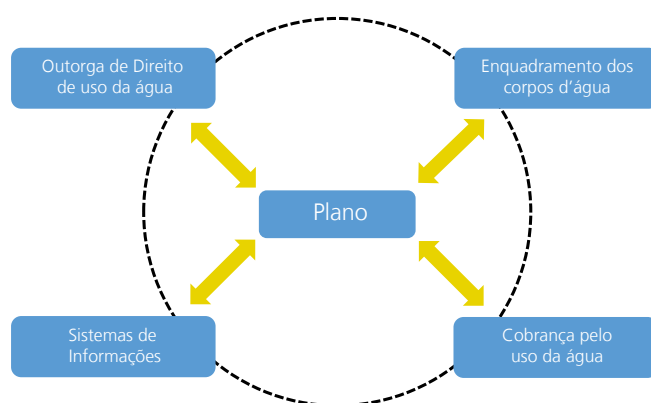


Figura 6. Instrumentos de gestão dos recursos hídricos

PIRH-Doce

O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH-Doce) foi elaborado entre junho de 2008 e dezembro de 2009, acompanhado sistematicamente por um Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT), coordenado pela ANA e formado por representantes dos então 9 Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) dos estados do Espírito Santo e Minas Gerais, do CBH-Doce e dos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e Instituto Estadual do Meio Ambiente do Espírito Santo (IEMA). A participação social no processo de construção do PIRH-Doce foi de vital importância para sua legitimação. A participação ocorreu através da troca de informações durante as três rodadas de reuniões que foram realizadas em toda a bacia, num total de 30 reuniões públicas. O processo de legitimação se concluiu com a aprovação do Plano por unanimidade pelo CBH em reunião extraordinária realizada em julho de 2010, em Governador Valadares/MG¹².

O PIRH-Doce contém um diagnóstico dos principais problemas, disponibilidades e demandas por água na bacia, diretrizes para a gestão dos recursos hídricos e ações para recuperação hídrica da bacia, visando assim garantir água em qualidade e quantidade adequadas aos seus usos no presente e para as futuras gerações. No PIRH-Doce, foram estabelecidos sete grandes temas ou questões referenciais da Bacia: qualidade da água; quantidade de água – balanços hídricos; suscetibilidade a enchentes; universalização do saneamento; incremento de áreas legalmente protegidas; e implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. Para enfrentar essas questões, o Plano propôs um conjunto de intervenções estruturantes e não estruturantes agregadas em componentes, programas e ações que totalizam R\$ 1,3 bilhão até 2020. No conjunto, destacam-se os programas relacionados com as ações de saneamento, que representam 91% do montante total.

Uma das questões cruciais da bacia do rio Doce, destacadas no PIRH-Doce, diz respeito à qualidade da água. Em praticamente todos os pontos de monitoramento de qualidade da água do IGAM, ocorreram problemas com coliformes e parâmetros relativos à cor e turbidez, além de outros compostos tóxicos associados ao uso agrícola e à erosão do solo. O controle de geração de sedimentos passa, portanto, por um processo integrado de recuperação da bacia, envolvendo recuperação de matas ciliares, implantação de dispositivos de controle de enxurradas em estradas rurais e recuperação de áreas degradadas (inclusive pastagens). O Plano também apresenta recomendações de cuidado com as atividades de mineração na bacia.

A bacia do rio Doce é formada por cursos d'água de domínio da União e cursos d'água de domínio dos Estados. Em função da dominialidade dupla, União e Estados atuam de forma conjunta na implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Segundo a Resolução nº 109/2010 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a bacia do Doce consiste numa das Unidades de Gestão de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de Rios de Domínio da União (UGRH)¹³.

12 Fonte: Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce: Relatório Executivo. Consórcio Ecoplan/Lume, 2010. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/servicos/planejamento/planoderecursos/20150902_Relatorio_Executivo_com_creditos.pdf.

13 Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14.

A Figura 7 apresenta as formas de relacionamento entre os integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), de acordo com seu âmbito de atuação na bacia do Doce. A bacia do Doce apresenta um grau muito avançado na implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, conforme classificação do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil¹⁴.

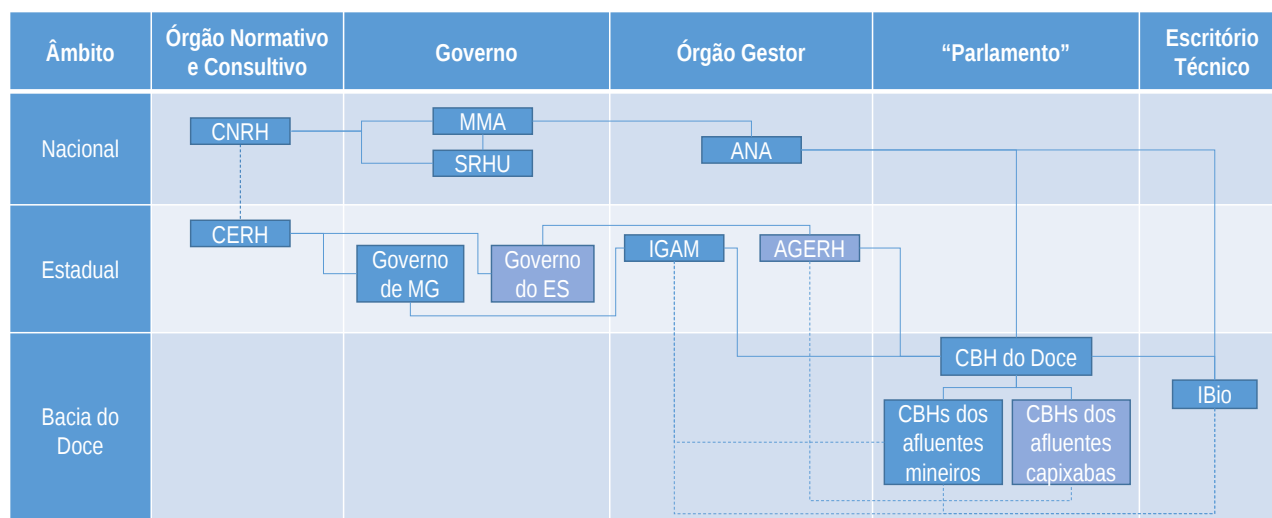


Figura 7. Matriz institucional da gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Doce

Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) são organismos colegiados que fazem parte do SINGREH e existem no Brasil desde 1988. A composição diversificada e democrática dos Comitês contribui para que todos os setores da sociedade com interesse sobre a água na bacia tenham representação e poder de decisão sobre sua gestão. Os membros que compõem o colegiado são escolhidos entre seus pares, sejam eles dos diversos setores usuários de água, das organizações da sociedade civil ou dos poderes públicos. Suas principais competências são: aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia; arbitrar conflitos pelo uso da água, em primeira instância administrativa; estabelecer mecanismos e sugerir os valores da cobrança pelo uso da água; entre outros.

O CBH do Rio Doce foi criado em 25 de janeiro de 2002 e abrange, além de todo o território físico da bacia, a bacia do rio Barra Seca, no litoral do Espírito Santo, agregando assim parte de outros três municípios à sua área de atuação: Nova Venécia, Jaguaré e São Mateus. Segundo dados de 2015 do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), há 10 comitês instalados em afluentes, sendo 6 deles no Estado de Minas Gerais e 4 no Espírito Santo (Figura 8)¹⁵.

Dentre os comitês de bacias de rios afluentes, apenas o CBH do Rio Barra Seca e da Foz do Rio Doce, criado pelo Decreto Estadual nº 3.792-R de 20 de março de 2015, não possui plano de recursos hídricos elaborado e, no caso do CBH Pontões e Lagoas do Rio Doce, a área de abrangência do plano é apenas a bacia do rio São José, diferentemente da área de atuação do Comitê, que foi ampliada em 2015 agregando todos os afluentes da margem esquerda do rio Doce no Espírito Santo.

A atuação do CBH-Doce tornou-se de grande importância em função do papel estratégico do Comitê na articulação e organização social dos diversos atores para a cooperação voltada à preservação e recuperação do rio Doce, sem prejuízos ao desenvolvimento econômico. Entre os avanços já alcançados, está a aprovação do plano da bacia, o PIRH-Doce, e a deliberação da cobrança pelo uso da água, a fim de que os recursos sejam destinados a projetos de recuperação da bacia.

O CBH-Doce constitui-se em ambiente favorável à resolução de conflitos quanto à diversidade de interesses em relação aos usos da água, desigualdade de distribuição e utilização inadequada. Tem poder de Estado e atribuição legal de deliberar sobre a gestão da água, fazendo isso de forma compartilhada com o poder público, usuários e sociedade civil. Portanto, o Comitê ocupa lugar central no processo de gestão participativa, democrática e descentralizada dos recursos hídricos da bacia e cabe a ele a definição das regras a serem seguidas com relação ao uso das águas, sendo responsabilidade dos órgãos gestores de recursos hídricos colocá-las em prática por meio do seu poder de regulação¹⁶.

¹⁴ ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2013. Brasília: ANA, 2013. 432p.

¹⁵ Dados disponíveis em: <http://www2.snirh.gov.br/home/>.

¹⁶ Fonte: <http://www.cbhdoce.org.br/cbh-doce/apresentacao/>.



Figura 8. Comitês de bacia hidrográfica e domínio dos cursos d'água da bacia do Doce

O enquadramento dos corpos d'água é um dos instrumentos previstos na PNRH (Lei nº 9.433/1997), que estabelece metas de qualidade de água para atender aos seus usos preponderantes, as quais devem ser aprovadas pelos conselhos de recursos hídricos. O rio Doce não possui enquadramento aprovado no âmbito do CNRH. Há enquadramento apenas para os corpos hídricos da bacia do rio Piracicaba, afluente mineiro do rio Doce¹⁷.

O enquadramento na bacia do rio Doce foi tratado durante a elaboração do PIRH-Doce e gerou uma proposta de enquadramento para os 16 afluentes principais e para o próprio rio Doce, com vistas a orientar o alcance das metas de qualidade previstas no plano. No entanto, foi identificada a necessidade de estudos complementares para consolidação da proposta, que levou à definição de um programa no PIRH-Doce para sua execução.

17 Enquadramento aprovado pela Deliberação Normativa (DN) COPAM/MG nº 09/1994, baseado na resolução CONAMA nº 20/1986 e na DN COPAM/MG nº 10/1986, já substituídos por resoluções mais recentes (CONAMA nº 357/2005 e COPAM/CERH-MG nº 01/2008).

Para fins de cobrança, outorga e licenciamento ambiental, devem ser considerados nos corpos d'água superficiais ainda não enquadrados os padrões de qualidade da classe correspondente aos usos preponderantes mais restritivos existentes no respectivo corpo d'água. Até que a autoridade outorgante tenha informações sobre os usos mais restritivos, poderá ser adotado, para as águas superficiais, a Classe 2, conforme a Resolução CNRH nº 91/2008¹⁸.

O Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNAUH) registra 169 captações de água por usuários detentores de outorgas de direito de uso da água emitidas pela ANA, no curso d'água do rio Doce de domínio da União, sendo 72 delas destinadas à atividade de mineração. Nos cursos d'água de domínio dos estados, as outorgas são emitidas pelo respectivo órgão gestor estadual.

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um indicador do estágio da implementação da PNRH, na medida em que sua implantação em uma bacia hidrográfica decorre da concretização de outros instrumentos de gestão. No estado de Minas Gerais, ao longo de 2011, os CBHs do Rio Piranga, do Rio Piracicaba, do Rio Santo Antônio, do Rio Suaçuí, do Rio Caratinga e do Rio Manhuaçu, todos afluentes ao rio Doce, deliberaram sobre os mecanismos e valores de cobrança nos rios mineiros das suas áreas de atuação. Estas deliberações foram aprovadas pelo CERH e a cobrança teve início em 2012.

No Espírito Santo, em abril de 2011, os CBHs do Rio São José e Rio Guandu deliberaram sobre a cobrança, mas seu início efetivo depende de regulamentação do instrumento pela Assembleia Legislativa, conforme prevê a política de recursos hídricos capixaba. Em 2014 houve a progressividade dos preços cobrados pelos usos nos cursos d'água de domínio da União na bacia do Doce, conforme previsão aprovada pelo CNRH. O mesmo não ocorreu quanto à cobrança pelo uso das águas estaduais da bacia.

Até o final de 2015, haviam sido arrecadados na bacia R\$ 30,4 milhões, ante R\$ 41,1 milhões cobrados. Do montante arrecadado, cujos valores são repassados à agência de água, o total desembolsado correspondeu a R\$ 13 milhões, ou seja, 46%. Tal valor corresponde àquele efetivamente aplicado no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos planos de bacia, e é obtido pela ANA a partir dos relatórios dos contratos de gestão.

A Lei nº 10.881/2004 possibilita que funções de agências de água sejam exercidas por entidades delegatárias. Elas devem ser organizações civis sem fins lucrativos, que, caso indicadas pelos comitês, poderão ser qualificadas pelo CNRH para o exercício das atribuições legais de uma agência de água. A entidade delegatária da bacia do Doce é o Instituto Bioatlântica (Ibio-AGB Doce).



Ponte sobre o rio Doce em Colatina/ES (30/01/2009) - Zig Koch - Banco de Imagens/ANA

¹⁸ Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14.

Com intuito de priorizar as ações de gestão, a ANA realizou em 2012 uma análise do balanço hídrico qualitativo nos corpos hídricos de domínio da União onde se identificou a bacia do rio Doce como uma bacia de especial interesse para gestão de recursos hídricos, apresentando problemas de quantidade e de qualidade no seu curso d'água principal. A lista completa de trechos identificados em corpos hídricos de domínio da União, segundo o balanço hídrico, consta na Portaria ANA nº 62, de 26 de março de 2013. Um estudo vem sendo conduzido pela ANA desde 2013 a fim de aprimorar a qualidade da informação dos trechos identificados para subsidiar a tomada de decisão e a implementação dos instrumentos de gestão da PNRH.

2.3 Segurança de Barragens

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, tem como objetivos principais garantir a observância de padrões de segurança de barragens, de maneira a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências e regulamentar as ações e os padrões de segurança. Entre os instrumentos da Política destacam-se: o Sistema Nacional de Segurança de Barragens (SNISB), o sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado, o Plano e o Relatório de Segurança de Barragens.

Além disso, no caso de desastres, o CENAD centraliza a atuação do governo federal e a articulação com ações de governos estaduais e municipais. A atuação dos diversos órgãos de defesa civil é regida pela Lei nº 12.340, de 2010, Lei nº 12.983, de 2014, e Lei nº 12.608, de 2012, que dispõe sobre a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Também, o Decreto nº 7.257, de 2010, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil e sobre o reconhecimento, pela União, de situações de emergência e estados de calamidade pública.

De acordo com o estabelecido na Lei, a manutenção das condições de segurança de barragens e os eventuais impactos decorrentes de seu rompimento são de inteira responsabilidade do empreendedor. Quatro são as entidades que atuam em nível federal como fiscalizadoras da segurança de barragens: a ANA, se o curso d'água barrado com a finalidade de acumulação de água for de domínio da União e o uso não for o aproveitamento hidrelétrico; a ANEEL, para barragens cujo reservatório de acumulação de água tenha como uso preponderante a geração hidrelétrica; o DNPM, para as barragens que tenham como finalidade a disposição final ou temporária de rejeitos de atividade mineral; e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), para as barragens pertencentes a empreendimentos por ele licenciados que tenham a finalidade de disposição de resíduos industriais.

Em nível estadual, as entidades gestoras de recursos hídricos são as fiscalizadoras dos barramentos outorgados em cursos d'água de domínio estadual em que o uso da água acumulada no reservatório não seja o aproveitamento hidrelétrico; já as entidades gestoras ambientais são as fiscalizadoras das barragens que tenham a finalidade de disposição de resíduos industriais pertencentes a empreendimentos licenciados pelo estado. Atualmente, há 43 entidades fiscalizadoras da segurança de barragens, sendo que 4 atuam na esfera federal e 39 atuam na esfera estadual.

O cadastro de barragens é de responsabilidade compartilhada entre os empreendedores, com o fornecimento de informação correta e atual; a entidade fiscalizadora das barragens deve manter a base de dados consistente, atual e compatível para inserção no SNISB. De acordo com a PNSB, a ANA é a entidade responsável por organizar, implantar e gerir o SNISB, promover a articulação entre órgãos fiscalizadores da segurança das barragens e coordenar a elaboração do RSB. O empreendedor será o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento específico de ações para tal.

O SNISB tem o objetivo de coletar, armazenar, tratar, gerir e disponibilizar para a sociedade as informações relacionadas à segurança de barragens, em todo o território nacional. A especificação do SNISB foi finalizada e seu desenvolvimento está em andamento. Os primeiros módulos, relativos ao cadastro e operacionalização de suas consultas, serão finalizados em 2016. O SNISB, tal como concebido, estará acessível no sítio eletrônico da ANA.

A ANA realiza campanhas de fiscalização para verificar as condições das barragens de sua responsabilidade no âmbito da PNSB e para avaliar o atendimento dos normativos legais relativos a segurança de barragem, principalmente quanto à realização da Inspeção de Segurança Regular por parte do proprietário da barragem. Os Relatórios de Segurança de Barragens 2012/2013 e 2014 foram apresentados pela ANA ao CNRH na sua 38ª Reunião Ordinária em 09 de dezembro de 2015. A Figura 9 apresenta a localização das 82 barragens vistoriadas pela ANA no Brasil fruto das campanhas realizadas no período de 2013 a 2015.



Figura 9. Barragens vistoriadas pela ANA entre 2013 e 2015

Na Figura 10 observa-se a localização das barragens de reservação de água do Brasil, com destaque para as barragens de mineração e por aquelas reguladas pela ANA. Observa-se a grande participação do Estado de Minas Gerais e o destaque para as cabeceiras da bacia do Doce. Não há nenhuma barragem regulada e fiscalizada pela ANA na bacia do Doce. Das 399 barragens de acumulação de rejeitos de mineração reguladas pelo DNPM¹⁹, 69 estão localizadas na bacia do Doce (17,3%) e 55% do total em Minas Gerais.

3. DESASTRE NA BACIA – ROMPIMENTO DA BARRAGEM EM MARIANA/MG

3.1 Antecedentes sobre Acidentes com Barragens

A análise de dados históricos revela a existência de outros registros de acidentes com barragens no Brasil, conforme registro do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), alguns deles envolvendo barragens ou pilhas de rejeitos de mineração (Figura 11).

¹⁹ Dados disponíveis em: <http://www.dnrm.gov.br/assuntos/barragens>.



Figura 10. Localização das barragens no Brasil com destaque para a bacia do Doce

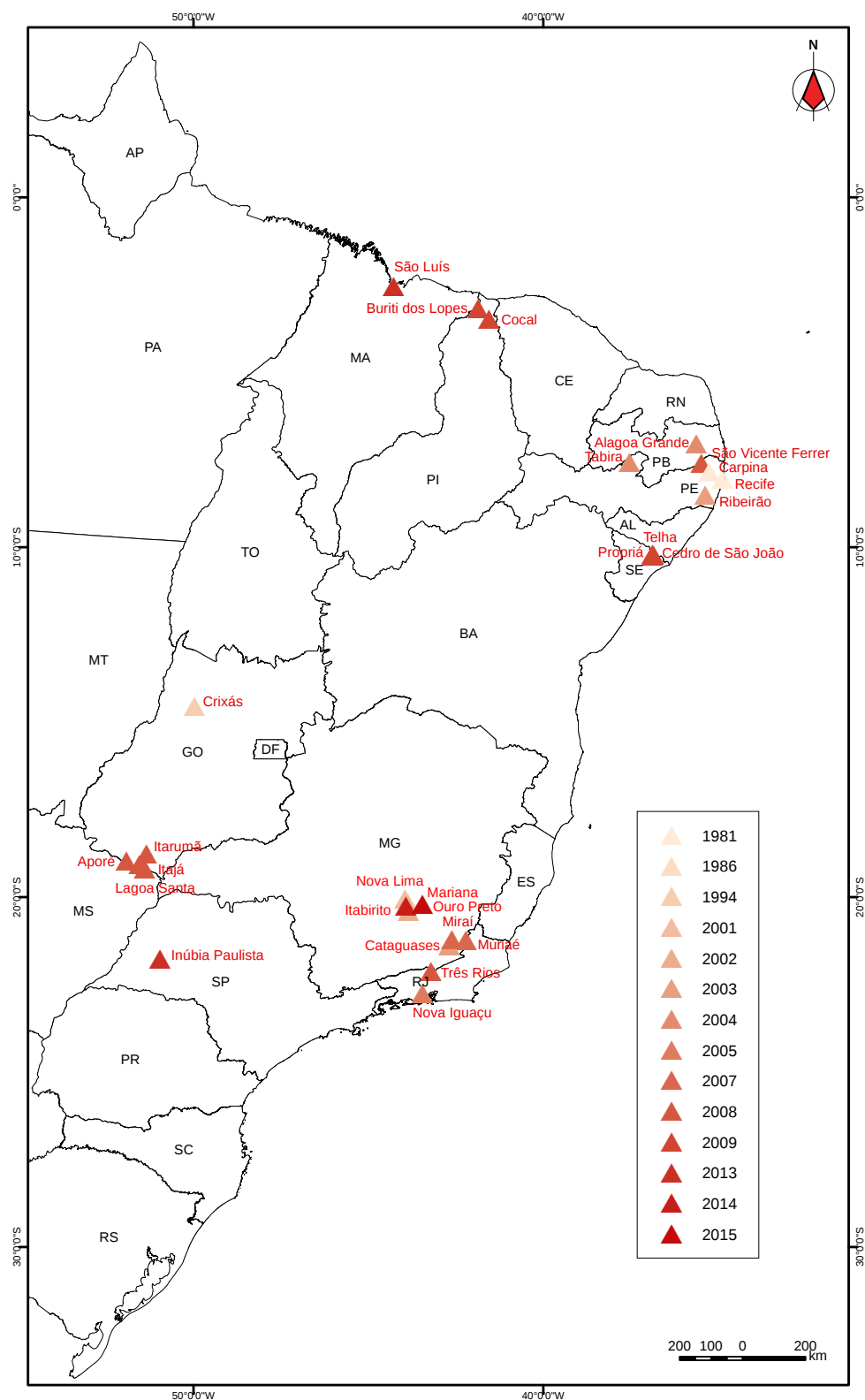


Figura 11. Histórico de acidentes envolvendo rompimento de barragens no Brasil
Fonte: CENAD

Em Minas Gerais foram registrados diversos acidentes, cujas informações podem ser resgatadas da imprensa²⁰ (Figura 12). Nenhum deles, porém, atingiu as proporções do desastre ocorrido no município de Mariana em 2015.

²⁰ Fonte: <http://www.otempo.com.br/cidades/minas-j%C3%A1-sofreu-com-outros-rompimentos-de-barragens-1.1159501>; http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/05/interna_gerais,705019/barragens-de-rejeito-ja-causaram-diversas-tragedias-em-minas-gerais-r.shtml; <http://www.cetem.gov.br/images/palestras/2015/mariana/verbeta-rio-pomba.pdf>.

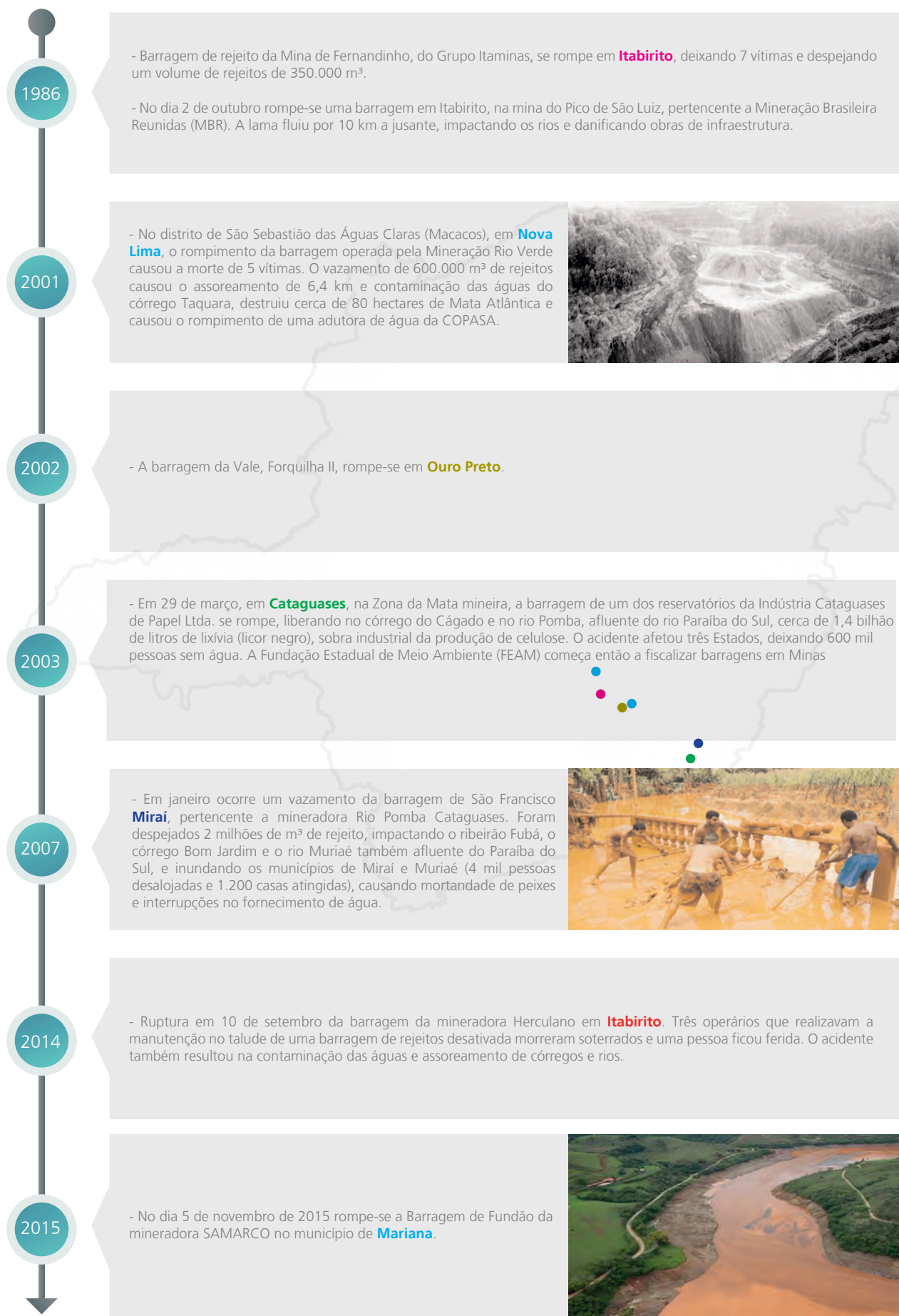


Figura 12. Registro de rompimentos de barragens e danos no Estado de Minas Gerais

3.2 Descrição do Evento

Nas cabeceiras do rio do Carmo, em território dos municípios mineiros de Ouro Preto e Mariana, localizam-se as minas de Alegria, cujas reservas de minério de ferro são estimadas em 4 bilhões de toneladas. As operações de extração e beneficiamento do minério são realizadas na unidade de Germano da Samarco Mineração S/A, de onde partem três minerodutos que transportam a produção até o porto de Ponta do Ubu, localizado no município de Anchieta, Espírito Santo, fora do território da bacia, onde é feita a pelotização. Esses minerodutos correm em paralelo, percorrendo uma extensão de 396 quilômetros passando por 24 municípios nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, sendo que a primeira linha funciona desde maio de 1977²¹.

A Samarco é empresa de grande porte, de propriedade da Vale S/A (50%) e BHP Billiton Brasil Ltda (50%), com faturamento anual de R\$ 7,6 bilhões, escritórios na Holanda e na China, e relacionamento comercial com 19 países. Trata-se da 10a maior exportadora do país em 2014. Os rejeitos são estocados em três reservatórios na mina em Mariana: Santarém, Fundão e Germano. Em 2014 foi concluído o terceiro mineroduto e uma quarta usina de pelotização para aumentar em 37% a capacidade de produção. Houve aumento significativo da produção de minério e rejeitos, apesar da queda no preço do minério. Em 2014, foram produzidas 25 milhões de toneladas de minério, representando aumento de 15% na produção e 5% no faturamento em relação a 2013²².



Vista aérea da área das barragens Germano, Fundão e Santarém após rompimento de Fundão - Corpo de Bombeiros

21 Fonte: REIS et al. A Água no Transporte e no Beneficiamento de Minério – Estudo de Caso Mineração em Mariana – Samarco Mineração S/A. In: IBRAM/ANA. A Gestão dos Recursos Hídricos e a Mineração. Brasília, 2006, pg. 157-173.

22 Informações do Relatório Anual de Sustentabilidade da Samarco: 2014. Disponível em: <http://www.samarco.com/wp-content/uploads/2015/11/Relatorio-Anual-de-Sustentabilidade-20142.pdf>

O rompimento da barragem de rejeitos minerais de Fundão, situada em Mariana, e o galgamento da barragem de Santarém, em uma região de cabeceira da bacia hidrográfica do rio Doce, resultou em um desastre ambiental de grande magnitude e repercussão. No dia 5 de novembro de 2015, o rompimento da barragem liberou um volume inicialmente estimado de 34 milhões de m³ de rejeitos de mineração, água e materiais utilizados em sua construção, causando diversos impactos socioeconômicos e ambientais na bacia do rio Doce²³.



O volume armazenado na ocasião do desastre era de cerca de 50 milhões de m³ de rejeitos de minério de ferro. Deste total, estima-se que 16 milhões de m³ permaneceram acumulados próximos ao local do incidente.

Nos trechos imediatamente a jusante, a onda resultante do rompimento da barragem avançou sobre a planície de inundação dos rios tributários, levando consigo parte da vegetação e do substrato. Esses materiais somaram-se à lama de rejeitos, agravando os danos nos trechos de cabeceira. A partir da barragem de Fundão, a onda de rejeitos e detritos seguiu os cursos do córrego Santarém e rios Gualaxo do Norte e do Carmo por 77 km até alcançar o rio Doce. De acordo com estimativas do IBAMA²⁴, nesse trecho a avalanche de lama atingiu uma área de cerca de 1.500 hectares. Consequentemente, a enxurrada de lama, rejeitos e detritos causou graves danos socioeconômicos e ambientais.

Bento Rodrigues subdistrito do distrito de Santa Rita Durão, município de Mariana, situado a pouco mais de 5 km das barragens e 35 km da sede de Mariana, foi praticamente todo soterrado pela avalanche de água, lama e detritos produzida com o rompimento da barragem. Foram encontradas 18 vítimas fatais do acidente e, até a elaboração deste documento, um corpo permanecia desaparecido. No subdistrito viviam cerca de 600 habitantes. O IBAMA estima que 207 dos 251 imóveis tenham sido destruídos naquela localidade. A Figura 13 apresenta imagens de satélite da área das barragens antes e após o acidente, com destaque para as alterações na paisagem observadas no subdistrito de Bento Rodrigues, no município de Mariana.

²³ Dados disponíveis em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf.

²⁴ IBAMA. Nota Técnica nº 1/2016-PRESID/IBAMA: Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta Relativo ao Rompimento da Barragem do Fundão em Mariana/MG. Componente: Programas Socioambientais. Brasília: 29/02/2016.

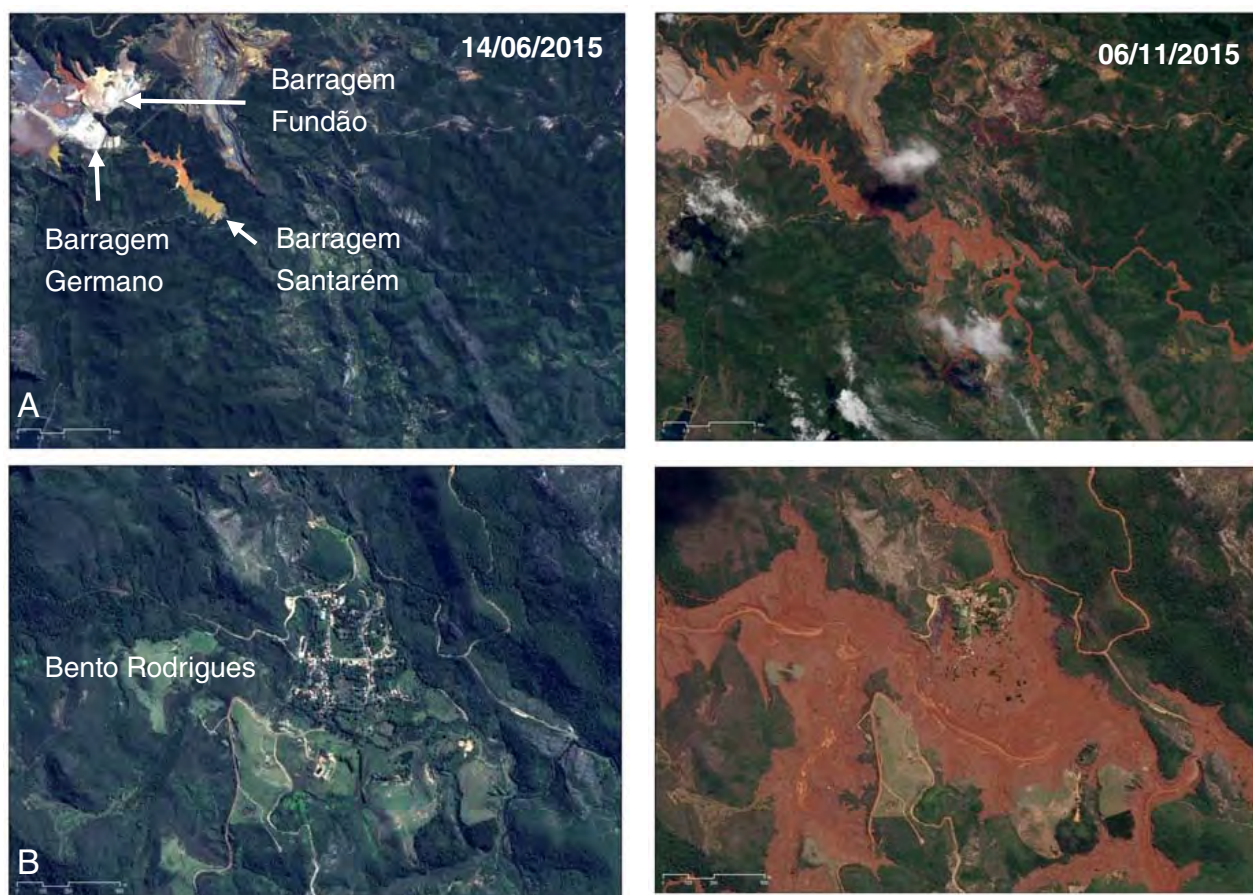


Figura 13. Imagens de satélite das barragens da Samarco (A) e do povoado de Bento Rodrigues (B).
Fonte: SPOT 6 e 7/HIPARC/AirBus



Bento Rodrigues (24/11/2015) - Márcia Cerqueira - Banco de Imagens/ANA

A onda de cheia produzida a partir do rompimento da barragem de Fundão percorreu mais de 650 km até a foz do rio Doce, em Linhares, no litoral do Espírito Santo. No rio Doce, a onda de rejeitos, água e detritos perdeu parte de sua força. Grande parte dos materiais carregados ficou acumulada no reservatório da hidrelétrica de Candonga, e no trecho entre Candonga e UHE Baguari.

Os impactos ao longo do rio Doce podem ser analisados com base nos trechos compreendidos entre esses barramentos, cuja posição ao longo do curso d'água afetado encontra-se registrada na Figura 14. A cronologia da passagem da onda de lama é apresentada na Figura 15 e a da onda de cheia na Figura 16.

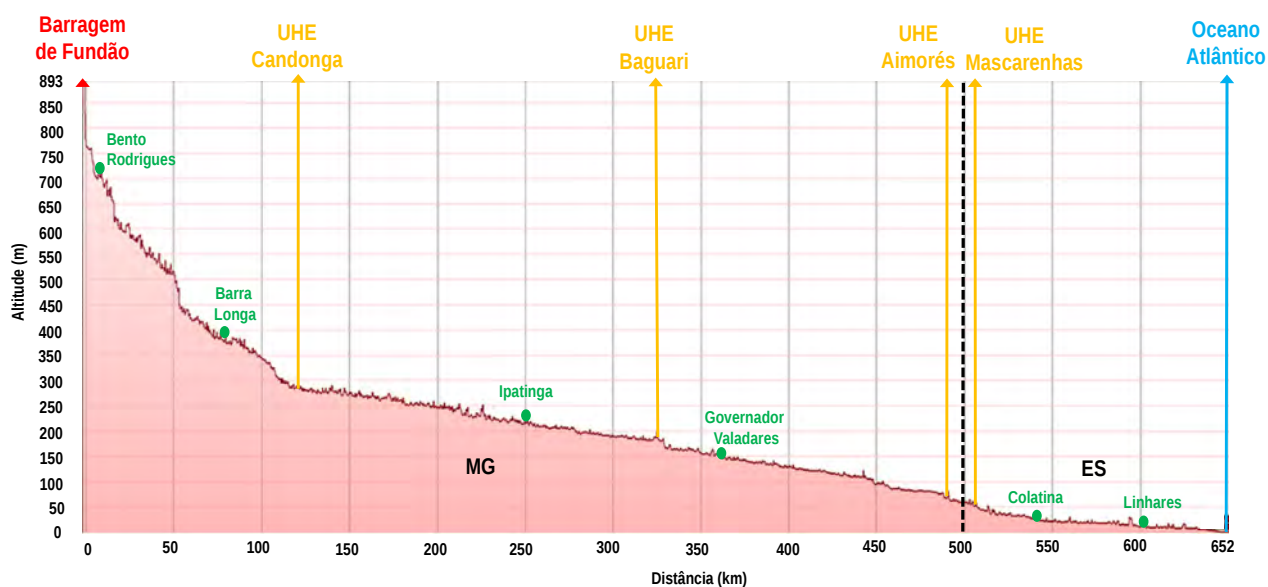


Figura 14. Perfil longitudinal do curso d'água afetado pelo rompimento da Barragem de Fundão



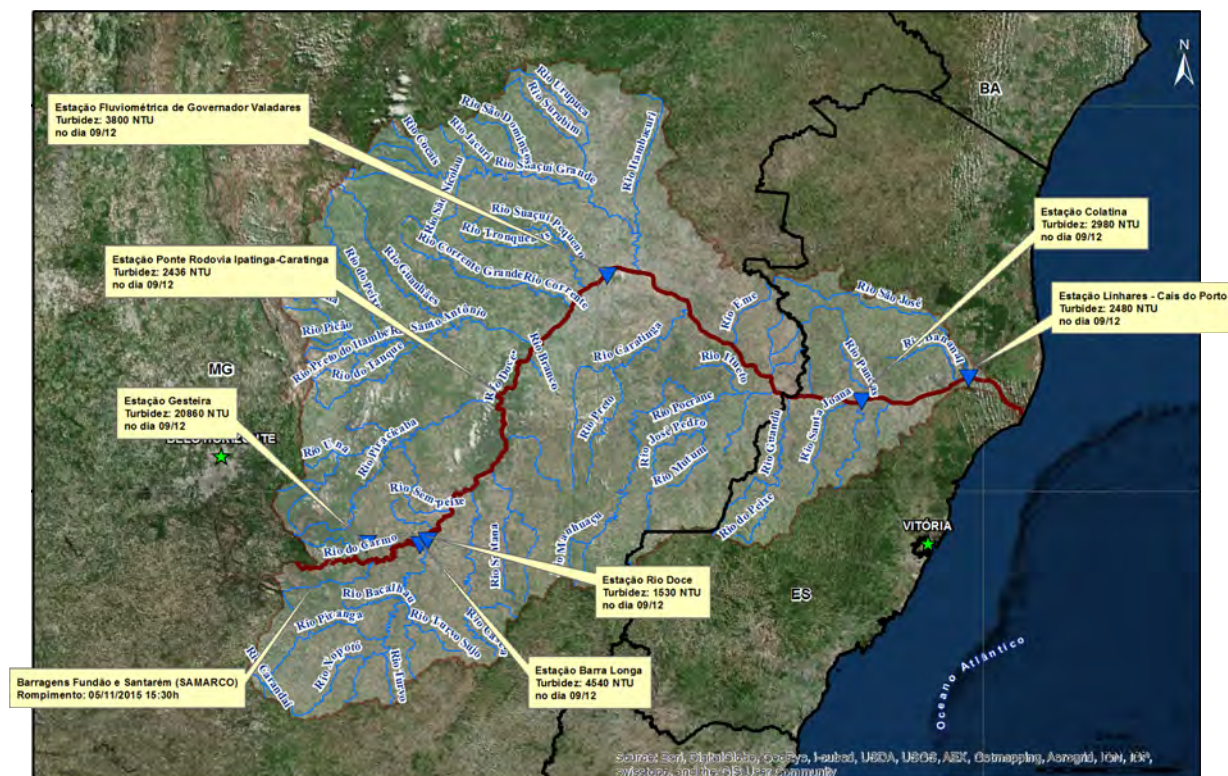


Figura 15. Cronologia da passagem da lama
Fonte: ANA/CPRM

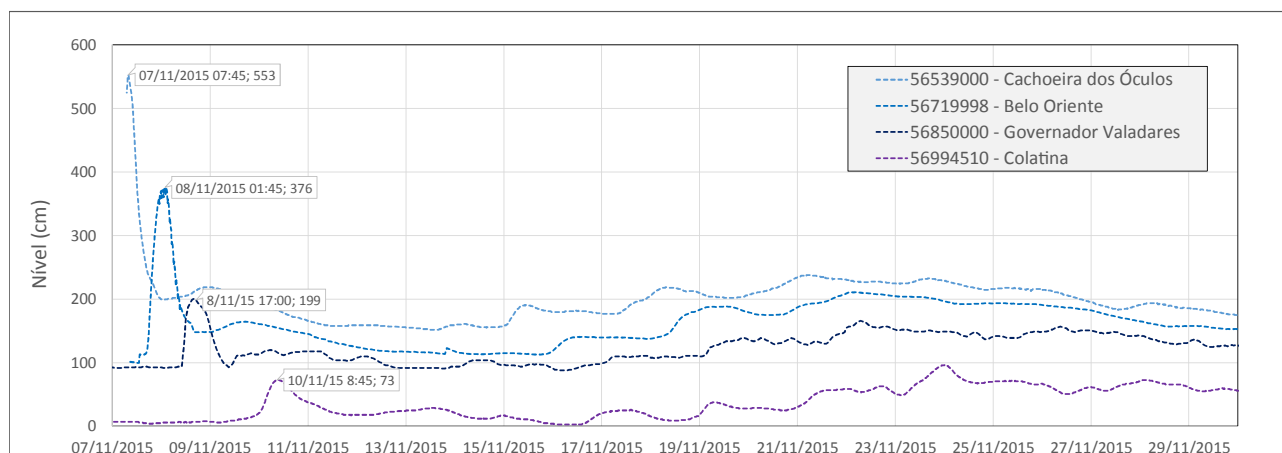


Figura 16. Evolução do nível ao longo do rio Doce entre os dias 7 e 30 de novembro 2015

Nos trechos de cabeceira, situados a montante do reservatório da UHE Risoleta Neves (Candonga), ocorreu a supressão da vegetação marginal devido à erosão forçada pela onda de inundação. Grandes depósitos de rejeito expostos foram identificados na calha do rio, principalmente na área de transição com o reservatório.

A usina tem potência instalada de 140 MW e é operada pelo Consórcio Candonga, composto pela Aliança Energia (50%) e Vale (50%). O reservatório, com volume de 41,9 hm³ e distante cerca de 120 km do acidente, foi o mais afetado, com significativo acúmulo de sedimentos e detritos. O material carreado ficou acumulado, principalmente, na barragem de Candonga. Nas demais barragens o acúmulo foi bem menor. Cerca de 9 hm³ de sedimentos ficaram retidos no reservatório da UHE Candonga. Este volume equivale a 30% dos rejeitos derramados com o rompimento da barragem de Fundão²⁵.

²⁵ Fonte: Segundo informações da Consultoria e Hidrologia Potamos divulgadas pela Agência de Notícias Reuters em: <http://br.reuters.com/article/domesticNews/idBRKCN0V52N1>.

A usina de Candonga sofreu avarias em estruturas do vertedor e operou com apenas uma das três comportas existentes durante alguns dias. Em consequência, o reservatório foi deplecionado em mais de 15 metros, mantendo a jusante vazão de 180 m³/s, superior à vazão afluente. A inoperância das comportas colocou a usina em situação crítica, e a ANEEL, responsável pela fiscalização da segurança de barragens do setor elétrico, foi oficiada pela ANA a acompanhar a situação e prestar informações. Em 13 de novembro de 2015, as três comportas voltaram a operar.

A partir da usina de Candonga foram observadas uma onda de cheia, com menor concentração de sedimentos e maior velocidade, que viajou por todo o rio Doce até sua foz, sem causar inundações entretanto; e uma pluma de sedimentos, com turbidez extremamente elevada e menor velocidade.

O trecho compreendido entre a UHE Candonga e a UHE Baguari também foi severamente afetado pela carga de rejeitos no que diz respeito à qualidade da água. Não houve grande deposição de rejeitos nas planícies de inundação. Porém, a calha do rio Doce, neste trecho, recebeu sedimentos e a água atingiu níveis de turbidez até hoje elevados e concentrações de poluentes, a princípio elevadas, que progressivamente decaíram.



Rio Doce a montante da confluência com o Rio do Peixe (12/11/2015) - Lucas Alves - Banco de Imagens/ANA

O reservatório da UHE Baguari, operada por um consórcio constituído pelas empresas Neoenergia (51%), Cemig (34%) e Furnas (15%), aparentemente não sofreu um processo de assoreamento tão grave quanto o de Candonga. Suas águas, no entanto, apresentaram elevado grau de turbidez após o acidente.

A jusante da represa de Baguari não houve inundação em nenhum trecho e houve depósito de lama na planície de inundação. Esse trecho é o mais populoso do curso do rio Doce, com grandes sedes municipais, tais como Governador Valadares (MG) e Colatina (ES). A alta turbidez na água causou a interrupção do abastecimento de água das populações servidas pelo rio Doce nos dias seguintes ao acidente.

Segundo o relatório da CPRM²⁶, a onda de cheia alcançou a foz do rio Doce em 11 de novembro de 2015, sem causar inundação nos maiores municípios banhados pelo rio.

A pluma de águas turvas chegou à foz 16 dias após o rompimento da barragem, em 21 novembro. No oceano, a mancha de coloração alaranjada atingiu uma área de aproximadamente sete mil quilômetros quadrados²⁷. A Figura 17 apresenta imagens de satélite da região da foz do Doce obtidas em diferentes datas, antes e após o evento em Mariana²⁸.

26 CPRM. Monitoramento Especial da Bacia do Rio Doce – Relatório 01: Acompanhamento da onda de cheia - Primeira Campanha de Campo. Belo Horizonte, dezembro de 2015.

27 Dados do IBAMA e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) referentes à data de 06/01/2016 publicados em: <http://www.ibama.gov.br/publicadas/ibama-e-icmbio-apuram-se-lama-da-samarco-atingiu-arquipelago-de-abrolhos>.

28 Imagens obtidas em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.



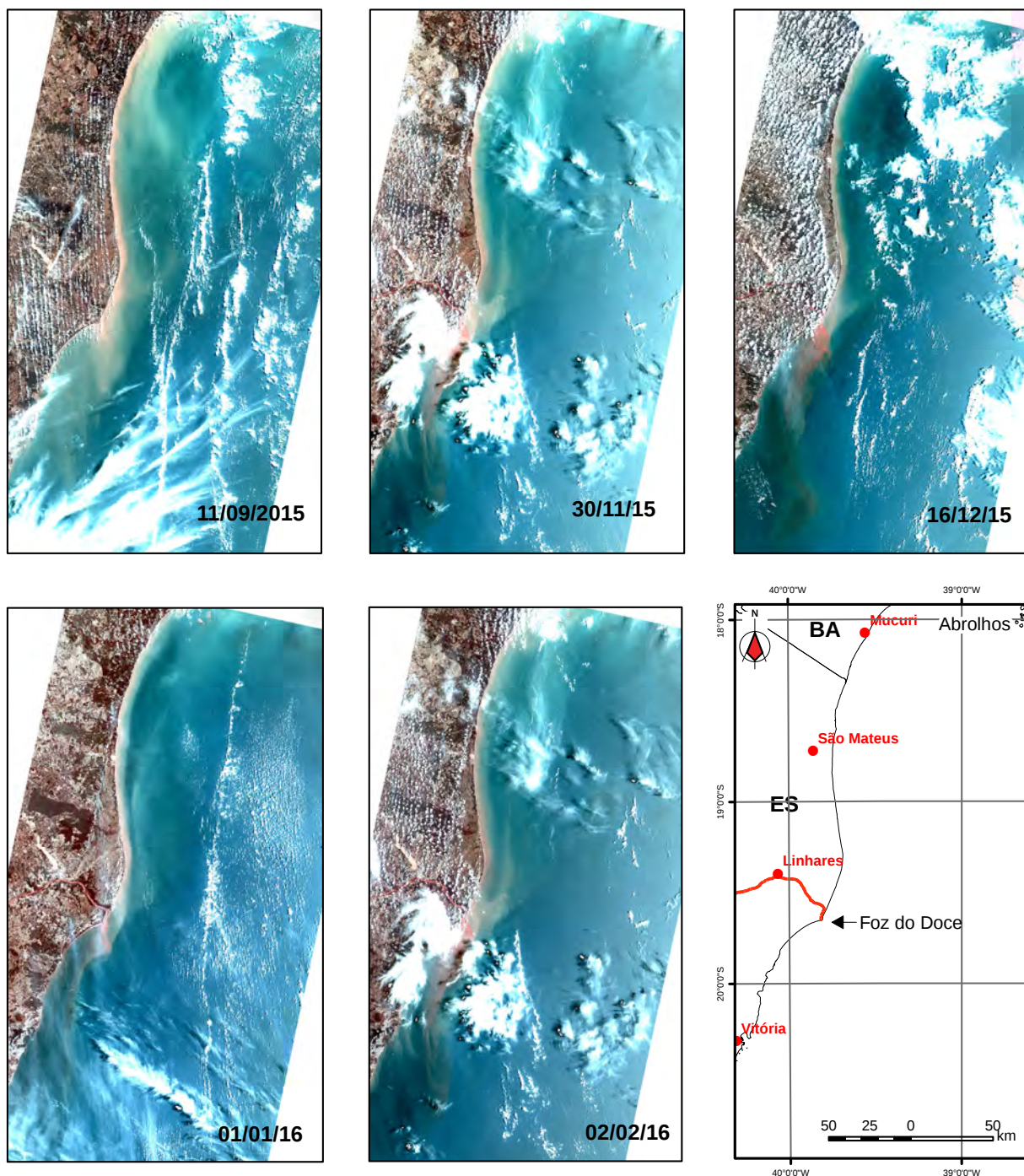


Figura 17. Série temporal de imagens do satélite Landsat 8 da região da foz do Doce
Nota: Composição colorida de bandas R3G2B1.

Fonte: Elaborado a partir de imagens do United States Geological Survey (USGS)

Segundo classificação adotada pela Defesa Civil, o rompimento na barragem de Fundão resultou em um Desastre de Nível IV, que é o de maior gravidade. Desastres desse nível produzem danos e prejuízos de grande vulto, não suportáveis ou superáveis pelas comunidades afetadas. Nestas condições, a normalidade somente pode ser restabelecida com o aporte de recursos estaduais e federais disponíveis no Sistema Nacional de Defesa Civil²⁹. Em virtude da tragédia ocorrida, o Governo do Estado de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), embargou as atividades da Mineradora Samarco em 9 de novembro de 2015, embargo que permanece até a edição deste documento, em virtude da suspensão da licença ambiental.

29 CASTRO, A. L. C. Manual de planejamento em defesa civil. Vol. 1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento de Defesa Civil, 1999. 133p.

4. ANÁLISE DOS IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS E MEDIDAS ADOTADAS

A passagem da pluma de rejeitos elevou extraordinariamente a concentração de sedimentos e os níveis de turbidez em todo o rio Doce por vários dias. Isso resultou na interrupção total ou parcial do abastecimento de água de 12 cidades que captam água diretamente no rio Doce, afetando uma população estimada em 424.000 pessoas. Além disso, 143 captações de água outorgadas pela ANA podem ter sido impactadas, sendo 88 para fins industriais, 46 para fins de irrigação, 3 para criação de animais, e 6 para outros usos. A passagem do pico da pluma de sedimentos durou aproximadamente 5 dias, mas o tempo durante o qual os níveis de turbidez ficaram acima de 1.000 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) em cada trecho do rio Doce foi superior a 30 dias. Entretanto, o abastecimento público nas principais cidades, após adaptações nas estações de tratamento de água, foi retomado gradativamente.

O IBAMA listou os prejuízos em relatório publicado em 26 de novembro de 2015³⁰. Esses prejuízos são citados na Ação Civil Pública Cautelar, ajuizada pelo Ministério Público do Estado de Minas Gerais contra a Samarco Mineração S/A³¹.

Em 27 de novembro de 2015 a ANA elaborou documento intitulado “Análise Preliminar sobre a qualidade da água e seus reflexos sobre os usos da água” no qual foi efetuada uma descrição do desastre do ponto de vista do rio Doce, do trânsito da onda de lama pelo rio, identificados os principais usos da água e os usuários outorgados, descritas as principais estruturas hidráulicas existentes ao longo do rio e analisados os impactos principais associados à qualidade da água e seus usos.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) criou Grupo de Trabalho (GT) por meio da Portaria nº 02 de 06 de janeiro de 2016, com a participação de representantes do Ministério, do IBAMA, da ANA e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e, com o objetivo de coordenar a posição ambiental na esfera federal, relacionada ao acidente ocorrido com o rompimento da barragem de Fundão.

No início de fevereiro de 2016, o Governo de Minas Gerais apresentou o levantamento inicial dos danos materiais, ambientais, econômicos e humanos elaborado pela força-tarefa criada para avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da barragem, através do Decreto Estadual nº 46.892³².

Os principais impactos sobre os corpos hídricos e os usos da água produzidos pelo desastre foram:

- A interrupção do abastecimento de água em função da degradação da qualidade da água nos rios afetados;
- Prejuízos à agricultura (irrigação);
- Prejuízos à indústria e demais atividades econômicas que dependem da qualidade da água dos corpos hídricos atingidos;
- Prejuízos à produção de energia nas hidrelétricas;
- Comprometimento da pesca em toda a extensão do rio e na transição com o ambiente marinho;
- Comprometimento do turismo, sobretudo na região do estuário do rio Doce;
- Destruição de áreas de preservação permanente nos trechos de cabeceira;
- Assoreamento dos corpos hídricos;
- Alterações morfológicas dos corpos hídricos atingidos;
- Mortandade de peixes e de outros organismos aquáticos;
- Perturbações do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

Dentro desse contexto, a seguir são apresentados os impactos do acidente na qualidade das águas, no abastecimento de água e nos outros usos da água e, por fim, as medidas adotadas com foco na gestão de recursos hídricos.

30 Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Laudo Técnico Preliminar do IBAMA. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf.

31 Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2015/11/A%C3%A7%C3%A3o-Civil-P%C3%BAblica-Minist%C3%A9rio-P%C3%BAblico.pdf>.

32 Disponível em: <http://www.advocaciageral.mg.gov.br/images/stories/downloads/decretos/decreto-46892.pdf>.

4.1 Qualidade da Água

A magnitude e dinâmica das alterações na qualidade de água podem ser avaliadas em função da variação de parâmetros físico-químicos e biológicos medidos por meio do monitoramento dos corpos d'água afetados pelo desastre.

Monitoramento da Qualidade da Água

A ANA, em parceria e articulação com os Estados, vem implementando a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (RNQA) no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA)³³, objetivando prover à sociedade e aos órgãos gestores um conhecimento adequado da qualidade das águas. A consideração das redes de monitoramento operadas pelo Estados é estratégica na implementação da RNQA, a partir da utilização da infraestrutura já estabelecida e do conhecimento acumulado, num contexto de otimização de esforços operacionais.

A qualidade da água na bacia do rio Doce é monitorada regularmente pelo IGAM e pelo IEMA. O monitoramento da qualidade das águas interiores mineiras vem sendo realizado desde 1997 no âmbito do Programa Águas de Minas. O IGAM monitora 64 pontos na bacia do rio Doce. Na porção capixaba da bacia, o IEMA monitora 12 pontos.

Os dados aqui utilizados contemplam aqueles coletados apenas no rio Doce. No território mineiro, onde se localizam o alto e médio cursos do rio Doce, foram considerados 12 pontos operados pelo IGAM. Na porção inferior do rio Doce, foram contemplados 5 pontos monitorados pelo IEMA (Tabela 1).

Tabela 1: Pontos de monitoramento do IGAM e IEMA no rio Doce

Ponto	Órgão	Início das coletas	Final das coletas	Município	Distância ao acidente (km)
RD072	IGAM	01/10/2008	21/12/2015	Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado	111
RD019	IGAM	02/09/1997	21/12/2015	Rio Casca, São Domingos do Prata	167
RD023	IGAM	16/09/1997	21/12/2015	Marliéria, Pingo-d'Água	217
RD035	IGAM	05/08/1997	21/12/2015	Ipatinga	262
RD033	IGAM	30/07/1997	21/12/2015	Belo Oriente, Bugre	291
RD083	IGAM	08/07/2008	21/12/2015	Fernandes Tourinho, Periquito	335
RD044	IGAM	21/02/2000	21/12/2015	Governador Valadares	374
RD045	IGAM	30/07/1997	21/12/2015	Governador Valadares	388
RD053	IGAM	04/09/1997	21/12/2015	Galiléia, Tumiritinga	415
RD058	IGAM	22/02/2000	21/12/2015	Conselheiro Pena	450
RD059	IGAM	04/09/1997	21/12/2015	Resplendor	486
RD067	IGAM	25/03/1998	21/12/2015	Aimorés	522
RDC1C005	IEMA	23/08/2001	24/11/2015	Baixo Guandu	522
RDC1E010	IEMA	23/08/2001	24/11/2015	Colatina (distrito de Itapina)	546
RDC1D015	IEMA	27/03/2012	24/11/2015	Colatina (montante)	568
RDC1C025	IEMA	22/03/2012	25/11/2015	Linhares	609
RDC1E030	IEMA	28/08/2001	25/11/2015	Linhares	623

As séries históricas do IGAM incluem parâmetros sensíveis aos impactos decorrentes do acidente em Mariana, tais como a turbidez, séries de sólidos, manganês total e o ferro dissolvido. O IGAM disponibiliza essas informações em seu portal de informações sobre recursos hídricos³⁴. Tais antecedentes constituem informações valiosas para a análise dos impactos do evento na qualidade da água. No caso do IEMA, os dados de qualidade de água fornecidos anualmente para a elaboração dos Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos pela ANA foram coletados a partir de 2001. No entanto, alguns pontos de monitoramento no rio Doce têm séries de dados iniciadas apenas em 2012. A Figura 18 apresenta os pontos do monitoramento de qualidade da água no curso do rio Doce.

33 Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/>

34 Portal INFOHIDRO. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/serie-historica>.

Monitoramento Especial do Rio Doce

A partir do dia 6 de novembro de 2015, a ANA e o Serviço Geológico do Brasil – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) empreenderam campanhas especiais de monitoramento no rio Doce. Além do monitoramento de parâmetros de qualidade da água, foram coletadas amostras de sedimentos oriundos do rompimento da barragem. O trabalho da CPRM teve caráter de prospecção geoquímica. Os relatórios técnicos elaborados a partir das informações levantadas estão disponíveis no portal do Monitoramento Especial do Rio Doce disponibilizado pela ANA no endereço eletrônico: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/Riodoce>.

Nesse portal estão também disponíveis os dados do monitoramento emergencial, mapas e gráficos com informações relativas à qualidade da água do rio Doce, os relatórios técnicos elaborados pela CPRM e pelo IGAM, os boletins emitidos pelo Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Doce, os volumes do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH-Doce), bem como informações referentes a dados pluviométricos e previsões meteorológicas para a bacia do rio Doce. As informações sobre os pontos de monitoramento e os dados de qualidade da água também podem ser acessadas via Sistema de Informações Geográficas implantado no âmbito do SNIRH.

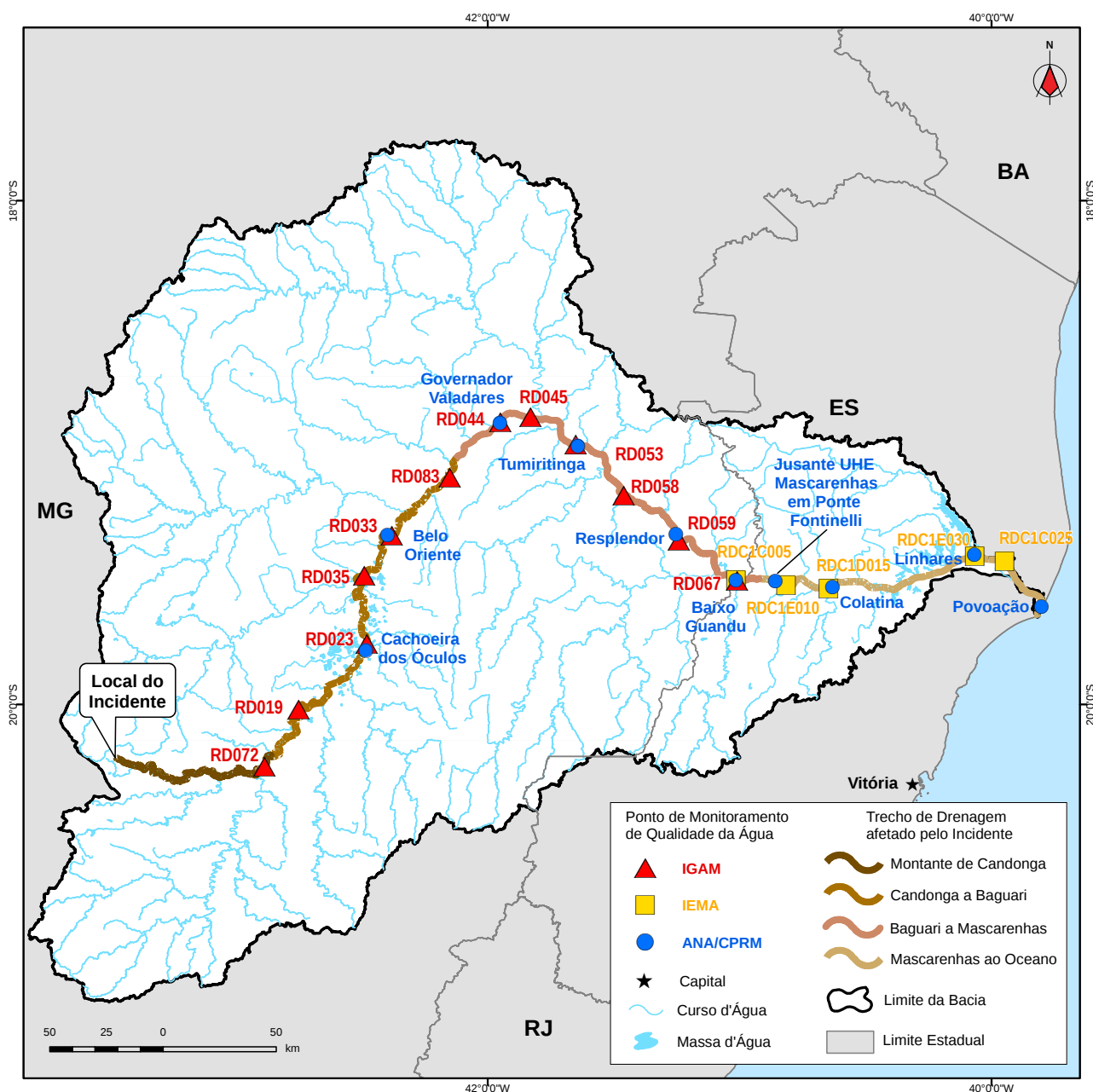


Figura 18. Pontos de monitoramento de qualidade da água do IGAM, IEMA e ANA/CPRM

Dois dias após o rompimento da barragem, o IGAM intensificou seu monitoramento de qualidade da água nos rios afetados com o intuito de avaliar a extensão dos impactos. O monitoramento emergencial teve início no dia 7 de novembro de 2015 contemplando os 12 pontos já monitorados pelo Programa Águas de Minas no rio Doce (Tabela 1). O IGAM divulgou a análise e os dados em quatro relatórios publicados entre os dias 17 de novembro de 2015 e primeiro de fevereiro de 2016³⁵. A frequência do monitoramento emergencial foi diária até 3 de dezembro, a partir de quando passou a ser semanal.

O IEMA iniciou o monitoramento emergencial do trecho capixaba do rio Doce no dia 9 de novembro de 2015 no município de Baixo Guandu. O monitoramento teve sequência com coletas de amostras semanais até 25 de novembro de 2015, nos 5 pontos de monitoramento apresentados na Tabela 1.

Indicadores de Qualidade de Água

Os rejeitos armazenados na barragem de Fundão são classificados como resíduo não perigoso e não inerte para ferro e manganês³⁶. De acordo com análises realizadas em 2014, os rejeitos de Fundão eram compostos basicamente por óxido de ferro e sílica³⁷.

Considerando a natureza dos rejeitos, após o rompimento da barragem eram esperadas alterações na turbidez, nas concentrações de ferro dissolvido, manganês total e dos sólidos na água dos corpos hídricos diretamente afetados.

Águas turvas e com alta concentração de sólidos tornam o tratamento para o abastecimento público mais difícil e oneroso. Em casos extremos, o tratamento torna-se inviável e o fornecimento de água precisa ser interrompido. A elevação dessas variáveis também provoca danos aos ecossistemas aquáticos, com consequências negativas para diversos usos dos recursos hídricos, tais como a irrigação, pesca, recreação e navegação.

Íons de ferro e manganês podem comprometer os usos da água para o abastecimento doméstico e industrial. Quando o tratamento não é suficiente para a remoção desses contaminantes, a água pode apresentar alterações relacionadas ao sabor, cor e odor. O excesso de ferro e manganês na água distribuída pode trazer prejuízos para determinados processos industriais, manchar roupas e utensílios domésticos, causar depósitos e incrustações nos sistemas de distribuição e favorecer o aparecimento de bactérias ferruginosas.

Padrões de Qualidade de Água

Os limites para os parâmetros físico-químicos e biológicos são definidos segundo um sistema de classificação com base na qualidade da água requerida para os usos prioritários dos recursos hídricos. O rio Doce não possui enquadramento segundo os usos prioritários, sendo suas águas consideradas como Classe 2, conforme a legislação vigente. Não há diferenças entre a Resolução CONAMA n° 357/2005 e a Deliberação Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01/2008 dos limites para águas de Classe 2 em relação aos parâmetros discutidos nesse Documento.

Turbidez	Sólidos totais	Fe dissolvido	Mn total	Oxigênio Dissolvido
<100 UNT	<500 mg/L	<0,3 mg/L	<0,1 mg/L	>5 mg/L

De acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, águas de Classe 2 são aquelas destinadas “ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutíferas; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.”

35 Fonte: <http://www.igam.mg.gov.br/component/content/article/16/1632-monitoramento-da-qualidade-das-aguas-superficiais-do-rio-doce-no-estado-de-minas-gerais>.

36 Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Laudo Técnico Preliminar do IBAMA. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf.

37 IGAM. Relatório Técnico: Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG. Disponível em http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2016/QUALIDADE/3Relatorio_Tecnico_Monitoramento_Rio_Doce_Rev01_02_2016.pdf.

Não houve aporte de nenhum elemento químico novo na bacia. No entanto, durante a passagem da pluma de sedimentos foram observadas elevações significativas nas concentrações de metais pesados, provavelmente adsorvidos aos sedimentos finos, como Alumínio, Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio e Níquel. Esses micropoluentes inorgânicos são geralmente pouco solúveis na água, sendo sua solubilidade dependente do pH e do potencial de oxirredução do ambiente aquático. Alguns desses metais são comprovadamente prejudiciais à saúde humana, mesmo quando ingeridos em pequenas concentrações. Quando presentes na água podem inviabilizar o abastecimento público, uma vez que o tratamento do tipo convencional não os remove eficientemente. Podem também se acumular na biota aquática e, devido à sua toxicidade, causar prejuízos aos ecossistemas aquáticos naturais. O consumo de pescado contaminado com esses metais pode resultar em problemas de saúde para a população.

Análise dos Resultados

A partir do coeficiente de correlação de Pearson, foi verificado que há uma correlação muito forte entre a turbidez e a concentração de sólidos suspensos e de sólidos totais, tanto nas amostras da série histórica quanto nas amostras coletadas após o rompimento da barragem. A correlação é forte entre a turbidez e as concentrações de ferro e manganês na série histórica, passando para uma correlação moderada quando analisadas somente as amostras coletadas após o evento.

Picos de turbidez, sólidos (dissolvidos, em suspensão e totais), ferro dissolvido, manganês total e metais pesados foram registrados na medida em que a onda de rejeitos se deslocava ao longo do curso do rio Doce. Para todos esses parâmetros, tais picos superaram de forma significativa os valores máximos das séries históricas de dados anteriores ao evento. Os picos de turbidez e sólidos totais verificados após o evento e os máximos registrados na série histórica são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Turbidez e sólidos totais antes e após o evento

Ponto	Turbidez média antes do evento (UNT)	Turbidez máx. antes do evento (UNT)	Turbidez máx. após evento (UNT)	Turbidez na última coleta (UNT)**	Sólidos totais média antes do evento (UNT)	Sólidos totais máx. antes do evento (UNT)	Sólidos totais máx. após evento (UNT)	Sólidos totais na última coleta (UNT)**
RD072	58	604	435.400	453	117	968	112.470	266
RD019	52	318	597.400	502	90	322	221.430	216
RD023	52	310	606.200	622	97	295	344.980	444
RD035	61	382	334.600	381	110	401	124.220	234
RD033	68	955	497.500	572	124	786	204.860	424
RD083	43	537	21.480	348	85	517	9.190	180
RD044	59	794	140.000	400	96	502	20.580	186
RD045	64	797	81.440	425	104	593	20.910	234
RD053	62	560	74.160	393	108	474	30.270	218
RD058	63	417	89.220	455	114	566	15.760	254
RD059	70	764	28.500	417	113	603	6.130	206
RD067	61	540	10.050	479	98	462	3.270	190
RDC1C005	50	200	9560	2460	106	370	*	*
RDC1E010	54	240	1680	1680	106	320	*	*
RDC1D015	29	50	1590	1590	90	142	*	*
RDC1C025	29	87	2090	2090	87	158	*	*
RDC1E030	42	332	1830	1830	94	420	*	*

Fonte: Elaborado a partir de dados do IGAM e IEMA*.

*Não houve análise de sólidos no monitoramento emergencial realizado pelo IEMA.

** Última coleta considerada no dia 21/12/2015 para os dados do IGAM e no dia 25/11/2015 para o IEMA.

No ponto RD023, situado em Marliéria e próximo ao Parque Estadual do Rio Doce, o IGAM registrou o maior valor de turbidez em seu monitoramento emergencial (Tabela 2 e Figura 19). Nesse local, no dia 7 de novembro de 2015 a turbidez atingiu 606 mil UNT. Esse valor foi cerca de 2.000 vezes maior do que o máximo registrado antes do evento desde a implementação do ponto de monitoramento em 1997. Na mesma data, o valor medido pela ANA/CPRM em um local bem próximo foi ainda maior (822 mil UNT)³⁸.

Ainda no dia 7 de novembro de 2015 e no mesmo trecho, que fica a aproximadamente 40 km a montante de Ipatinga, a passagem da onda de cheia foi verificada na estação da ANA/CPRM por meio da súbita elevação da vazão do rio Doce. Na ocasião ainda não havia sido observada uma grande defasagem entre a elevação da vazão e a passagem da pluma de turbidez (Figura 19).

A defasagem entre a passagem da onda de cheia e os picos de turbidez começa a se tornar evidente na medida em que avaliamos os trechos mais a jusante. No ponto situado próximo a Governador Valadares (RD044) a onda de cheia passou no dia 8 de novembro e os valores máximos de turbidez neste local foram registrados no dia 11 de novembro pelo IGAM (140.000 UNT).

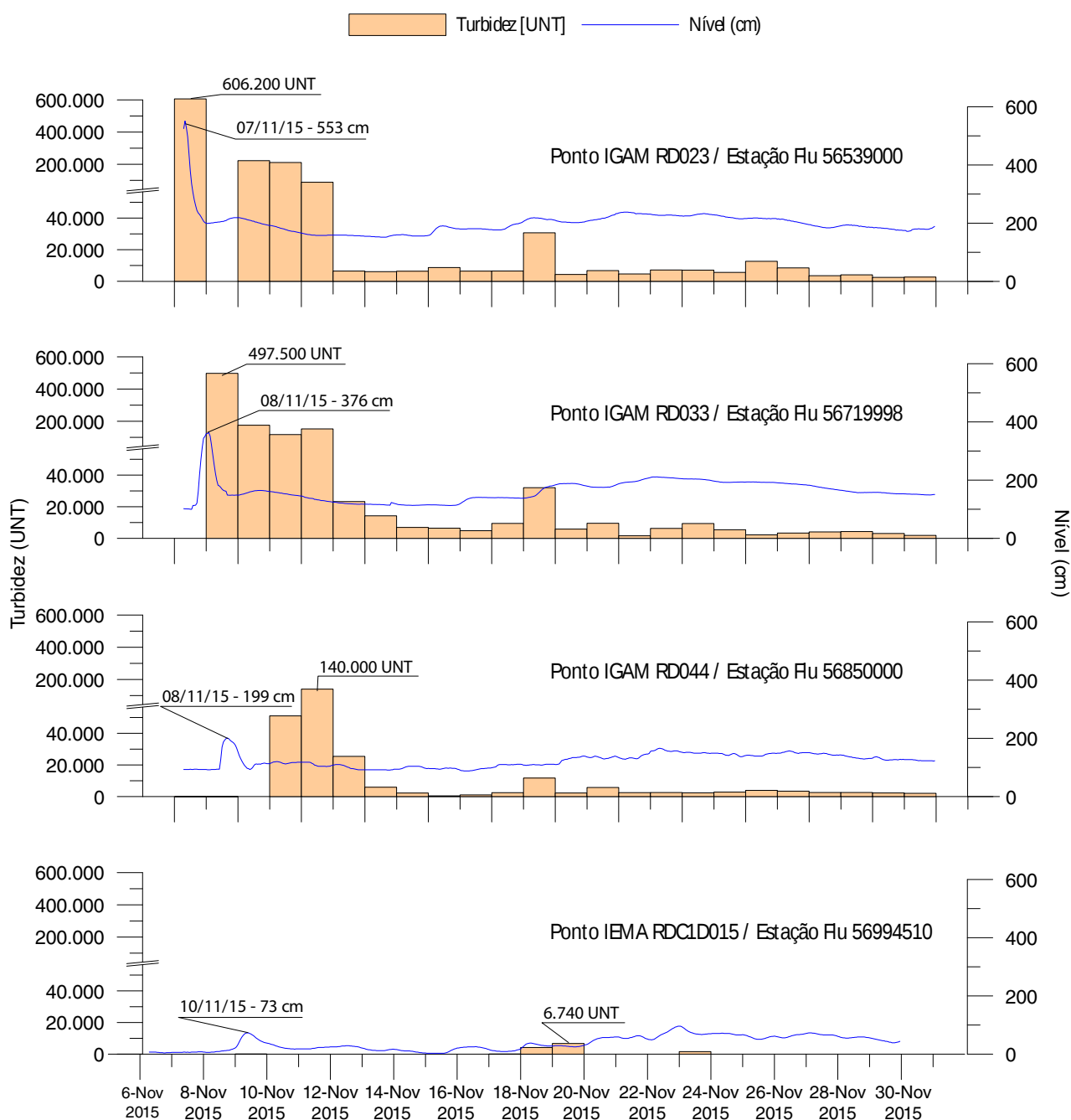


Figura 19. Evolução da turbidez e do nível ao longo do rio Doce

38 CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Monitoramento Especial da Bacia do Rio Doce – Relatório I. Dezembro de 2015

De modo geral, os valores dos picos de turbidez registrados pelo IGAM e pela ANA/CPRM após o evento mostraram uma tendência de decréscimo nos pontos de montante para jusante. No ponto monitorado pelo IGAM na divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo (RD067), o valor máximo de turbidez medido após o evento foi 19 vezes maior na comparação com o valor máximo da série histórica iniciada em 1999, enquanto no dia 25 de novembro, o IEMA verificou turbidez de 2.090 UNT em Linhares (RDC1C025) onde havia registrado turbidez máxima de 87 UNT entre os anos de 2012 a 2014. No relatório da CPRM há registros de turbidez nesse trecho de Linhares de 2.960 e 5.680 UNT no dia 21.

Em Governador Valadares, onde se concentra a maior população abastecida pelo rio Doce, o IGAM detectou turbidez de 51 mil UNT no dia 10 de novembro. O relatório da CPRM apresenta registros de turbidez horários para o dia 10 a partir das 7:40 da manhã, onde é possível verificar valores de 57 mil UNT às 8:40 e um pico de quase 120 mil UNT às 10:40 nesse mesmo trecho, situado a mais de 350 km distante do local do acidente.

Em Colatina, onde também um grande número de habitantes depende da água do rio Doce para o abastecimento público, os dados no relatório da CPRM apontam um pico de turbidez de 6.740 UNT às 7:30 do dia 20 de novembro de 2015. O IEMA coletou amostras em Colatina (RDC1D015) no dia 24, quando a turbidez havia declinado para 1.590 UNT.

Após o rompimento da barragem de Fundão, os valores máximos de sólidos totais seguiram a tendência da turbidez, com valores mais altos nos pontos de montante e tendência de decréscimo para jusante (Figura 20). Nos pontos de monitoramento da porção superior da bacia do rio Doce, onde as concentrações máximas após o evento foram as mais altas, os sólidos totais eram constituídos predominantemente por sólidos suspensos.

No dia 7 de novembro de 2015, as maiores concentrações de sólidos suspensos no rio Doce foram observadas no trecho situado a cerca de 40 km a montante de Ipatinga. Nesse trecho, em Cachoeira dos Óculos, ANA/CPRM verificaram uma concentração máxima de 418.848 mg/L de sólidos suspensos. Perto dali, 4 km a montante do ponto de coleta da ANA/CPRM, o IGAM registrou uma concentração de 344.550 mg/L de sólidos suspensos no ponto RD023. O valor corresponde a uma concentração mais de 1000 vezes superior ao valor máximo da série histórica do ponto.



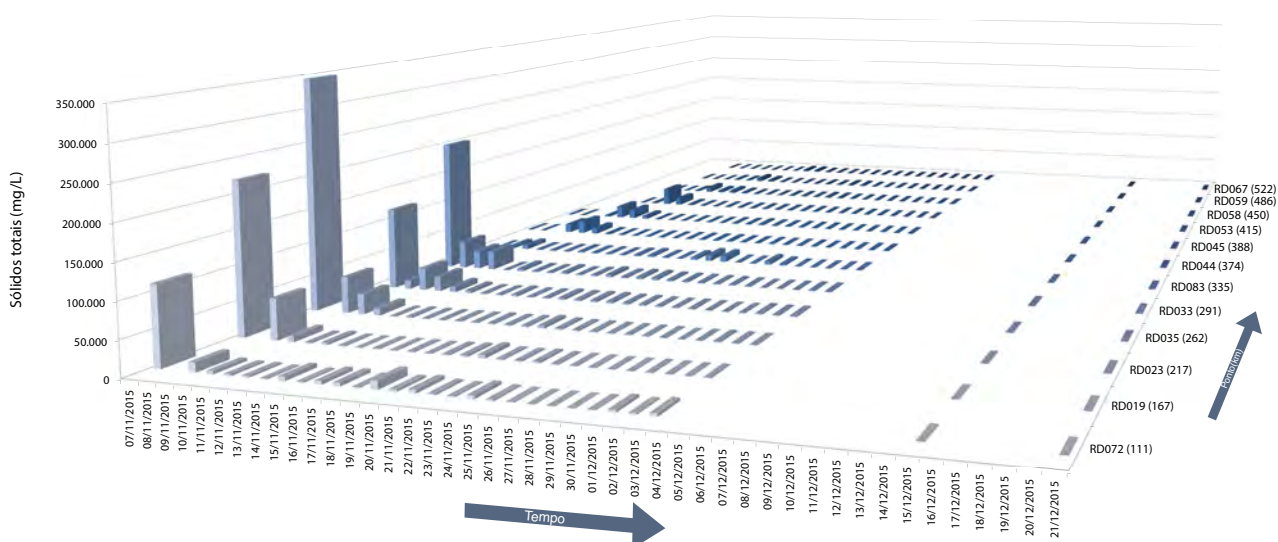


Figura 20. Sólidos totais no trecho mineiro do rio Doce.
Fonte: Elaborado a partir de dados do IGAM

Nos trechos inferiores da bacia, os picos de concentrações de sólidos também foram observados, porém com menor intensidade. Isso ocorreu devido ao enfraquecimento da onda de rejeitos e à deposição do material ao longo do leito do rio Doce.

O comportamento dos sólidos suspensos foi similar ao dos sólidos totais, com registros nos pontos de monitoramento do IGAM e da ANA/CPRM na divisa entre os Estados de concentrações máximas de 2.470 e 3.508 mg/L entre 17 e 18 de novembro, respectivamente. Entre as amostras da ANA/CPRM coletadas mais a jusante, no Espírito Santo, a maior concentração de sólidos suspensos (2.226 mg/L) foi verificada em Colatina no dia 19 de novembro.

A parcela de sólidos dissolvidos foi bastante inferior em relação às de sólidos totais durante a passagem da pluma de elevada turbidez no rio Doce. A Figura 21 apresenta os resultados do IGAM para os sólidos dissolvidos. No ponto RD023, a concentração de sólidos dissolvidos foi cerca de 800 vezes menor do que a máxima de sólidos totais.

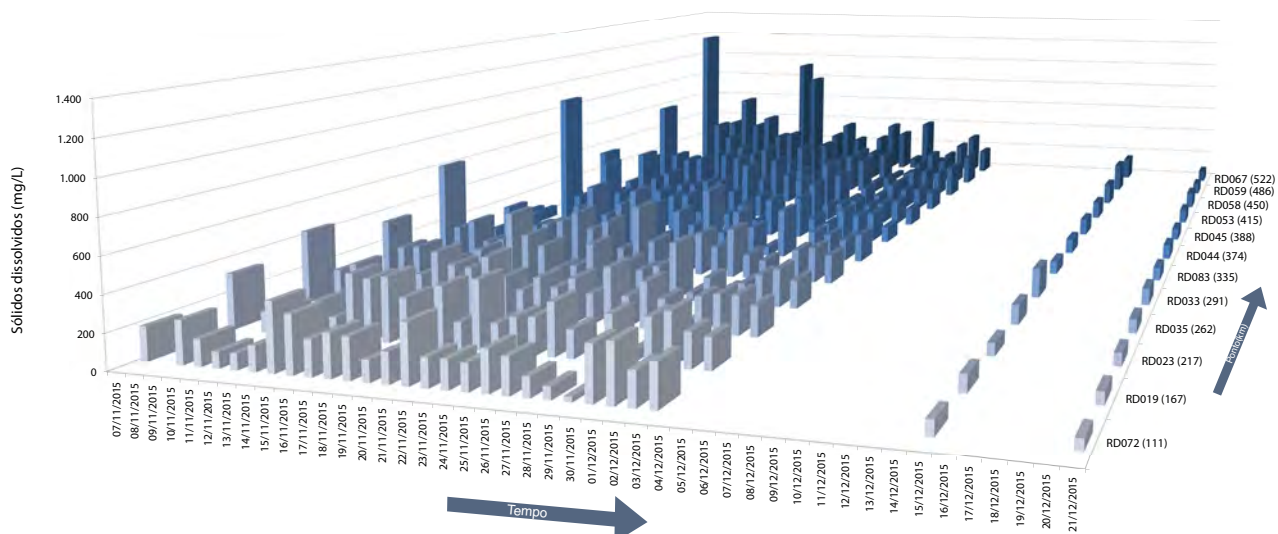


Figura 21. Sólidos dissolvidos nas amostras de água do rio Doce coletadas pelo IGAM
Fonte: Elaborado a partir de dados do IGAM

As proporções entre sólidos dissolvidos e suspensos, cuja soma resulta em sólidos totais, nos pontos mais a jusante estiveram na mesma ordem de grandeza mesmo em momentos de pico. Isto se explica devido à retenção das parcelas mais pesadas dos sólidos nas porções superior e média do curso do rio Doce, sobretudo nos reservatórios das hidrelétricas.

Enquanto o aumento em relação às máximas históricas dos sólidos suspensos ocasionado pela onda de rejeitos chegou a ser da ordem de milhares de vezes, o aumento de sólidos dissolvidos esteve na mesma ordem de grandeza. Isto indica que os rejeitos eram constituídos predominantemente por sólidos suspensos, como aponta o relatório publicado pelo IGAM³⁹.

A Tabela 3 e as Figuras 22 e 23 apresentam os resultados das coletas de ferro dissolvido e manganês total. O manganês total seguiu uma tendência similar à observada em relação aos parâmetros já discutidos. O ferro dissolvido, por sua vez, mostrou uma dinâmica diferente, com elevações súbitas das concentrações após o pico registrado com a passagem da onda de rejeitos. Esse fenômeno provavelmente se deve ao carreamento de frações menos solúveis de ferro, que se precipitaram nos dias seguintes ao acidente, de acordo com o regime de vazões determinado pelas chuvas na bacia do rio Doce.

Ferro e manganês normalmente se apresentam em sua forma mais solúvel (Fe^{2+} e Mn^{2+}) na ausência de oxigênio. Essas provavelmente eram as formas iônicas predominantes nos rejeitos. Na presença de oxigênio dissolvido na água tais formas são reduzidas, dando origens a formas menos solúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}).

Tabela 3. Ferro dissolvido e manganês total antes e após o evento

Ponto	Fe diss. média antes do evento (mg/L)**	Fe diss. máx. antes do evento (mg/L)*	Fe diss. máx. após evento (mg/L)	Fe diss. na última coleta (mg/L)	Mn total média antes do evento (mg/L)	Mn total máx. antes do evento (mg/L)**	Mn total máx. após evento (mg/L)	Mn total na última coleta (mg/L)*
RD072	0,197	0,538	6,758	0,884	0,209	1,520	15,010	0,348
RD019	0,159	0,488	18,730	1,036	0,160	1,205	32,300	0,287
RD023	0,179	0,490	23,600	1,870	0,161	0,840	936,000	0,543
RD035	0,172	0,510	18,010	1,276	0,171	0,499	351,000	0,271
RD033	0,162	0,390	32,260	1,238	0,164	0,602	857,000	0,411
RD083	0,143	0,381	4,583	0,802	0,059	0,266	21,850	0,141
RD044	0,190	0,573	3,490	1,154	0,115	0,460	67,200	0,158
RD045	0,188	0,610	6,900	1,002	0,109	0,609	40,800	0,188
RD053	0,175	0,476	7,130	1,103	0,109	0,674	31,410	0,154
RD058	0,193	1,040	5,670	1,634	0,129	0,469	19,390	0,140
RD059	0,200	2,070	8,615	1,025	0,118	0,588	4,540	0,135
RD067	0,205	2,020	4,456	1,559	0,096	0,537	1,820	0,052
RDC1C005	*	*	2,126	1,744	*	*	2,761	0,526
RDC1E010	*	*	1,495	1,495	*	*	0,434	0,434
RDC1D015	*	*	1,430	1,430	*	*	0,433	0,433
RDC1C025	*	*	0,891	0,891	*	*	0,428	0,428
RDC1E030	*	*	0,355	0,355	*	*	0,083	0,083

Fonte: Elaborado a partir de dados do IGAM e IEMA*.

* Última coleta considerada no dia 21/12/2015 para os dados do IGAM e no dia 25/11/2015 para o IEMA.

** Série histórica do IEMA anterior ao acidente indisponível para os parâmetros Fe dissolvido e Mn total.

39 IGAM, RELATÓRIO TÉCNICO: Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG. Fevereiro, 2016. Disponível em http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2016/QUALIDADE/3Relatorio_Tecnico_Monitoramento_Rio_Doce_Rev01_02_2016.pdf.

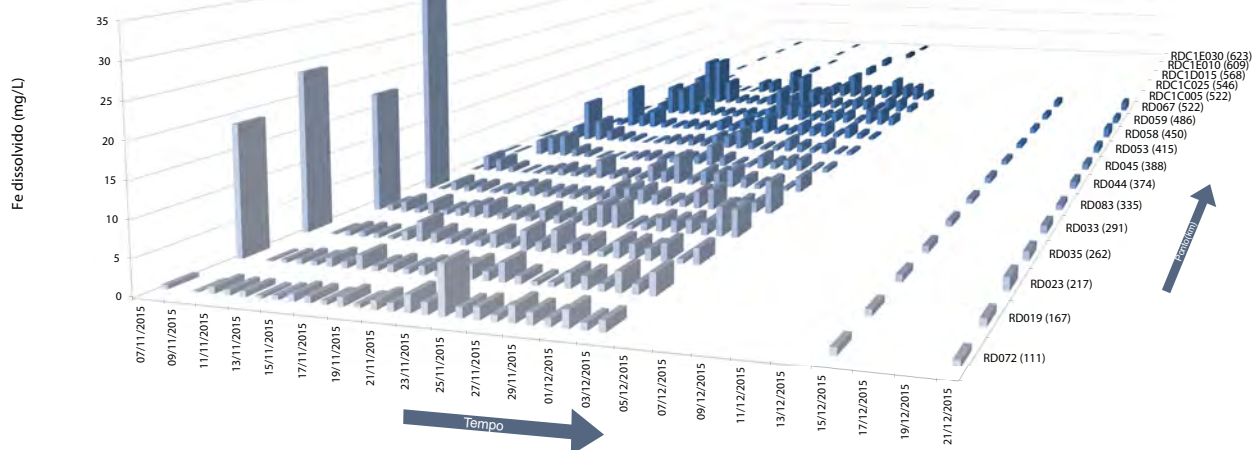


Figura 22. Ferro dissolvido no rio Doce após o rompimento da barragem
Fonte: Elaborado a partir de dados do IGAM e IEMA

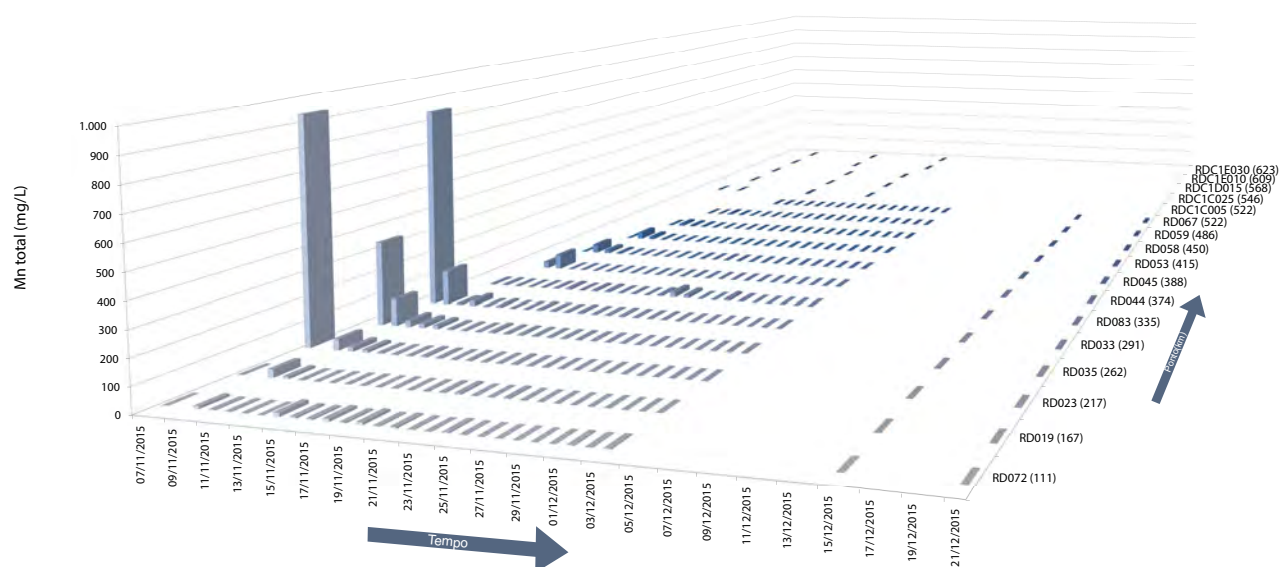


Figura 23. Manganês total no rio Doce após o rompimento da barragem
Fonte: Elaborado a partir de dados do IGAM e IEMA



Mortandade de peixes na área do Parque Estadual do Rio Doce (08/11/2015) - Elvira Nascimento - Banco de Imagens/ANA

Foram registradas quedas bruscas de oxigênio dissolvido na água alguns dias após a passagem da onda de lama nos pontos de monitoramento. As causas da redução dos níveis de oxigênio dissolvido não foram elucidadas até o momento. Uma hipótese é a de que um grande volume de formas reduzidas de íons Fe e Mn tenha sofrido oxidação, consumindo o oxigênio dissolvido na água. Outra hipótese é de que a turbidez extrema da água tenha impedido a fotossíntese realizada pela flora aquática, com consequente redução da produção autóctone de oxigênio. É possível, ainda, que os dois fenômenos tenham ocorrido de forma sinérgica, e que juntamente com outros fatores, como as concentrações extremas de sólidos na água, tenham promovido a mortandade de peixes e outros organismos aquáticos por asfixia.

O IGAM monitora regularmente as concentrações de metais pesados no âmbito do Programa Águas de Minas, intensificando o monitoramento após o rompimento da barragem, com coletas diárias de amostras. A Tabela 4 apresenta os picos nas concentrações de metais pesados registrados pelo IGAM, antes e após o rompimento da barragem, considerando o ponto onde foi registrado a maior concentração de cada metal.

Os parâmetros cádmio total, chumbo total e cromo total apresentaram máximas históricas acima dos limites aceitáveis para águas de Classe 2 (Resolução CONAMA nº 357/2005), mas sempre próximos ao limite preconizado. Para os parâmetros cobre dissolvido e mercúrio total as concentrações máximas históricas apresentaram valores 46 e 1.000 vezes superiores aos limites do CONAMA, respectivamente.

Durante o monitoramento emergencial, o IGAM detectou picos muito acima dos limites do CONAMA para todos os parâmetros avaliados, com destaque para os parâmetros chumbo total (165 vezes o limite) e mercúrio total (1465 vezes o limite). Os picos de concentração no trecho mineiro foram observados principalmente durante a passagem da pluma de rejeitos, decaindo logo em seguida e retornando aos limites da Classe 2.

No monitoramento emergencial realizado pelo IEMA foram coletadas semanais de amostras para avaliação desses metais entre os dias 9 e 25 de novembro de 2015 em 5 pontos ao longo do rio Doce. O ponto de amostragem situado na divisa coincide com o ponto RD067 monitorado pelo IGAM, tendo sido somente este último utilizado na análise por possuir série histórica.

Os resultados para arsênio total, cádmio total, cromo total, mercúrio e níquel total estiveram dentro dos limites CONAMA em todas as amostras dos 4 pontos avaliados. A concentração de chumbo total ultrapassou os limites em todos os 4 pontos do IEMA, variando de 0,02 a 0,06 mg/L, enquanto o cobre dissolvido excedeu o limite apenas no ponto RDC1E010, localizado no distrito de Itapina.

Tabela 4. Concentrações máximas registradas de metais pesados no trecho mineiro do rio Doce

Parâmetro	Estação	Antes do Evento		Após o evento		Limite Classe 2 (mg/L)
		Valor máximo (mg/L)	Data	Valor máximo (mg/L)	Data	
Arsênio total	RD033	0,01	11/03/1998	0,108	08/11/2015	<0,01
Cádmio total	RD059	0,0012	20/08/2001	0,0346	18/11/2015	<0,001
Chumbo total	RD035	0,023	17/02/2000	1,65	08/11/2015	<0,01
Cobre dissolvido	RD019	0,411	08/07/2009	0,675	07/11/2015	<0,009
Cromo total	RD033	0,07	28/03/1999	2,863	08/11/2015	<0,05
Mercúrio total	RD072	0,2	14/04/2010	0,293	18/11/2015	<0,0002
Níquel total	RD023	0,014	28/03/1999	2,28	07/11/2015	<0,025

Fonte: Elaborado a partir de dados do IGAM

Resultados ao Final do Monitoramento Emergencial

Apesar dos picos de concentração medidos durante a passagem da onda de rejeitos, houve uma clara tendência de queda para todos os parâmetros analisados até o final do monitoramento emergencial realizado pelo IGAM, com valores mais próximos aos registrados antes do evento.

É importante ressaltar que, apesar da tendência de retorno às condições anteriores dos parâmetros analisados, as perturbações impostas aos ecossistemas aquáticos afetados deixaram um passivo significativo no rio Doce. Boa parte do material vazado com o rompimento da barragem ainda se encontra depositado nos corpos hídricos, o que compromete de maneira real ou potencial diversos usos da água. Em adição, o grande volume de rejeitos acumulados nos corpos hídricos atingidos afeta o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, comprometendo fauna, flora e serviços ecológicos como, por exemplo, o processo de autodepuração.

Além disso, esse material, assim como os subprodutos resultantes de sua lixiviação, tende a se deslocar rio abaixo, ao sabor dos eventos hidrológicos (cheias), ou a partir de intervenções destinadas a remoção e contenção dos rejeitos, com consequências para a qualidade da água. Isto pode explicar as alterações no aspecto do rio Doce, principalmente em termos de coloração, turbidez e deposição de sedimentos, ainda visíveis meses após o rompimento da barragem.

É difícil prever com precisão e detalhamento os impactos do desastre sobre a qualidade da água do rio Doce em médio e longo prazos. No entanto, o acompanhamento das condições do rio em termos qualitativos merece atenção especial. Nesse sentido, a coleta de dados a partir do monitoramento de parâmetros específicos e o desenvolvimento de novos estudos, incluindo biomonitoramento e ensaios ecotoxicológicos, são fundamentais para se determinar possíveis impactos adicionais do desastre sobre a qualidade da água.



Reservatório da UHE Candonga - Márcia Cerqueira - Banco de Imagens/ANA

4.2 Abastecimento de Água

O abastecimento urbano de água provém exclusivamente de captações superficiais em 149 das 209 sedes municipais da bacia, sendo que 8 delas dependem de água retirada diretamente do rio Doce. Além dessas 8, outras 32 cidades apresentam dependência parcial, pois possuem captações superficiais em outros mananciais⁴⁰.

As alterações na qualidade da água causaram interrupção no fornecimento de água à população dos municípios e distritos com sistemas de abastecimento diretamente dependentes do rio Doce, tais como: Alpercata, Governador Valadares, Tumiritinga, Galiléia, Resplendor, Itueta e distrito de Aimorés, em Minas Gerais e; Baixo Guandu, Colatina e distrito de Linhares, no Espírito Santo (Figura 24).



A Figura 25 apresenta as suspensões do abastecimento de água em Minas Gerais e no Espírito Santo decorrentes do acidente. Por conta das alterações da qualidade da água bruta e a consequente impossibilidade de tratamento, foram relatadas paralisações por vários dias dos sistemas de abastecimento. Essas paralisações ocasionaram comoção social e distúrbios públicos nas cidades que, em alguns casos, exigiram o uso de força policial.

Como medida emergencial frente à interrupção do abastecimento público, foram implementados meios alternativos de transporte de água bruta para os sistemas de tratamento e uso de sistemas de outros municípios para abastecimento de comunidades, hospitais, escolas e outras instalações prioritárias, os quais contemplaram carros-pipa, caixas d'água comunitárias e entrega de água mineral, entre outros arranjos emergenciais.

A alteração da qualidade da água também trouxe a elevação dos custos de captação e de tratamento da água, exigindo maior gasto de produtos químicos, como o emprego de floculantes especiais e cloro, maior frequência de limpeza dos filtros e a ocorrência de paralisações imprevisíveis. A principal modificação no tratamento foi a adição de tanino para sedimentação de altas concentrações de sólidos totais.

40 Fonte: ANA. Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>.

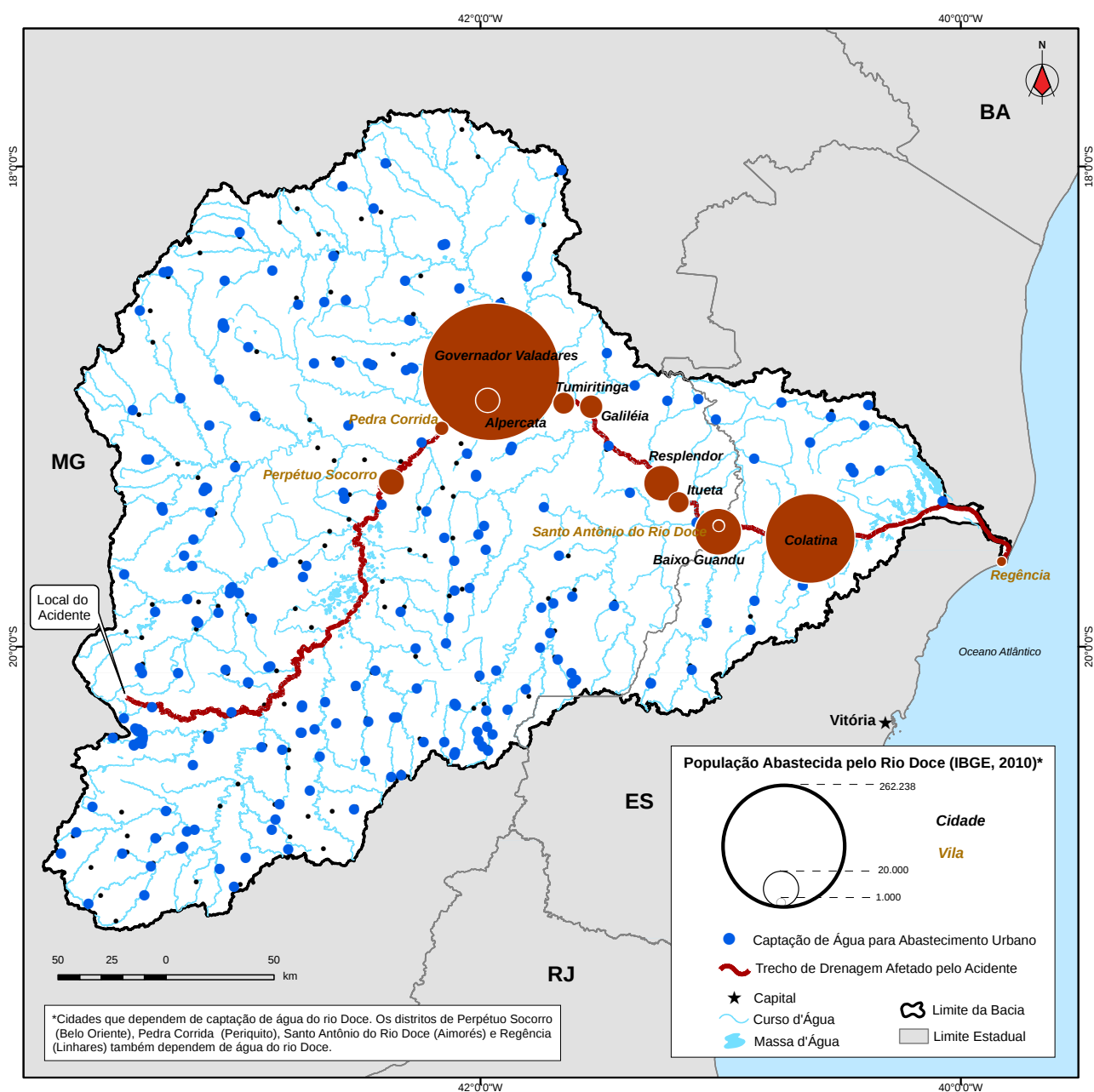


Figura 24. Captações superficiais para abastecimento de água na bacia do Doce

As paralisações do sistema de abastecimento de água podem ter ocasionado danos às redes de distribuição que precisam ser verificados. Esses danos podem refletir na qualidade da água oferecida. Todos esses custos oneram sobremaneira os concessionários de saneamento, que tiveram sua capacidade testada no limite. Embora o abastecimento de água tenha sido retomado ainda em 2015, o nível de confiança da população sobre a qualidade da água decresceu, o que tem repercutido no crescimento da demanda pela distribuição de água mineral, que foi efetuada por diversas entidades, sendo que a Samarco forneceu água mineral para a população até o dia 22 de janeiro de 2016⁴¹.

A interrupção do serviço de abastecimento também afetou outros serviços públicos, como saúde e educação, além do comércio de bens e serviços e indústrias locais supridas pela rede urbana, todos dependentes da rede pública de água. As cidades mais afetadas pelas paralisações no fornecimento de água possuem apenas o rio Doce como manancial de água, o que requererá, num futuro breve, o estudo e a implantação de captações em mananciais alternativos. Isso para que o risco de novas interrupções no futuro diminua.

Apesar de o rio Doce ser um manancial de grande disponibilidade hídrica, o que sugere um alto grau de segurança hídrica, os graves e recorrentes problemas de qualidade da água e risco de acidentes também são fatores que pesam em prol da adoção de mananciais alternativos. As cidades não podem ser totalmente dependentes do rio Doce.

41 Fonte: <http://aconteceunovale.com.br/portal/?p=77000>

ONDA DE REJEITO	Sede Municipal	UF	População Total (IBGE, 2015)	Dependência do Rio Doce	Efeitos no abastecimento de água durante o evento
noite 08/11	Belo Oriente	MG	25.619	Parcial	Utilização de caminhões-pipa com captação no rio Santo Antônio para abastecimento do distrito de Perpétuo Socorro
	Periquito	MG	7.103	Parcial	Paralisação no distrito de Pedra Corrida
	Alpercata	MG	7.478	Total	Paralisação em 08/11 e retomada em 01/12
noite 09/11	Governador Valadares	MG	278.363	Total	Paralisação na área urbana e distrito de São Vitor em 09/11. Abastecimento oficialmente normalizado em 01/12
noite 10/11	Tumiritinga	MG	6.669	Total	Utilização de poços profundos a partir de 09/11
manhã 11/11	Galiléia	MG	7.061	Total	Utilização de caminhões-pipa que trazem água de Conselheiro Pena a partir de 09/11
noite 12/11	Resplendor	MG	17.675	Total	Paralisação na área urbana em 12/11 (captação suspensa por determinação judicial). Distribuição de água do Córrego Barroso por caminhões-pipa
	Itueta	MG	6.087	Total	Captação de água bruta por caminhões-pipa no rio Manhuaçu a partir de 09/11
manhã 16/11	Aimorés	MG	25.694	Parcial	Captação suspensa no distrito de Santo Antônio do Rio Doce
	Baixo Guandu	ES	31.467	Total	Captação de água bruta alterada para o rio Guandu em 09/11
	Colatina	ES	122.646	Total	Paralisação em 17/11 com retomada parcial e normalização em 01/12
22/11	Linhares	ES	163.662	Parcial	Manutenção da paralisação da captação no distrito de Regência, iniciada devido à estiagem e aumento de salinidade. Distribuição de água por poços e caminhões-pipa

Figura 25. Suspensões no abastecimento de água nos municípios dependentes do rio Doce e medidas adotadas
Fonte: Elaborado a partir de informações da Força Tarefa

4.3 Outros Usos da Água

Dentre os impactos do acidente que afetaram outros usos da água podem ser destacados os seguintes:

- Impactos na Geração da Energia Hidrelétrica: Desde o rompimento da barragem de Fundão, a ANA está acompanhando as condições de operação das usinas hidrelétricas da bacia do rio Doce em articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e os agentes responsáveis pela operação das usinas. A geração de energia esteve paralisada nas quatro UHEs afetadas: Candonga, Baguari, Aimorés e Mascarenhas. Exceto a UHE Aimorés, cuja geração de energia já estava parada devido às baixas vazões desde julho de 2015, as demais tiveram a geração interrompida em função do desastre, situação esta que permanece em Candonga e também em Aimorés. A geração de energia foi retomada na UHE Mascarenhas no dia 23 de fevereiro de 2016 e em 14 de março de 2016 na UHE Baguari, quando iniciaram os testes para o seu reestabelecimento.
- Impactos na Atividade Industrial: além das indústrias instaladas nas cidades, dependentes da rede pública de abastecimento, a elevada turbidez da água afetou usuários da indústria que possuem sistemas próprios de captação e tratamento de água. Na calha do rio Doce há, ao todo, 16 usuários industriais, com outorgas registradas pela ANA, os quais representam a maior parcela de toda a vazão outorgada no rio⁴².
- Impactos na Irrigação e Pecuária: o maior número de outorgas para a irrigação com captação no rio Doce encontra-se no Espírito Santo, com destaque para o município de Linhares. Na pecuária, destaca-se a criação de bovinos, com os maiores rebanhos em Governador Valadares e Colatina, e de suínos, em Governador Valadares. Como no caso da indústria, a agricultura irrigada também foi afetada pela alta turbidez, pelo risco de danos aos sistemas de bombeamento, às redes de distribuição e nos equipamentos de aspersão de água. Quanto à pecuária, os picos de turbidez não se constituíram em um impedimento próprio, já que o gado

42 ANA. Relatório Técnico: Análise Preliminar sobre a qualidade da água e seus reflexos sobre os usos da água. Brasília: 27/11/2015.

tende a não consumir águas com elevada turbidez e as alternativas são mais fáceis de implantação, como processos de decantação e perfuração de poços.

- **Impactos na Pesca:** por conta das variações observadas na qualidade da água, em particular dos parâmetros de turbidez e oxigênio dissolvido, as atividades de pesca no rio Doce foram interrompidas por tempo indeterminado. A mortandade de peixes por asfixia foi o efeito mais notável desse impacto, porém, as repercussões no cotidiano e renda dos pescadores representam um efeito de longo prazo a ser contabilizado na economia local.
- **Impactos na Balneabilidade e Turismo:** a turbidez e o oxigênio dissolvido, bem como as rápidas e imprevisíveis variações nas concentrações de metais relacionadas à presença dos rejeitos sedimentados em trechos dos cursos d'água, afetaram negativamente as condições de balneabilidade do rio Doce e das praias da região do seu estuário, notadamente em Regência, distrito de Linhares. A consequência mais imediata deste quadro incidiu sobre o turismo na região, que tem no rio Doce e no Oceano Atlântico um grande atrativo.



UHE Candonga (24/11/2015) - Márcia Cerqueira - Banco de Imagens/ANA



4.4 Medidas Adotadas

As ações da ANA desencadeadas a partir do acidente em Mariana foram diversas, em articulação com o CENAD e a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), estando as principais ações elencadas na Figura 26.

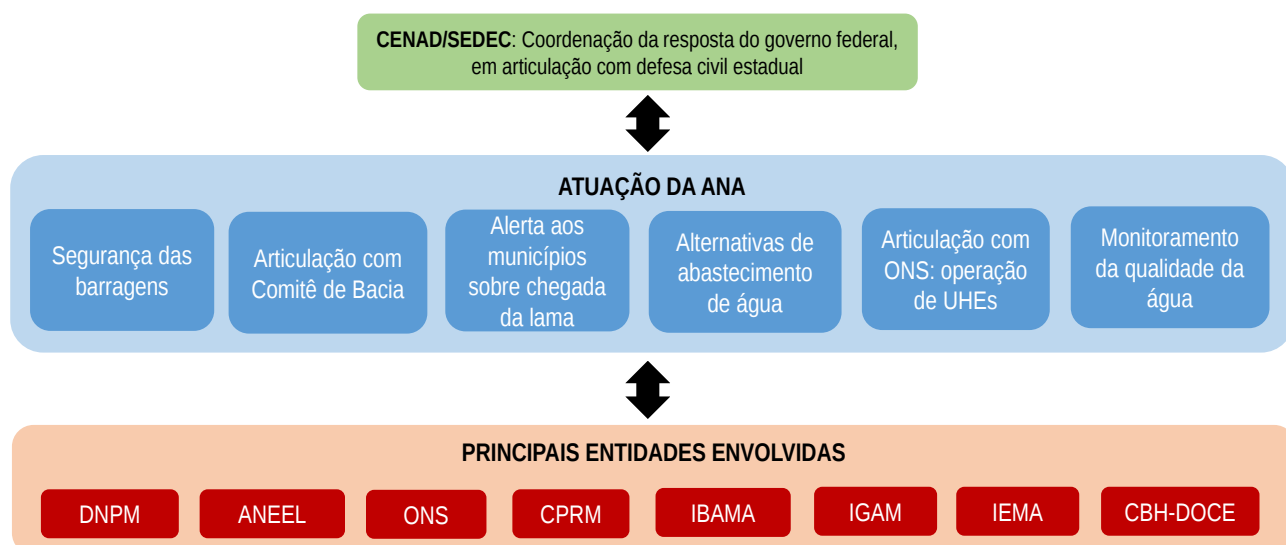


Figura 26. Principais eixos de atuação da ANA e entidades envolvidas com o acidente

Logo após o rompimento da barragem a ANA iniciou as articulações com os órgãos federais de defesa civil – responsáveis por acompanhar os desastres - CENAD E SEDEC e, os órgãos gestores de recursos hídricos de Minas Gerais e Espírito Santo, bem como com o ONS para definir a operação dos reservatórios das usinas geradoras de energia.

Equipes da ANA se deslocaram para a bacia do rio Doce e procuraram acompanhar os efeitos e apoiar ações dos municípios, orientados por equipes que permaneceram na sede recebendo informações, compilando-as e interagindo com outros órgãos públicos, especialmente com o CENAD. Desde a ocorrência do acidente, a CPRM opera seu sistema de alerta de cheias em regime de 24 horas por dia. Esse sistema monitora vazões e níveis d'água em diversas estações automáticas e telemétricas na bacia do rio Doce, com frequência horária ou a cada 15 minutos.

A partir desses dados e das informações de operadores de usinas hidrelétricas, a ANA estimou o tempo de trânsito da onda, ou seja, estimou qual o horário que o rejeito poderia passar por cada localidade ao longo do rio Doce, e passou a informar ao CENAD e aos municípios a horário de chegada da onda de lama. Nos comunicados aos municípios e serviços de abastecimento a ANA também recomendou avaliar as condições de qualidade da água e suspender as captações de água, até que o monitoramento de parâmetros de qualidade da água indicasse sua adequação para reestabelecimento da captação. Diversos comunicados foram transmitidos por e-mail a todas as localidades afetadas, dias e horas antes da passagem das ondas. Concomitantemente, a ANA manteve articulação direta com as entidades de bacia, Comitês, Agências, e usuários de água, difundindo e coletando informações sobre os impactos no rio Doce.

A ANA, com base no PIRH-Doce e no Atlas Brasil de Abastecimento Urbano e com informações diretas dos diversos serviços de abastecimento, inventariou alternativas para garantir o suprimento de água para as cidades que captam diretamente no Rio Doce. Essas informações foram encaminhadas para o Ministério da Integração Nacional, subsidiando-o no planejamento da logística e dos recursos necessários.

Além disso, manteve especialistas na bacia com o objetivo de acompanhar as ações em curso pelas prefeituras, observar a chegada da onda de lama e acompanhar o decaimento da turbidez e outros fatores impeditivos à captação direta no rio, de forma a apoiar estudos de previsão do tempo de interrupção do abastecimento. Diversas avaliações da qualidade da água foram empreendidas ao longo do rio, promovidas pela ANA/CPRM e diferentes atores (IGAM, IEMA, Samarco, Cenibra, Sistemas Autônomos de Abastecimento de Água e Esgoto e UHEs existentes na calha do rio Doce), integrando-se os resultados de forma a construir um quadro abrangente e confiável da situação e seu desenvolvimento no tempo. Uma página na Internet foi criada e disponibilizada para consultas.

Em 27 de novembro de 2015 a ANA encaminhou documento intitulado “Relatório Técnico: Análise Preliminar sobre a qualidade da água e seus reflexos sobre os usos da água” no qual foi efetuada uma descrição do desastre do ponto de vista do rio Doce, do trânsito da onda de lama pelo rio, identificados os principais usos da água e os usuários outorgados, descritas as principais estruturas hidráulicas existentes ao longo do rio e analisados os impactos principais associados à qualidade da água e seus usos. Esse documento se encerrava com uma primeira identificação das principais ações a serem consideradas para a recuperação do rio. Esse documento serviu de subsídio à Ação Civil Pública (ACP) proposta pela União contra a Samarco Mineração por conta do desastre de Mariana.

Nos dias 24 de novembro e 09 de dezembro de 2015 foram realizadas audiências públicas na Subcomissão de Mineração e na Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle do Senado Federal, respectivamente, com a participação da ANA. Nesses eventos, a Agência apresentou as características da PNSB e os aprimoramentos necessários para reforçar a fiscalização da segurança de barragens no Brasil. Entre 26 e 28 de janeiro de 2016 a ANA participou do Seminário realizado para discutir o Plano Inicial de Recuperação proposto pela Samarco, que foi recusado.

Durante todo o tempo, a ANA manteve importantes articulações com o Comitê da Bacia, o ONS e a ANEEL, além do IBAMA e órgãos gestores de recursos hídricos dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Também vem acompanhando o monitoramento da qualidade das águas do rio Doce e integra o Grupo de Trabalho (GT) constituído no âmbito do MMA pela Portaria nº 02/2016, publicada no Diário Oficial da União em 07 de janeiro de 2016. O GT tem a finalidade de coordenar a posição ambiental na esfera federal relacionada ao acidente ocorrido com o rompimento da barragem de Fundão em Mariana, ocupando-se das questões e programas relacionados com a segurança hídrica e qualidade da água.

Foram realizadas várias reuniões internas do GT, coordenado pela Presidente do IBAMA, e com representantes da Samarco e suas controladoras, estas mediadas por representantes da AGU, que coordenaram todo o processo. Dessa forma, foi possível organizar as ações propostas para o componente socioambiental em reparatórias e compensatórias, reconhecer duas áreas ambientalmente distintas em função dos impactos; e organizar um programa de ações de reparação e compensação ambiental baseado em uma primeira listagem já apresentada na Nota do MMA que acompanhou a ACP. As reuniões com a Samarco também trataram do escopo e contorno dos programas propostos para integrar o Acordo. Nas reuniões do GT houve presença dos representantes dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, do CBH-Doce e do IBio AGB-Doce.

A ANA celebrou ainda um segundo Termo Aditivo ao Contrato de Gestão nº 72/2011 existente com o IBio-AGB Doce, contrato este relativo ao exercício das funções de agência de água pelo Instituto com a anuência do CBH-Doce, permitindo assim o repasse de cerca de R\$ 11 milhões. O repasse é destinado a estudos prévios

necessários à implementação de ações que subsidiarão o enfrentamento da crise hídrica decorrente do desastre e seus desdobramentos, notadamente:

- Estudos para concepção de um sistema de previsão de eventos críticos na bacia do rio Doce e de um sistema de intervenções estruturais e não estruturais para mitigação de efeitos de cheias e enfrentamento de desastres.
- Atualização do Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água para a bacia do rio Doce, com foco na identificação de projetos existentes e detalhamento de soluções alternativas que visem conferir maior segurança hídrica aos sistemas de produção de água dos núcleos urbanos.
- Modelagem hidrológica, hidráulica, hidrossedimentológica e de ruptura de barragem na bacia do rio Doce, considerando os impactos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, visando a caracterizar as condições geomorfológicas atuais pós-desastre, as perspectivas futuras de recuperação e a avaliação do impacto provocado para os diferentes usos da água e em relação ao risco de inundações na região.
- Ampliação dos programas já previstos no PIRH-Doce e nos planos de ações de recursos hídricos, que contribuam para o enfrentamento dos impactos decorrentes do desastre: P11 - Programa de Saneamento; P22 - Programa de Incentivo ao Uso Racional de Água na Agricultura; P24 - Programa Produtor de Água; P31 - Programa de Convivência com as Cheias; P41 - Programa de Universalização do Saneamento; P52 - Programa de Recomposição de Áreas de Preservação Permanente e Nascentes e; P72 - Programa de Educação Ambiental.



Rio Doce a jusante de Ipatinga e Estrada de Ferro Vitória a Minas - Márcia Cerqueira - Banco de Imagens/ANA

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação anteriormente apresentada na bacia, retratada no seu plano integrado de recursos hídricos (PIRH-Doce, 2010), e a avaliação dos efeitos do desastre de Mariana sobre os rios Doce, do Carmo e Gualaxo do Norte e seus usos, indicam a necessidade de empreender-se um conjunto de ações, que envolvam: recuperação de nascentes; esgotamento sanitário (coleta e tratamento de esgotos); implantação de sistemas alternativos de abastecimento de água; e monitoramento quali-quantitativo das águas e sedimentos dos cursos d'água afetados, incluindo também a avaliação de riscos toxicológicos e ecotoxicológicos, entre outros.

Sobre a qualidade das águas, o desastre trouxe modificações importantes e com consequências significativas para diversas situações analisadas. A qualidade da água do rio Doce estará sujeita a variações decorrentes da liberação da massa de rejeitos acumulada em sua calha quando da ocorrência de chuvas e consequente aumento da vazão, intervenções físicas abruptas no rio e outras ações antrópicas. Nesse contexto, poderão ocorrer novos picos de turbidez, queda de oxigênio dissolvido, aumento temporário da concentração de metais e prejuízos para os diversos usos de água da bacia, por períodos indeterminados e, ainda, imprevisíveis. A recuperação da qualidade das águas será, portanto, um processo longo e persistente, que deverá ser acompanhada por monitoramento quali-quantitativo consistente e minuciosa investigação dos vários aspectos envolvidos.

Sobre o processo mais amplo de recuperação socioambiental da bacia do rio Doce, no dia 02 de março de 2016, foi assinado o Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta firmado entre os governos federal, de Minas Gerais e do Espírito Santo e as mineradoras Samarco, Vale e BHP Billiton. O Termo considerou, entre outras fontes, a Nota Informativa Conjunta nº 1/2016/AH-NM/AP-GF elaborada pela ANA⁴³ e a Nota Técnica nº 1/2016-PRESID/IBAMA relativa ao rompimento da Barragem de Fundão em Mariana/MG⁴⁴.

O referido Termo prevê uma série de ações para recuperação da bacia, com limite de R\$ 20 bilhões para medidas de reparação, visando recuperar o estado anterior ao rompimento da barragem e de R\$ 4 bilhões em medidas de compensação, nos casos em que o estado anterior não puder mais ser alcançado. Como exemplo, foram incluídas ações de esgotamento sanitário, na ordem de R\$ 500 milhões e, no caso dos municípios dependentes do rio Doce, adotado como critério reparatório a implantação de sistemas de produção de água em mananciais alternativos, que correspondam a no mínimo 30% da capacidade atual instalada, e garantam maior segurança hídrica para o abastecimento da população urbana.

A homologação judicial do Termo extinguirá a Ação Civil Pública movida pela União e pelos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo contra a mineradora. O arranjo previsto para a execução das ações e desembolso prevê a criação de fundação privada responsável pela gestão dos projetos de recuperação nos próximos quinze anos, além da criação de comitês interfederativo e consultivo para fiscalização das ações da referida fundação. O comitê interfederativo possui representantes do Governo Federal, dos Estados de MG e ES, dos municípios atingidos e do CBH-Doce. O Comitê consultivo também conta com representação do CBH-Doce, além de instituições de ensino e pesquisa e das comunidades impactadas.

Esse arranjo está alinhado com a organização institucional da gestão de recursos hídricos na bacia do rio Doce, que conta com forte mobilização social, materializada na atuação do CBH-Doce, e ampla participação de municípios, Estados (MG e ES) e União. A ANA, em conjunto com órgãos gestores estaduais de recursos hídricos, continuará exercendo importante papel na implementação do SINGREH e no acompanhamento técnico das ações previstas no Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta.

43 ANA. Nota Informativa Conjunta nº 1/2016/AH-NM/AP-GF: Programas ambientais vinculados aos recursos hídricos do Rio Doce, do Carmo e Gualaxo do Norte. Documento ANA nº 00000.011510/2016-88. Brasília: 01/03/2016.

44 IBAMA. Nota Técnica nº 1/2016-PRESID/IBAMA: Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta Relativo ao Rompimento da Barragem do Fundão em Mariana/MG. Componente: Programas Socioambientais. Brasília: 29/02/2016

CONJUNTURA dos RECURSOS HÍDRICOS no BRASIL